

개발과 이슈

실증적 비용편익분석(empirical cost-benefit analysis)을 활용한 아프리카지역 식수위생사업의 효과적인 사업구성방안 연구: 가나, 세네갈 식수위생사업 사례 비교연구

송보영¹⁾, 이지현²⁾, 전다민³⁾, 조인서⁴⁾

1. 서론

식수위생(WASH)은 안전한 식수에 대한 보편적 접근성 향상과 공중위생(Sanitation), 개인위생(Hygiene)을 포괄하는 분야로서, 지속가능한 지역사회 발전을 위한 지구촌의 핵심적인 도전과제 중 하나이다. 안전한 식수에 대한 보편적 접근 향상은 아동들의 설사질환, 소외열대질환(NTD) 감소에 결정적인 기여를 하며, 동시에 빈곤층의 생계와 아동들의 학업, 인간존엄성 향상에 기여할 수 있다. (WHO 2018)

새천년개발목표(MDGs) 기간인 1990-2015년에 걸쳐 지구촌은 불완전한 식수위생에 기인한 설사 발생률을 절반으로 낮추는 중대한 진전을 이루어 냈다. 하지만 여전히 열악한 식수위생 환경으로 인해 842,000명의 사망자가 매년 발생하고 있는 것으로 보고되고 있다. (WHO 2018) 오늘날 전 세계에는 여전히 8억4천4백만명이 기초적인 식수시설에 접근하지 못하고 있으며, 특히 사하라이남 아프리카는 기초적인 식수시설을 이용하는 인구의 비율이 60%에 머무르고 있다. 40%의 인구가 여전히 열악한 지표수와 오염가능성이 높은 식수로 생활을 하고 있는 것이다. (UNICEF&WHO 2017) 국제사회는 2015년부터 향후 15년 간의 범세계적 목표로서 식수위생 개선을 지속가능한개발목표(SDGs) 6번 목표로 설정하였다. 앞으로도 아프리카지역의 높은 식수위생 지원 필요성으로 인해 국제사회의 지원이 강화될 예정이며, 한국국제협력단(이하 KOICA)에서도 아프리카에 더 많은 식수위생 사업을 지원할 것으로 전망된다.

KOICA 역시 지난 28년 간 개발도상국 식수위생 사업에 약 1억불(누적)을 지원하여 안전한 식수와 위생시설 보급에 노력해왔다. 특히 식수위생이 가장 열악한 사하라이남 아프리카에 지원을 집중하였다. 1991-2018년에 걸쳐 KOICA는 개발도상국 정부와의 양자간 국별협력사업으로 30개의 식수위생 사업을 추진하였으며, 50%가 넘는 16개 사업을 사하라이남 아프리카 지역에서 실시하였다. 또한

1) KOICA 前 동아프리카실 대리.

2) KOICA 前 서아프리카실 대리

3) KOICA 예산기획실 대리(前 탄자니아 KOICA 봉사단원)

4) KOICA 前 동아프리카실 대리

국제개발협력 NGO에 사업비를 지원하는 민관협력사업으로 48개의 식수위생 사업을 추진하였으며, 40%가 넘는 21개 사업이 사하라 이남 아프리카 지역에서 실시되었다. KOICA의 식수위생사업은 지하수를 활용한 관정 개발이 주를 이루었으며, 하천을 활용한 정수장 건립과 같은 다양한 유형의 사업도 시도되었다.

그러나 이렇게 많은 식수위생 사업을 추진했음에도 불구하고, 어떠한 유형의 사업이 더 효과적인지에 대한 비교연구는 KOICA 혹은 한국의 개발협력 시민사회에서 거의 실시되지 않았다. 본 연구는 향후 KOICA에서 식수위생사업을 기획할 때 어떻게 사업을 구성하는 것이 가장 효과적일지에 대한 궁금증에서 출발하였다. 효과성에 대한 정의는 관점에 따라 다를 수 있지만, 본 연구에서는 동일한 비용으로 더 큰 편익을 확보할 수 있는 사업을 효과적인 사업으로 가정하였다.

아프리카에서 추진되는 식수위생 사업에는 관정 개발, 정수장 건립, 빗물 식수화 등 다양한 유형이 있지만, KOICA에서 가장 많이 추진되는 사업유형이 관정 개발이라는 점에 착안하였다. 따라서 사업유형을 (1) 마을 인근 지하수를 사람의 힘으로 취수하는 “핸드펌프 관정(hand-pump borehole)”과, (2) 지하수가 풍부한 곳에 기계식 식수탑을 설치하고 중력을 이용하여 급수관로를 통해 마을에 식수를 공급하는 “기계식 식수탑 관정(mechanical water-tower & pipeline borehole)”의 2가지 유형으로 구분하였다. 그리고 유형별로 데이터 확보가 가능한 대표사업을 하나씩을 골라 비용-편익분석을 실시하여 그 결과를 상호 비교하였다. 그리고 가장 높은 편익을 우리에게 제공하는 사업 유형이 어떤 것인지 분석하였다.

2. 선행 연구 분석

가. 선행연구 - 식수위생의 효과

안전한 식수는 건강증진 효과와 더불어 다양한 사회적 효과들을 창출할 수 있다. 선행연구를 통해 확인된 깨끗한 식수접근성 향상의 효과는 크게 건강증진 효과와 비건강적 효과로 나눌 수 있다.

안전한 식수접근성 향상이 직접적으로 개선할 수 있는 2가지 대표적인 질병은 설사와 소외열대질환(NTD)이다. 설사는 전 세계 아동사망 원인에서 2번째로 높은 순위(전체 5세 미만 아동사망의 9%)를 기록하고 있는 질병이다. WHO에 의하면 개선된 식수에 대한 접근성 향상만

으로 11%의 설사발생률이 감소하며, 건물 내로 급수관로가 연결될 경우 23%, 정수시설이 완비된 가정의 경우 45%가 감소한다. (WHO 2014) 소외열대질환은 전 세계의 가장 가난한 10억명의 인구에게 노출되어 있는 토양사상충, 트라코마, 메디나충(Guinea worm disease)와 같은 질병이며, 안전한 식수공급은 전염매개체를 차단하는데 기여한다. (WHO 2015) 개선된 식수위생은 토양사상충 질환을 29% 감소시킬 수 있으며, 메디나충의 78%를 감소시킬 수 있다. (Esry SA 1991)

건강증진 효과 이외에 안전한 식수에 대한 접근성 향상이 주는 대표적인 비건강적 효과는 취수시간 절감 효과가 있다. 세계적으로 2억6천3백만명의 사람들이 왕복 30분 이상의 시간을 식수를 길는데 사용하고 있으며, 이들 대부분이 여성과 아동이다. 식수접근성 향상을 통해 물길는 시간을 줄여준다면 확보된 잉여시간으로 가계 소득활동이 증대되고 아동들의 학교 출석률이 높아질 수 있다. (WHO&UNICEF 2017)

이외에도 환경적 효과 등 다양한 부수적 효과가 있지만, 본 연구에서는 선행연구에서 검증된 가장 대표적인 2가지 효과인 건강증진 효과와 취수시간 절감이 창출하는 비건강적 효과에 초점을 맞춰보았다.

나. 선행연구 - 식수위생의 비용편익분석

Hutton은 부르키나파소, 가나, 인도, 케냐, 레소토, 말리, 네팔, 베트남 등 전 세계에서 실시한 다양한 식수위생 사업의 데이터를 수집하여 비용-편익분석을 실시하였다. Hutton은 식수위생 사업을 통해 사람들이 얻게 되는 취수시간 단축, 생산시간 확보, 병원비용 절감 등 화폐단위로 계량가능한 다양한 효과로 인해, 1달러를 투자했을 때 최소 5달러에서 최대 46달러의 편익이 발생할 수 있다고 주장하였다. (Hutton 2012) 또한, 전 세계를 6개의 권역으로 나누었을 때, 사하라 이남의 아프리카에서 식수위생의 편익이 가장 크며 국제사회의 투자비용 대비 효율성이 가장 높다고 주장하였다. (Hutton 2007)

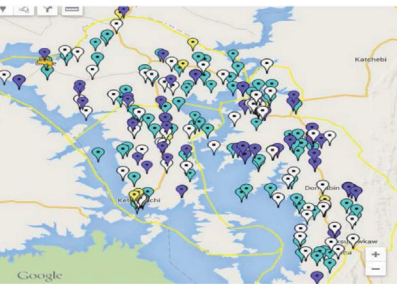
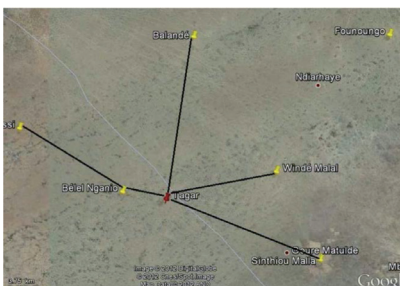
관련 연구에 따르면 개별 가정마다 상수도를 연결하고 하수처리시설을 설치하는 등 선진국에서 주로 활용하는 현대적 기술을 활용한 식수위생 사업의 효과는 매우 높아서, 국제적으로 평균 70%의 설사발생률이 감소할 수 있다고 한다. 그러나 이러한 현대적 기술로 전 세계에 보편적 안전한 식수 접근성(universal safe-water access)을 달성하기 위해서는 연간 1,300억 달러의 막대한 비용이 소요된다. (Stockholm International Water Institute 2005) 이러한 연구결과는 현대적 기술보다는, 가난한 개발도상국에서 저비용으로 보편적 효과를 달성할 수

있는, 경제성을 갖춘 적정기술의 식수위생사업이 추진되어야 한다는 점을 설명해준다.

Edwards는 개발도상국의 소규모 식수사업을 중심으로 비용-편익의 체계적 문헌고찰을 실시하여, 편익의 가치평가(valuation) 문제를 분석하였다. 그는 체계적 문헌고찰을 통해 식수 위생 사업의 비용-편익분석에서 모든 수혜자의 잉여시간을 기대소득으로 환산하는 것은 시장 가격을 고려하지 않아 비현실적이라는 보수적 주장이 있음을 소개하였다. 더불어, 그럼에도 불구하고 식수위생 사업이 보편적 인권 향상과 불평등 감소를 목적으로 한다는 점을 고려하여, 생산성이 낮은 빈곤인구의 잉여시간도 기대소득으로 환산하는 것이 옳다는 주장도 있음을 소개하였다. (Edwards 2008)

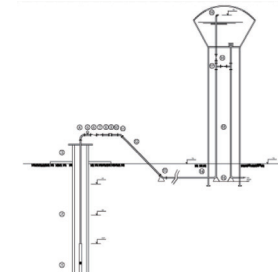
3. 연구 방법

가. 연구대상 사업 (세부 사업내용 별첨 2 참조)

가나 '핸드펌프 관정' 사업	세네갈 '기계식 식수탑 관정' 사업
500 - 1000명이 살고 있는 마을 주변에 수동으로 물을 길 수 있는 지하수 관정을 개발 총 78개의 신규 핸드펌프 관정을 개발 관정 개발의 깊이는 55m ~ 115m(평균 72.24m) 1개 관정 당 총 이용가능량은 펌핑테스트 실시 (900 litres/h 양수량) 수질검사 실시 시설관리를 위한 주민교육 실시 물값 공짜. 마을단위 유지보수 비용 부담	관정에 식수탑을 설치하고 전기로 끌어올린 식수를 급수관을 통해, 원거리 위성마을에 공급. 총 길이 215km의 급수관으로 110개 위성마을 연결 총 12개의 식수탑으로 110개 위성마을 지원 관정 개발의 깊이는 124~380m 1개 관정 당 총 이용가능량은 25 ~ 100m2 펌핑테스트 실시 수질검사 실시 일평균 3,767.7m2/d 식수공급
 (핸드펌프 관정을 지원한 마을분포도 -파란색-)	 (급수관로를 통한 위성마을 연결 설계도)



(관정을 굴착하는 모습)



(식수탑 관정 구성도)



(핸드펌프 관정 완성)



(식수탑 관정 완성)

나. 비용-편익분석 개요

비용-편익분석의 일반적 방법론에서는 가능한 모든 사회경제적 변수들을 분석에 포함할 것을 권하고 있다. 그러나 현실적으로 모든 변수에 대한 데이터 확보가 어렵기 때문에 많은 변수에 대해서 이론적 가정에 의할 수밖에 없고, 이 경우 연구자의 주관이 심하게 개입되거나 비현실적인 결과가 도출된다는 한계가 있다. 이런 경우 대안적으로 실증데이터가 확보 가능하며 화폐단위로 계량화가 가능한 편익을 한정하여, 비용-편익분석을 실시하는 것을 고려할 수 있다. 본 연구에서도 실증데이터 확보가 가능한 편익으로 한정하여, 연구의 객관성과 신뢰도를 확보하고자 하였다.

본 연구는 “KOICA 프로젝트사업의 경제성 분석 가이드라인(2017.12.)”의 개념 및 시사점을 바탕으로, KOICA 사업의 기초선 및 종료선 조사결과, 사업별 종료보고서 및 종료평가보고서를 분석하여 결과를 도출하였다. KOICA 내부자료에서 분석을 위한 데이터를 찾을 수 없는 경우에는 사업대상국가에서 실시된 UNICEF, USAID의 사업에서 발표된 데이터와 WHO의

발간자료를 참조하였다.

가나 사례의 방법론 및 분석결과는 “Cost-benefit analysis of water source improvements through borehole drilling or rehabilitation: an empirical study based on a cluster randomized controlled trial in the Volta Region, Ghana”(차승만, 2018)을 원문 그대로 인용하였다. 학술연구에서는 논문의 분석결과만 인용하는 것이 일반적이지만, 세네갈 사례와의 비교를 통한 KOICA 현업 적용을 위하여, 분석과정을 드러내고자 논문의 방법론과 분석결과를 모두 상세히 기술하고 연구의 워크북을 별첨으로 공개하였다. 세네갈 식수위생 사업의 분석 방법론 및 분석결과는 가나 사례를 참조하여 연구자들이 자체 분석하였다.

비용편익분석은 할인율 적용에 따라 결과가 크게 달라지는데, “KOICA 경제성분석 가이드라인(2017)”에 의하면 개발도상국은 8~15%, 선진국의 경우 3.5~10%의 사회적 할인율을 적용하고 있으며 우리나라 KDI의 공공투자관리센터는 2011년 기준 국내 공공투자사업에 5.5%, EDCF의 타당성조사 작성 지침에서는 12%의 할인율을 권고하고 있다. 국제기구에서는 일반적으로 개발도상국에서 추진되는 사업에 9~12%(세계은행 10~12%, 아시아개발은행 12%에서 2017년부터 9%)의 할인율을 적용한다. 할인율이 클수록 편익의 순현재가치(NPV)는 낮아지므로, 대체로 사업 주기가 길어 편익이 장기적으로 발생하는 사업의 경우 할인율을 낮게 적용하는 등 사업의 특성에 따라 조정하기도 한다. 본 연구에서는 많은 연구의 할인율 범위에 공통적으로 포함되는 10%의 할인율을 기준으로 분석하였으며, 동시에 15%를 적용한 민감도 분석을 실시하여 결과의 신뢰성을 제고하고자 하였다.

1) 분석틀 – 비용편익분석

본 연구의 가장 큰 장점은 실제로 KOICA에서 완료한 식수위생 사업의 실제 데이터를 그대로 확보하여 자료의 신뢰도가 높다는 것이다. 비용편익분석은 사업의 기획단계에서 이론적 가정과 유사사업 데이터를 토대로 실시하는 사전비용편익분석(pre-cost benefit analysis)과 사업의 완료단계에서 실제사업에서 도출된 데이터를 토대로 실시하는 사후비용편익분석(post-cost benefit analysis)이 있다.

본 연구는 가나와 세네갈에서 완료된 2개 식수위생사업의 실제 데이터를 토대로 수행하는 사후비용편익분석에 해당한다. 사후비용편익분석의 장점은 이론적 가정을 최소화하고 실제 사업데이터를 활용하기 때문에, 연구자의 주관이 개입될 여지가 적고, 실제 현장에서 일어나는 사건의 정확한 분석이 가능하다는 것이다. 본 연구에서는 KOICA의 예산재무시스템에서 실제

집행된 비용을 산출하여 결과를 분석함과 동시에 현장조사를 통해 입수한 실제 데이터들을 활용하여 편익 값을 도출해내어 연구의 신뢰도를 높였다.

가나의 핸드펌프 관정사업과 세네갈의 기계식 식수탑 사업의 비용과 편익을 일관되게 비교하기 위하여, 동일한 분석틀을 사용하였다. 본 연구에서는 WHO에서 가장 많이 인용된 비용편익 연구결과인 Guy Hutton의 분석틀을 활용하였다. (Hutton 2007). 본 연구에서 활용한 분석틀은 아래와 같다.

2) 분석틀 – 비용분석변수(Parameters for Cost Analysis)

[표 1] 비용분석표

비용변수(cost parameters)	계산방정식(Equations) – 20년 총비용
1. 초기투자비(initial investment cost)	
i. 인건비	사업관리 국내전문가, 현지전문가 투입비용 일체
ii. 사업수행기관 운영비 및 사업관리비	사업수행기관 기술료, 제경비, 항공료, 차량구매비 등
iii. 식수관리 교육비	지역사회 주민 및 수원기관 대상 식수관리 교육비
iv. 직접공사비	설계, 시공, 감리, CM 등 공사비용 일체
2. 사후관리비(recurrent cost)	
i. 시설유지보수비	매년 연간투자비용(annualized investment cost)의 5%
ii. 식수품질관리비	매년 연간투자비용(annualized investment cost)의 5%
총비용(Total Cost)	

비용분석은 개인의 관점, 공급자의 관점, 사회의 관점 등 비용부담의 주체에 따라 분석 기준이 달라진다. 본 연구에서는 공급자(원조기관)의 관점에서 비용분석을 실시하였다. (Rossi P 2004)

비용분석은 “초기투자비”(initial investment cost)와 “사후관리비”(recurrent cost)로 발생 유형을 나누어서, 향후 20년간의 점증적 비용(incremental cost)을 현재 화폐가치로 환산하여 계산하였다. 할인율은 10%를 적용하였다. 공공투자 사업에서 적용되는 할인율을 얼마로 정해야 할 것인가에 대해서는 다양한 논증이 있으나, 본 연구에서는 공공투자 사업이 민간투자 사업의 수익율을 초과해야 의미가 있다는 주장을 차용하여, 사회적 할인율을 실질할인율에 비해 높은 10%로 채택하였다.

“초기투자비”에는 한국/현지 인력의 인건비, 사업수행기관 용역비, 항공료, 차량구매 등 사업관리비, 지역주민 식수관리 교육비, 그리고 식수시설 건립을 위한 직접공사비를 모두 포함하여 사업수행과정에서 발생하는 모든 직접사업비용을 포함하였다.

“사후관리비”에는 식수시설의 유지보수비가 직접사업비의 5% 수준으로 매년 발생하고, WHO의 음용수기준 달성을 위해서 식수품질관리비가 직접사업비의 5% 수준으로 매년 발생하는 것으로 추정하였다.

관정 식수시설은 주로 20년에서 50년의 수명을 목표로 설계되며(Network 2010), 본 연구에서는 식수시설의 수명을 20년으로 계산하였다.

3) 분석틀 – 편익분석변수(Parameters for Benefit Analysis)

[표 2] 편익분석표

편익 구분	계산방정식(equations) – 20년 총편익
1. 건강편익(health benefits) – 아동설사 감소 편익	
i. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 식비 절약(BSFD)	$BSFD_a = \sum_1^n FD_n \cdot \Delta D^{USCn} \cdot P_{hf} \cdot (1+r)^{-n}$
ii. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 교통비 절약(BTp)	$BSTp_a = \sum_1^n Tp_n \cdot \Delta D^{USCn} \cdot P_{hf} \cdot (1+r)^{-n}$
iii. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 진료비 절약(BSTr)	$BSTr_a = \sum_1^n Tr_n \cdot \Delta D^{USCn} \cdot P_{hf} \cdot (1+r)^{-n}$
iv. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 약값 절약(BSCo)	$BSCo_a = \sum_1^n Co_n \cdot \Delta D^{USCn} \cdot P_{hf} \cdot (1+r)^{-n}$
v. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 부모들의 기대소득 향상(BTSI)	$BTSI_a = \sum_1^n 16B_{hm} \cdot \Delta D^{USCn} \cdot P_{hf} \cdot (1+r)^{-n}$
1. 비건강편익(non-health benefits) – 시간절약 편익	
i. 취수시간 절감/1일 (ΔT^W)b	$\Delta T^W = T_0^W - T_1^W$
ii. 취수시간 절감편익/1일 (BTSd)c	$BTSd = \Delta T^W \cdot B_{hm}$
iii. 취수시간 절감편익/1년 (BTSy)c	$BTSy = \Delta T^W \cdot B_{hm} \cdot 261$
iv. 취수시간절감 총편익 (TBTSa)c	$TBTSa = \sum_1^n \Delta T^W \cdot B_{hm} \cdot P_n \cdot 261 \cdot (1+r)^{-n}$
총편익(Total Benefit)	$\sum TBTS + BSTp + BSFD + BSTr + BSCo + BTSI$

편익분석은 “건강편익”(health benefit)와 “비건강편익”(non-health benefit)로 발생유형을 나누었다.

“건강편익”은 식수시설로 인해 깨끗한 물을 섭취하게 된 아동의 설사발생률 감소에 따른 편익을 계산하였다. 깨끗한 물을 섭취함으로써 얻을 수 있는 건강편익에는 설사발생률 감소와 함께 소외열대성질환 감소 등의 다른 질병감소로 인한 편익도 고려할 수 있으나, 가나 식수위생사업에서 무작위비교대조실험 영향평가로 검증된 설사발생률 감소의 효과만을 편익계산에 활용하여, 본 연구의 실증적 엄밀성을 강화하는 방법을 채택하였다. 건강편익에서는 설사발생률 감소에 따른 경제적 편익으로서 설사발생 감소에 따른 생존아동들의 생애기대소득 증가, 병원방문 감소에 따른 진료비/교통비/식비 절감, 설사아동 간병시간 감소에 따른 부모들의 기대소득 증가를 계산하였다.

“비건강편익”으로는 매일 멀리서 물을 길어와야 했던 성인여성들의 취수시간 감소에 따른 기대소득 증가를 계산하였다. 또한, 매일 멀리서 물을 길어와야 했던 아동들의 교육시간 증가에 따른 기대소득 증가도 추가적으로 계산하였다.

이 때 기대소득은 가나의 경우 현장조사(인터뷰)를 통해 확인한 사업지역의 평균소득을, 세네갈의 경우는 국가평균 1인당 GNI의 50% 수준으로 가정하였다. 이렇게 함으로써, 저소득 취약계층이 많이 거주하는 지역을 대상으로 이루어진 식수 사업의 편익 측정에서 국민 평균 1인당 GNI를 그대로 사용함으로 인해 발생하는 과대 계상의 위험을 줄이고자 하였다.

활용하는 변수들은 KOICA 식수위생사업의 기초선조사/종료선조사 측정값을 최우선으로 활용하였으며, 확보할 수 없는 데이터는 같은 국가에서 실시된 USAID, UNICEF 식수위생사업의 데이터를 준용하였다. 이외에 사업지역 평균소득, 인구 수, 인구증가율 등은 해당 국가에서 발행된 통계청 자료를 사용하였다. 더불어 진료비/교통비/식비 절감액은 해당 국가 주민이 인터뷰를 통해 응답한 값을 사용하였다.

4) 분석틀 – 민감도분석(Sensitivity Analysis)

[표 3] 분석틀 - 민감도분석

민감도분석 (Sensitivity Analysis)	
i. 할인율이 높은 상황	(할인율 15% 적용)
ii. 할인율 높은 상황 & 기대소득 낮은 상황	(할인율 15% 적용) & (기존 대비 기대소득 50% 하향 적용)
iii. 할인율 높은 상황 & 기대소득 낮은 상황 & 취수시간 감소효과 낮은 상황 (최악의 시나리오)	(할인율 15% 적용) & (기존 대비 기대소득 50% 하향 적용) & (기존 대비 취수시간 감소효과 50%)

비용과 편익분석의 결과가 외부환경의 변화에 의해서 얼마나 달라지는지 확인하기 위하여, 민감도 분석을 실시하였다. 민감도분석은 할인율의 상승(15%), 기대소득의 감소(기존 대비 기대소득 50% 하향 적용), 취수시간 절감효과 감소(기존 대비 취수시간 감소효과 50% 하향 적용)로 예상할 수 있는 외부환경을 가정하고, 3개의 민감도 분석변수를 종합한 최악의 시나리오를 도출해보았다. 민감도분석 결과 위와 같은 최악의 시나리오에서도 비용편익분석결과가 긍정적인 것으로 관찰된다면 이 식수위생 사업은 효과적이었다고 평가할 수 있다.

4. 연구결과

가. 핸드펌프 관정 – 가나 볼타지역 식수위생 개선사업

1) 비용분석 결과

[표 4] 비용분석표

비용변수(cost parameters)	20년 총비용 합계(US\$)
1. 초기투자비(initial investment cost)	
i. 한국인력 & 현지인력 인건비	24,430
ii. 사업수행기관 용역비 및 사업관리비	298,087
iii. 지역사회 주민대상 식수위생 교육비용	39,070
iv. 직접공사비(설계, 시공, 감리, CM)	690,710
2. 사후관리비(recurrent cost)	
i. 시설유지보수비(연간투자비용의 5%)	208,718
ii. 식수품질관리비(연간투자비용의 5%)	208,718
총비용(Total Cost)	1,469,733

여태까지 국제개발협력 식수위생사업에서 비용편익분석은 원조기관, NGO 등에서 정확한 비용산출근거가 연구자들에게 제공되지 않았다는 큰 한계점이 존재하였다. 따라서 연구자들은 이론적 가정에 의거하여 식수위생 사업에 발생한 비용을 추산할 수밖에 없었다. 이번 연구의 가장 큰 장점은 KOICA의 해당 사업 결산서에 의거하여 보다 정확한 비용분석 결과를 도출해 낼 수 있었다는 점이다.

‘가나 볼타지역 식수위생 개선사업’에서는 식수시설의 공사비용 이외에 사업수행기관의 사업 관리 인건비와 용역대가(제경비, 기술료), 기초 우물현황 착수조사 비용, 왕복항공료, 식수관리 교육 등 사업 관련 제반 비용을 모두 포함하였다. 사업관리 인력들이 식수부문 이외에 공공 화장실 건설 등 위생부문에 투입되었다는 점을 감안하여, 전체 공사금액에서 식수시설 공사금액이 차지하는 비율인 32.1%를 인건비에서도 적용하여 식수부문으로 투자된 인건비만을 가려내고자 하였다.

점증적 비용분석(incremental cost analysis)를 활용하여, 매년 연간투자비용을 계산하고 연간투자비용의 5%의 유지보수비와 수질관리비가 각각 매년 추가로 발생하는 것을 가정하였다. 이로부터 20년 누적 총 투자비용을 산출하였다. Table 4와 같이 초기투자비용은 \$1,052,297이고 사후관리비는 \$417,437이며, 20년간의 누적 총비용은 \$1,469,734이다.

2) 편익분석 기초데이터 수집결과

[표 5] 편익분석 기초데이터 수집결과(the parameters for calculating benefits)

지 역	측정값	자료출처
가구당 일일 취수시간 감소	36 minutes	기초선/종료선조사
18세 이상 인구비율	62.80%	기초선/종료선조사
18세 이상 성인이 취수를 담당하고 있는 가구의 비율	85.80%	기초선/종료선조사
인구증가율	2.65%	군청 수집자료
설사발생률 감소 (비교군/대조군 상대위험비)	11%	무작위비교대조실험(clustered)
관정개발에 따른 설사발생 감소 수	1.63 times	무작위비교대조실험(clustered)
설사아동을 보건시설로 데려가는 보호자의 비율	72.50%	기초선/종료선조사
인근 보건시설까지 왕복교통비	US\$0.50	초점집단 인터뷰
인근 보건시설까지 외식비	US\$0.50	초점집단 인터뷰

보건시설 진료비	US\$2,50	보건시설 인터뷰
설사치료 약값	US\$0.08	보건시설 인터뷰
인근 보건시설까지 왕복 이동소요시간	8시간	기초선/종료선조사
보호자들의 시간당 평균소득	US\$0.31	기초선/종료선조사
5세 미만 아동들의 경제활동 가능 헷수(discounted)	9.5년	선행연구(Hutton 2012)
설사의 치사율(case fatality rates)	0.15%	선행연구(Kosek M 2003)
식수시설의 수명	20년	가나 사업 종료보고서
수혜자 수	40,740명	가나 사업 종료보고서
성인 취수인구 수	4,749명	가구조사
5세미만 아동 수	3,433명	가구조사
가구당 설사발생 감소 케이스	1.63	가구조사

가나 볼타지역 식수위생 개선사업은 KOICA 성과관리 시범사업으로서 2012년, 14년 2회에 걸쳐 600가구 대상 기초선/종료선조사를 실시하였다. 해당 조사에서 관측된 기초데이터를 토대로 편익 방정식을 구성하여 보다 실증적이고 엄밀하게 편익을 계산할 수 있었다. 기초선/종료선조사에서 조사되지 않았으나 편익계산에 필요한 데이터들은 종료평가 단계에서 이루어진 마을주민 및 보건시설 대상 인터뷰 결과를 활용하였다. 이외에 인구증가율 등의 데이터는 군청에서 수집한 2차 데이터를 활용하였다.

3)편익분석 결과(Appendix 2)

[표 6] 편익분석표 - 수동식 관정사업(가나 식수위생 개선사업)

편익 분석변수(benefit parameters)	20년간 누적편익(할인을 10% 적용) 계산결과
1. 건강편익(health benefits)	
i. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 식비 절약(BSFD)	93,308
ii. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 교통비 절약(BSTp)	93,308
iii. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 진료비 절약(BSTr)	13,996

iv. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 약값 절약(BSCo)	466,541
v. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 부모들의 기대소득 향상(BTSi)	919,257
vi. 생존아동들의 생애기대소득(BAC)	271,022
2. 비건강편익(non-health benefits)	
i. 성인의 물 길는 시간 절약에 따른 편익(BTS)	9,715,741
총편익(Total Benefit)	11,573,174

4)비용-편익 분석결과

비용과 편익분석에 활용한 모든 데이터와 방정식의 총합은 [별첨 1]에 제시하였다. 기초선/종료선 가구조사, 초점집단토론, 인터뷰, 선행연구, 2차 자료로 각각 수집 데이터의 출처를 명시하였다.

가나 볼타 식수위생사업에서 식수부문 총 비용은 \$1,469,734이며, 총 편익은 \$11,573,174가 도출되었다. 이를 통해 \$1를 투자했을 때, \$7.87의 편익이 발생하는 것을 관찰하였다. (cost-benefit ratio: 7.87)

나. (유형2) 식수탑+파이프라인 연결 - 세네갈 식수개발사업(Appendix B)

1) 비용분석 결과

[표 7] 비용분석표 - 기계식 식수탑 관정사업(세네갈 식수사업)

비용 분석변수(cost parameters)	20년 총비용 합계(US\$)
1. 초기투자비(initial investment cost)	
i. 한국인력 & 현지인력 인건비	278,739
ii. 사업수행기관 용역비 및 사업관리비	159,738
iii. 설계비	216,240
iv. 직접공사비(시공, 감리, CM)	3,793,190

2. 사후관리비(recurrent cost)	
i. 시설유지보수비(연간투자비용의 5%)	978,542
ii. 식수품질관리비(연간투자비용의 5%)	978,542
총편익(Total Benefit)	6,890,605

‘세네갈 식수개선사업’은 ‘가나 볼타 식수위생사업’과 다르게 핸드펌프식 소규모 관정이 아닌, 대형 식수탑을 건설하고 20m 높이의 식수탑에 지하수를 끌어올려서, 파이프라인을 통해 식수접근성이 매우 취약한 사헬지방 마을에 식수를 공급하는 사업이다. ‘세네갈 식수개선사업’에서도 가나 사례와 마찬가지로 산출 가능한 모든 비용을 포함하였다. 공사금액에는 관정개발 비용뿐만 아니라, 급수관로(파이프라인), 발전기 및 펌프, 부대시설, 공사현황판 등을 포함하였다. 식수시설의 공사비용 이외에도 식수탑 설계비용, 사업수행기관의 사업관리 인건비와 용역대가(제정비, 기술료), 차량구입비 등 사업 관련 제반 비용을 포함하였다.

점증적 비용분석(incremental cost analysis)을 활용하여, 연간투자비용을 계산하고 연간 투자비용의 5%의 유지보수비와 수질관리비가 각각 매년 추가로 발생하는 것을 가정하였다. 이를 통해 20년 누적 총 투자비용을 산출할 수 있었다. Table 6와 같이 초기투자비용은 \$4,933,521이고 사후관리비는 \$1,957,084이며, 20년간의 총 비용은 \$6,890,605이다.

2)편익분석 계산 – 세네갈

[표 8] 편익 분석변수 수집결과(the parameters for calculating benefits) - 세네갈

지 역	측정값	자료출처
가구당 일일 취수시간 감소	9.48 hours	사업 종료평가보고서 (100가구 조사)
18세 이상 인구비율	49.86%	Senegal Census 2013
18세 이상의 성인이 취수를 담당하는 가구의 비율	87.48%	Who Carries the Weight of Water? (Geere & Cortobius 2017)
인구증가율	2.80%	Senegal Census 2013
설사발생률 감소 (비교군/대조군 상대위험비)	11%	선행연구(WHO 2014)
관정개발에 따른 설사발생 감소 수	1.63 times	가정
설사아동을 보건시설로 데려가는 보호자의 비율	45.00%	Sources for Sick Child Care in Senegal USAID SHOPS PULS 프로젝트 사업 결과보고서(USAID SHOPS 2018)

인근 보건시설까지 왕복교통비	US\$0.50	가정
인근 보건시설까지 외식비	US\$0.50	가정
보건시설 진료비	US\$2.50	가정
설사치료 약값	US\$0.08	가정
인근 보건시설까지 왕복 이동소요시간	8시간	가정
보호자들의 시간당 평균소득	US\$0.23	세네갈 1인당 GNI의 50%를 261일, 1일 8시간으로 일할계산
5세 미만 아동들의 경제활동 가능연수(discounted)	9.5년	선행연구(Hutton 2012)
설사의 치사율(case fatality rates)	0.15%	선행연구(Kosek M 2003)
식수시설의 수명	20년	세네갈 사업 종료보고서
수혜자 수	82686명	세네갈 사업 종료보고서
수혜가구 수	10084가구	물기는 어른 수 추정을 위해 자체계산 (수혜자 수 ÷ 가구당 평균 인구) Senegal Census 2013 참조
물기는 어른 수	6322명	(수혜가구 수) * 어른이 물기는 비율
5세미만 아동비율	16.74%	5세미만 아동 수 추정을 위해 인용 UNICEF Senegal Country Profile 2012
5세미만 아동 수	13842명	(수혜자 수 * 5세미만 아동비율)
가구당 설사발생 감소 케이스	1.63	가정

세네갈 식수사업은 사업 종료보고서에서 수혜자 수를 얻을 수 있었고, 종료평가 보고서에서 100가구를 대상으로 한 설문조사 결과 취수시간 감소 데이터를 얻을 수 있었다. 가나의 무작위대조실험을 통해 얻은 데이터만큼 엄밀하다고 볼 수는 없으나, 인터뷰가 아닌 100가구 대상 설문조사 통계를 활용하여 경제성분석의 핵심변수 데이터를 확보했다는 점에서 실증적 가치는 역시 높다고 할 수 있다. 가나 사례와 동일한 편익 메커니즘을 적용하기 위하여, 세네갈 USAID, UNICEF의 유사사업에서 관찰된 데이터를 문헌검토를 통해 확인하여 활용하였으며, 세네갈 정부에서 발간된 인구통계 Census도 활용하여 2차 데이터를 통해 연구에 필요한 변수 데이터를 도출해보았다. 데이터 확보가 불가능한 약값, 교통비는 가나 사례를 준용하여 가정하였다.

세네갈 식수사업의 취수시간 감소는 9.48시간으로 비현실적으로 과다한 수치가 아닌지, 실제로 취수시간이 9.48시간인 지역에서 인간의 생존이 가능한 것인지에 대해서 연구진도 의문이 있었다. 그러나 사업 종료평가보고서에 따르면 취수시간 감소는 걸여가는 시간 뿐만 아니

라, 취수를 위해 기다리는 시간도 포함하고 있었으며, 식수가 매우 귀한 취약한 지역이라는 점이 현장조사를 통해 확인되었으므로 100가구 설문조사를 통해 수집된 데이터를 그대로 활용했다, 9.48시간의 취수시간 감소는 세네갈의 사업대상지역이 사업 추진 이전에 얼마나 열악한 상황이었는지를 잘 보여준다.

3)편익분석 결과

[표 9] 편익분석표 - 기계식 식수탑 관정사업 (세네갈)

편익변수(benefit parameters)	20년간 누적편익(할인율 10% 적용) 계산결과
1. 건강편익(health benefits)	
i. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 식비 절약(BSFD)	234,262
ii. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 교통비 절약(BSTp)	234,262
iii. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 진료비 절약(BSTr)	35,139
iv. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 약값 절약(BSCo)	1,171,309
v. 설사발생 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 부모들의 기대소득 향상(BTSI)	1,705,354
vi. 생존아동들의 생애기대소득(BAC)	810,043
2. 비건강편익(non-health benefits)	
i. 성인의 물 길는 시간 절약에 따른 편익(BTS)	151,012,285
총편익(Total Benefit)	155,202,654

세네갈 식수사업에서 식수부문 총 비용은 \$6,890,605이며, 총 편익은 \$155,202,654가 도출되었다. 이를 통해 \$1를 투자했을 때, \$22.52의 편익이 발생하는 것을 관찰하였다. (cost-benefit ratio: 22,52)

다. 민감도 분석(Sensitivity Analysis)

[표 10] 민감도분석표 - 시나리오 1 ~ 3

시나리오 1: 할인율 약조건 민감도 분석				
	핸드펌프 관정		식수탑&파이프라인 관정	
	기본 시나리오	나쁜 시나리오	기본 시나리오	나쁜 시나리오
할인율(%)	10%	15%	10%	15%
비건강편익	\$9,715,741	\$5,562,866	\$151,012,285	\$86,463,927
건강편익	\$1,857,432	\$1,063,496	\$4,190,369	\$2,399,247
총편익	\$11,573,173	\$6,626,362	\$155,202,654	\$88,863,174
총비용	\$1,469,734	\$1,469,734	\$6,890,605	\$6,890,605
비용편익비(cost-benefit ratio)	7.87	4.51	22.52	12.90

시나리오 2: 할인율+기대소득 이중 약조건 민감도 분석				
	핸드펌프 관정		식수탑&파이프라인 관정	
	기본 시나리오	나쁜 시나리오	기본 시나리오	나쁜 시나리오
할인율(%)	10%	15%	10%	15%
기대소득(\$/hour)	0.31	0.15	0.23	0.11
비건강편익	\$9,715,741	\$2,781,433	\$151,012,285	\$43,231,964
건강편익	\$1,857,432	\$722,741	\$4,190,369	\$1,679,136
총편익	\$11,573,173	\$3,504,174	\$155,202,654	\$44,911,100
총비용	\$1,469,734	\$1,469,734	\$6,890,605	\$6,890,605
비용편익비(cost-benefit ratio)	7.87	2.38	22.52	6.52

시나리오 3: 할인율+기대소득+취수시간 삼중 약조건 민감도 분석				
	핸드펌프 관정		식수탑&파이프라인 관정	
	기본 시나리오	나쁜 시나리오	기본 시나리오	나쁜 시나리오
할인율	10%	15%	10%	15%
기대소득(\$/hour)	0.31	0.15	0.23	0.11
1일 취수시간 감소효 (hour/day)	0.6	0.3	9.48	4.74
비건강편익	\$9,715,741	\$1,390,717	\$151,012,285	\$21,615,982
건강편익	\$1,857,432	\$722,741	\$4,190,369	\$1,679,136
총편익	\$11,573,173	\$2,113,458	\$155,202,654	\$23,295,118
총비용	\$1,469,734	\$1,469,734	\$6,890,605	\$6,890,605
비용편익비(cost-benefit ratio)	7.87	1.44	22.52	3.38

“핸드펌프 관정”과 “기계식 식수탑 관정” 모두 비용편익분석 결과, 투자대비 7.87배 ~ 22.52배에 이르는 높은 편익이 도출되었다. 이러한 높은 편익이 상대적으로 양호한 조건을 가정했기 때문일 수 있으므로, 편익 핵심변수인 (1) 할인율, (2) 기대소득, (3) 취수시간 감소효과가 현저히 나쁜 상황으로 변화했을 때, 각 사업들의 비용편익비가 어떻게 변하는지 민감도 분석을 통해 관찰하였다.

시나리오 1에서, 할인율을 10%에서 15%로 높여서 미래에 발생할 편익의 현재가치가 매우 낮은 상황을 가정하여 분석하였다. 핸드펌프 관정의 경우, 비용편익비가 7.80에서 4.51으로 낮아졌으며, 기계식 식수탑 관정은 22.52에서 12.90으로 낮아졌다. 비용편익비의 대폭 감소는 해당 사업들의 많은 편익이 미래에 발생하기 때문이다. 총 20년간 발생하는 편익 중 40%가 첫 10년 동안 발생하며, 나머지 60%는 이후 10년에 발생한다. 이러한 할인율의 악조건 변화에도 불구하고, 두 사업 모두 비용 대비 4.51배 ~ 12.90배의 편익이 여전히 산출되어, 높은 경제성을 가진 것으로 파악되었다.

시나리오 2에서, 할인율 15%의 나쁜 조건에서 기대소득이 기존 대비 50% 낮은 경우, 잉여시간 획득에 따른 경제적 보상이 매우 낮은 수준일 때를 분석하였다. 핸드펌프 관정의 경우, 비용편익비가 7.87에서 2.38으로 낮아졌으며, 기계식 식수탑 관정은 22.52에서 6.52로 낮아졌다. 취수시간 절감, 아동 간병시간 감소 등의 잉여시간 획득에 따른 경제적 보상이 기본 예측치의 절반으로 낮아졌음에도 불구하고, 두 사업들은 여전히 비용 대비 2.38배~6.52배의 편익이 산출되어 양호한 경제성을 가진 것으로 파악되었다.

시나리오 3에서, 할인율 15%의 나쁜 조건과 기대소득이 기존 대비 50% 낮은 경우, 1일 취수시간 감소효과가 반으로 줄어든 최악의 시나리오를 가정하여 분석하였다. 이것은 조사된 취수시간 감소의 효과가 실제 취수시간 감소 효과보다 과대 계상되었을 가능성을 감안한 것이다. 핸드펌프 식수사업은 30분에서 15분으로, 기계식 식수탑 관정사업은 9시간28분에서 4시간 44분으로 각각 취수시간 감소의 효과를 반감시켰다. 취수시간 감소의 효과가 반감된 후, 핸드펌프 관정의 경우, 비용편익비가 7.87에서 1.44로 낮아졌으며, 기계식 식수탑 관정은 22.52에서 3.38로 낮아졌다. 고무적인 점은 이러한 최악의 시나리오에서도 여전히 비용 대비 1.44배~3.38배의 편익이 발생했다는 것이다.

핵심변수들을 과대 계상했을 위험성을 고려하여 진행한 민감도분석의 결과, 최악의 시나리오로 계산했을 때에도 여전히 두 사업은 효과적이었다는 점을 확인할 수 있었다. 이것은 우리가 식수위생사업을 아프리카 지역에서 계속 추진해야 하는 이유를 뒷받침해준다고 할 수 있다.

3. 결론

가. 주요 결과 및 연구의 의의

우리 연구자들은 연구의 결과가 더 좋은 사업을 기획하는 데 기여하는 것을 궁극적인 목표로 삼고 본 연구를 수행하였다. 어떤 사업구성이 목표 달성에 가장 효과적인지에 대한 고민은, 사업을 기획하는 사람이라면 모두가 깊이 고민하는 문제이다. 그러나 현실적으로 1개월 미만의 사업 기획조사 단계에서 경제성분석을 새롭게 수행하기에는 절대적인 시간이 부족하며 데이터 확보도 어렵다. 따라서 기존에 성공적으로 완료한 사업의 비용-편익분석 결과가 체계적으로 정리되어 있다면, 사업 기획단계에서 중요한 참고자료로 활용할 수 있을 것이라고 기대했다.

본 연구의 경제성분석은 이론적 가정이 아니라 실제 사업에서 확보한 데이터를 활용한 실증적 연구(empirical study)이다. 연구자의 가설이 아니라 현장에서 수집된 데이터에 기반한 분석이기 때문에 결과의 신뢰도가 높다. 더불어 비용과 편익의 계산과정도 연구자의 독자적인 논리가 아니라, 국제사회에서 검증된 메커니즘을 사용하여 연구의 타당성을 높이고자 하였다.

‘핸드펌프 관정 - 가나 사례’와 ‘기계식 식수탑 관정 - 세네갈 사례’ 모두 CBR이 7 ~ 23 구간에 있는 비용보다 편익이 많은 사업으로 분석되었다. 민감도분석을 통해 최악의 시나리오를 가정했을 때에도 CBR이 1 이상으로 도출되어 아프리카 지역의 식수사업은 경제성을 갖춘 투자로 판단되었다.

우리가 주목해야 할 것은 편익발생의 대부분이 취수시간 감소로 인한 기회비용 확대에서 발생했다는 점이다. 더욱이 이번 연구에서 성인의 취수시간 감소로 인한 편익만을 계산하고, 아동의 취수시간 감소에 따른 학교 출석률 증가 등 기타 편익은 데이터 확보의 미비로 배제했음에도 불구하고 취수시간 감소의 효과는 사업의 경제적 효과에 결정적인 기여를 하였다. 특히, “기계식 식수탑 관정 - 세네갈 사례”는 22배 이상의 막대한 CBR이 도출되었는데, 이것은 세네갈 사업대상지역이 식수접근성이 매우 열악한 지역으로서, KOICA 사업으로 인해 막대한 취수시간 감소 효과가 발생했기 때문이었다.

따라서 우리는 앞으로 KOICA가 식수위생 사업을 기획할 때, 사업대상지역의 하천, 지하수 분포 및 인구적 특성을 고려하여 어떠한 사업유형이 취수시간을 더 많이 감소시킬 수 있는지를 고려할 것을 제안하고자 한다. 더불어 식수접근성이 열악한 마을일수록 식수공급에 따른 취수시간 감소와 편익발생 효과가 매우 크다는 점을 감안할 때, 상대적 취약지역에 대한 지원을 더욱 확대하는 편이 식수위생 사업에 배정된 ODA사업예산의 비용 대비 효과를 더 높일 수 있을 것이다.

비용-편익분석 결과는 기획단계에서 사업구성을 결정하는 절대적인 척도는 아니지만, 사업을 기획하는 의사결정자에게 경험과 직관 이외에 최소한의 판단기준을 하나 더 제공할 수 있다는 것만으로도 연구의 큰 의의가 있다고 하겠다.

나. 연구의 한계

본 연구는 KOICA 실무자가 사업 기획 시 참고할 수 있는 교훈을 실제 측정된 데이터를 주로 사용하여 분석하였다는 의의가 있으나, 과거 식수사업의 공통적인 성과지표 실측 정보가 많지 않아 결과적으로 서아프리카지역 2개 사업만 분석했다는 점에서 일반화하기에 한계가 있다. 또한, 대상인 2개 사업의 데이터도 완공 후 유지보수 관련 비용 등의 실측 정보는 없다는 점에서 추가적인 조사가 필요하다. 실제 KOICA가 수행하고 있는 식수공급사업은 본 연구에서 다룬 핸드펌프관정이나 기계식 관정 설치 방식 외에도, 정수처리를 거친 지표수(강물)의 공급 방식이나 도시지역 상수급수시설 설치 방식 등이 존재하는바, 이러한 나머지 유형의 식수 사업들에 대한 경제성분석을 시행해보지 못한 것은 본 연구의 한계라 하겠다.

최근 KOICA는 분야별 표준 성과지표 풀을 확립하여, 국별협력사업의 성과지표로 동 지표풀의 대표지표 1개 이상을 포함하도록 하고 있으므로, 향후에는 좀더 공통된 지표가 여러 사업에서 축적될 것으로 기대한다. 아울러, 사업 기획단계에서 각 지표에 대한 데이터를 실측할 수 있도록 기간 및 예산을 배정하고, 실행단계에서 이를 측정하여 적절한 데이터를 적기에 축적할 것을 제언한다. 이를 통해, 현장에서 사업을 직접 수행하면서 얻어지는 경험을 기획에 환류하는 것을 반복한다면 더욱 양질의 사업을 기획할 수 있을 것이다.

가나 사례에 대비하여, 세네갈 사업은 기초선/종료선조사를 실시하지 않았으며 종료평가 단계에서 수행한 100가구 대상의 사후 설문조사의 데이터를 활용하였기 때문에, 가나에 비해 상대적으로 데이터의 신뢰도가 낮다는 점도 연구의 한계이다.

또한 본 연구는 식수위생 사업의 3요소(식수, 공중위생, 개인위생) 중 식수에 대한 분석만 포함하고 있으며 공중위생, 개인위생의 효과는 분석대상에 포함하지 못하고 있다. 따라서 본 연구의 분석결과만으로 식수위생 사업구성을 판단하는 것은 자칫 공중위생과 개인위생의 중요성을 간과할 위험성이 있다.

모든 사람의 잉여시간에 대해 동일한 기대소득을 부여한 것은 노동의 시장가격을 고려하지 않은 분석이라는 비판을 받을 여지도 존재한다. 다만, 식수의 공급을 통해 개별 수혜자들이 누

리게 되는 기본인권 차원의 편익을 담아내는 데 있어서, 시장가치에 따라 우열이 판단되는 ‘노동의 시장가격’이 과연 적절한가에 대한 의문이 남는다. KOICA 식수위생 사업의 목적이 생산성이 아니라 보편적 인권 향상에 있다는 점을 반영하기에는, 본 연구에서처럼 생산성이 낮은 빈곤지역의 사람들에게도 잉여시간에 따른 기대소득을 동일하게 부여하는 것이 보다 적절할 수도 있다고 평가해 본다.

참고문헌

- WHO. 2018. "WHO water, sanitation and hygiene strategy 2018–2025", Geneva: World Health Organization
- WHO&UNICEF Joint Monitoring Report. 2017. "Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines". Geneva: World Health Organization
- WHO. 2015. "Water sanitation and hygiene to accelerate and sustain progress on neglected tropical diseases". Geneva: World Health Organization
- Hutton, Guy. 2012. "Global Costs and Benefits of Drinking-Water Supply and Sanitation Interventions to Reach the MDG Target and Universal Coverage." Report No. WHO/HSE/WSH/12.01. Geneva: World Health Organization.
- WHO. 2014. "Preventing Diarrhoea through Better Water, Sanitation and Hygiene: Exposures and Impacts in Low-and Middle-Income Countries." World Health Organization.
- Edwards, Chris. 2008. "Social Cost-Benefit Analysis—the available evidence on drinking water." World Health Organization
- Esrey, S. A., Potash, J. B., Roberts, L., & Shiff, C. 1991. "Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma." Bulletin of the World Health organization, 69(5), 609.
- Seungman Cha, Yinseo Cho, Sharon Jiae Kim, YongJoo Lee, Soonyoung Choi, Patrick Asuming, Yongwhan Kim & Yan Jin. 2018. "Cost-benefit analysis of water source improvements through borehole drilling or rehabilitation: an empirical study based on a cluster randomized controlled trial in the Volta Region, Ghana." Global Health Action, 11:1
- Hutton, Guy, Laurence Haller, and Jamie Bartram. 2007. "Global Cost-Benefit Analysis of Water Supply and Sanitation Interventions." Journal of Water and

Health 5 (4): 481–502.

- Stockholm International Water Institute. 2005. "Making water a part of economic development: the economic benefits of improved water management and services"
- Network, Rural Water Supply. 2010. "Code of Practice for Cost Effective Boreholes." SKAT Foundation, St. Gallen, Switzerland.
- Geere, J.-A. and Cortobius, M. 2017. Who carries the weight of water? Fetching water in rural and urban areas and the implications for water security. Water Alternatives 10(2): 513–540
- Sarah E. K. Bradley, Lauren Rosapep, Tess Shiras. 2018. "Sources for sick child care in Senegal.", USAID SHOPS PLUS PROJECT REPORT
- UNICEF. 2012. "Senegal Country Profile 2012 – Maternal, Newborn & Child Survival."
- Kosek M, Bern C, Guerrant RL. The global burden of diarrhoeal disease, as estimated from studies published between 1992–2000. Bulletin World Health Organ. 2003;81:197–204.
- Rossi P, Lipsey M, Freeman H. 2004. " Measuring Efficiency. In: Evaluation: A Systematic Approach." SAGE Publications; Chapter 11.
- 한국국제협력단. 2016. "세네갈 식수사업 종료평가 결과보고서"
- 한국국제협력단. 2015. "가나 불타지역 식수위생사업 영향평가 결과보고서"
- 한국국제협력단. 2016. "가나 불타지역 식수위생사업 종료평가 결과보고서"
- 한국국제협력단. 2017. "KOICA 프로젝트 사업의 경제성 분석 가이드라인"

[별첨 1] 비용분석 및 편익분석 계산과정 워크북

[Table 1] values of the parameters for calculating benefits and costs

item common values of both group		value	information source
time saved for fetching water per day per household		36 minutes	household survey
		(0,6 hours)	
proportion of people aged 18 or above		62,80%	household survey
proportion of households where the age of members responsible for fetching water is 18 or above		85,80%	household survey
population growth rate		2,65%	district health assembly strategy
relative reduction of diarrheal prevalence		11%	cluster randomized controlled trial
number of diarrheal episodes reduced by borehole drilling or rehabilitation		1,63 times	cluster randomized controlled trial
Proportion of caregivers visiting health facility when their child are sick with diarrhea		72,50%	household survey
Transportation cost per round trip to health facility		US\$0,50	Focus group discussion
Foods and drinks cost for trip to health facility		US\$0,50	Focus group discussion
Consultation cost at health facility		US\$2,50	Health center
Treatment cost for diarrhea		US\$0,08	Health center
average time for round trip to health facilities		8 hours	household survey
Average income of caregivers per hour		US\$0,31	household survey
productive years of under-five children			
The diarrheal case fatality ratio (lives lost/cases)		0,15%	
different values by intervention		borehole drilling	
number of communities		65	project final report
life span of boreholes		20 years	WHO, survey
the first year after the intervention			
-2014	number of adults responsible for collecting water	4749	survey
	number of under-5 children	3422	project final report
	number of child diarrheal cases avoided	5578	survey
	number of child deaths averted	5	estimation
accumulated	number of beneficiaries	1056543	estimation
(2033 for borehole drilling;	number of adults responsible for collecting water	123168	
2022 for rehabilitation)	number of under-5 children	88750	
	number of child diarrheal cases avoided	144662	
	number of child deaths averted	122	

[편익분석 - 가나]

n-th Year		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	합계
5세미만 인구수(MCn, 명)		3,422	3,513	3,606	3,701	3,799	3,900	4,003	4,110	4,218	4,330	4,445	4,563	4,684	4,808	4,935	5,066	5,200	5,338	5,480	5,625	
5세미만 성사 발생 사례(dL5Cn, 명)		5,578	5,726	5,877	6,033	6,193	6,357	6,526	6,699	6,876	7,058	7,245	7,437	7,634	7,837	8,044	8,258	8,476	8,701	8,932	9,168	
5세미만 성사 사망자 수(dM5Cn, 명)		8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	
5세미만 아동 성사 발생시 내원비율(PrL, %)		73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	
병원 방문 교통비(Transportation, ₵, \$)		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,7	3,2	3,7	4,4	5,1	5,9	6,9	8,1	9,5	
내원시 식사값비(Food, ₵, \$)		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,7	3,2	3,7	4,4	5,1	5,9	6,9	8,1	9,5	
약값(Consultation, Co, \$)		2,5	2,9	3,4	4,0	4,6	5,4	6,3	7,4	8,6	10,1	11,7	13,7	16,0	18,7	21,8	25,4	29,7	34,7	40,5	47,3	
진료비(Treatment, Tr, \$)		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	
시금리(%, \$)		0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3	2,7	3,1	3,7	4,3	5,0	5,8	
Time Saving Intensive Child Care (hour, \$)		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
인구수(Population, Pr, 명)		4,749	4,875	5,004	5,137	5,273	5,412	5,556	5,703	5,854	6,009	6,169	6,332	6,500	6,672	6,849	7,031	7,217	7,408	7,604	7,806	
감소된 환자수(ΔCn, 환자)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
시간절약 편익(BTS)		\$211	\$252	\$302	\$362	\$434	\$520	\$623	\$747	\$895	\$1,072	\$1,285	\$1,539	\$1,844	\$2,210	\$2,648	\$3,173	\$3,802	\$4,556	\$5,459	\$6,541	\$38,473
성사 발생 아동의 병원비용		\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$12	\$15	\$18	\$21	\$25	\$30	\$37	\$44	\$52	\$63	\$369
간병 감소에 따른 교통비 절감(BSTp)		\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$12	\$15	\$18	\$21	\$25	\$30	\$37	\$44	\$52	\$63	\$369
성사 발생 아동의 병원비용		\$10	\$12	\$15	\$17	\$21	\$25	\$30	\$36	\$43	\$51	\$62	\$74	\$89	\$106	\$127	\$152	\$183	\$219	\$262	\$314	\$1,847
간병 감소에 따른 약값 절약(BSCo)		\$0	\$0	\$0	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$5	\$7	\$8	\$9	\$55
성사 발생 아동의 병원비용		\$20	\$24	\$29	\$34	\$41	\$49	\$59	\$71	\$85	\$101	\$122	\$146	\$174	\$209	\$251	\$300	\$360	\$431	\$516	\$619	\$3,640
성사 발생 아동의 병원비용		\$6	\$7	\$8	\$10	\$12	\$15	\$17	\$21	\$25	\$30	\$36	\$43	\$51	\$62	\$74	\$89	\$106	\$127	\$152	\$182	\$1,073
간병 감소에 따른 부모들의 기회비용(BAC)		\$251	\$301	\$360	\$431	\$517	\$619	\$742	\$889	\$1,066	\$1,277	\$1,530	\$1,833	\$2,197	\$2,632	\$3,154	\$3,779	\$4,529	\$5,426	\$6,502	\$7,791	\$45,828
Total Benefit in n-th Year		\$191	\$208	\$227	\$247	\$269	\$294	\$320	\$348	\$379	\$413	\$450	\$490	\$534	\$582	\$634	\$691	\$752	\$819	\$893	\$972	\$3,716
discounted benefit of BTS		\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$3	\$4	\$4	\$4	\$5	\$5	\$6	\$6	\$7	\$7	\$8	\$9	\$9	\$83
discounted benefit of BSTp		\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$3	\$4	\$4	\$4	\$5	\$5	\$6	\$6	\$7	\$7	\$8	\$9	\$9	\$83
discounted benefit of BSCo		\$8	\$10	\$11	\$12	\$13	\$14	\$15	\$17	\$18	\$20	\$22	\$24	\$26	\$28	\$30	\$33	\$36	\$39	\$43	\$47	\$467
discounted benefit of BSTr		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$14
discounted benefit of BTS		\$18	\$20	\$21	\$23	\$25	\$28	\$30	\$33	\$36	\$39	\$43	\$46	\$51	\$55	\$60	\$65	\$71	\$78	\$84	\$92	\$819
discounted benefit of BAC		\$5	\$6	\$6	\$7	\$8	\$8	\$9	\$10	\$11	\$12	\$13	\$14	\$15	\$16	\$18	\$19	\$21	\$23	\$25	\$27	\$271
discounted benefit TOTAL		\$228	\$248	\$271	\$296	\$321	\$350	\$381	\$415	\$452	\$492	\$536	\$584	\$636	\$693	\$755	\$823	\$896	\$976	\$1,063	\$1,158	\$1,573

개발과 이슈

실증적 비용편익분석(empirical cost-benefit analysis)을 활용한 아프리카지역 식수위생사업의 효과적인 사업구성방안 연구 : 가나, 세네갈 식수위생사업 사례 비교연구

개발과 이슈

실증적 비용편익분석(empirical cost-benefit analysis)을 활용한 아프리카지역 식수위생사업의 효과적인 사업구성방안 연구 : 가나, 세네갈 식수위생사업 사례 비교연구

[민감도 분석 - 가나 : 할인율]

n-h Year	(단위 : 천불)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5세미만 인구수(M0n, 명)	3,422	3,613	3,606	3,701	3,799	3,900	4,003	4,110	4,218	4,330	4,445	4,563	4,684	4,808	4,935	5,066	5,200	5,338	5,480	5,625
5세미만 출사 발생 사례(dL50n, 명)	5,578	5,726	5,877	6,033	6,193	6,357	6,526	6,699	6,876	7,058	7,245	7,437	7,634	7,837	8,044	8,258	8,476	8,701	8,932	9,168
5세미만 출사 사망자 수(dM450n, 명)	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	13	13	13	14
5세미만 아동 출사 발생시 내원비율(Pr, %)	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%
병원 방문 교통비(Transportation, 천 \$)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5
내원시 식사경비(Food, 천 \$)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5
약값(Consultation, 천 \$)	2.5	2.9	3.4	4.0	4.6	5.4	6.3	7.4	8.6	10.1	11.7	13.7	16.0	18.7	21.8	25.4	29.7	34.7	40.5	47.3
진료비(Treatment, 천 \$)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
시달리(천 \$)	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4	1.7	2.0	2.3	2.7	3.1	3.7	4.3	5.0	5.8
Time Saving Intensive Child Care (hour, \$)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
인구(Population, Pr, 명)	4,749	4,875	5,004	5,137	5,273	5,412	5,556	5,703	5,854	6,009	6,169	6,332	6,500	6,672	6,849	7,031	7,217	7,408	7,604	7,806
감소된 환자시달리(천, 시간)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
사람절약 편익(BTS)	\$211	\$252	\$302	\$362	\$434	\$520	\$623	\$747	\$895	\$1,072	\$1,285	\$1,539	\$1,844	\$2,210	\$2,648	\$3,173	\$3,802	\$4,556	\$5,459	\$6,541
출생생 아동의 병의후속 간병 감소에 따른 교통비 절약(BSTp)	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$12	\$15	\$18	\$21	\$25	\$30	\$37	\$44	\$52	\$63
출생생 아동의 병의후속 간병 감소에 따른 식비 절약(BSTF)	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$12	\$15	\$18	\$21	\$25	\$30	\$37	\$44	\$52	\$63
출생생 아동의 병의후속 간병 감소에 따른 의료 약값(BSCO)	\$10	\$12	\$15	\$17	\$21	\$25	\$30	\$36	\$43	\$51	\$62	\$74	\$89	\$106	\$127	\$152	\$183	\$219	\$262	\$314
출생생 아동의 병의후속 간병 감소에 따른 진료비 절약(BSTr)	\$0	\$0	\$0	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$5	\$7	\$8	\$9
출생생 아동의 병의후속 간병 감소에 따른 부모들의 기회소득 향상(BTSc)	\$20	\$24	\$29	\$34	\$41	\$49	\$59	\$71	\$85	\$101	\$122	\$146	\$174	\$209	\$251	\$300	\$360	\$431	\$516	\$619
출생생 아동의 사망률 감소에 따른 기회소득(BAC)	\$6	\$7	\$8	\$10	\$12	\$15	\$17	\$21	\$25	\$30	\$36	\$43	\$51	\$62	\$74	\$89	\$106	\$127	\$152	\$182
Total Benefit in n-h Year	\$251	\$301	\$360	\$431	\$517	\$619	\$742	\$889	\$1,066	\$1,277	\$1,530	\$1,833	\$2,197	\$2,632	\$3,154	\$3,779	\$4,529	\$5,426	\$6,502	\$7,791
discounted benefit of BTS	\$183	\$191	\$199	\$207	\$216	\$225	\$234	\$244	\$254	\$265	\$276	\$288	\$300	\$312	\$325	\$338	\$353	\$368	\$384	\$400
discounted benefit of BSTp	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$4	\$4	\$5
discounted benefit of BSTF	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$4	\$4	\$5
discounted benefit of BSCO	\$9	\$9	\$10	\$10	\$10	\$11	\$11	\$12	\$12	\$13	\$13	\$14	\$14	\$15	\$16	\$16	\$17	\$18	\$19	\$20
discounted benefit of BSTr	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$1	\$1	\$1	\$8
discounted benefit of BTSc	\$17	\$18	\$19	\$20	\$20	\$21	\$22	\$23	\$24	\$25	\$26	\$27	\$28	\$30	\$31	\$32	\$33	\$35	\$36	\$38
discounted benefit of BAC	\$5	\$5	\$6	\$6	\$6	\$6	\$7	\$7	\$7	\$7	\$8	\$8	\$8	\$9	\$9	\$9	\$10	\$10	\$11	\$15
discounted benefit TOTAL	\$218	\$227	\$237	\$247	\$257	\$268	\$279	\$291	\$303	\$316	\$329	\$343	\$357	\$372	\$388	\$404	\$421	\$438	\$457	\$476

[민감도 분석 - 가나 : 할인율 + 노동소득]

n-h Year	(단위 : 천불)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5세미만 인구수(M0n, 명)	3,422	3,613	3,606	3,701	3,799	3,900	4,003	4,110	4,218	4,330	4,445	4,563	4,684	4,808	4,935	5,066	5,200	5,338	5,480	5,625
5세미만 출사 발생 사례(dL50n, 명)	5,578	5,726	5,877	6,033	6,193	6,357	6,526	6,699	6,876	7,058	7,245	7,437	7,634	7,837	8,044	8,258	8,476	8,701	8,932	9,168
5세미만 출사 사망자 수(dM450n, 명)	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	13	13	13	14
5세미만 아동 출사 발생시 내원비율(Pr, %)	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%
병원 방문 교통비(Transportation, 천 \$)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5
내원시 식사경비(Food, 천 \$)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5
약값(Consultation, 천 \$)	2.5	2.9	3.4	4.0	4.6	5.4	6.3	7.4	8.6	10.1	11.7	13.7	16.0	18.7	21.8	25.4	29.7	34.7	40.5	47.3
진료비(Treatment, 천 \$)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
시달리(천 \$)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.6	1.8	2.1	2.5	2.9
Time Saving Intensive Child Care (hour, \$)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
인구(Population, Pr, 명)	4,749	4,875	5,004	5,137	5,273	5,412	5,556	5,703	5,854	6,009	6,169	6,332	6,500	6,672	6,849	7,031	7,217	7,408	7,604	7,806
감소된 환자시달리(천, 시간)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
사람절약 편익(BTS)	\$105	\$126	\$151	\$181	\$217	\$260	\$312	\$373	\$447	\$536	\$642	\$770	\$922	\$1,105	\$1,324	\$1,586	\$1,901	\$2,278	\$2,729	\$3,270
출생생 아동의 병의후속 간병 감소에 따른 교통비 절약(BSTp)	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$12	\$15	\$18	\$21	\$25	\$30	\$37	\$44	\$52	\$63
출생생 아동의 병의후속 간병 감소에 따른 식비 절약(BSTF)	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$12	\$15	\$18	\$21	\$25	\$30	\$37	\$44	\$52	\$63
출생생 아동의 병의후속 간병 감소에 따른 의료 약값(BSCO)	\$10	\$12	\$15	\$17	\$21	\$25	\$30	\$36	\$43	\$51	\$62	\$74	\$89	\$106	\$127	\$152	\$183	\$219	\$262	\$314
출생생 아동의 병의후속 간병 감소에 따른 진료비 절약(BSTr)	\$0	\$0	\$0	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$5	\$7	\$8	\$9
출생생 아동의 병의후속 간병 감소에 따른 부모들의 기회소득 향상(BTSc)	\$10	\$12	\$14	\$17	\$21	\$25	\$29	\$35	\$42	\$51	\$61	\$73	\$87	\$105	\$125	\$150	\$180	\$216	\$258	\$309
출생생 아동의 사망률 감소에 따른 기회소득(BAC)	\$3	\$4	\$4	\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$12	\$15	\$18	\$21	\$26	\$31	\$37	\$44	\$53	\$64	\$76	\$91
Total Benefit in n-h Year	\$133	\$159	\$190	\$228	\$273	\$328	\$393	\$470	\$564	\$675	\$809	\$970	\$1,162	\$1,382	\$1,638	\$1,939	\$2,365	\$2,870	\$3,438	\$4,120
discounted benefit of BTS	\$82	\$95	\$99	\$104	\$108	\$112	\$117	\$122	\$127	\$132	\$138	\$144	\$150	\$156	\$163	\$170	\$177	\$184	\$192	\$200
discounted benefit of BSTp	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$4	\$4	\$4
discounted benefit of BSTF	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$4	\$4	\$5
discounted benefit of BSCO	\$9	\$9	\$10	\$10	\$10	\$11	\$11	\$12	\$12	\$13	\$13	\$14	\$14	\$15	\$16	\$16	\$17	\$18	\$19	\$20
discounted benefit of BSTr	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$1	\$1	\$1	\$8
discounted benefit of BTSc	\$9	\$9	\$9	\$10	\$10	\$11	\$11	\$12	\$12	\$13	\$13	\$14	\$14	\$15	\$15	\$16	\$17	\$17	\$18	\$19
discounted benefit of BAC	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$6
discounted benefit TOTAL	\$115	\$120	\$125	\$130	\$136	\$142	\$148	\$154	\$160	\$167	\$174	\$181	\$189	\$197	\$205	\$214	\$223	\$232	\$242	\$252

[민감도 분석 - 가나 : 할인율 + 노동소득 + 취수시간]

n-n Year	(단위 : 천원)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5세미만 인구수(MCn, 명)	3,422	3513	3606	3701	3799	3900	4003	4110	4218	4330	4445	4563	4684	4808	4935	5066	5200	5338	5480	5625
5세미만 생산 비용 사례(dL5Cn, 명)	5,578	5,726	5,877	6,033	6,193	6,357	6,526	6,699	6,876	7,058	7,245	7,437	7,634	7,837	8,044	8,258	8,476	8,701	8,932	9,168
5세미만 생산 사망자 수(dML5Cn, 명)	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14
5세미만 생산 사망자 수(ML5Cn, 명)	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%
병원 방문 교통비(Transportation, 천 \$)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5
내원시 식사(경비)(Food, 천 \$)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5
약(Consultation, 천 \$)	25	29	34	40	46	54	63	74	86	101	117	137	160	187	218	254	297	347	405	473
진료비(Treatment, 천 \$)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
시금치(천 \$)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.6	1.8	2.1	2.5	2.9
Time Saving Intensive Child Care (hour, \$)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
인구(Population, 천 명)	4,749	4,875	5,004	5,137	5,273	5,412	5,556	5,703	5,854	6,009	6,169	6,332	6,500	6,672	6,849	7,031	7,217	7,408	7,604	7,806
감소된 취수시간(천, 시간)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
시간절약 편익(BTSy)	\$63	\$63	\$76	\$91	\$109	\$130	\$156	\$187	\$224	\$268	\$321	\$385	\$461	\$552	\$662	\$793	\$950	\$1,139	\$1,365	\$3,618
생산비용 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 교통비 절감(BSTb)	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$12	\$15	\$18	\$21	\$25	\$30	\$37	\$44	\$52	\$63
생산비용 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 식비 절감(BSTc)	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$12	\$15	\$18	\$21	\$25	\$30	\$37	\$44	\$52	\$63
생산비용 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 약값 절감(BSDa)	\$10	\$12	\$15	\$17	\$21	\$25	\$30	\$36	\$43	\$51	\$62	\$74	\$89	\$106	\$127	\$152	\$183	\$219	\$262	\$314
생산비용 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 진료비 절감(BSTd)	\$0	\$0	\$0	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$5	\$7	\$8	\$9
생산비용 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 부모돌봄 비용 절감(BSE)	\$10	\$12	\$14	\$17	\$21	\$25	\$29	\$35	\$42	\$51	\$61	\$73	\$87	\$105	\$125	\$150	\$180	\$216	\$258	\$309
생산비용 아동의 병원후송, 간병 감소에 따른 기타소득(BAC)	\$3	\$4	\$4	\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$12	\$15	\$18	\$21	\$26	\$31	\$37	\$44	\$53	\$64	\$76	\$91
Total Benefit in n-n Year	\$80	\$96	\$115	\$138	\$165	\$198	\$237	\$284	\$340	\$407	\$488	\$585	\$701	\$840	\$1,006	\$1,205	\$1,444	\$1,731	\$2,074	\$2,485
discounted benefit of BTSy	\$46	\$48	\$50	\$52	\$54	\$56	\$59	\$61	\$64	\$66	\$69	\$72	\$75	\$78	\$81	\$85	\$88	\$92	\$96	\$100
discounted benefit of BSTb	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$4
discounted benefit of BSTc	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$4
discounted benefit of BSDa	\$9	\$9	\$10	\$10	\$10	\$11	\$11	\$12	\$12	\$13	\$13	\$14	\$14	\$15	\$16	\$16	\$17	\$18	\$18	\$19
discounted benefit of BSTd	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$1	\$1	\$1	\$1
discounted benefit of BSTS	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$10	\$11	\$11	\$12	\$12	\$13	\$14	\$14	\$15	\$15	\$16	\$17	\$17	\$18	\$19
discounted benefit of BAC	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$4	\$5	\$5	\$5	\$5	\$6
discounted benefit TOTAL	\$70	\$72	\$76	\$79	\$82	\$85	\$89	\$93	\$97	\$101	\$105	\$109	\$114	\$119	\$124	\$129	\$134	\$140	\$146	\$152

[Table 2] values of the parameters for calculating benefits and costs

item	value	information source
common values of both group		
time saved for fetching water per day per household	9,48 hours	evaluation report (household survey)
proportion of people aged 18 or above	49,86%	senegal census 2013
proportion of households where the age of members responsible for fetching water is 18 or above	87,48%	ref. 논문 : who carries?
population growth rate	2,80%	reference : Census 2013
reduced number of diarrheal episodes	10,50	evaluation report
Proportion of caregivers visiting health facility when their child are sick with diarrhea	45,00%	USAID SHOPS Project Report
Transportation cost per round trip to health facility	US\$0,50	Ghana
Foods and drinks cost for trip to health facility	US\$0,50	Ghana
Consultation cost at health facility	US\$2,50	Ghana
Treatment cost for diarrhea	US\$0,08	Ghana
average time for round trip to health facilities	8 hours	Ghana
Average income of caregivers per hour	US\$0,23	World Bank 950\$ / 261 days / 8 hours
productive years of under-five children		
The diarrheal case fatality ratio (lives lost/cases)	0,15%	
different values by intervention	tower+pipeline drilling	
number of communities		project final report
life span of water tower+pipeline	20 years	detail design report
the first year after the intervention	number of beneficiaries(population)	82686
	number of beneficiaries(livestock)	226124
	number of households	10084
		Senegal Census Data / estimation (beneficiaries/household size)
-2014	number of adults responsible for collecting water	6322
	number of under-5 children	13842
	number of child diarrheal cases avoided	17724
		unicef country profile senegal 2012
	number of child deaths averted	27
		estimation by project final report
		estimation (cases * case fatality ratio)
accumulated	number of beneficiaries	
(2033 for borehole drilling;	number of adults responsible for collecting water	
	number of under-5 children	
	number of child diarrheal cases avoided	
	number of child deaths averted	

개발과 이슈

실증적 비용편익분석(empirical cost-benefit analysis)을 활용한 아프리카지역 식수위생사업의 효과적인 사업구성방안 연구 : 가나, 세네갈 식수위생사업 사례 비교연구

개발과 이슈

실증적 비용편익분석(empirical cost-benefit analysis)을 활용한 아프리카지역 식수위생사업의 효과적인 사업구성방안 연구 : 가나, 세네갈 식수위생사업 사례 비교연구

[편익분석 - 세네갈]

n-h Year		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	합계
54메리만 인구수(USOn, 명)		13,942	14,208	14,585	14,971	15,368	15,775	16,194	16,623	17,063	17,515	17,979	18,456	18,945	19,447	19,962	20,491	21,034	21,592	22,164	22,751	559,988
54메리만 질사 발생 사례(USOn, 명)		22,562	23,160	23,773	24,403	25,050	25,714	26,395	27,095	27,813	28,550	29,307	30,083	30,880	31,699	32,539	33,401	34,286	35,195	36,127	37,085	885,117
54메리만 질사 사망자 수(AMUSOn, 명)		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	48	49	50	51	53	54	56	878
54메리만 질사 사망자 수(AMUSOn, 명)		45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
병원 이용 질사 발생시 내원비율(PH, %)		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5	62.9
내원시 식사량비(Food, FD, \$)		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5	62.9
약값(Consultation, Co, \$)		2.5	2.9	3.4	4.0	4.6	5.4	6.3	7.4	8.6	10.1	11.7	13.7	16.0	18.7	21.8	25.4	29.7	34.7	40.5	47.3	314.7
진료비(Treatment, Tr, \$)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	9.4
시금리, \$		0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.3	28.6
Time Saving Intensive Child Care (hour, \$)		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
인구(Population, Ph, 명)		6,322	6,490	6,662	6,839	7,020	7,206	7,397	7,593	7,794	8,000	8,212	8,430	8,654	8,883	9,118	9,360	9,608	9,863	10,124	10,392	163,966
감소된 함수시Z(Actw, 시간)		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
시간절약 편익(BTSY)		\$3,272	\$3,921	\$4,698	\$5,630	\$6,746	\$8,083	\$9,685	\$11,605	\$13,906	\$16,683	\$19,966	\$23,923	\$28,666	\$34,348	\$41,157	\$49,316	\$59,092	\$70,806	\$84,843	\$101,661	\$597,930
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 교통비 절약(BSTp)		\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$13	\$15	\$18	\$22	\$26	\$31	\$37	\$44	\$53	\$64	\$77	\$92	\$110	\$132	\$158	\$928
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 식사 절약(BSTD)		\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$13	\$15	\$18	\$22	\$26	\$31	\$37	\$44	\$53	\$64	\$77	\$92	\$110	\$132	\$158	\$928
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 약값 절약(BSCO)		\$25	\$30	\$36	\$44	\$52	\$63	\$75	\$90	\$108	\$129	\$155	\$186	\$222	\$266	\$319	\$383	\$458	\$549	\$658	\$789	\$4,638
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 진료비 절약(BSTr)		\$1	\$1	\$1	\$1	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$8	\$10	\$11	\$14	\$16	\$20	\$24	\$139
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 시금리 절약(BSTi)		\$37	\$44	\$53	\$64	\$76	\$91	\$109	\$131	\$157	\$188	\$225	\$270	\$324	\$388	\$465	\$557	\$667	\$800	\$958	\$1,148	\$6,753
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 부모들의 기대소득 향상(BTS)		\$18	\$21	\$25	\$30	\$36	\$43	\$52	\$62	\$75	\$89	\$107	\$128	\$154	\$184	\$221	\$265	\$317	\$380	\$455	\$545	\$3,208
질사발생 아동의 사망률 감소에 따른 기대소득 (BAC)		\$3,363	\$4,030	\$4,829	\$5,786	\$6,933	\$8,307	\$9,954	\$11,927	\$14,292	\$17,125	\$20,520	\$24,587	\$29,461	\$35,302	\$42,300	\$50,685	\$60,732	\$72,771	\$87,197	\$104,482	\$614,583
Total Benefit in n-h Year		\$2,975	\$3,241	\$3,530	\$3,845	\$4,189	\$4,563	\$4,970	\$5,414	\$5,897	\$6,424	\$6,998	\$7,623	\$8,303	\$9,045	\$9,853	\$10,733	\$11,691	\$12,735	\$13,872	\$15,111	\$15,012
discounted benefit of BTSY		\$5	\$5	\$5	\$6	\$6	\$7	\$8	\$9	\$9	\$10	\$11	\$12	\$13	\$14	\$15	\$17	\$18	\$20	\$22	\$23	\$234
discounted benefit of BSTp		\$5	\$5	\$5	\$6	\$6	\$7	\$8	\$9	\$9	\$10	\$11	\$12	\$13	\$14	\$15	\$17	\$18	\$20	\$22	\$23	\$234
discounted benefit of BSCO		\$23	\$25	\$27	\$30	\$32	\$35	\$39	\$42	\$46	\$50	\$54	\$59	\$64	\$70	\$76	\$83	\$91	\$99	\$108	\$117	\$1,171
discounted benefit of BSTr		\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$3	\$3	\$35
discounted benefit of BTSi		\$34	\$37	\$40	\$43	\$47	\$52	\$56	\$61	\$67	\$73	\$79	\$86	\$94	\$102	\$111	\$121	\$132	\$144	\$157	\$171	\$1,705
discounted benefit of BAC		\$16	\$17	\$19	\$21	\$22	\$24	\$27	\$29	\$32	\$34	\$38	\$41	\$45	\$49	\$53	\$58	\$63	\$68	\$74	\$81	\$810
discounted benefit TOTAL		\$3,057	\$3,331	\$3,628	\$3,952	\$4,305	\$4,689	\$5,108	\$5,564	\$6,061	\$6,602	\$7,192	\$7,834	\$8,534	\$9,296	\$10,126	\$11,030	\$12,016	\$13,098	\$14,257	\$15,531	\$155,203

n-h Year		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	합계
54메리만 인구수(USOn, 명)	54메리만 인구수(USOn, 명)	13,942	14,208	14,585	14,971	15,368	15,775	16,194	16,623	17,063	17,515	17,979	18,456	18,945	19,447	19,962	20,491	21,034	21,592	22,164	22,751	
	54메리만 질사 발생 사례(USOn, 명)	22,562	23,160	23,773	24,403	25,050	25,714	26,395	27,095	27,813	28,550	29,307	30,083	30,880	31,699	32,539	33,401	34,286	35,195	36,127	37,085	
	54메리만 질사 사망자 수(AMUSOn, 명)	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	48	49	50	51	53	54	56	
	54메리만 질사 사망자 수(AMUSOn, 명)	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	
	54메리만 아동 질사 발생시 내원비율(PH, %)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5	
	병원 이용 질사 발생시 내원비율(Transportation, PH, \$)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5	
	내원시 식사량비(Food, FD, \$)	2.5	2.9	3.4	4.0	4.6	5.4	6.3	7.4	8.6	10.1	11.7	13.7	16.0	18.7	21.8	25.4	29.7	34.7	40.5	47.3	
	약값(Consultation, Co, \$)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	
	진료비(Treatment, Tr, \$)	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.3	
	시금리, \$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	Time Saving Intensive Child Care (hour, \$)	6,322	6,490	6,662	6,839	7,020	7,206	7,397	7,593	7,794	8,000	8,212	8,430	8,654	8,883	9,118	9,360	9,608	9,863	10,124	10,392	
	인구(Population, Ph, 명)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	감소된 함수시Z(Actw, 시간)	\$3,272	\$3,921	\$4,698	\$5,630	\$6,746	\$8,083	\$9,685	\$11,605	\$13,906	\$16,683	\$19,966	\$23,923	\$28,666	\$34,348	\$41,157	\$49,316	\$59,092	\$70,806	\$84,843	\$101,661	\$597,930
	시간절약 편익(BTSY)	\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$13	\$15	\$18	\$22	\$26	\$31	\$37	\$44	\$53	\$64	\$77	\$92	\$110	\$132	\$158	\$928
	질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 교통비 절약(BSTp)	\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$13	\$15	\$18	\$22	\$26	\$31	\$37	\$44	\$53	\$64	\$77	\$92	\$110	\$132	\$158	\$928
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 식사 절약(BSTD)	\$25	\$30	\$36	\$44	\$52	\$63	\$75	\$90	\$108	\$129	\$155	\$186	\$222	\$266	\$319	\$383	\$469	\$549	\$658	\$789	\$4,638	
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 약값 절약(BSCO)	\$1	\$1	\$1	\$1	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$8	\$10	\$11	\$14	\$16	\$20	\$24	\$139	
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 진료비 절약(BSTr)	\$37	\$44	\$53	\$64	\$76	\$91	\$109	\$131	\$157	\$188	\$225	\$270	\$324	\$388	\$465	\$557	\$667	\$800	\$958	\$1,148	\$6,753	
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 시금리 절약(BSTi)	\$18	\$21	\$25	\$30	\$36	\$43	\$52	\$62	\$75	\$89	\$107	\$128	\$154	\$184	\$221	\$265	\$317	\$380	\$455	\$545	\$3,208	
질사발생 아동의 사망률 감소에 따른 기대소득 향상(BTS)	\$3,363	\$4,030	\$4,829	\$5,786	\$6,933	\$8,307	\$9,954	\$11,927	\$14,292	\$17,125	\$20,520	\$24,587	\$29,461	\$35,302	\$42,300	\$50,685	\$60,732	\$72,771	\$87,197	\$104,482	\$614,583	
질사발생 아동의 사망률 감소에 따른 기대소득 (BAC)	\$2,946	\$2,965	\$3,089	\$3,219	\$3,354	\$3,495	\$3,641	\$3,794	\$3,953	\$4,119	\$4,291	\$4,471	\$4,659	\$4,854	\$5,058	\$5,270	\$5,491	\$5,722	\$5,961	\$6,212	\$65,464	
총 기대소득 향상(BTS)	\$4	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$6	\$6	\$6	\$6	\$7	\$7	\$7	\$8	\$8	\$8	\$8	\$9	\$9	\$10	\$134
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 기대소득 (BAC)	\$4	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$6	\$6	\$6	\$6	\$7	\$7	\$7	\$8	\$8	\$8	\$8	\$9	\$9	\$10	\$134
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 기대소득 (BAC)	\$22	\$23	\$24	\$25	\$26	\$27	\$28	\$29	\$31	\$32	\$33	\$35	\$36	\$38	\$39	\$41	\$43	\$44	\$46	\$48	\$51	\$71
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 기대소득 (BAC)	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$20	
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 기대소득 (BAC)	\$32	\$33	\$35	\$36	\$38	\$39	\$41	\$43	\$45	\$47	\$48	\$50	\$53	\$55	\$57	\$60	\$62	\$65	\$67	\$70	\$976	
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 기대소득 (BAC)	\$15	\$16	\$17	\$17	\$18	\$19	\$20	\$21	\$22	\$23	\$24	\$25	\$26	\$27	\$28	\$29	\$30	\$31	\$32	\$33	\$64	
질사발생 아동의 병원투송, 간병 감소에 따른 기대소득 (BAC)	\$2,925	\$3,047	\$3,175	\$3,308	\$3,447	\$3,591	\$3,742	\$3,899	\$4,063	\$4,233	\$4,411	\$4,596	\$4,788	\$4,989	\$5,198	\$5,416	\$5,644	\$5,880	\$6,127	\$6,384	\$88,863	
discounted benefit TOTAL																						

개발과 이슈

실증적 비용편익분석(empirical cost-benefit analysis)을 활용한 아프리카지역 식수위생사업의 효과적인 사업구성방안 연구 : 가나, 세네갈 식수위생사업 사례 비교연구

개발과 이슈

실증적 비용편익분석(empirical cost-benefit analysis)을 활용한 아프리카지역 식수위생사업의 효과적인 사업구성방안 연구 : 가나, 세네갈 식수위생사업 사례 비교연구

[민감도분석 - 세네갈 : 할인율 + 노동소득]

n~n Year		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	합계
5세미만 인구수(M50r, 명)		13,842	14,208	14,685	14,971	15,368	15,775	16,194	16,623	17,063	17,515	17,979	18,456	18,945	19,447	19,962	20,491	21,034	21,592	22,164	22,751	
5세미만 환자 발생 사례(dL50r, 명)		22,562	23,160	23,773	24,403	25,050	25,714	26,395	27,095	27,813	28,550	29,307	30,083	30,880	31,699	32,539	33,401	34,286	35,195	36,127	37,085	
5세미만 환자 사망자 수(dM50r, 명)		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	48	49	50	51	53	54	56	
5세미만 환자 발생시 내원비용(Pr, %)		45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	
병원 방문 교통비(Transportation, ₩, \$)		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5	
내원시 식사경비(Food, FD, \$)		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5	
약값(Consultation, Co, \$)		2.5	2.9	3.4	4.0	4.6	5.4	6.3	7.4	8.6	10.1	11.7	13.7	16.0	18.7	21.8	25.4	29.7	34.7	40.5	47.3	
진료비(Treatment, Tr, \$)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	
시달리(, \$)		0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	
Time Saving Intensive Child Care (hour, \$)		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
인구(Population, Pr, 명)		6,322	6,490	6,662	6,839	7,020	7,206	7,397	7,593	7,794	8,000	8,212	8,430	8,654	8,883	9,118	9,360	9,608	9,863	10,124	10,392	
감소된 환자시달리(, 시간)		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
시간절약 편익(BTS)		\$1,636	\$1,961	\$2,349	\$2,815	\$3,373	\$4,042	\$4,843	\$5,803	\$6,953	\$8,331	\$9,993	\$11,962	\$14,333	\$17,174	\$20,579	\$24,668	\$29,546	\$35,403	\$42,421	\$50,631	\$59,935
식사발생 아동의 병원비용, 간병 감소에 따른 교통비 절약(BSTp)		\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$13	\$15	\$18	\$22	\$26	\$31	\$37	\$44	\$53	\$64	\$77	\$92	\$110	\$132	\$158	\$928
식사발생 아동의 병원비용, 간병 감소에 따른 식비 절약(BSTF)		\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$13	\$15	\$18	\$22	\$26	\$31	\$37	\$44	\$53	\$64	\$77	\$92	\$110	\$132	\$158	\$928
식사발생 아동의 병원비용, 간병 감소에 따른 의료장비(BSCO)		\$25	\$30	\$36	\$44	\$52	\$63	\$75	\$90	\$108	\$129	\$155	\$186	\$222	\$266	\$319	\$383	\$458	\$549	\$658	\$789	\$4,638
식사발생 아동의 병원비용, 간병 감소에 따른 진료비 절약(BSTr)		\$1	\$1	\$1	\$1	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$8	\$10	\$11	\$14	\$16	\$20	\$24	\$139
식사발생 아동의 병원비용, 간병 감소에 따른 부모들의 기회소득 향상(BTS)		\$18	\$22	\$27	\$32	\$38	\$46	\$55	\$66	\$79	\$94	\$113	\$135	\$162	\$194	\$232	\$278	\$334	\$400	\$479	\$574	\$3,376
식사발생 아동의 사망률 감소에 따른 기회소득(BAC)		\$9	\$11	\$13	\$15	\$18	\$22	\$26	\$31	\$37	\$45	\$54	\$64	\$77	\$92	\$110	\$132	\$158	\$190	\$228	\$273	\$1,604
Total Benefit in n~n Year		\$1,700	\$2,037	\$2,440	\$2,924	\$3,504	\$4,199	\$5,031	\$6,028	\$7,223	\$8,655	\$10,371	\$12,426	\$14,890	\$17,841	\$21,378	\$25,616	\$30,684	\$36,778	\$44,069	\$52,805	\$10,608
discounted benefit of BTS		\$1,423	\$1,482	\$1,545	\$1,609	\$1,677	\$1,747	\$1,821	\$1,897	\$1,976	\$2,059	\$2,146	\$2,236	\$2,330	\$2,427	\$2,529	\$2,635	\$2,746	\$2,861	\$2,981	\$3,106	\$4,322
discounted benefit of BSTp		\$4	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$6	\$6	\$6	\$6	\$6	\$7	\$7	\$7	\$8	\$8	\$8	\$9	\$9	\$10	\$134
discounted benefit of BSTF		\$4	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$6	\$6	\$6	\$6	\$6	\$7	\$7	\$7	\$8	\$8	\$8	\$9	\$9	\$10	\$134
discounted benefit of BSCO		\$22	\$23	\$24	\$25	\$26	\$27	\$28	\$29	\$31	\$32	\$33	\$35	\$36	\$38	\$39	\$41	\$43	\$44	\$46	\$48	\$71
discounted benefit of BSTr		\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$20
discounted benefit of BTS		\$16	\$17	\$17	\$18	\$19	\$20	\$21	\$22	\$23	\$24	\$25	\$26	\$27	\$29	\$30	\$31	\$32	\$34	\$35	\$36	\$488
discounted benefit of BAC		\$8	\$8	\$8	\$9	\$9	\$9	\$10	\$10	\$11	\$11	\$12	\$12	\$12	\$13	\$14	\$14	\$15	\$15	\$16	\$17	\$232
discounted benefit TOTAL		\$1,478	\$1,540	\$1,605	\$1,672	\$1,742	\$1,815	\$1,891	\$1,971	\$2,053	\$2,139	\$2,229	\$2,323	\$2,420	\$2,521	\$2,627	\$2,737	\$2,852	\$2,972	\$3,097	\$3,226	\$4,411

(단위 : 천원)

[민감도분석 - 세네갈 : 할인율 + 노동소득 + 착수시간]

n~n Year		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	합계
5세미만 인구수(M50r, 명)		13,842	14,208	14,685	14,971	15,368	15,775	16,194	16,623	17,063	17,515	17,979	18,456	18,945	19,447	19,962	20,491	21,034	21,592	22,164	22,751	
5세미만 환자 발생 사례(dL50r, 명)		22,562	23,160	23,773	24,403	25,050	25,714	26,395	27,095	27,813	28,550	29,307	30,083	30,880	31,699	32,539	33,401	34,286	35,195	36,127	37,085	
5세미만 환자 사망자 수(dM50r, 명)		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	48	49	50	51	53	54	56	
5세미만 환자 발생시 내원비용(Pr, %)		45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	
병원 방문 교통비(Transportation, ₩, \$)		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5	
내원시 식사경비(Food, FD, \$)		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.7	3.2	3.7	4.4	5.1	5.9	6.9	8.1	9.5	
약값(Consultation, Co, \$)		2.5	2.9	3.4	4.0	4.6	5.4	6.3	7.4	8.6	10.1	11.7	13.7	16.0	18.7	21.8	25.4	29.7	34.7	40.5	47.3	
진료비(Treatment, Tr, \$)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	
시달리(, \$)		0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	
Time Saving Intensive Child Care (hour, \$)		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
인구(Population, Pr, 명)		6,322	6,490	6,662	6,839	7,020	7,206	7,397	7,593	7,794	8,000	8,212	8,430	8,654	8,883	9,118	9,360	9,608	9,863	10,124	10,392	
감소된 환자시달리(, 시간)		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
시간절약 편익(BTS)		\$918	\$980	\$1,175	\$1,407	\$1,686	\$2,021	\$2,421	\$2,901	\$3,476	\$4,166	\$4,991	\$5,981	\$7,166	\$8,587	\$10,289	\$12,329	\$14,773	\$17,702	\$21,211	\$25,415	\$149,497
식사발생 아동의 병원비용, 간병 감소에 따른 교통비 절약(BSTp)		\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$13	\$15	\$18	\$22	\$26	\$31	\$37	\$44	\$53	\$64	\$77	\$92	\$110	\$132	\$158	\$928
식사발생 아동의 병원비용, 간병 감소에 따른 식비 절약(BSTF)		\$5	\$6	\$7	\$9	\$10	\$13	\$15	\$18	\$22	\$26	\$31	\$37	\$44	\$53	\$64	\$77	\$92	\$110	\$132	\$158	\$928
식사발생 아동의 병원비용, 간병 감소에 따른 의료장비(BSCO)		\$25	\$30	\$36	\$44	\$52	\$63	\$75	\$90	\$108	\$129	\$155	\$186	\$222	\$266	\$319	\$383	\$459	\$549	\$658	\$789	\$4,638
식사발생 아동의 병원비용, 간병 감소에 따른 진료비 절약(BSTr)		\$1	\$1	\$1	\$1	\$2	\$2	\$2	\$3	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$8	\$10	\$11	\$14	\$16	\$20	\$24	\$139
식사발생 아동의 병원비용, 간병 감소에 따른 부모들의 기회소득 향상(BTS)		\$18	\$22	\$27	\$32	\$38	\$46	\$55	\$66	\$79	\$94	\$113	\$135	\$162	\$194	\$232	\$278	\$334	\$400	\$479	\$574	\$3,376
식사발생 아동의 사망률 감소에 따른 기회소득(BAC)		\$9	\$11	\$13	\$15	\$18	\$22	\$26	\$31	\$37	\$45	\$54	\$64	\$77	\$92	\$110	\$132	\$158	\$190	\$228	\$273	\$1,604
Total Benefit in n~n Year		\$982	\$1,056	\$1,266	\$1,517	\$1,817	\$2,178	\$2,609	\$3,127	\$3,747	\$4,488	\$5,379	\$6,445	\$7,723	\$9,254	\$11,069	\$13,287	\$15,921	\$19,077	\$22,858	\$27,390	\$161,110
discounted benefit of BTS		\$711	\$741	\$772	\$805	\$838	\$874	\$910	\$948	\$988	\$1,030	\$1,073	\$1,118	\$1,165	\$1,214	\$1,265	\$1,318	\$1,373	\$1,430	\$1,490	\$1,553	\$2,616
discounted benefit of BSTp		\$4	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$6	\$6	\$6	\$6	\$6	\$7	\$7	\$7	\$8	\$8	\$8	\$9	\$9	\$10	\$134
discounted benefit of BSTF		\$4	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$6	\$6	\$6	\$6	\$6	\$7	\$7	\$7	\$8	\$8	\$8	\$9	\$9	\$10	\$134
discounted benefit of BSCO		\$22	\$23	\$24	\$25	\$26	\$27	\$28	\$29	\$31	\$32	\$33	\$35	\$36	\$38	\$39	\$41	\$43	\$44	\$46	\$48	\$71
discounted benefit of BSTr		\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$20
discounted benefit of BTS		\$16	\$17	\$17	\$18	\$19	\$20	\$21	\$22	\$23	\$24	\$25	\$26	\$27	\$29	\$30	\$31	\$32	\$34	\$35	\$36	\$488
discounted benefit of BAC		\$8	\$8	\$8	\$9	\$9	\$9	\$10	\$10	\$11	\$11	\$12	\$12	\$12	\$13	\$14	\$14	\$15	\$15	\$16	\$17	\$232
discounted benefit TOTAL		\$767	\$799	\$832	\$867	\$904	\$941	\$981	\$1,022	\$1,065	\$1,110	\$1,156	\$1,205	\$1,255	\$1,308	\$1,363	\$1,420	\$1,479	\$1,541	\$1,606	\$1,674	\$2,325

(단위 : 천원)

[별첨 2] 가나, 세네갈 사업개요서

1) 가나 볼타지역 식수위생 개선사업 (2011-2014/400만불)

구 분		내 용	
사업목적		식수 및 위생시설 보급, 역량강화를 통한 주민 건강 증진 및 삶의 질 개선	
사업내용		식수 및 위생시설 보급, 역량강화를 통한 주민 건강 증진 및 삶의 질 개선	
양국 부담 사항	한국 (400 만불)	식수시설 지원(220만불)	○ 기존 시설 점검 및 수리 ○ 관정개발을 통한 식수공급시설 설치
		위생시설 지원(80만불)	○ 공공화장실 보급 (공공기관 및 학교 등)
		주민 역량강화(30만불)	○ 주민 식수공급시설 운영역량강화 ○ 주민/학교 보건, 위생교육 실시 ○ 가정폭력 예방 인식증진 등
		모니터링 및 구충사업 (15만불)	○ 가나 보건부 및 보건청과 협조로 실시 ○ 기초조사 후 WHO 가이드라인 따른 집단구충 ○ 감염률 감사장비 및 소모품 지원
		국내초청연수(10만불)	○ 관계공무원 15명*2주
		차량지원(10만불)	○ 사료구동 2대 (각 군청당 1대)
		기타(30만불)	사전조사, 실시협의, 사업평가, 사업관리 및 예비비
	가나	기타	○ 사업 전반에 CWSA 및 지방정부 인력 참여 ○ 사업 성과관리 ○ 기자재 면세통관, 운영인력 및 행정편
사업대상지		○ Volta Region 내 Krachi West 및 Krachi East District	
사업규모/기간		○ 400만불/ 3년	
수혜자		○ 400만불/ 3년	
기대 효과	한국	○ 한국의 기생충 질병 퇴치 경험 전수	
	가나	○ 주민들의 안전한 식수 위생 환경 마련 ○ 주민 역량강화를 통한 지속적인 보건위생환경 증진	
		한국 ○ 한국국제협력단(KOICA)	
		가나 ○ 가나 수자원부 (Ministry of Water Resources, Works & Housing) ○ 지역 식수 · 위생청 (Community Water & Sanitation Agency) ○ Krachi East, Krachi West 군청 (District Assembly)	

2) 세네갈 식수개발사업(2010-2014/550만불)

사 업 명		국 문	세네갈 식수개발사업
		영 문	Project for the Improvement of Water Supply System in Senegal
구 분		내 용	
사업목적		○ Louga, Thies, Saint-Louis 인근 지역주민들에게 안전한 식수 공급 ○ 깨끗한 식수에 대한 접근성 보장을 통해 수인성 질병 예방 및 감소 ○ 수자원 개발 분야에서의 경험과 지식 전수를 통한 인적자원 개발	
사업내용		○ 식수공급시설 구축 및 현지인력 연수, 전문가 파견 등 기술지원	
사업 내역	한국	식수개발	○ 관정개발 10개소 ○ 식수탑(고가수조) 10개소 ○ 수중모타펌프 및 발전기 설치 10식 ○ 배수관로설치(약 200km) 및 설계
		전문가파견	○ 시공감리 (49M/M) - PM, 지질, 토목, 기계, 전기
		역량강화	○ 1차 : 수자원 관리 및 계획분야 공무원 8명, 15일 ○ 2차 : 식수공급시설 운영 및 관리 실무자 10명, 15일
		기자재 지원	○차량 2대, 사무용품, GPS 5대, 수질측정기 3 set 등
		기 타	○ 실시협의, 중간 및 종료평가 등
	세네갈	○ 관정 지점 확인 ○ 부지, 사무실, 전기, 전화 및 인력 제공	
사업지역		○ Louga, Thies, Saint-Louis 지역 10개 마을	
규모/기간		○ 550만불 / 2010~2012	
수혜자		○ 10개 마을 100,000여명 / 설계 급수인원 기준 ○ 현지 기술자 및 수자원 관계자	
사업 시행 기관	한국	○ 한국국제협력단(KOICA)	
	세네갈	○ 주택건설수리부	

『개발과 이슈』는 국제개발협력분야의 주요 현안에 대한 분석과 최근 연구 및 정책을 소개하여 국내외 국제개발협력에 대한 인식을 제고하고 관련 정책 수립과 사업 추진에 방향을 제시하기 위해 발간되는 비정기간행물입니다. 본 연구 보고서의 내용은 출처와 집필자 명시하에 인용이 가능합니다. 본 연구의 내용은 한국국제협력단의 공식적인 견해와 일치하지 않을 수도 있습니다.

※ 본 자료는 KOICA ODA전자도서관(lib.koica.go.kr)을 통해서도 볼 수 있습니다.