

ISSN 2287-6707

적정기술

2013. 7

Volume 5, Number 2 (Issue 8)

Appropriate Technology

 **국립
한 발 대 학 교**
HANBAT NATIONAL UNIVERSITY
적정기술 연구소

적정기술
미래포럼

Appropriate
Technology
Future Forum

맞춤형 적정기술과 정보통신기술의 융합을 통한 탄자니아 식수 프로젝트 소개 및 방향성 제안

강 경 철^{a)}, 신 유 진^{b)}

^{a)}MIT 환경공학과 박사과정,

^{b)}NYU ITP(Interactive Telecommunication Program) 석사과정

Project AQUAW (Advancing the Quest for Uninterrupted Access to Water) is a student-led project initiated by MIT Korean PhD students. We seek a sustainable solution to water issues in the Kiwalani community in Tanzania. We visited Kiwalani in March 2011 and January 2012, where we successfully distributed 10 biosand filters. In this paper, we first summarize the accomplishments and limitations of the first two visits. Then we introduce the key methodologies that we plan to utilize for our project. We aim to generate innovative solutions to water related problems through water filtration technology and a community-based water service model combined with Information Communication Technology (ICT). For a water filtration technology, we distribute biosand filter that is low cost, highly effective and locally producible. We utilize smartphone mobile applications to effectively collect essential data such as water quality with GPS location, local people's response to our project (via survey) and the sources of water contamination. These mobile applications will allow our project to take data-driven decisions. Using the collected data, we will perform Fault Tree Analysis (FTA). FTA will allow us to understand what is the main cause of the water contamination. After explaining the methodology, we present our visiting plan for summer 2013. Finally, we conclude this paper with the future directions of this project and the final remarks.

2008년도에 발표된 세계은행 보고서에 따르면 전 세계 인구의 약 절반이 하루에 \$2.5 (약 삼천원) 이하의 수입으로 살아가고 있으며, 전세계 인구의 80% 이상이 하루 수입 \$10 이하로 살아가고 있다. 빈곤에 의한 가장 심각한 문제 중 하나는 바로 물 문제이다. WHO/UNICEF의 2012년도 '식수 및 위생 개선 보고서'에 따르면, 안전한 식수에 대한 접근이 제한된 인구는 7억 8천만명으로, 전 세계 인구의 10명 중 1명 이상이 오염된 물로 고통받고 있다.¹⁾ 이러한 현 상황은 다양한 국제원조 및 국제개발을 통해 과거에 비해 많이 개선된 것으로, 1990년에는 전 세계 인구의 10명 중 약 2.5명이 안전한 식수에 대한 접근이 제한적이었다. 2000년도에 국제연합(UN)에 의해 이러한 식수 및 위생 문제의 해결이 '새천년 개발 목표' 중 하나로 선정되면서 많은 지원을 받기 시작하면서 많은 성과들이 있었고, 이와 함께 현지에서 제작 가능하고 현지인에 의해 관리가 가능한 적정기술의 역할이 주목을 받게 되었다. 하지만, 현지에서의 적정기술 관리 및 개선의 어려움을 비롯하여 예상치 못한 여러 변수들에 의해 지속가능한 적정기술의 개발을 통한 식수 문제 해결은 여전히 많은 어려움이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제 해결의 일환으로 2010년도 말에 한국학생들에 의해 시작된 프로젝트 아쿠와우(AQUAW)를 소개하고 현재까지의 성과 및 한계 분석을 통해 향후 계획을 제안하고자 한다. 특히 향후 계획에서는 정보통신기술(ICT, Information Communication Technology)의 적용 가능성을 제안하고, 정보통신기술이 지속가능한 적정기술의 개발에 얼마나 큰 역할을 할 수 있는지에 대해 논의하고자 한다.

1. 탄자니아 식수 프로젝트 아쿠와우 소개

1.1 프로젝트 개요

프로젝트 아쿠와우는 적정기술과 정보통신기술의 융합을 통한 개발도상국에서의 식수 문제 개선, 그리고 개발 도상국에서의 물 문제에 대한 한국에서의 인식 재고 및 일반 대중들의 참여 확대를 목표로, 2010년 10월 MIT 한인 대학원생들에 의해 시작되었다. 각 분야 젊은 전문가들의 네트워크 형성 및 교류를 통한 혁신적 문제 해결 도출을 목표로 지금까지 다양한 전공의 MIT 대학원생들, 하버드 전문경영대학(Harvard Business School) 재학생, 국제도시개발 회사 근무자, 모바일 어플리케이션 개발자 등 다수의 팀원들이 프로젝트에 참여하였다. 프로젝트의 구체적인 개요는 다음과 같다.

프로젝트 아쿠와우의 목표는 개발도상국의 낙후된 지역에 안전한 식수와 위생환경을 확보하여 생명을 보호하고, 더 나아가 지역사회가 독립적으로 지속가능한 발전을 할 수 있도록 지원해 주는 것이다. 이 목적을 달성하기 위해서 맞춤형 적정기술과 정보통신기술 (ICT)의 융합을 통한 혁신적 문제 해결을 시도한다. 궁극적으로는 프로젝트를 위해 필요한 경제적 자원을 모바일 어플리케이션 판매와 현지에서의 사회적 사업화를 통해 확보하고자 한다.²⁾

본 프로젝트는 <그림1>에서 묘사된 것처럼 세 가지 요소의 상호작용으로 구성된다. 첫 번째 구성요소는 지역사회로, 지역 내 물 및 위생문제 해결을 위해서 협력할 수 있는 지역사회의 구성원과 지역정부 및 민간단체들을 의미한다. 두 번째 구성요소는 지역사회의 식수 및 위생 문제에 맞춤형된 적정기술들이다. 핵심적 적정기술로는 바이오샌드필터, 세라믹 필터 등 수질을 개선하는 정수기술과, 콜리렛 검사(Colilert)와 펠트리 필름 검사(Petrifilm) 그리고 H₂S 검사등의 수질 검사 기술이 주를 이룬다. 세 번째 구성요소는 정보통신기술로 모바일 어플리케이션, GPS 태깅 등이 현지 정보 수집을 원활하게 해주기 위한 통로로 사용된다. 프로젝트 아쿠와우는 정보통신기술과 적정기술의 융합을 통한 문제 해결을 한다는 점에서 새로운 시도라 볼 수 있다.

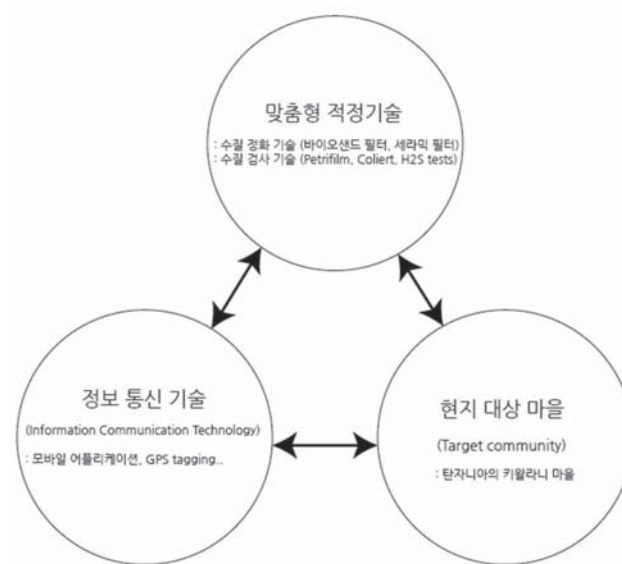


그림1. 프로젝트 아쿠와우 모델.

맞춤형 적정기술과 정보기술을 통한 식수 문제 개선을 도출하는 모델을 보여주는 그림이다.

그림 1에서 볼 수 있듯 세 가지 구성 요소들은 서로 상호 보완 효과를 이끌어 내면서 프로젝트를 구성한다. 지역사회의 구성원들은 본 프로젝트와 함께 지역사회의 식수 및 위생 문제점들을 분석하고 맞춤형 적정기술을 통한 해결방법을 모색한다. 이 과정에서 정보통신기술은 현지의 수질 상태와 수자원 분포, 프로젝트의 진행 상황 파악을 위한 정보 수집의 역할을 담당하며, 이 정보를 바탕으로 지역사회의 상황에 맞추어 효과적으로 프로젝트를 개선해나가는 것이 가능해진다. 충분한 정보 수집과 마을 주민들과의 협력으로 제공되는 적정기술은 지역사회에서 직접적으로 식수 및 위생문제를 개선하는 역할을 하게 된다. 또한 적정기술들은 지역사회에서 경제적, 기술적인 자생력을 가질 수 있도록 제공되어 지역사회의 전반적인 발전에 꾸준히 기여할 수 있도록 한다.

프로젝트 아쿠와우는 정보통신기술과 맞춤형 적정기술의 융합을 지속적으로 시도하고자 한다. 정보통신기술은 정보의 효율적 수집 및 수집된 정보의 효율적 전달 및 공유 역할을 담당한다. 마을 사람들 대상의 설문 조사, 수질 검사 결과의 GPS 주소 태깅 및 수질 지도 작성을 위해 모바일 어플리케이션이 사용된다. 또한 궁극적으로는 개발 도상국 식수 문제 해결을 돕는 모바일 어플리케이션으로 개발할 계획이다. 어플리케이션은 실제 마을 상황을 기반으로 개발되어 정기적으로 마을의 정보가 업데이트되며, 이는 마을 상황에 맞게 능동적으로 프로젝트 관리가 가능하도록 할 예정이다.

프로젝트 아쿠와우는 2년 여간 깨끗한 물을 키왈라니 마을에 제공하기 위하여 다양한 노력들을 시도하여 왔으며, 현재까지 두 번의 현지 방문이 이루어졌다. 구체적으로 각 방문을 통해 어떠한 성과 및 한계들이 있었는지 다음 절에서 소개하고자 한다.

1.2 1차 및 2차 현지 방문을 통한 성과

본 절에서 1차 및 2차 현지 방문을 통한 구체적인 성과를 소개하고자 한다.

1.2.1 1차 현지 방문

탄자니아 키왈라니 마을의 첫 방문은 강경철과 송주현군에 의해 2011년 3월에 이루어졌다. 첫 방문의 주된 목적은 현지 상황 및 문제를 파악하고 현지와의 네트워크를 구성하는데 있었다. 현지 키왈라니 마을 방문 및 의사소통을 위한 교통 및 통역은 탄자니아 현지 비영리기구인 TGNP (Tanzania Gender Networking Programme)에 의해 제공되었다. 아쿠와우 팀은 크게 다음의 네 가지의 방문 목표를 세우고 첫

방문을 하였다. 1) 마을 주민들과의 토론을 통해 그들의 삶과 식수 관련 문제들을 이해. 2) 현지와의 강한 신뢰를 바탕으로 하는 네트워크 형성. 3) 현지 키왈라니 마을의 수질 검사를 통해 수질 상태 파악. 4) 수질 검사 결과 및 마을 주민들과의 토론 내용을 바탕으로 맞춤형 적정기술 채택.

마을 사람들과의 토론 과정은 마을 주민들의 문제 해결 참여를 핵심으로 하는 프로젝트 아쿠와우에 있어 가장 핵심적인 요소이다. 특히 마을 여성들과의 협력 및 그들과의 토론은 프로젝트 진행에 있어 매우 중요한 요소이다. 마을의 상황 및 식수 문제를 가장 깊이 이해하는 사람들이 바로 마을의 여성들이기 때문이다. 또한, 문화적으로도 현지 남성들보다는 여성들이 문제 해결에 책임감있게 참여하고 많은 국제개발 관련 프로젝트에서 여성들이 핵심적인 역할을 담당하고 있다고 알려져있다. 때문에 아쿠와우 팀이 마을을 방문 할 때에는 항상 마을 여성들과의 대화 및 토론으로 하루의 일정을 시작하였다. 이를 통해 마을 여성들의 적극적 참여를 유도하고 그들과의 신뢰관계를 형성할 수 있었으며, 대부분의 경우 구체적인 해결책 및 필터 보급화에 대한 아이디어를 얻을 수 있었고 나아가 적정기술을 선정하고 실제 정화된 물을 공급하는데까지 이를 수 있었다.

토론을 통한 마을 여성들과의 신뢰관계에서 한 발 더 나아가 본 프로젝트를 통해 국제개발에서 전체적인 네트워크의 중요성을 확인할 수 있었다. 프로젝트 아쿠와우의 현지 파트너 NGO인 TGNP는 여성인권 및 역량 개발을 주된 목표로 하고 있는 단체이며, TAKIWOYA는 TGNP에서 인턴으로 일하고 있는 Felister Kisangure라는 여성에 의해 시작된 마을 여성단체이다. 프로젝트 아쿠와우가 TAKIWOYA와 협력 관계를 구축하고, TAKIWOYA와 함께 마을 수질 개선을 진행하기로 상호 협약을 체결할 수 있었던 가장 큰 이유는 강한 네트워크때문이었다. 프로젝트 아쿠와우 팀의 첫 방문시에는 마을 주민들 및 TAKIWOYA 사람들이 긴장하고 경계하는 듯 하였다. 하지만, 마을 내에서 TGNP에 대한 인식이 매우 좋은 상황이었고, 마을 방문시마다 TGNP에 소속된 여성이 프로젝트 아쿠와우 팀과 함께 동행하여 TAKIWOYA와의 관계를 형성하는데 큰 도움이 되었다. 프로젝트 아쿠와우는 MIT를 통해 UUSC, UUSC를 통해 TGNP, TGNP를 통해 TAKIWOYA로 이어지는 탄탄한 네트워크를 구성하는데 성공하였고, 이러한 네트워크는 결과적으로 마을 사람들의 지지를 이끌어내는데 핵심적인 역할을 하였다.

수질 검사를 위한 적정기술로는 MIT의 수잔 머콧 (Susan Murcott) 연구실에서 구

매한 페트리필름과 콜리렛 실험장비가 사용되었다 (2장 5절 참조). 마을에는 약 백여개의 크고 작은 우물들이 있으며 각 우물의 사용 용도는 마을 사람들이 경험적으로 이해하는 수질 상태에 따라 다르게 사용되고 있었다. 프로젝트 아쿠와우팀은 관심 구역을 정하고 그 지역에 존재하는 24곳 수자원의 수질 검사를 실행하였다. 마을의 전체적인 구성을 보여주는 위성사진은 그림 2에서 확인 가능하다. 24개의 수자원 중, 대부분이 인체에 해로울 수 있는 열 내성 콜리폼으로 오염되어 있었으며, 그나마 오염이 적은 수자원 (깊은 우물)은 사적으로 소유되어 돈을 내고 구입해야 하는 상황이었다. 전체적으로 키왈라니 마을의 수질 상태는 심각한 수준이었다. 사람들이 돈을 내고 사용하는 네 곳의 깊은 우물물을 제외하고는 모든 우물의 물들이 아이들이나 노약자가 마실 경우 생명의 위협을 받을 수 있는 수준이었다. 다행히도 마을 내에서 수질의 중요성에 대한 인식은 보편화되어 있었다. 프로젝트 아쿠와우는 해결책을 마을 사람들에게 일방적으로 제시하기보다 모든 의사결정에 있어 마을 사람들의 참여를 유도하고 의견을 듣고자 하였다. 방문 기간 동안 매일 마을 회관에서 현지 여성단체인 TAKIWOYA에 소속된 마을 여성들과 두 세시간에 걸친 토론이 진행되었으며 토론회 후에는 마을 정부 사람들과의 회의 및 수질 검사가 진행되었다. 본 수질 검사 결과를 바탕으로 현지 신문사를 통해 키왈라니 마을의 상황을 전할 수 있었다.



그림 2. 탄자니아 키왈라니 마을 위성 사진.

빨간색 선으로 표시된 구역이 현재 프로젝트 아쿠와우 활동 중인 구역이다.

수질을 개선하기 위한 적정기술의 채택을 위해, 수질 분석과 함께 마을 사람들과의 집중적인 토론이 이어졌다. 마을 사람들과의 대화를 통해 마을 사람들의 평균 하루 수입이 1달러에서 2달러 수준이며, 물을 구입할 경우 20리터당 미화 약 20센트가 요구된다는 것을 알 수 있었다. 수입에 비해 비싼 물의 가격으로 인해 가족들 전부에게 깨끗한 물을 제공하기에 어려운 상황이었고 마시는 물을 제외한 청소 및 빨래, 목욕 등에는 대부분의 가정들이 심각하게 오염된 물을 사용하고 있는 상황이었다. 돈을 주고 구입하는 물에 대한 신뢰도도 높지 않은 상황이었고, 특히 많은 아이들이 설사병을 겪고 있다는 사실을 알 수 있었다. 가능성있는 물 정화 적정기술들을 마을 사람 및 TGNP에게 소개하고 함께 토론하고 선택하는데 집중하였다. 이를 통해 한 가구가 하나의 필터를 구입하기는 경제적으로 어려운 상황이라는 것을 알 수 있었으며, 전기를 이용한 기술은 유지비용 때문에 후보 적정기술에서 제외되었다. 또한 마을 사람들의 수요가 큰 상황이었으므로 정수 속도가 중요한 고려사항이 되었다. 이를 바탕으로 바이오샌드 필터가 통해 적정기술로 선택되었고, 이는 마을 사람들이 함께 의사 결정에 참여한 것이기에 큰 기대를 하게 되었다. 첫 번째 방문의 성과를 토대로 현지 바이오샌드필터 설치 및 서비스, 그리고 두 번째 방문에 대한 계획이 세워지게 되었다.

1.2.2 2차 현지 방문

2차 현지 방문은 2012년 1월에 이루어졌으며, 5명의 아쿠와우 팀원과 1명의 적정기술미래포럼 매니저가 팀을 이루어 방문하였다. 두 번째 방문의 주된 목표는 2011년 첫 방문에서 마을 주민들과의 토론회를 통해 선정된 바이오샌드 필터를 설치하고 서비스를 시작하는 것이었다. 첫 방문 후 바이오샌드 필터 현지 생산을 위해 탄자니아의 필터 생산 업체들에 대한 조사가 시작되었고 2011년 10월에 탄자니아 현지 필터 생산 업체인 SON international (<http://www.son-international.org/>)과의 협력 관계가 형성되었다. 아쿠와우 팀의 두 번째 방문 한달전인 2011년 12월, 처음으로 마을의 세 가정에 3대의 바이오샌드필터가 SON international에 의해 설치되었다. 2012년 1월에는 프로젝트 아쿠와우 팀의 두번째 방문이 이루어졌으며 방문 당시 미리 설치된 3대의 필터에 대하여 마을 여성들의 의견을 들을 수 있었다. 필터 보급 사실이 마을 여성들 사이에 알려져서 상당수의 가정들이 필터가 설치된 세 가정에 방문하여 정수된 물을 사용하고 있었다. 만족도가 높은 상황이었으며 사용한 가정들로부터 이미 아이들의 설사병 발병률이 줄어들고 있다는 소식을 인터뷰를 통해 확인할 수 있었다.

하지만 아쉽게도 설문조사나 구체적인 인터뷰를 통한 객관적 결과 도출까지는 하지 못하였다.

선택된 적정기술의 보급 및 서비스 제공 방법은 적정기술의 선택 만큼이나 프로젝트의 성공에 있어 중요한 요소이다. 프로젝트 아쿠와우의 필터 보급 방법은 기존의 방법과 차별화 되어 있다.

지금까지 대부분의 바이오샌드필터 프로젝트는 외부의 금전적 원조에 의해 각 가구에 한 대의 바이오샌드필터를 보급하는 형식이었다. 하지만 바이오샌드필터의 경우 지속적 관리 및 유지 보수가 필터의 성능에 결정적으로 영향을 미치기 때문에, 잘못된 사용으로 필터가 제 기능을 못하는 경우가 많다. 또한 제한된 프로젝트 지원액으로 인해서 지역 내 모든 가구에게 필터를 설치해 줄 수 없으며, 각 가정이 필터를 직접 구입하기에는 경제적으로 쉽지 않은 상황이다.

본 프로젝트는 이러한 문제를 해결하기 위하여 한 우물 단위로 5~10 개의 마을 공동 바이오샌드필터를 배치하고 각 우물 별로 교육된 관리자를 고용하여 운영하는 방식을 제안 및 적용하였다 (그림 3). 이러한 서비스 방법의 장점은 마을 사람들이 큰 부담없이 저렴한 가격에 필터를 사용해 볼 수 있다는 장점과, 교육된 관리자들의 관리 하에 올바른 필터사용으로 효과를 극대화 할 수 있다는 장점이 있다. 반면, 공동 관리 체제이기 때문에 시스템 확립이 제대로 안될 경우 주인 의식의 부재로 인해 필터관리가 제대로 안될 수 있는 가능성이 있다. 또한 필터들을 설치할 장소의 마련 및 관리자 교육 등에도 많은 준비와 노력이 든다는 단점이 있다. 이웃단위 서비스가 진행된 사례가 극히 드물어 가정단위 서비스 모델과 이웃단위 서비스 모델의 장단점을 연구한 사례의 필요가 큰 상황이며, 3차 방문시 질적 설문조사를 통해 알아볼 계획이다.

이웃 단위 서비스 모델의 또 다른 큰 장점은 정보통신기술과의 연계에 있어서 효율적이라는 점이다. 식수 관련 프로젝트를 포함하여 국제 개발 프로젝트의 성공을 위해서는 마을 현지 정보의 지속적 수집 및 업데이트가 필수적이다. 정보 수집을 통해 객관적 분석이 이루어짐으로써 그에 맞는 개선 및 추가 해결책 도입이 가능해지기 때문이다. 이러한 정보 수집을 위해 각 공동필터의 관리자가 필터 사용자들의 사용 현황 및 만족도 등을 기록하고 필터 유지 상황을 정보통신기술을 이용하여 보고하는 것이 가능해진다. 이를 통해 얻어진 정보의 분석을 통해 향후 프로젝트 진행 방향 결정 및 현상황에 알맞은 대처가 가능해진다.

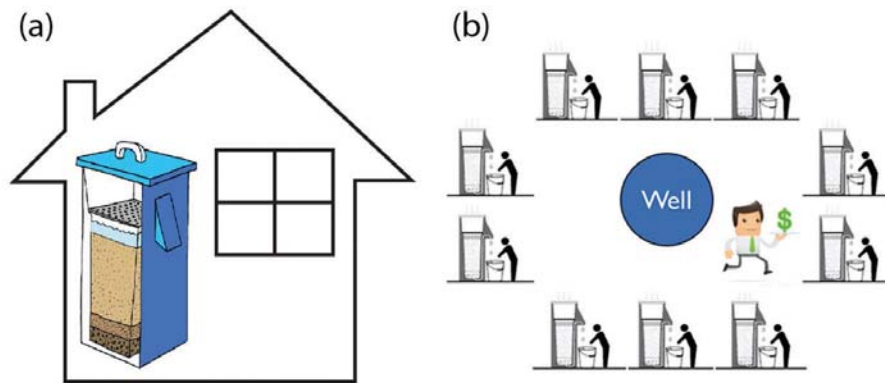


그림 3. (a) 가정단위 서비스 모델과 (b) 이웃단위 서비스 모델.

가정 단위 서비스 모델은 한개나 두개의 바이오샌드 필터를 각 가정집에서 설치해서 관리 및 주변 이웃들과 나누어 쓰도록 하는 서비스 방법이며, 이웃단위 서비스 모델은 수요가 많은 곳 주변에 작은 공간을 구하여 5~10대 가량의 바이오샌드필터를 설치하고 관리자를 고용하여 필터를 관리하게 하고 정화된 물을 마을 주민에게 제공하는 서비스 모델이다.

마을 사람들과의 토론을 통해 현지 상황에 알맞은 적정기술 및 독특한 이웃단위 서비스 모델을 고안하였듯이 2012년도 방문 시에도 마을 사람들과의 토론을 이어갔으며, 프로젝트에 대한 마을 정부의 지지를 얻고 마을 사람들에게 프로젝트 홍보를 하는데 집중하였다. 문화적 특성상 마을의 권력층은 남성들이었기 때문에 최종적으로는 마을 정부 사람들에게 지지를 얻는 것이 중요하였다. 두 번의 연속적인 방문을 통해 마을 정부 사람들에게 신뢰를 쌓을 수 있었고, 이를 바탕으로 프로젝트에 대한 지지도 얻을 수 있었다. 이 마을 사람들과의 토론의 중요성은 마을 공동 필터 장소 결정 시에 극대화되었다. 장소의 선정 요건으로는 접근성, 깊은 우물과의 거리, 안전 및 가격 등이 중요시 고려되었다. 마을 여성들이 마을에 대해 깊이 이해하고 있었기에 적절한 후보지들을 선정할 수 있었고, 최종적으로는 깊은 우물 가까이에 작은 공간을 소유하고 있는 TAKIWOYA의 여성 멤버 한명에게서 매우 저렴한 가격으로 장기계약을 체결할 수 있었다. 4대의 SON international 필터와 1대의 아쿠와우 필터가 이곳에 설치되었다. 바이오샌드필터의 성능에 있어 가장 중요한 요소로 작용하는 필터의 관리 및 유지에 마을 여성들과의 토론 후, TAKIWOYA 멤버들이 한명씩 돌아가면서 관리하도록 합의되었다. 현재 물 20리터를 정수하는데 미화 약 50센트를 받고 있으며, 사용자 현황에 대한 조사를 공동 우물 관리자에게 부탁하였다.³⁾

마을 내에서 프로젝트 소개 및 위생 교육을 위한 오픈하우스 행사가 두 번째 방문 중에 진행되었고, 많은 마을 사람들이 참여하였다. 마을 지역 정부 및 TAKIWOYA, TGNP, SON international과의 협력하에 다양한 교육 및 홍보가 가능하였다. 하지만 사람들의 행동개선을 위해서는 여전히 지속적 교육 및 홍보가 필수적이며, 프로젝트 아쿠와우는 현지 NGO와의 협력하에 정기적인 위생교육 및 홍보를 준비 중에 있다.

1.3 프로젝트 향후 개선 사항

위에서 소개되었듯 첫 번째와 두 번째 현지 방문을 통해 많은 성과들도 있었지만, 그와 함께 개선 및 해결해야 할 많은 사항들도 발견되었다. 필터 성능의 지속적 점검이 관리 및 품질 유지를 위해서 매우 중요하지만, 현재 현지는 지속적으로 수질 검사를 하고 있는 시스템에 갖추어져 있지 않기 때문에 이에 대한 개선이 필요한 상황이다. 두 번째로는 수질 오염 경로에 대한 과학적 분석이 매우 필요한 상황이다. 수원이 오염된 것은 알려진 사실이지만, 필터를 통해 물이 성공적으로 정화되더라도 물의 보관 및 위생 등에 의해서도 재오염이 가능하기 때문이다. 이를 위해서는 각 단계에서의 수질 검사 및 설문 조사를 통한 전체적 문제 파악이 매우 중요하다. 세 번째로 가정단위 서비스 모델과 이웃단위 서비스 모델간의 과학적 비교가 필요한 상황이며, 마지막으로 현지 정보 수집 및 현지와의 커뮤니케이션 한계에서 오는 어려움을 들 수 있다. 위에서 설명되었듯 대부분의 프로젝트 진행의 의사결정에 있어 현지 정보는 매우 결정적 역할을 하게된다. 하지만 현지에 아쿠와우 멤버들이 물리적으로 떨어져있기 때문에 지속적 정보 수집을 통한 프로젝트 진행 현황 파악이 쉽지 않은 상황이다. 다음 장에서는 구체적으로 어떤 방법론을 통해 이러한 한계들을 극복하고 앞으로 프로젝트를 진행하고자 하는지에 대해 다루도록 한다.

2. 프로젝트 아쿠와우의 식수 개선 방법론

2.1 국제개발에서의 IT의 역할 및 가능성 소개

정보기술(IT, Information Technology)은 원거리 통신(Telecommunication), 방송, 컴퓨팅(정보처리, 컴퓨터 네트워크, 컴퓨터 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 멀티미디어), 통신망 등 사회 기반을 형성하는 유형 및 무형의 기술 분야이다. 이러한 현대의 정보기술(IT)이라는 용어는 하버드 비즈니스 리뷰에서 출판된 1958년 문건에서 해롤드 레빗(Harold J. Leavitt)과 토마스 휘슬러(Thomas L. Whisler)에 의해 다음과 같이

처음 언급되었다. "최근 많은 양의 정보를 빠르게 처리하는 새로운 기술이 등장하였습니다. 시스템 관리에 큰 영향력을 미칠 이 기술은 아직 하나의 확립된 이름을 아직 갖추지 않고 있습니다. 우리는 이를 정보기술(IT)이라고 부르겠습니다."⁴⁾ 넓은 의미에서의 정보기술이란, 데이터의 수집, 가공, 저장, 검색, 송신, 수신 등 정보 유통의 모든 과정에 사용되는 기술 수단을 총체적으로 표현하는 개념이다.

정보통신기술(ICT)은 이러한 정보기술의 확장된 개념으로서 원거리 통신 및 통합된 커뮤니케이션의 역할을 강조하며, 최근 국제개발 분야에서의 그 역할이 크게 주목받고 있다. 국제연합(UN)은 2010년 유엔보고서를 통해 정보통신기술(ICT, Information Communication Technology)이 전 세계 빈곤문제를 해결하고 새천년 목표를 달성하는데 큰 진전을 가져올 것이라고 기대하였다. 이에 따라, 유엔의 국제정보 통신연합(ITU, International Telecommunications Union)은 국제연합 교육 과학 문화 기구(UNESCO, UN Educational, Scientific and Cultural Organization), 국제연합 무역 개발 회의(UNCTAD, UN Conference on Trade and Development) 그리고 국제연합 개발계획(UNDP, UN Development Programme)과 함께 2010년 '정보사회 세계정상회의'(WSIS, World Summit on the Information Society) 포럼을 개최하고, 좀 더 효율적이고 정확하게 국제 프로젝트들을 분석하고 새로운 경향을 파악하기 위해 온라인 데이터베이스를 현대화하였음을 알렸다.⁵⁾ 더 나아가 2011년에 국제연합의 반기문 사무총장은 정보통신기술이 국제연합의 역할을 수행하는데 많은 도움을 줄 것이라고 이야기하였다. 즉, 현지 상황에 대한 감시 및 보고가 좀 더 효율적으로 이루어질 수 있도록 하는 시스템을 구축함으로써, 재난에 대한 위험을 미리 예방할 수 있고 재난이 발생한 이후에는 신속하게 대응할 수 있도록 하는데 큰 역할을 할 것이라고 언급하였다.⁶⁾

국제개발을 위한 정보통신기술의 역할에 주목하는 것이 단지 국제연합(UN)만은 아니다. 세계은행(World Bank)은 2002년 정보통신기술 전략(2002 ICT Strategy)을 수립하고, 지속적으로 전 세계의 정보통신기술의 현황을 관찰하며 이를 세계은행의 역할을 수행하고 프로젝트를 관리하는데 어떻게 이용할지 분석하는 보고서를 발표하고 있다.⁷⁾ 세계 경제 포럼(World Economic Forum)은 '2009-2010 세계 정보기술 보고서'(The Global Information Technology Report 2009?2010)를 통해 정보통신기술이 국가 경쟁력 향상에 긍정적인 영향을 미친 대표 사례들을 분석하고 지속가능한 개발의 중요성을 시사하였다.⁸⁾

이와 더불어, 세계의 주요 대학에서도 정보통신기술이 국제개발에 어떠한 영향을 미치는지에 관한 연구 및 기술 개발이 활발히 진행 중이다. 국제개발 분야에 대표적인 학문기관 중 하나인 콜롬비아 대학의 지구 연구소(Earth Institute)는 정보통신기술을 개발하는 것 뿐 아니라 이를 다른 기관에서 쉽게 국제개발 프로젝트에 적용하여 이용할 수 있도록 도와주는 플랫폼 개발을 함께 진행하고 있다.⁹⁾ 적정기술의 대표적인 학문기관인 MIT의 D-Lab에서는 ‘개발을 위한 정보통신기술(Information and Communication Technologies for Development)’ 수업을 개설하고 학생들과 함께 관련 기술 개발을 연구하고 있다.¹⁰⁾ 워싱턴 대학에서는 ‘기술과 사회적 변화 그룹’(Technology and Social change group)을 통해 기술의 사회적 역할 및 영향력에 대해 중점적으로 연구를 하고 있으며, 여기에 국제개발 분야의 프로젝트들이 함께 진행되고 있다.¹¹⁾ 또한, 뉴욕 대학교는 유니세프와 협력하여 ‘유니세프를 위한 디자인(Design for UNICEF)’ 수업을 개설하고 유니세프의 활동과 관련한 기술 개발 및 연구를 진행하고 있다.¹²⁾

그럼, 정보통신기술이 실제 어떻게 적용되고 있는지 간단히 살펴보도록 하자. 최근 아프리카 지역을 포함한 대부분의 개발도상국에서는 모바일 보급률이 높아지면서 모바일을 이용한 정보통신기술이 많이 개발되고 있다. 이는 의료업계 종사자들이 지방에 있는 병원과의 연락을 가능하게 하며 농부들이 정보나 조언을 얻기 위한 수단으로 사용하기도 한다. 옥스포드 대학의 연구진들은 케냐의 물 정화시설에 정보통신기술을 적용하여, 정화시설의 고장이 감지되었을 때 자동으로 문자를 통해 정보를 전달하는 기술을 개발하였다. 이러한 정보통신기술은 단지 위와 같이 특정요구를 반영하기 위한 기술을 개발하는 것에 그치는 것이 아니라 현지인들이 현지 상황에 맞게 기술을 사용할 수 있도록 하는 플랫폼을 제공하기도 하며, FrontlineSMS가 그 대표적인 예이다. 이는 무료로 공개된 SMS 플랫폼으로 누구나 다운받아서 통신 플랫폼으로 사용할 수 있으며, 나이지리아의 선거를 감시하는 것에서부터 에콰도르의 지방 의사를 교육시키는데 이르기까지 다양한 목적으로 사용되었다.¹³⁾

이렇듯 최근 국제개발 분야에서 모바일을 이용한 정보통신기술의 적용이 많이 이루어지고 있으며, 이용 가능 자원은 모바일에 그치지 않고 더욱 확대될 예정이다. 최근 들어 개발도상국에 인터넷을 사용할 수 있게 하는 기반 시설을 설치하거나, MIT의 니콜라스 네그로폰테 교수에 의해서 진행된 OLPC(One Laptop Per Child) 프로젝트와 같이 어린이에게 노트북을 보급하는 등의 인터넷을 기반으로 한 프로젝트들이 이

루어지고 있다.¹⁴⁾ 더욱이 구글(Google)에서는 곧 와이파이 비행선(wifi blimps)를 아프리카 및 아시아 지역에 띄워 정보 기반 시설이 없는 지역에서도 인터넷 접속이 가능하도록 할 예정이라고 발표한 바 있다.¹⁵⁾ 하지만, 이렇듯 많은 기술 개발이 이루어지고 가능한 이용자원이 확대되고 있음에도 불구하고, 적정기술 분야에서 정보통신기술이 어떻게 이용되고 있으며 어떠한 역할을 하는지에 대한 구체적인 연구는 아직 많이 부족한 상황이다.

따라서, 프로젝트 아쿠와우에서는 이미 개발되어 사용되고 있는 정보통신기술 플랫폼을 이번 현지 방문에 적용함으로써, 정보통신기술이 프로젝트를 관리하고 개선함에 있어서 어떠한 역할을 하고 어떠한 장단점이 있는지 자세히 살펴보고자 한다. 나아가, 이러한 경험을 바탕으로 하여 식수 프로젝트를 위한 통합 정보통신기술 플랫폼을 개발할 예정에 있다.

2.2 수질 오염 경로 파악: 결함수 분석

수질 오염 경로의 과학적 조사를 통해 결함수 해석 (Fault Tree Analysis, FTA)을 적용하고자 한다. 결함수 해석은 시스템의 안전성 및 신뢰성에 관한 분석을 하는 기법으로 1962년 벨 연구소의 왓슨 박사에 의해 처음 도입되었으며 항공기 결함 발생 확률 분석, 산업 폐기물에 의한 수자원 오염 확률 분석 등 다양한 산업 분야에서 폭넓게 적용되어왔다. 하지만 결함수 분석이 개발 도상국의 식수문제에 적용이 된 사례는 거의 찾아보기 힘들며 2011년에 미국 노트르담 대학의 카렌 사베드라의 석사 논문에서 처음 시도되었다 [카렌 사베드라, 2011]. 깨끗한 물을 마을 주민들이 마시기 위해서는 수질 오염의 주된 원인들이 무엇인지에 대한 전체적인 이해가 있어야 하며, 어떤 원인들이 얼마나 큰 영향을 끼치고 있는지에 대한 정보가 매우 중요하다. 이를 위해 결함수 해석은 우선 마을의 수질 오염 경로를 세부 항목들로 분류하고 각각의 항목에 대한 개별적 분석을 진행한다. 이를 통해 각각의 항목을 따로 평가하고 이렇게 평가된 항목들의 발생 확률을 도출하여 전체적인 시스템에서 각 항목이 어떤 영향을 미치고 있는지에 대한 분석이 가능해진다. 이를 통해 수자원 오염 경로에 대한 전체적인 이해 및 관리가 용이하게 된다. 즉, 결함수 분석은 지속가능하고 성공적 수질 개선을 위하여 현지 수질 오염 경로를 분석하여 오염에 가장 큰 원인에 대한 파악을 가능케 한다. 또한, 각 항목이 전체 시스템의 실패에 어떠한 영향을 끼치는지 분석하여 어떤 항목을 우선적으로 개선해야하는지도 알 수 있다. 그림 4에서 결함수

분석의 예시가 제시되었다. 이러한 결함수 분석을 위해서는 다양한 정보의 수집이 필수적이기 때문에, 2013년 7월 현지 방문시 모바일 어플리케이션 등의 정보통신기술을 이용하여 결함수 분석을 위해 필요한 정보를 수집할 계획이다.

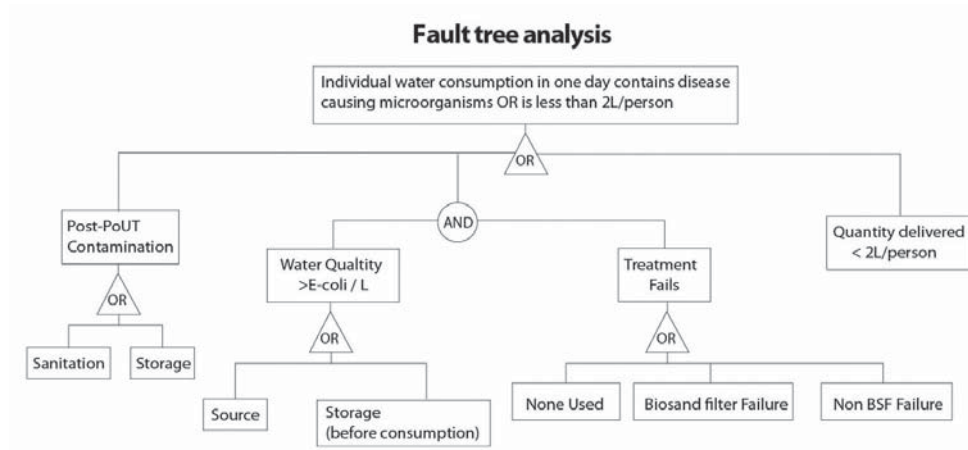


그림 4. 개발 도상국 식수문제를 위한 결함수분석 예시.
수질 오염 경로를 세부 항목으로 분류하여 발생 확률 분석을 진행하게 된다.

2.3 이웃 단위 보급 모델과 가정 단위 필터 보급 모델 간의 사용효과 비교 및 마을 여성 단체와 마을 주민들간의 상호 관계 분석: 질적 설문조사를 통하여

1.2.2에서 소개되었듯, 아쿠와우 팀은 이전 두 번의 방문을 통해 이웃 단위 보급 모델과 가정 단위 보급 모델을 모두 시도하였다. 각각의 모델은 장단점이 있기 때문에 서로 어떤 사용효과의 차이가 있는지에 대해 알아보는 연구는 매우 중요하다. 이를 통해 향후 필터 보급 방법에 대한 효과적 결정이 가능해지기 때문이다. 또한 식수 제공 프로젝트의 경우 필터를 제공하는 여성단체(TAKIWOYA)와 마을 주민들간의 상호 관계가 프로젝트의 성공 여부에 매우 결정적인 역할을 한다. 예를들어, 여성단체와 마을 주민간의 규칙이 정립되어 마을 공동 필터가 제대로 유지되고 있는지 아니면 갈등으로 인해 제대로 유지가 되고 있지 않은지에 대한 파악은 필터 보급 모델의 결정에 또 다른 결정적 요소이다. 위의 두 가지 사항을 연구하기 위해 질적 설문조사를 이용하고자한다. 아쿠와우 팀을 통해 도입된 두 개의 서비스 모델이 어떤 차이가 있는지를 각 서비스 모델의 관리자와 사용자를 인터뷰함으로써 분석해보고자 한다. 또한 지난 1년간 TAKIWOYA와 마을 주민들간에 필터를 놓고 어떤 규칙들과 상호 관계

들이 적립되었는지가 질적 설문조사를 통해 연구될 것이다. 더욱 구체적으로는 어떤 과정을 통해 어떤 규칙들이 만들어졌는지에 대한 인터뷰가 진행될 것이며, 궁극적으로는 이를 통하여 식수를 제공하는 단체와 마을주민들간에 어떤 형태의 협력적 관계와 협력적 의사결정 과정이 정립되어야 프로젝트가 성공할 수 있는지에 대한 이해가 가능할 것으로 기대된다. 질적 설문조사 내용은 MIT 도시계획과 박사과정 신나운, MIT 환경공학과 강경철, 하버드 Public Health 박사과정 오하나씨에 의해 제작되었다. 본 설문조사는 2013년 7월 방문 중 약 10명에 대하여 진행될 계획이다.

2.4 사용자 경험 조사 및 식수 프로젝트 진행 현황 파악: 양적 설문조사를 통하여 키왈라니 주민들이 필터를 어떻게 이용하고 있으며 어떠한 점을 필요로 하는지 이해하고, 현지에서의 전반적인 프로젝트 진행 상황을 파악하는 것은 프로젝트 개선을 위해 매우 중요한 문제이다. 따라서, 이를 좀 더 자세히 알아보기 위하여 인터뷰와 함께 설문조사를 진행할 계획이다.

이 설문조사는 크게 사용자의 경험을 파악하는 것과 식수 프로젝트의 진행현황을 이해하는 것의 두 부분으로 나뉜다. 전반적인 마을 주민들의 의견을 수렴하고, 통계를 통해 결과를 이해하는 것이 그 목적이기 때문에 양적 설문조사로 진행될 예정이다. 즉, 질문의 목적을 반영하는 짧은 질문들과 수량화 가능한 대답으로 설문지가 구성된다. 본 설문지는 하버드 Public Health 박사과정 오하나, MIT 환경공학과 박사과정 강경철 그리고 MIT 도시계획학과 박사과정 신나운씨에 의해 작성되었으며, 작성된 내용을 신유진씨가 폼허브를 이용하여 스마트폰에서 사용가능하도록 하였다.

사용자의 경험 파악을 위한 설문 구성은, 필터를 이용하는 데에는 필터의 성능 뿐 아니라 이를 이용할 때의 사용자 경험이 많은 영향을 끼친다는 디자인 사고를 반영하여 이루어졌다. 이는 우선 사용자들의 나이 및 성별 정보를 비롯하여, 위생 및 보건 그리고 경제적 상황 등의 인구 통계학적인 정보를 수집하기 위한 질문들로 선택되었다. 이와 더불어, 사용자들이 필터를 이용할 때의 경험을 어떻게 묘사하는지, 정수된 물에 대해서는 어떠한 인식을 가지고 있는지 등을 파악하는 질문도 반영되어 있다. 이 설문 결과는 정말 사용자가 필요로 하는 것이 무엇인지 이해하여 추후에 필터의 보급 및 관련 서비스 개선을 위한 중요 정보로 이용될 것이다.

식수 프로젝트의 진행 현황 파악과 관련한 설문조사는 키왈라니 지역의 주요 수질 오염경로를 찾아내고 필터가 어떠한 역할을 하는지 그 영향을 파악하는 것에 초점이

맞추어져있다. 따라서, 위에서 제시된 결합수 해석을 질문지에 반영함으로써 각각의 오염 경로를 양적 데이터화 시켜서 저장할 수 있도록 질문지를 형성하였다. 이는 식수원에 대한 일반 정보(Water Source)와 물의 수집(Collection), 운송(Transportation), 저장(Storage) 및 관리(Treatment)의 다섯 가지로 구성되어, 각 단계의 오염원을 파악하는 질문들이 반영되어있다. 각 단계별로 사용하는 용기의 종류 및 용기의 세척 빈도를 확인하고, 저장 단계에서는 이러한 용기들이 어떻게 관리되는지 질문한다. 마지막으로 관리 단계에서는 어떠한 정수 과정이 이용되고 있으며 얼마나 자주 정수를 하고 있는지, 올바른 방법으로 진행하고 있는 것인지 확인하는 질문들이 반영되어 있다. 이렇게 수집된 정보는 결합수 분석에 중요한 자료로 사용된다.



그림 5. 폼허브의 데이터 저장 및 관리 다이어그램

이러한 양적 설문조사는 그 데이터의 양이 방대하고 사진 및 위치 등의 다양한 정보들이 함께 요구되어 데이터 관리에 어려움이 있다. 따라서, 이번 방문에서는 데이터의 저장 및 관리를 위해 정보통신기술을 이용하고자 하며 구체적으로는 폼허브(Formhub)라는 플랫폼을 적용하여 설문지를 개발중에 있다.¹⁶⁾ 폼허브는 모바일 및 웹을 이용한 설문조사 도구로서, 데이터의 저장 및 관리를 용이하게 돕기 위하여 콜럼비아 대학의 지구 연구소(Earth Institute)에 의해 개발되었다. 지구 연구소는 국제개발 연구를 진행하는 주요 학문 기관 중 하나로, 사회적으로 영향력있는 결정을 내리기 위해서는 빠르고 정확한 데이터가 매우 큰 역할을 하고 있다고 믿는다. 폼허브는 국제개발을 진행하는 다양한 정부 및 비정부 기관 그리고 여러 지역 단체들이 현지에서 직접 설문 조사를 할 때 쉽게 데이터를 저장하고 관리하는데 도움을 주기 위해 개발되었으며, 누구나 쉽게 사용할 수 있도록 무료로 개방되어 있다. 폼허브의 데이

터 저장 및 관리 과정은 위의 그림 5에 나타나있다. 엑셀 파일에 설문지의 질문들을 입력하여 업로드하면 웹상에서 질문지가 자동으로 생성되고, 이를 현지에서 인터뷰를 진행하면서 사진 및 위치정보와 함께 오프라인으로 그 결과를 저장할 수 있게 된다. 이는 인터넷이 가능한 지역에서 자동으로 모든 데이터들이 웹상으로 업로드되어 데이터의 저장 및 관리가 용이하다. 폼허브로 작성된 설문지의 예는 아래 URL에서 확인 가능하다.

- 1) 식수원 조사 : <http://6zzec.enketo.formhub.org/webform>
- 2) 사용자 경험 조사 : <http://odmly.enketo.formhub.org/webform>
- 3) 식수프로젝트 진행현황 파악 : <http://nvrez.enketo.formhub.org/webform>

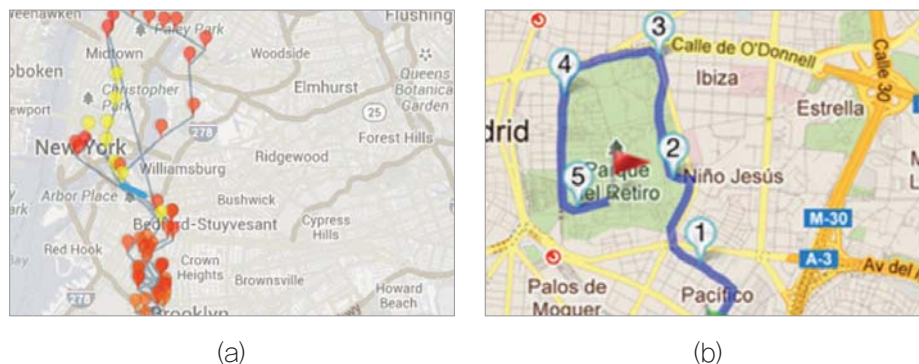


그림 6. (a)오픈패스와 (b)런타스틱에 의해 자동 생성된 위치경로 지도

폼허브와 더불어 위치 정보의 정확성을 높이기 위해 마을의 지도를 함께 이용할 예정이다. ‘병천 시티즌’의 도움을 받아 구글맵을 바탕으로한 키알라니 마을의 지도가 일차적으로 완료되었으며, 대략적인 마을의 구조 및 주요 장소 등의 파악이 가능한 상태이다. 이와 함께 위치 경로를 저장하는 모바일 어플리케이션이 함께 이용될 것이다. 시간대와 환경에 영향을 많이 받는 센서 특성 상 하나의 GPS 정보에 의존해서는 신뢰할 수 있는 위치 정보를 얻기 어렵기 때문에, 그림 6의 ‘오픈패스(Openpaths)’ 혹은 ‘런타스틱(Runtastic)’ 과 같이 정밀한 위치 경로를 저장하기 위해 개발된 모바일 어플리케이션을 폼허브와 함께 이용함으로써 위치 정보의 신뢰성을 높이하고자 한다.^{17) 18)} 정확한 위치 정보를 통해서 필터가 어디에 있는지, 사람들의 인구 분포가 어떻게 이루어지고 있는지 등을 파악함으로써 설문 조사 결과 분석에 큰 도움을 줄 수 있다.

2.5 수질 검사 및 수질 지도 작성

수질 검사를 위한 적정기술로, 미생물 오염 정도 측정이 가능한 콜리렛 (Colilert) 검사와 펠트리 필름 (Petrifilm) 검사 그리고 H_2S (황화수소) 검사의 세가지를 사용하고자한다. 일반적으로 개발도상국에서 수질오염으로 인한 질병을 일으키는 가장 큰 원인은 미생물 오염이며, 그 중 특히 콜리폼(coliform) 집단 미생물의 하위집단인 열 내성 콜리폼 (coliform)류의 미생물들이 질병을 일으킨다 (WHO, 2004). 그러므로 미생물 오염 측정에 가장 적합한 적정기술 세 가지를 통하여 수질 검사를 실시하고 이를 바탕으로 수질 지도를 작성하고자 한다. 수질 검사 결과는 2.2에서 소개된 결함수 해석의 주요 자료로도 사용이 가능하다.

우선 콜리렛 (Colilert) 검사는 콜리폼류의 박테리아를 실험용 튜브 안에서 증식시키고 변색시키는 원리로 되어있는 정성적 검사 방법이다. 실험용 튜브 안에 검사할 물 샘플을 약 10 ml 넣고 실험자의 안주머니에 넣어 놓거나 따뜻한 ($\sim 30^{\circ}C$) 환경을 유지하면, 콜리폼은 증식하여 12시간 내에 빠른 속도로 개체수가 늘어난다. 튜브 안에 미리 준비된 반응물로 인해 이 개체들은 노란색을 띠며, <그림 7>에 보이는 것처럼 샘플이 노란색으로 변색된다면 곧 콜리폼 미생물로 샘플이 오염되어 있음을 알 수 있다. 한편 튜브 안에 준비된 반응물 중에는 하위집단인 열 내성 콜리폼과 반응하여 형광작용을 하는 물질도 포함되어 있다. 튜브를 자외선에 노출 시켰을 때 형광반응이 관찰 된다면, 여러 가지 질병에 직접적 원인이 되는 열 내성 콜리폼으로 인해서 샘플이 오염되어 있음을 알 수 있다.

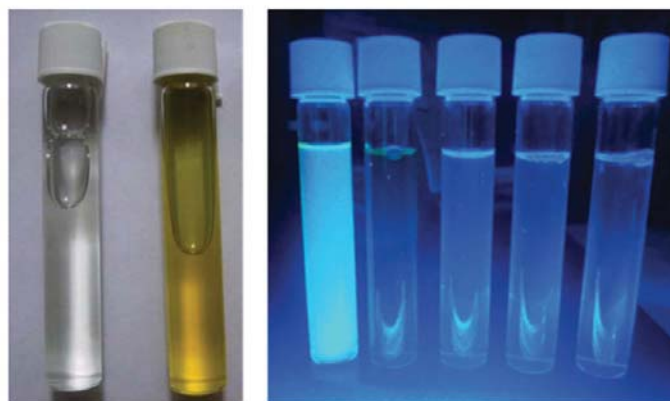


그림 7. 콜리렛 검사 중의 실험용 튜브들

(출처 : 2011년도 현지 방문 중 샘플링 후 프로젝트 아쿠와우 필터팀이 찍은 사진)

다른 하나의 검사는 페트리필름 (Petrifilm)을 사용하여 콜리폼류 박테리아 증식과 변색을 통하여 수질을 확인할 수 있는 검사이다 <그림 8>. 이 검사에서는 3M에서 식료품의 위생상태 점검을 위해 만든 필름을 사용하며, 콜리폼 균락의 개수를 통해서 오염의 정도를 정량적으로 파악할 수 있는 장점이 있다. 페트리필름 위에 검사할 물 샘플 약 1 ml 넣고 앞서와 같은 방법으로 미생물이 번식할 수 있는 온도에서 12시간 정도 유지하면, 콜리폼의 개체수가 늘어나며, 필름에 고루 퍼져 있는 반응물과 반응하여 붉은색 균락을 형성하고, 열 내성 콜리폼은 푸른색 균락을 형성한다. 일정한 넓이를 가지는 필름위의 균락의 개수는 곧 사용된 샘플내 미생물 농도로 변환될 수 있다. 자세한 화학반응과 사용방법은 청(Chuang, 2010)의 논문에서 찾아 볼 수 있다.

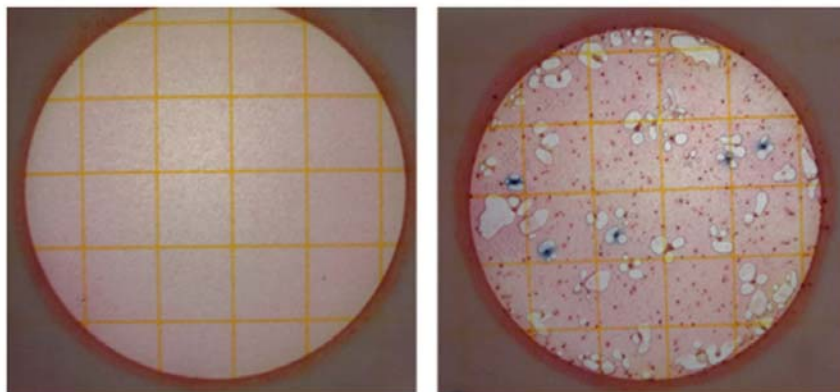


그림 8. 페트리필름 검사 전 필름과 콜리폼 및 열 내성 콜리폼 미생물 균락들이 검출된 필름

콜리렛 검사와 페트리 필름 검사는 미생물로 인한 오염 정도를 정량적으로 측정할 수 있는 효과적인 기구이다. 또한 작은 부피와 현지 사용가능성, 경제적 가격 측면에서, 개발도상국의 수질오염과 관련된 프로젝트를 수행하는데 사용할 수 있는 적정기술이다. 반면, 정확도 측면에서는 민감도가 충분하지 않다는 단점이 있다. 즉, 콜리렛 검사와 페트리 필름 검사로 미생물이 검출되지 않더라도 어느 정도의 미생물 오염이 되었을 가능성을 배제할 수가 없다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 최근에 MIT의 수잔 머콧 강의교수는 황화수소 (hydrogen sulfide) 를 이용한 정밀한 수질 검사 기술을 개발 중에 있으며, 아쿠와우 팀은 이 기술을 2013년 7월 현지 방문 시 적용해 볼 계획이다.

박테리아는 황산염을 혐기성 분해작용을 통해 환원하여 황화수소를 발생시키는데, 황화수소검사는 이렇게 발생된 황화수소에 반응하는 화학반응을 이용하여 이루어진다. 황화수소 검사는 티오황산 (thiosulphate)과 철 암모늄 구연산을 매체로 사용하는데, 티오황산은 황을 제공해주는 역할을 하고 철 암모늄 구연산은 황화수소를 검출 침전을 통해 확인 가능하도록 하는 역할을 한다. 살모넬라, Citrobacter, Clostridia, 간균 및 프로테우스 등 Enterobacteriaceae 그룹의 구성원은 황화수소를 생성 할 수 있으며, 황화수소 검사는 위험한 박테리아에 대한 정확도 높은 측정을 가능하게 한다. 황화수소 검사는 저렴하고, 정확도가 높다는 장점이 있지만, 준비 과정이 길고 결과 분석이 콜리렛 검사나 페트리 필름 검사에 비해 쉽지 않다는 단점이 있다.

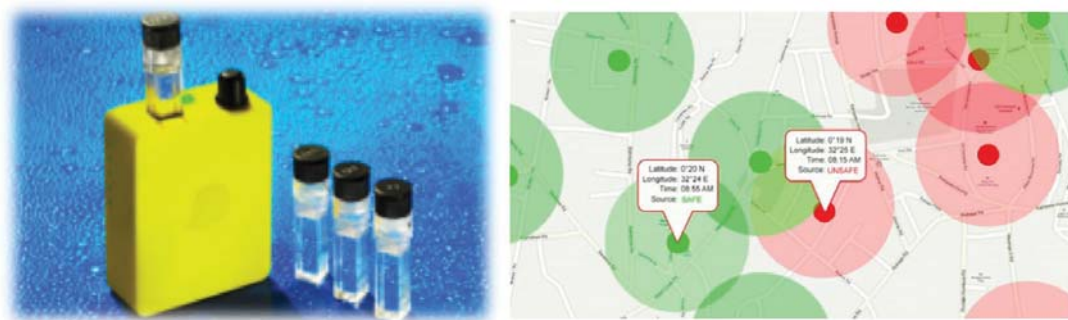


그림 9. ‘워터카나리’ 수질 측정기와 자동 생성된 수질 지도

위에서 소개된 세 개의 수질 검사 방법으로 측정된 수질 정보는 위치정보와 함께 저장되어 아쿠와우 팀에 의해 수질 지도로 만들어질 것이다. 이러한 목표를 위해 정보통신기술을 이용한 대표적인 예로는 수질 측정 기구인 ‘워터 카나리(Water Canary)’를 들 수 있다.¹⁹⁾ 이는 뉴욕 대학교의 연구진에 의해 쓰나미와 같은 응급 상황에 대응하기 위한 목적으로 개발되었다. 물의 샘플을 기구에 담아 버튼을 누르면, 수질 정보가 위치정보와 함께 웹으로 전송되고, 자동으로 웹상의 지도에서 수질 정보가 그림 9와 같이 표시되게 된다. 때문에, 어떠한 지역에 물이 오염되어 있는지 빠르게 파악하고 대응하는 것이 가능하다. 무엇보다 사용법이 간단하고, 휴대하기 편하기 때문에 누구나 쉽게 사용할 수 있다는 것과, 수질 데이터를 실시간으로 수집하고 관리하는데 용이하다는 장점을 지닌다.

3. 3차 현지 방문 계획 및 목표

아쿠와우 팀의 3차 현지 방문은 2013년 7월 6일에서 7월 16일까지 10일간 이루어질 예정이다. 3차 방문 목표는 크게 네 가지이다. 우선 수질 조사를 통해 마을의 수질 상황 및 필터 성능 점검을 실시할 예정이다. 또한 각 가정 집에서 보관 중인 물에 대한 수질 조사를 실시하여 보관에 의한 오염 여부를 조사할 계획이다. 두 번째 목표는 대상 지역의 각 가구에 대한 양적 설문 조사이며, 최소 50가구에 대한 양적 설문 조사를 진행할 계획이다. 이를 통해 마을의 전체적인 상황에 대한 파악이 가능할 것으로 기대된다. 세 번째 목표는 질적 설문조사로 최소 10명에 대해 진행할 계획이며, 이를 통해 이웃단위 서비스 모델과 가정단위 서비스 모델의 효과 비교 및 필터 보급에 있어서 마을 여성 단체의 역할에 대한 분석을 위한 자료로 사용될 것이다. 마지막으로 수질 정보, 설문조사 정보, GPS 위치 추정을 통해 모은 자료를 종합하여 마을 지도를 작성할 계획이다. 이렇게 정리된 정보는 결함수 분석으로 위한 결정적인 자료로 사용될 것이다. 그러면 각각의 목표 달성을 위해 구체적인 계획을 소개하도록 한다.

3.1 수질 검사 및 수질 지도 작성

2장 5절에서 제시된 세가지 수질 검사가 2013년 7월 현지 방문시 적용될 계획이다. 우선 결함수 분석을 위해 필요한 수질 검사는 다음과 같다.

- 1) 수원 : 얇은 우물, 깊은 우물, 빗물, 웅덩이 등 마을 사람들이 사용하는 수자원 (약 20 곳)
- 2) 바이오샌드 필터에서 수처리 전과 후의 수질 (약 10곳)
- 3) 마을에서 사용 중인 바이오샌드 필터 이외의 수처리 기술 적용 전과 후의 수질 (약 10곳)
- 4) 수처리 전에 각 가정에서 보관 중인 물에 대한 수질 (약 30곳)
- 5) 수처리 후 사용 전에 각 가정에서 보관 중인 물에 대한 수질 (수처리를 안할 경우 사용직전의 물, 약 50곳)

위의 다섯개 항목에 대한 수질 검사가 진행될 것이며, 페트리 필름 검사와 콜리넷 검사를 각각의 샘플에 대해 동시 진행할 예정이다. 황화수소 검사는 아직 제품 개발 단계이므로, 주된 기술로 사용되기 보다는 현지 적용 가능성 여부 판단을 위하여 총

10여개에 대하여 진행을 할 계획이다. 황화수소 검사는 정확도가 높으므로 필터링 후의 물에 대한 검사에 주로 적용될 것이다. 각각의 수질 검사를 위한 샘플링과 함께 GPS 주소가 기록될 것이며, 이것을 이용하여 수질 지도를 작성할 계획이다. 수질 검사 결과는 결합수 분석을 위한 주요 자료로 활용될 것이다.

3.2 질적 설문조사

2.4에 제시된 양적 설문 조사를 구성하는 방법은 다음과 같다. 두 명이 한팀을 이루어 인터뷰 진행 및 설문 조사 기록을 하게 된다. 한 명은 인터뷰를 전담하여, 질문을 통해 인터뷰 대상자와의 대화를 이끌어가는 역할을 한다. 이때 폼허브를 통해 생성된 모바일 웹 설문지를 활용하여 인터뷰를 진행하고, 그 결과를 모바일 웹 상에서 클릭을 하면서 기록한다. 다른 한명은 인터뷰에 참여하지 않고 설문 기록 및 관찰을 하게 된다. 웹을 기반으로 한 폼허브의 특성상 혹시 발생할 수 있을 저장 등의 기술적인 문제점을 보완하고 설문 결과의 정확성을 높이기 위하여, 인쇄된 설문지 종이를 이용해 결과를 기록하도록 하였다. 이렇게 인쇄된 설문지를 사용함으로써, 인터뷰 내용을 관찰을 하고 주요 관찰 결과를 종이에 함께 쉽게 기록이 가능하며 이는 추후에 결과 분석에 도움을 주는 정보로 활용할 수 있다.

설문 조사는 설문자에 대한 기본 정보와 함께 인터뷰 장소의 위치 정보와 사진을 저장하는 것으로 시작된다. 단, 사진의 경우 사용자의 동의하에 정보를 기록 및 저장할 것이다. 위치 정보의 경우, 기본적으로 폼허브를 통해 저장할 것이지만 환경 및 시간에 영향을 받는 GPS 센서의 특성상 폼허브를 통해 저장하는 위치정보의 신뢰성을 높이기 위해 두 가지 보완 과정을 함께 진행할 것이다. 하나는 '병천 시티즌'에 의해 제작된 마을지도를 종으로 인쇄하여 지참하고, 인터뷰 장소를 마을 지도와 비교하여 직접 펜으로 표시한다. 다른 하나는 오픈 패스 혹은 런타스틱과 같은 위치 경로 저장 모바일 어플리케이션을 이용하는 것이다. 이 둘은 위치경로 추정을 위해 개발된 것으로 정보의 신뢰성이 상대적으로 높으며 오프라인에서 기록 및 저장이 가능하다는 장점이 있다. 현재 두 가지 어플리케이션을 모두 시험중에 있으며, 좀 더 정보 관리가 용이하고 정확한 위치정보를 제공하는 것을 선택하여 현지에 적용할 계획이다.

위와 같이 기록된 설문 결과는 두 가지 경로를 통해 데이터 관리가 이루어진다. 첫 번째는 폼허브를 비롯하여 오픈 패스 혹은 런타스틱 등의 모바일 어플리케이션을 통한 데이터 관리이다. 제시된 어플리케이션은 모두 오프라인에서 데이터 저장이 가능

하며, 인터넷이 연결된 곳에서 웹으로의 데이터 전송이 자동으로 이루어진다. 따라서, 이렇게 온라인으로 전송된 데이터는 웹상으로 관리할 계획이다. 두 번째는 인쇄된 종이를 통한 설문 결과 데이터로 이는 현장에서 엑셀파일을 통해 저장을 할 것이다.

이러한 설문조사과정은 정보통신기술 플랫폼을 실제 현장에 적용함으로써, 실제 정보통신기술이 어떠한 역할을 할 수 있는지 살펴보고 그 장단점을 파악하기 위해 구성되었다. 또한, 모바일 어플리케이션과 지도 및 설문종이 등 두 가지 경로를 통해 데이터를 관리함으로써 수집된 데이터의 신뢰성을 높이고자 하였다.

3.4 마을지도제작

세번의 현지 방문을 통해 축적된 자료들을 이용하여 본 프로젝트의 향후 진행을 위해 필요한 정보들을 마을 지도로 제작하고자 한다. 우선 수집한 정보들을 목록 별로 분류하고 각각을 시각적으로 파악 가능하도록 숫자와 지정된 색으로 나타낸 강도표로 표기한다. 목록은 다음과 같이 마을의 전반적인 배경 정보와 주거 환경, 수자원, 수질 등을 다양한 시각으로 분석할 수 있는 것들로 구성된다. 이렇게 작성된 마을 지도는 향후 바이오샌드필터 설치 장소 결정, 필터 보급 방법 결정 및 프로젝트의 전체적 진행 방향 결정에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

- 1) 배경 정보 : 병원, 마을 정부, 필터 설치 장소, 지형학적 정보, 도로 (형태, 교통수단)
- 2) 주거 환경 : 본 프로젝트와 관련된 중요 가구, 주거 형태 (주재료, 크기), 이웃과의 관계
- 3) 수질 : 수질 상태, 수자원별 분류 (얕은 우물, 깊은 우물 등)

4. 향후 계획

아쿠와우 프로젝트는 MIT 대학원생들에 의해 시작되어 2년여간 진행되어 왔다. 그 과정에 실제로 마을에 필터가 설치되고 깨끗한 물이 공급되었으며, 마을 여성들이 더욱 적극적으로 의지를 가지고 문제 해결에 동참하도록 하는 등 많은 성과들이 있었다. 반면 진행 과정에서 많은 시행착오들과 한계들도 발견되었다. 팀 구성원 대부분이 학생이고 파트 타임으로 프로젝트에 참여하였기 때문에 지속성을 가지고 프로젝트에 시간을 투자하는 것이 쉽지 않은 상황이었다.

향후에는 아쿠와우 팀체제에서 탈피하여 세부 프로젝트 단위로 진행할 계획이다. 세부 프로젝트 별로 별도의 팀을 구성하여 다양한 시도들을 해보고자 한다. 현재는

개발 도상국의 식수 프로젝트들의 문제 분석을 돕기 위한 모바일 어플리케이션 개발이 진행 중에 있다. 사용자가 쉽게 설문조사 및 결함수 분석을 진행할 수 있도록 도와주는 모바일 어플리케이션이 현재 NYU ITP 석사과정 신유진 양과 MIT 환경공학과 박사과정 강경철 군에 의해 개발 중이며, 2014년 초에 출시될 예정이다. 이 외에도, 한국의 대학생들이 자신들의 전공 지식을 가지고 프로젝트를 구성하여 참여할 수 있는 방안을 구상 중에 있다.

5. 결론

프로젝트 아쿠와우는 수질 개선을 위한 적정기술과 정보 통신 기술의 연계를 통한 국제개발이라는 혁신적인 접근방법을 도입하고 시도 중에 있다. 첫 두번의 방문을 통해 실질적으로 필터가 설치되고 깨끗한 식수가 제공되는 등의 실질적 성과도 있었지만, 현지와의 의사소통의 어려움, 지속적인 펀딩의 부재 등 여러가지 어려움들도 있었다. 두 번의 방문 경험을 토대로 결함수 분석, 수질 지도 작성, 마을 지도 작성, 설문 조사 등 다양하고 새로운 시도들이 기획되고 준비되었으며 이번 2013년 7월 방문 중 시도될 계획이다. 또한 방문 후에는 그동안의 경험 및 모아진 정보들을 토대로 개발 도상국 식수 문제 해결을 돕기 위한 모바일 어플리케이션이 개발될 것이며 내년 2014년 초에 출시될 예정이다. 개발 도상국 식수 문제 해결은 다양한 분야의 융합이 필수적인 분야이다. 환경공학자, 도시공학자, 디자이너, 프로그래머 등 다양한 분야에 대한 이해와 고려가 있어야 예상치 못했던 변수들과 부작용을 최소화할 수 있다. 그리고 무엇보다 중요한 것은 현지 사람들과의 소통 및 신뢰감 형성일 것이다. 이를 위해서는 프로젝트에 대한 꾸준한 열정과 희생이 필수적이며, 이를 통해 마을 사람들의 신뢰도 얻을 수 있을 것이다. 본 프로젝트는 팀체제에서 벗어나 프로젝트 단위로 계속될 것이며, 이를 통해 키알라니 마을 뿐만 아니라, 다른 지역 식수 프로젝트에 도움이 될 수 있도록 지속적으로 새로운 시도들이 진행될 것이다.

감사의 글

본 연구는 한밭대학교 산학협력단의 교내연구비와 MIT IDEAS/Global Challenge 그리고 MIT Public Service Center의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다. 또한 본 연구에 함께 하여준 김동훈, 김솔, 김지은, 배주연, 송주현, 이윤아, 정문영, 한미숙, Chad Ebesutani 에게도 감사를 드리며, 프로젝트 진행 중 많은 조언과 도움을 주신 홍성욱 교수님과 수잔 머릿 교수님께 감사의 말씀을 전합니다.

-
- 1) World Health Organization and UNICEF (2012). Progress on drinking-water and sanitation: 2012 update.
WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation.
<http://www.unicef.org/media/files/JMPReport2012.pdf> (accessed May 17, 2013).
 - 2) 걱정기술과 모바일 어플리케이션 연동을 통한 국제개발 제안 및 현지 적용 사례, 강경철, 송주현, 홍성욱, 국제개발협력 연구 제 4권 제 1호. 2012.
 - 3) An exploration into fault tree analysis (FTA) applied to rural drinking water systems. Karen C. Saavedra, Master thesis, Notre Dame University, 2011
 - 4) Harvard Business Review: <http://hbr.org/1958/11/management-in-the-1980s>
 - 5) Information technology helps advance anti-poverty goals:
<http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=34677&Cr=technology#UaJOAWRgZvX>
 - 6) Information technology plays critical role in achieving UN objectives, says Ban:
<http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=39601&Cr=communications%20technology#UaJNcWRgZvW>
 - 7) Capturing technology for development (©2011 IEG The World Bank Group)
: http://ieg.worldbankgroup.org/content/dam/ieg/ict/ict_evaluation.pdf
 - 8) The Global Information Technology Report 2009?2010 (2010) – world economic forum :
<http://www.ifap.ru/library/book466.pdf>
 - 9) Earth Institute at Columbia University: <http://www.earth.columbia.edu/articles/view/1788>
 - 10) MIT <http://d-lab.mit.edu/courses/ictd>
 - 11) Technology and Social change group at University of Washington : <http://tascha.uw.edu/>
 - 12) NYU http://www.unicef.org/infobycountry/usa_51996.html
 - 13) Information technology: Connecting the developing world
: <http://www.guardian.co.uk/global-development-professionals-network/2012/dec/05/information-technology-connecting-developing-world>
 - 14) OLPC(One Laptop Per Child) <http://one.laptop.org/>
 - 15) Google said to deploy Wi-Fi blimps in Africa and Asia
http://news.cnet.com/8301-1023_3-57586348-93/google-said-to-deploy-wi-fi-blimps-in-africa-and-asia/
 - 16) Formhub: <https://formhub.org>
 - 17) Openpaths: <https://openpaths.cc/>
 - 18) Runtastic: <http://www.runtastic.com/>
 - 19) Water Canary: <http://www.watercanary.com/>

2013. 7 | Volume 5, Number 2 (Issue 8)

적정기술 Appropriate Technology

적정기술이란 환경파괴와 인간 소외를 초래하고 있는 현대산업문명을 이끄는 거대 생산기술에 대비되는 대중에 의한 생산기술입니다. 고액의 투자가 필요하지 않고 에너지사용이 적으며, 누구나 쉽게 배워서 쓸 수 있고, 현지에서 나는 원재료를 쓰고, 소규모의 사람들이 모여서 제품 생산이 가능한 기술입니다.

 **한밭대학교**
HANBAT NATIONAL UNIVERSITY
적정기술 연구소

 **적정기술
미래포럼** **Appropriate
Technology
Future Forum**

