



사업기획을 위한 경제적 타당성 평가 사례연구

2016. 12

**사업기획을 위한
경제적 타당성 평가 사례연구**

2016. 12.

한국국제협력단

저자

고요한

- ▷ 한국국제협력단 연구개발팀 연구원
- ▷ 컬럼비아 대학 School of International and Public Affairs 국제학 석사

• 주요 저서

- ▷ 2016. 『개도국 과학기술혁신 창업프로그램 성공사례 및 KOICA의 시사점 연구』, 성남: 한국국제협력단
- ▷ 2016. 『민간부문 개발협력의 추가성 논의 및 측정방법』, 개발과 이슈 제27호, 성남: 한국국제협력단
- ▷ 박수영 · 고요한, 2014. 『개발공헌지수(CDI)의 의의와 한계 및 우리원조에 대한 시사점 고찰』, 성남: 한국국제협력단
- ▷ 박수영 · 고요한, 2012. 『개발공헌지수(CDI)와 공적개발원조질적평가(QuODA)를 통해 본 우리 원조 개선방안』, 성남: 한국국제협력단
- ▷ 2010. “KOICA 무상 ODA 잠정통계 분석”, 『국제개발협력』 2011-2: 196-207, 성남: 한국국제협력단

기경석

- ▷ 한국국제협력단(KOICA) 기후환경실 과장
- ▷ 한양대학교 기술경영학 석사/MBA

• 주요 저서

- ▷ 2015. ‘Goal 7, 모두를 위한 적절한 가격의 신뢰성 있고 지속가능한 현대적 에너지에 대한 접근성 강화 (pp.133-154)’, 지속가능개발목표 (SDGs)수립현황과 대응방안, 성남: 한국국제협력단.
- ▷ 2015. 『혁신기술과 국제개발』, 성남: 한국국제협력단

김 수 진

- ▷ 한국국제협력단(KOICA) 연구개발팀 연구원
- ▷ 고려대학교 국제대학원 국제개발협력학 석사

• 주요 저서

- ▷ 2016. 『KOICA 농업분야 CSV사업기획을 위한 가치사슬분석법(value chain analysis) 적용방안』. 성남: 한국국제협력단. (공저)
- ▷ 2016. 『개도국 정부경쟁력 지표의 ODA 전략 적용방안: 베트남, 필리핀 사례를 중심으로』. 성남: 한국국제협력단. (공저)
- ▷ 2016. “SDGs 지표 데이터 이용가능성(Data availability) 분석”. 『국제개발협력』 2016년 2호. pp.79-113. 성남: 한국국제협력단.
- ▷ 2015. 『정치경제분석법에 기반한 국별협력전략 작성 개선방안 고찰: DFID와 SIDA를 중심으로』. 성남: 한국국제협력단.
- ▷ 2015. 『지속가능개발목표(SDGs) 수립현황과 대응방안』. 성남: 한국국제협력단. (공저)

김 지 현

- ▷ 한국국제협력단(KOICA) 연구개발팀 선임연구원
- ▷ 이화여자대학교 국제대학원 국제학(개발협력) 박사

• 주요 저서

- ▷ 2016. 개발도상국 국내재원동원(DRM) 지원방안, 성남: 한국국제협력단.
- ▷ 2016. SDGs 지표 확정과 의의, 개발과 이슈 25호, 성남: 한국국제협력단.
- ▷ 2016. “SDGs 지표체계와 모니터링: 불평등성 완화 논의를 중심으로,” 『국제개발협력』 2016(2):3-14.
- ▷ 2015. 『포용적 성장에 대한 논의동향 및 개도국 포용적 성장을 위한 지원방안 연구』, 성남: 한국국제협력단. (공저)
- ▷ 2015. “빈곤의 재정의.” 『국제개발협력』 2015(1): 1-20.

박 인 혜

- ▷ 한국국제협력단(KOICA) 연구개발팀 연구원
- ▷ 연세대학교 국제대학원 국제개발협력학 석사

• 주요 저서

- ▷ 2016. 『수원국 시스템 활용을 위한 위험관리 및 사업성과 제고방안』, 성남: 한국국제협력단
- ▷ 2015. “『PBA와 수원국 시스템 활용 연구 : 수원국 시스템 리스크 관리를 중심으로』,” 성남: 한국국제협력단.
- ▷ 2015. 『신흥공여국 ODA정책과 현황: 슬로바키아』, 성남: 한국국제협력단.
- ▷ 2015. “Goal 17. 이행수단과 글로벌파트너십 강화.” 『지속가능개발목표(SDGs) 수립 현황과 대응방안』, 성남: 한국국제협력단. pp. 331-352. (공저)

양 현 우

- ▷ 한국국제협력단(KOICA) 평가심사실 직원
- ▷ 서울시립대학교 일반대학원 경영(세부전공 : Finance)학 석사

오 수 현

- ▷ 한국국제협력단(KOICA) 연구개발팀 연구원
- ▷ 서섹스대학교 개발학연구소 개발학 석사

• 주요 저서

- ▷ 2016. 『KOICA 농업분야 CSV 사업 기획을 위한 가치사슬분석법 적용방안』, 성남: 한국국제협력단
- ▷ 2016. 『개발재원의 혁신적 조성을 위한 국제사회 동향 연구』, 성남: 한국국제협력단
- ▷ 2016. 『수원국 시스템 활용을 위한 위험관리 및 사업성과 제고방안』, 성남: 한국국제협력단
- ▷ 2015. 『Post-2015 체제의 개발재원 논의분석 연구』, 성남: 한국국제협력단
- ▷ 2013. 『타 해외 원조기관 정책 수립 및 사업수행체계연구』, 성남: 한국국제협력단

이 상 미

- ▷ 한국국제협력단(KOICA) 연구개발팀 과장
- ▷ 서울대학교 보건대학원 보건정책관리학 석사

• 주요 저서

- ▷ 2016. 『영향평가(Impact Evaluation) 방법론 및 사례』, 성남: 한국국제협력단.
- ▷ 2015. ‘Goal 8. 포괄적이며 지속가능한 경제성장과 완전하고 생산적인 고용, 그리고 모두를 위한 양질의 일자리 제공 (pp.155-174)’, 『지속가능개발목표 (SDGs)수립현황과 대응방안』, 성남: 한국국제협력단.
- ▷ 2015. 『개발협력사업 성과관리 계량화 연구 : 표준지표(수혜자수) 활용을 중심으로』, 성남: 한국국제협력단.
- ▷ 2015. 『신흥공여국 ODA 정책과 현황: 폴란드』, 성남: 한국국제협력단.
- ▷ 2014. 『ODA 의료보험분야 공여기관별 사례 연구 및 KOICA 의료보험사업 적용 방안 도출』, 성남: 한국국제협력단.

이 지 은

- ▷ 한국국제협력단(KOICA) 기후환경팀 수자원전문관
- ▷ 연세대학교 일반대학원 토목환경공학과 수공학 석사

• 주요 저서

- ▷ 2016. 수자원분야 국제협력사업 “물과 공적개발원조(ODA)”, 『R&D Focus』 vol. 4, pp.38-39. 한국건설기술연구원.
- ▷ 2016. 물 문제 해결을 위한 공적개발원조(ODA)의 역량, 『물과미래』 vol. 49, pp.84-87. 한국수자원학회.
- ▷ 2015. 기후변화적응과 재해경감을 위한 물 ODA 구상, 국제개발협력, No.2 성남: 한국국제협력단.

한 근 식

▷ 한국국제협력단(KOICA) 연구개발팀 팀장

▷ 서울대학교 환경대학원 환경계획학 석사

• 주요 저서

▷ 2013. “전문가 기고: 녹색 ODA를 통한 SCP 확산 방안 연구.” 『지속가능한 소비와 생산에 관한 중장기 대응전략 연구』. 서울: 한국환경산업기술원: 122-47.

▷ 2013. 『공여기관의 시각에서 본 분야별 개발목표 Post-2015(Post-MDGs)』, 성남: 한국국제협력단.

▷ 2013. “Post-2015 개발의제와 녹색 ODA.” 『국제개발협력』 2013년 2호. 성남: 한국국제협력단.

본 연구 보고서의 내용은 한국국제협력단의 공식적인 입장과 일치하지 않을 수 있음을 밝힙니다. 본 연구의 내용은 출처 및 집필자를 명시하는 한 인용할 수 있습니다.

※ 본 자료는 KOICA 홈페이지(<http://www.koica.go.kr>)를 통해서도 볼 수 있습니다.

목 차

서론	1
I. 연구 배경 및 기획 의도	2
II. 경제성 평가의 개념 및 현황	4
1. 경제성 평가 개념	4
2. 경제성 평가 현황	5
III. 경제성 평가 방법	7
1. 비용편익 분석과 비용효과성 분석	7
2. 경제성분석과 재무분석의 차이	8
3. 경제성 평가 과정	9
IV. 경제성 평가 도입 관련 제언	14
1. 경제성 평가 관련 정책 및 제도적 기반 마련 필요	14
2. 엄격한 논리모형 기반의 사업기획 및 관리 필요	16
3. 원조사업에 적합한 경제성 평가 방법론 개발 필요	16
4. 직원 및 외부 전문가의 평가 역량강화 필요	17
『에콰도르 갈라파고스 태양광 발전소 건립사업』을 위한 경제성 분석	20
I. 서론	21
II. 선행 사업 및 연구	23
1. 지표 관련 선행연구	24
2. 타 공여국 평가사례 검토	26
3. 신재생에너지 경제성평가 프로그램	27
III. 에콰도르 갈라파고스 태양광 발전소 건립사업	30
1. 사업 배경 소개	30
2. 사업 구성	31
IV. 경제성 분석	33
1. 분석 방법 및 순서	33
2. 단계별 분석 과정	33
3. 비용-편익 비교 (balancing)	51
4. 민감도 분석	52
5. 최종 summary	53
V. 결론 및 한계	55
참고문헌	57

목 차

『네팔 티카폴 지역 보건 의료 환경개선사업』의 경제적 타당성 분석	59
I. 서론	61
II. 선행 사업 및 연구	62
III. 네팔 티카폴 지역 보건의료 환경개선사업	63
IV. 경제성 분석	64
1. 편익(Benefit)	64
2. 비용(Cost)	68
3. 비용편익분석	70
4. 민감도 분석	71
V. 결론 및 한계	72
참고문헌	74
『모잠비크 잠베지아(Zambézia) 주 초등학교 환경개선 및 교육역량 강화사업』을 위한 경제적 타당성 분석	79
I. 서론	81
II. 선행 사업 및 연구	83
III. 모잠비크 초등교육 환경 개선 및 교육역량 강화사업	86
1. 사업 구성	86
2. 사업 논리 모형 및 연구방향: PDM을 중심으로	89
IV. 경제성 분석	92
1. 분석 방법	92
2. 데이터 수집	93
3. 분석 결과	94
V. 결론 및 한계	98
참고문헌	99
※ 『네팔 티카폴 지역 보건 의료 환경개선사업』의 경제적 타당성 분석	
【Annex 1】 네팔 인명가치	75
【Annex 2】 비용편익분석	76
【Annex 3】 비용분석	77
【Annex 4】 Project Design Matrix	78

그림 목차

서론

【그림 1-1】 비용-편익분석과 비용-효과분석	8
---------------------------	---

『에콰도르 갈라파고스 태양광 발전소 건립사업』을 위한 경제성 분석

【그림 2-1】 경제성분석 모델에 대한 구분	29
【그림 2-2】 RETScreen expert 배기분석 결과	44
【그림 2-3】 주요 국가별 농촌 전력화 편익	50

『네팔 티카풀 지역 보건 의료 환경개선사업』의 경제적 타당성 분석

【그림 3-1】 Logical Framework	63
【그림 3-2】 편익 분석(상세산출근거 Annex 2 참고)	66

『모잠비크 잠베지아(Zambézia) 주 초등학교 환경개선 및 교육역량 강화사업』을 위한 경제적 타당성 분석

【그림 4-1】 교육의 질의 정의와 관계	83
【그림 4-2】 사업 대상 지역	86

표 목차

서론

【표 1-1】 본 연구 분석 사례	3
【표 1-2】 경제성 분석과 재무 분석 비교	9
【표 1-3】 비용-편익 비교 방법	12

『에콰도르 갈라파고스 태양광 발전소 건립사업』을 위한 경제성 분석

【표 2-1】 신재생에너지 경제성 평가지표	24
【표 2-2】 신재생에너지 영향평가 측정	25
【표 2-3】 나이지리아 태양광 프로그램 편익 검토	27
【표 2-4】 에콰도르 갈라파고스 태양광발전소 건립사업 구성요소	32
【표 2-5】 에콰도르 갈라파고스 태양광발전소 건립사업 사업논리모형	34
【표 2-6】 태양광발전의 경제성 분석을 위한 기준지표 설정	35
【표 2-7】 동 사업의 총 공급가격비용 및 국경가격비용	40
【표 2-8】 사업관련 예상편익 추정 및 금전화 여부	41
【표 2-9】 국별 해양 유류유출 정화비용	46
【표 2-10】 국가별 디젤발전기 대기오염물질 배출기준	48
【표 2-11】 대기오염물질로 인한 사회적 피해비용	49

『네팔 티카풀 지역 보건 의료 환경개선사업』의 경제적 타당성 분석

【표 3-1】 편익 분석(상세산출근거 Annex 1&2참고)	66
【표 3-2】 총 투입비용(상세산출근거 Annex 3참고)	70
【표 3-3】 비용편익 분석	70
【표 3-4】 민감도 분석	71

『모잠비크 잠베지아(Zambézia) 주 초등학교 환경개선 및 교육역량 강화사업』을 위한 경제적 타당성 분석

【표 4-1】 잠베지아 내 전체 수혜대상자	87
【표 4-2】 사업 예산 세부 내역	88
【표 4-3】 사업 연구 논리모형(PDM) 종합	91
【표 4-4】 사업 예산 세부 내역	94
【표 4-5】 USAID의 사업비용 분석	95
【표 4-6】 USAID의 사업성과 분석	95
【표 4-7】 KOICA와 USAID의 사업 목표치 비교 결과	96
【표 4-8】 민감도 분석(Sensitivity Analysis)	97

서론



I. 연구 배경 및 기획 의도

본 연구는 한국국제협력단(Korea International Cooperation Agency, KOICA) 사업 담당자의 경제적 타당성 분석과 관련된 주요 개념 및 방법론 등 기본적 이해를 돕고, 향후 각자 사업의 타당성 분석시 본 연구의 사례 분석부분을 참고 자료로 활용토록 하기 위해 기획되었다.

그간 KOICA는 경제성분석의 중요성을 인식하고 외부 전문가의 자문 등을 통해 적용가능성을 고민해왔다. 또한, 사업 예비·기획 단계 산출물의 항목 중 하나로 경제성분석을 포함시키기도 하였으나, 대규모 인프라 위주의 사업을 제외하고는 구체적으로 분석을 한 사례가 드물었다. 그러나 원조효과성 논의와 함께 세금 책무성(value for money), 증거기반 의사결정 등의 요구가 점차 증가되고 있으므로 앞으로 다양한 분야의 공적개발원조(Official Development Assistance, 이하 ODA) 사업에서의 경제성 분석 필요성도 점차 증대될 것으로 예상된다.

본 연구는 서론 부분에는 사례 분석에 앞서 필요한 경제성 평가의 개념 및 현황, 방법 등 전반적 개요와 경제성 평가와 관련된 향후 정책 및 제도적 방향 등에 대해 간략히 제시하였다. 이후 본론 부분인 사례 분석 부분에는 3개 KOICA 사업 대상으로 수행한 경제성 분석 사례를 제시하였으며, 결론은 각 사례 분석 연구의 마지막 부분에 각각 기술하였다.

본 연구는 ‘직원 참여형 연구 방식’으로서, 공모를 통해 참여한 직원이 ① 경제적 타당성 분석교육 이수 후 ② 분야별 프로젝트사업 대상으로 경제성평가를 시행하고, ③ 보고서를 작성하는 방식으로 진행되었다. 2016년 초에 내부 직원 대상으로 경제적 타당성 기본이론 교육을 실시 하였으며, 이후 총 3~4인으로 구성된 3개 연구팀이 구성되어 총 6개월간 지도 교수(KDI 이계우 교수) 아래, 교육, 보건, 에너지 사업 3개 분야의 시범사업을 선정하고 경제성 분석 세미나를 2016년 6월~11월까지 총 6회 실시하였다.

각 세미나를 통해 각 사례별 경제성 분석을 단계별로 시행하고 분석 과정을 공유하는 활동을 실시하였다. 이를 통해 3개의 서로 다른 사업 특성을 가진 다양한 경제성 평가 사례와 기법(비용편익분석, 비용효과 분석)을 제공함으로써 향후 유사 사업의 경제성 분석을 적용하는데 참고 자료로 활용 가능토록 하였다. 3개 시범 사업은 아래 표와 같으며 1~2번 연구는 연

구 분석 데이터 확보 측면에서 기종료된 사업을 대상으로 하였고, 3번 연구는 사업기획 단계에서 시행하였다.

〈표 1-1〉 본 연구 분석 사례

사업명	연구참여자	분야	경제성분석
1. 에콰도르 갈라파고스 태양광발전소 건립사업 (2010-2015 / 1000만불)	한근식, 기경석, 이지은	환경	비용-편익분석 (cost-benefit)
2. 네팔 티카풀지역 보건의료환경개선사업 (2011-2015 / 550만불)	이상미, 고요한, 오수현, 양현우	보건	비용-편익분석 (cost-benefit)
3. 모잠비크 잠베지아주 초등학교 환경개선 및 교육역량강화사업 (2016-2019 / 650만불)	김지현, 박인혜, 김수진	교육	비용-효과분석 (cost-effectiveness)

II. 경제성 평가의 개념 및 현황

1. 경제성 평가 개념

‘경제적 타당성 분석’은 그 사업이 어느 정도의 경제적 가치가 있는 사업인지를 파악할 수 있도록 함으로써 사업에 대한 정확한 이해를 돕는 과정이며, 분석 결과는 향후 정책적 차원의 분석에 있어서 가장 기본적이고 필수적인 자료로 활용 된다(KDI, 2004).

경제성 분석은 통상 국가 공공투자사업을 대상으로 사업 시행단계에서 타당성 검증 요소 중 하나로서 실시하게 되며, 이는 주어진 공공의 사업목표 달성을 위해 보다 합리적이고 효율적인 예산 지출을 하기 위한 최선의 대안 도출을 위한 기술적 방법이라고 할 수 있다.

과거 1950년대에 미국 정부는 수자원 관리를 위한 강유역사업의 타당성분석 보고서를 처음으로 작성하였는데 오늘날 정부 사업평가의 기초가 되었고, 1965년에는 미국 정부가 각종 사회 프로그램을 확대하면서 재정팽창을 우려하여 정부 사업의 비용 및 편익분석을 시행한 기획예산제도를 통해 비용 편익 분석기법이 정교하게 발전되어 나갔다. 이후 1970년대에 와서는 UN, OECD, IBRD 등 국제 기구에서 개도국의 개발계획 또는 개발프로젝트 등의 사업성 분석에 광범위하게 활용되면서 점차 더욱 발전해왔다.

경제성 분석은 민간 사업의 사업 수익에 기초한 재무적 분석과는 달리 국민 경제 전체의 관점에서 필요한 공공목표 달성에 공헌하기 위한 분석이므로 단순히 현금흐름 분석이나 자본수익율 분석과는 다르다. 이에 국제개발협력사업을 포함한 공공투자사업의 경제성 분석은 통상 민간에서 실시하는 경제성분석과 혼동되어서는 안되며, 실제 경제성 분석의 목표나 내용 등은 매우 상이하다고 할수 있다.

경제성 분석 기법은 주로 사업 계획기간에 발생하는 미래의 비용과 편익의 흐름을 동일한 시점에서 비교 분석함으로써 여러 대안 중 최적의 대안을 선택하는 방식으로 진행되며, 주요 평가기법으로는 비용·편익비(B/C), 순현재가치(NPV), 내부수익율(IRR) 등이 있으며 구체 내용은 다음장에 기술하기로 한다.

한편, 경제성 분석은 사업선정 등 의사 결정의 분석도구로서의 유용성에도 불구하고 여러 문제점과 한계를 가지고 있는 것도 사실이다. 특히 개발도상국 사업의 경우 분석기법이 개발되어도 해외 사업 특성상 정보가 불충분하거나 정확도가 낮은 경우가 많아 분석 진행이 어렵거나 결과에 대한 신뢰도 문제가 수반되기도 한다. 분석 과정에도 다수의 시간과 전문가가 필요하기도 하다.

또한 분석 과정에는 많은 가정하에 미래에 발생할 비용과 편익을 추정하게 되는데 이 과정에서 정교한 논리 기반의 분석이 진행되지 않거나, 또는 무리한 계량화를 실시할 경우 객관성에 문제가 발생할 수 있다. 특히 분석 과정에서 분석전문가의 전문성이 매우 중요하지만 이해관계가 개입될 경우 분석 결과의 왜곡의 문제가 발생되기도 한다.

끝으로 경제성 평가 결과는 많은 의사결정 도구 중 하나이므로 무조건 경제성 평가의 잣대로 모든 사업을 평가하거나 최우선시 하는 것은 잘못된 것이다. 정치, 경제, 사회, 기술, 문화, 환경 등 매우 다양한 타당성 검토 요소를 경제성 분석 결과와 함께 균형있고 종합적으로 고려하여 최선의 대안을 선정하는 것이 바람직하다. 특히 국제개발협력 사업의 경우는 더욱 그러하다.

2. 경제성 평가 현황

국내 일반 공공사업의 경우 총사업비 500억원 이상 (국고 지원규모 300억 이상) 규모의 사업인 경우, 예비타당성조사를 진행하고 경제성 분석 결과를 제시하여야 한다. 그러나 ODA 사업의 경제성 평가는 예산배정의 여부를 판정하기 위한 것이 아니라 원조효과성 및 “ODA 사업의 질적 제고”를 위한 절차이므로 ODA 집행기관 자체적으로 추진하는 것이 필요하다. 특히 원조사업은 해당 기관의 전략적·정책적 방향성을 포함하여 종합적으로 검토될 필요가 있는 등 기존 국내 공공 프로젝트와는 차별적 특이성이 존재하므로 이를 고려해야 하며 구체적으로는 아래와 같이 요약 제시하였다.(KIEP, 2014)

- ODA 사업은 경제성보다는 공공성 측면에서 중요한 사업이며 원조사업의 효과성 및 품질관리가 더욱 중요하다
- ODA 사업의 프로젝트 기획은 다양한 분야에 걸친 사전조사가 필요하며, 현재 공공기관

이 해외사업에 적용하는 예비타당성조사와는 구별되어야 한다.

- ODA 사업은 국내 사업보다 위험요인이 크고 사업발굴과 선정에 거래비용이 높으므로, 국가 간 협약, 조약 등에 따라 사업 타당성과 관계없이 추진해야 하는 사업이 존재한다.
- ODA 사업은 한국정부와 수원국 정부 간 정보의 비대칭성 문제가 국내 사업보다 더 크게 나타날 가능성이 존재한다.
- ODA 사업은 단순히 경제성 분석에만 의존하지 않고, 정책적, 전략적, 환경·사회적 타당성 및 위험 요인분석 및 성과관리가 중요하다.

국제사회에서도 이러한 기조는 유사하다. 국제 사회는 기술/경제적 타당성 위주의 전통적 의미의 예비타당성 조사보다는 정책, 사회, 환경타당성 등에 대한 포괄적 사전조사를 중시한다. 즉 비용편익 분석 위주 보다는 원조효과성, 성과관리 제고를 위한 품질강화 절차로서 사전조사를 실시한다. 영국의 DFID의 경우, 국별 예산 편성 후 사업 발굴, 계획 단계에서 포괄적 타당성 조사 성격의 사업계획서(Business case)를 작성하는데, 이는 예산 편성 후 성과목표 달성을 위한 최적의 지원방식을 결정하고 비용대비 가치(Value for Money) 제고 수단으로 활용하고 있다. 일본 JICA의 경우 사업 발굴 단계에서 사업 준비 조사를 실시하고 예산 승인 후 사전평가를 별도 실시하는데, 사업 추진 여부 결정보다는 실행계획 수립과 품질 관리를 위한 심층조사 성격이다. 2억엔 이상의 사업은 상세 평가를 실시토록 하고 있다.(KIEP, 2014)

Ⅲ. 경제성 평가 방법

1. 비용편익 분석과 비용효과성 분석

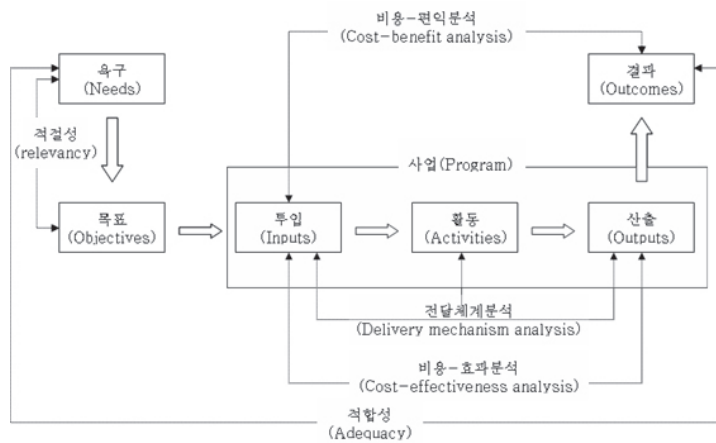
국내 공공사업 뿐 아니라, 개발도상국 대상의 원조사업의 경제성 분석도 강조되고 있으며, 사업의 단계와 분석의 필요성 등에 따라 비용-편익분석(cost-benefit analysis) 혹은 비용-효과분석(cost-effectiveness analysis) 적용이 가능하다.

먼저 비용-편익분석(cost-benefit analysis)¹⁾은 [그림 1]과 같이, 투입(inputs) 대비 향후의 결과(outcomes)를 금전화하고 이를 상호 비교함으로써 사업의 경제성을 평가하는 작업이다. 예를 들어 동 연구 사례 중 에콰도르 갈라파고스 태양광 발전소 건립사업은 투입 사업비와 사업 성과(outcomes), 즉 온실가스 저감, 안정적 에너지 공급, 일자리 창출 등의 편익을 금전화하고 이를 상호 비교하는 비용-편익분석을 실시하였다. 또한 네팔 티카폴 지역 보건의로 환경개선사업의 경우, 투입 사업비 대비 시설 분만을 증대를 통해 얻을수 있는 성과(outcomes), 즉 신생아 사망률 감소에 따른 편익을 금전화하고 상호 비교하는 비용-편익분석을 실시하였다

비용-효과분석(cost-effectiveness analysis)은 투입(inputs) 대비 직접적인 효과(outputs)를 비교함으로써 최소 비용으로 사업 효과를 달성하거나, 주어진 예산 하에 최대 효과를 선택하기 위해 평가하는 작업이다. 주로 비용 편익 분류 및 측정이 제대로 이뤄지기 어려운 보건, 교육 등 사회개발분야 사업에서 주로 활용된다. 동 연구의 사례 중 모잠비크 잠베지아 주 초등학교 환경개선 및 교육역량 강화사업이 여기 해당된다. 동 사업을 수행하는 UNICEF와 이전에 동일한 사업을 수행했던 USAID의 사업을 비교하였다. 철자인식이라는 효과(output)에 대해 투입되는 사업비용과 사업성과를 분석하여 비용대비 효과를 분석하였다.

1) 동 연구의 사례 중 에콰도르 및 네팔 사례 참고 가능하다.

〈그림 1-1〉 비용-편익분석과 비용-효과분석



자료: McDavis and Hawthorn(2006), Program Evaluation and Performance Measurement: An Introduction to Practice.

2. 경제성분석과 재무분석의 차이

경제성 분석(economic analysis)은 공공 사업의 비용과 편익을 국가 전체적 복리(welfare) 관점에서 최대 순편익을 얻을 수 있도록 경제적 비용·편익을 계상하여 타당성을 평가하는 방법이다. 반면 재무 분석(financial analysis)은 사업시행 주체가 개별 사업을 통해 목표로 한 금전적 수익률(profit) 관점에서 금전적 비용과 편익(수입)을 추정하여 이에 따른 재무적 수익률을 평가하기 위한 작업이다. 즉 수익성 분석의 개념이다.

경제성 분석이 사회전체에서 바라보는 분석이라면, 재무 분석은 해당 사업이 사업시행자에게 충분한 대가와 수입을 보장하는지를 확인하는 작업이다. 이러한 경제성 분석과 재무 분석의 목적과 관점의 차이는 비용 편익 평가 과정에서도 차이가 발생하게 되는데 주요 내용은 아래 표와 같다.

〈표 1-2〉 경제성 분석과 재무 분석 비교

구분	경제성 분석	재무 분석
편익	공공재(운행비 절약, 시간가치 절약)	수입(사용료 등)
비용	경제적 비용 (세금, 정부보조금 등 불포함)	회계학적 의미의 비용 (세금, 정부 보조금 등 포함)
상품, 임금, 환율 등	잠재(shadow) 가격, 임금 및 환율	시장(market) 가격, 임금 및 환율
할인율	사회적 할인율(자본의 기회비용)	재무적 할인율(시장이자율)

출처 : 재무적 타당성분석²⁾, 저자수정

상기 표에서 보면 경제성 분석은 비용 측정시 세금, 정부보조금 등의 요소를 불포함하게 되는데 이는 국민경제적 관점에서는 해당국 정부와 사업시행 주체간 이전 비용에 불과하므로 반영하지 않는다. 또한 상품, 임금, 환율 등 여러 가격 관련 요소의 측정시에도 현실의 시장가격은 불완전 시장하에 자원의 진정한 사회적 가치가 반영되지 않으므로 경제적 왜곡이 발생하므로, 경제성 분석시에는 잠재가격(shadow price)을 활용한다. 할인율의 경우에도 재무분석에서는 시장이자율 등 상업적 수익 확보를 위한 할인율이 필요하지만, 경제성 분석은 사회 전체 관점에서 자본의 기회비용을 고려하여 국민 편익 증진을 목적으로 한 사회적 할인율을 반영하게 된다. 참고로 재무적 할인율에 비해 사회적 할인율이 통상적으로 다소 낮은 편이다.

3. 경제성 평가 과정

경제성 분석은 ① 문제 및 지원근거 설명 → ②구체 대안 분석 → ③논리모형개발(PDM 분석) → ④분석을 위한 기준 지표 설정 → ⑤비용산정 → ⑥편익 산정 → ⑦비용-편익 비교 → ⑧민감도 분석 → ⑨ 결과 요약의 과정을 거친다. 이 과정은 비용-효과 분석과 비용-편익 분석 시에 다르게 적용될 수 있으며, 해당 사업의 단계(사업 착수 전, 중간, 종료 후)에 따라 다르게 적용될 수 있다.

2) http://www.google.co.kr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0ahUKEwjpsvn8ltfRAhWBHJQKH49DfcQFggYMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.incheon.go.kr%2Fprogram%2FfileDownload.do%3FfileNo%3D470595&usq=AFQjCNEFx-eci2fIHx0_s5EBtdKMkue6uQ&bvm=bv.144686652,d.dGo

1) 문제 및 지원근거 설명

이 단계는 주로 사업기획 단계에서 경제성 분석을 시행할 때 필요한 과정이다. 사업의 문제에 대하여 구체 근거(문헌, 통계, 인터뷰 등)를 바탕으로 현재 어떤 일이 일어나고 있으며, 사업이 시행되지 않을 경우 어떤 현상이 향후 벌어질 것인지 설명하는 단계이다. 특히 해당 국가의 지원 요청이나 중장기 정책목표 등 정성적 내용보다는 정량적 근거를 제시하면 사업의 지원 정당성(justification)이 분명히 설명될 수 있다.

2) 구체 대안 분석

문제 해결을 위해서는 여러 가지 방식의 해결 대안이 있을 수 있다. 해당 사업의 문제 나무(problem tree)를 작성해보고 적어도 2가지 이상의 대안을 검토 하고 보다 경제적이면서 효과적인 대안 선택에 대한 과정이 필요하다. 이때 현재 상황에서 아무런 대안이 실행되지 않았을 경우 발생하는 상황을 대안 1로서 선택할 수도 있다(do nothing). 대안 2 또는 그 이상의 대안들은 문제 해결을 위한 여러 가지 선택지를 구성하여 제시할 수 있다. 경제성 분석은 투입 비용대비 편익을 극대화하는 대안을 선정하는데 도움이 된다.

3) 논리 모형 검토

사업 구성 요소가 정해지면 논리 모형(PDM, Project Design Matrix)을 구성하고 투입(활동)-산출-결과-영향(inputs or activity-outputs-outcomes-impact)에 이르는 연결 고리가 논리적으로 설정되었는지 검토 한다. 이 단계가 경제성 평가의 가장 기초가 되는 중요 작업이며 논리모형 구성이 잘못될 경우 후반부의 평가는 무의미하다. 특히 수립된 가정 하에서 무엇을 성과(편익)로 증명할 것인지 정확히 하는 것이 중요하다.

참고로 수자원, 에너지 등 경제개발 사업에 비해 교육, 보건 등 사회개발 사업의 경우 주요 편익들은 양적 화폐단위로 사업의 성과를 환산하기가 용이치 않다. 예를 들어 교육 사업의 경우 주로 개발도상국가의 교육의 질 향상이 사업 목표로서 지표로는 시험점수, 취업률, 소득 증가율 등이 활용된다. 보건 사업의 경우 역시 의료서비스 질향상이 주요 목표인데 유병률 감

소, 사망률 감소, 빈곤층 무상의료율 등 지표가 사용된다. 따라서 이러한 지표를 금전화가 가능한지, 선택된 지표가 사업 성과를 적절히 증명할수 있는지 검토할 필요가 있으며, 이것이 어려울 경우 비용-효과 분석을 활용할 수 있다.

4) 기준 지표 설정

비용이나 편익 산정을 위한 준비단계로서 경제성 평가를 위한 기본 기준 지표들을 검토할 필요가 있다. 주로 할인율, 총사업기간, 총사업비, 수혜자수, 주요 산출물 등의 기준을 정리하면 된다. 특히 할인율은 사업의 기술적, 재무적 지표를 포함한 전체 사업성에 큰 영향을 미치므로 이를 적절히 산정하여야 한다. 총 사업기간은 단순히 사업시행 기간뿐 아니라 완공후 운영기간까지 포함하여 설정하여야 한다. 또한 비용과 편익 산정을 위한 기간은 동일 하여야 상호 비교가 가능하다. 총 사업비 측정도 우리 정부의 원조자금 외에 해당국의 투입 사업비를 포함하여 산정해야 한다. 기타 수혜자수, 주요 산출물 등과 관련된 기준을 정하여 비용 및 편익 산정 과정시 일관되게 적용하여야 한다.

5) 비용 산정

투입물(inputs과 activities)에 대한 사업 시작~종료까지 투입되는 모든 누적 비용(incremental costs)에 대해 산출하여야 한다. 원조 사업의 경우, 한 개의 사업비용에 한국에서 지출된 비용과 개발도상국 현지에서 지출된 비용, 제3국에서 지출된 비용이 모두 포함될 수 있는데, 한 개의 공통된 화폐(예: USD)로 변환해주어야 한다. 또한 인플레이션 및 전환계수(conversion factor) 적용 등도 필요하다. 사업 종료는 프로젝트 시행 종료일이 아닌 최종 운영종료일이므로(예 : 태양광 사업은 통상 20년을 설정), 투입비용도 종료 시까지 해당 국가가 지출하는 유지보수 비용까지 모두 포함되어야 한다.

6) 편익 산정

사업의 목적 (outcome)이나 영향(impact)에 대해 사업을 통해 얻어진 누적 편익

(incremental benefits)을 산출하여야 한다. 유의할 점은 사업 시행 유무(with/without project 비교)에 따라 해당 사업을 통해서만 발생하는 순 편익만 산정해야 한다. 사업 시행이 없더라도 발생할 편익은 제외하여야 한다. 아울러 편익 산정시 환경 개선 등 사업시행에 따라 파생적으로 발생하는 공공적 외부 효과(external effects)까지 모두 포함하여야 한다. 비록 정량적 검증이 어렵다고 하여도 사업의 편익을 적시하는 것은 차후 사업 선정을 위한 의사 결정에서 참고 근거가 될 수 있다. 그리고 각 편익 산정 후 상호 중복 계상되는 오류가 발생할 수도 있으므로 이를 유의할 필요가 있다.

7) 비용-편익 비교

산정된 비용 및 편익을 상호 비교함으로써 비용편익분석(Cost-Benefit Analysis)을 통해 결과를 측정한다. 비교 방법에는 순현재가치(Net Present Value: NPV), 편익·비용 비율(Benefit-Cost ratio: B/C), 내부수익률 (Internal Rate of Return: IRR)의 세 가지가 주로 이용되는데, 각 방법상 장단점이 있으므로 사업 특성에 맞게 활용할 수 있으며, 세 가지 방법을 모두 활용하면 보다 다양한 관점에서 타당성 평가를 할 수 있다.

〈표 1-3〉 비용-편익 비교 방법

분석기법	판단	비교 방법	장점	단점
편익/비용 비율 (benefit-cost ratio: B/C)	$B/C \geq 1$	총편익과 총비용의 할인된 금액의 비율, 즉 장래에 발생될 비용과 편익을 현재가치로 환산하여 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눠서 평가	• 이해용이 • 사업규모 고려 가능	• 상호배타적 대안 선택시 오류발생 가능
순현재가치 (net present value: NPV)	$NPV \geq 0$	사업 실시에서 종료시 까지 미래에 발생할 비용과 편익을 현재가치로 환산하여 비교하여 평가	• 대안선택시 명확한 기준제시 • 장래발생편익의 현재가치 제시 • 타분석에 이용 가능	• 이해어려움 • 대안 우선순위 결정시 오류발생 가능
내부수익률 (internal rate of return: IRR)	$IRR \geq r$	사업기간 동안의 현금수익 흐름을 현재가치로 환산하여 합한 값이 투자 지출과 같아지도록 할인하는 이자율과 비교하여 평가	• 사업 수익성측정 가능, • 타 대안과 비교 용이 • 평가과정 및 결과이해 용이	• 사업의 절대규모 고려하지않음. • 몇 개의 내부수익률이 동시 도출가능성 내재

출처 : 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완연구(제5판 p56, 2008)를 참조하여 저자 일부 재구성

8) 민감도 분석

경제성 평가는 많은 가정 하에 이뤄지므로 미래에 실제 집행 시에는 분명 차이가 발생할 수 있으며, 이는 사업의 리스크 요소로 나타날 수 있으므로 리스크 분석이 필요하며 이를 위해 민감도 분석을 시행한다. 민감도 분석은 가정이 변할 때 결과치의 변화를 검토하는 과정으로서 예를 들어 할인율이 10%, 20% 증가 시 결과값의 변화라거나, 총 공사비의 증가, 사업기간의 연장 등 해당 사업 특성에 맞게 설정할 수 있다.

9) 결과 요약

경제성 평가 단계를 거쳐 최종 결과에 이르면, 이를 일목요연하게 종합적으로 정리함으로써 사업 전체에 대한 평가 결과를 쉽게 이해할 수 있다. 특히 사업을 통해 달성될 목표나 영향 등을 정량적으로 제시함으로써 사업 시행이나 선정의 근거로 활용될 수 있으므로 이를 명확히 요약 제시하는 것이 필요하다.

Ⅳ. 경제성 평가 도입 관련 제언

무상원조 사업과 국내 일반 공공사업과는 여러 가지 상이한 특성을 가진다. 국내 사업의 경우, 예비 타당성조사의 결과가 사업 추진에 중요한 요소가 되나, 무상원조의 경우 경제성만으로 사업의 타당성을 결정하기 힘들다. 그럼에도 불구하고 경제성 분석 기법은 사업의 추진 근거와 사업 타당성 검증을 위한 하나의 중요 평가 도구임에는 틀림이 없으며, 이를 적절히 활용한다면 사업 대안들의 비용과 편익을 비교하여 최선의 선택을 도출할 수 있다.

사업은 통상 사전 평가, 중간 평가, 최종 평가, 영향 평가 등의 단계별 평가 과정을 통해 품질이 관리 된다. 경제적 타당성 분석은 사업의 사전 평가 중 하나로서 사업 기획단계에서 최적의 사업 구성요소 채택이 가능하고, 적절한 성과 목표치 설정에 활용될 수 있다. 다만 경제성 평가의 단일 요소가 아닌 사회, 경제, 환경, 문화, 기술 등 여러 평가 요소와 함께 복합적으로 고려되어 사업을 선정하게 된다. 사업 종료 단계에서도 원조사업의 성과관리 측면에서 경제성 평가기법은 도움이 된다. 예를 들어 사업 종료단계에서의 사업 성과의 계량적 측정을 통해 사업 최종 성과를 측정할 수가 있으며, 심층적으로 사업 종료 이후 필요시 영향 평가를 실시할 경우에도 활용될 수 있다.

따라서 경제성 분석이 시행단계의 목적 외에도 성과 관리 차원에서 유용하게 활용할 수 있다는 점에서, 향후 이를 위해서 경제성 평가 관련 정책 및 제도적 기반 마련, 인적 역량 강화, 방법론 개발 및 축적 등의 노력을 통해 점차 내재화하고 확대 발전시켜 나갈 필요가 있다.

1. 경제성 평가 관련 정책 및 제도적 기반 마련 필요

ODA 사업 예산이 매년 증가되고 단위 사업규모가 점차 확대됨에 따라, 향후에는 일정 규모 이상의 대형 인프라 사업의 경우엔 경제성 분석 기법을 활용한 사업 타당성 검토가 필수항목으로 포함될 필요도 있을 것으로 판단된다. 따라서 경제성 분석을 조직차원에서 내재화 하고 발전시켜 나가기 위해서는 경제성 평가가 필수적으로 수행되어야 할 대상 사업과 유형, 사업 심사시 검토 강화 등 제도 및 정책적 기반 마련 등이 필요하다. 제도적 장치가 마련되어야 경제성 평가 사례가 더욱 축적되고 ODA 사업에 적합한 경제성 평가기법을 발전시켜 나갈수

있기 때문이다. 아울러 구체적인 경제성 평가 절차와 방법 등 기술적 사항에 대해서도 가이드라인 혹은 지침의 개발이 요구된다.

1) 경제성 평가 대상사업의 규모 검토

우선 사업 예산 규모 관점에서 KIEP 연구(2014)에 따르면 KOICA 사업 규모가 사업효율성 및 관리의 효율성 제고를 위해 점차 대형화 되고 있는 추세임을 감안, 시범 적용할 사업으로는 KOICA 사업규모에서 상위 3% 내 해당하는 1,500만 달러 수준이 적절하며 적용범위를 중장기적으로 점차 확대해나가는 방안 검토를 제시하였다. 또한 15년 1월 제20차 국제개발협력위원회는 ODA 사업 성과제고를 위하여 대형사업의 사전검증 강화 목적으로 대규모 프로젝트 사업에 대해 '15년부터 사전 심층조사를 도입·시행키로 하였으며, EDCF·KOICA는 각각 2억불·1,500만불 이상의 사업에 대해 사전 심층조사를 실시하고, 조사 결과를 위원회에 보고토록 하고 있다.

따라서 본 연구는 향후 무상 ODA 사업에서 대규모(US\$ 1,500만) 사업의 경우에는 필수적으로 시행하되, 그 외 사업은 초기 타당성 검증, 사업품질 및 성과관리 등의 목적에서 필요한 경우 경제적 타당성 분석을 자체 시행해 나가고, 시범 사업으로 활용하여 점차 원조사업에 적합한 경제성 분석 기법을 축적해나감에 점진적으로 확대해 나갈 필요가 있다.

2) 경제성 평가 대상사업의 유형 검토

경제성 평가 대상 사업유형은 경제개발 분야 사업 중 에너지, 수자원 등 인프라 비중이 높은 사업의 경우엔 어느 정도 적용이 용이할 것으로 판단되므로 우선적으로 평가 대상으로 고려할 수 있다. 다만 경제개발 사업이라도 사업 구성 요소가 단순히 건축 및 기자재 외에 다양한 기술협력 요소가 복합적으로 구성될 수록 적용상에 어려움이 있을 수 있다. 보건, 교육 등 사회개발분야는 경제적 편익을 금전적으로 측정이 어려운 경우가 많아 비용편익 분석이 쉽지 않으므로 대안으로 비용 효과성 분석을 활용할 수가 있다.

또한 사업 유형에 관계없이 기획단계에서 사업의 경제성 검증이 중요한 요소로 판단이 되

거나, 사업의 대안간 평가가 필요하거나, 사업 효과를 정책적으로 관리할 필요가 있을 경우 등 필요에 따라 시행할 수 있다.

2. 엄격한 논리모형 기반의 사업기획 및 관리 필요

경제성 분석의 선행 조건으로서 사업논리 모형을 정확하고 명확히 구성하는 것은 매우 중요하다. ODA사업의 경제성 분석을 위해서는 사업을 논리모형 기반 하에 사업을 기획하고 이를 종료 시까지 관리할 필요가 있다. 특히 사업의 구성요소가 다양하고, 사업의 산출물(output) 및 목표(outcome)가 여러 가지인 경우, 사업의 핵심 산출물과 목표가 무엇인지를 정하고, 이를 입증할 만한 데이터를 수집하여야 한다.

이를 위해서는 ① 사업의 논리모형(투입-산출-목표)이 명확하고, ② 이를 측정하는 지표가 정확하며, ③ 기초선 조사(baseline survey), 주기적인 모니터링 및 종료조사(endline survey)를 통해 데이터를 취합·관리하여야 한다. 이러한 과정이 사업 기획단계에서 제대로 정립되지 않을 경우 사업 타당성 평가뿐 아니라 사업 종료 단계의 사업의 성과 평가까지 영향을 미치므로 매우 중요하다고 볼 수 있다.

3. 원조사업에 적합한 경제성 평가 방법론 개발 필요

원조사업의 경제성 평가 기법은 원칙적으로는 경제성 평가 원칙을 준수하여 시행하지만 분석 과정에서 국내 공공사업의 경제성 평가와는 다르게 여러 한계점이 존재한다. 예를 들어 개발도상국 대상의 원조 사업은 해외에 소재하므로 정보의 비대칭성과 통계 세부 데이터의 부족 등으로 경제성 분석에 어려움이 많다. 개발도상국의 경우 주요 사회경제 데이터가 매우 부족하고 관련 연구도 매우 적고, 설사 있다고 하더라도 주로 국가 수준의 데이터이므로 지역 사회 대상의 사업의 경우 데이터 부족으로 분석이 어려울 수 있다. 또한 경제성 분석에는 단 시간 현지 조사로 수행이 가능하지 않으며 다수의 시간이 필요하나 사업 사이클 상 충분한 시간적 여유가 없는 경우가 많아 소규모 원조사업에서는 시행하기가 쉽지 않다. 또한 경제성 분석 실행을 위한 원조 사업에 적합한 평가 방법론 개발, 세부 지표별 검증방법 개발 및 축적, 사용자 친화적인 간편한 분석 툴 개발 등 여러 기술적 지원도 요구 된다. 따라서 경제성 평가

기법의 도입 및 활용 확대를 위해서는 원조기관의 사업 성격이나 절차에 적합한 평가 기법과 방법론 개발 등을 통해 지속적으로 개선 발전시켜 나가는 노력이 요구 된다.

4. 직원 및 외부 전문가의 평가 역량강화 필요

ODA 사업의 경제성 평가에 경험이 많은 내외부 전문가들이 많지 않다. 이는 민간사업의 재무성 평가와 달리 공공사업의 경우 경제적 편익을 측정해야 하므로 평가 기법이 상이하여 더욱 그러하다. 또한, ODA 사업 담당자가 경제성 평가 기법을 습득 하는데는 많은 학습 시간과 사업 적용 경험과 노하우가 요구되므로 많은 학습의 기회가 누적되어야 한다. 이를 해결하기 위해서는, 조직차원의 경제성 분석 지침에 따라 역량강화 프로그램 및 전문가들이 참여할 수 있는 다양한 기회 발굴이 필요하다.

『에콰도르 갈라파고스 태양광 발전소 건립사업』 을 위한 경제성 분석

연구개발팀 한근식
기후환경팀 기경석
이지은

『에콰도르 갈라파고스 태양광 발전소 건립사업』 을 위한 경제성 분석

기경석 · 이지은 · 한근식

요 약

에콰도르 갈라파고스 지역은 유네스코 자연유산으로 생태보호가 필요하나 디젤발전으로 인한 대기오염물질 배출, 디젤유 해양유반 사고위험, 부족한 전력 확보 등 다중적 문제를 안고 있다. 에콰도르 정부는 문제 해결을 위하여 “Zero Fossil Fuels for Galapagos” 정책을 통해 이 지역의 전력을 전부 신재생에너지로 대체할 계획을 수립하고 KOICA에 지원을 요청하였다. 이에 KOICA는 1.5MW 규모의 태양광 발전소 건설과 시설 유지관리 기술전수 등 친환경에너지 확대와 전원수요 충족, 환경보전과 기후변화 대응 등을 목표로 사업을 추진하였다.

태양광발전소 건립 사업은 인프라 구축이 포함되는 사업으로 여타의 사회적 요소의 사업과의 비교를 통해 사업 효과성 및 경제적 타당성을 증명하고자 비용편익 분석(Cost-Benefit Analysis)을 시도하였다. 그 결과 순현재가치(NPV)는 총 378만불의 순편익(net benefit)이 발생하며, 비용편익비율(BC ratio)는 1.46로써 1보다 크므로 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 사업의 주요 편익으로는 1) 에너지 절감 및 안정 등 경제적 효과(3,545 MWh의 전력 공급과 디젤연료 2,941,620gal 절감), 2) 기후변화, 생태보전 등 환경적 효과(38,520톤의 CO2저감, 해양 유류사고 리스크 저감 관련 연간 216,864불 절감 효과, 대기오염물질 저감으로 인한 연간 108,600불 사회적 비용 감소), 3) 전력공급 등에 따른 사회경제적 효과(가구당 연간 298불의 부가가치) 등 크게 3가지(경제적, 환경적, 사회적) 부문에서 편익이 도출되었다.

본 연구의 의의는 신재생에너지 ODA사업의 경제적 편익을 BC 분석을 통해 증명함으로써(evidence-based), 신재생에너지 사업의 추진 근거(rational)를 제공하고, 사업의 효과(impact)를 정량화함으로써 국민 등 이해관계자에게 설명함으로써 책무성을 높일 수 있다는 점이다. 연구의 한계로는 사업내용이 확정된 종로사업을 대상으로 연구하여 초기 대안분석은 생략된 점과 금전화가 용이치 않은 편익(대기오염 감소에 따른 환경보건효과, 지역경제 파급효과 등)은 측정되지 않은 점 등이 있으며, 이는 향후 과제로 남긴다.

I. 서론

갈라파고스는 유네스코 지정 세계자연유산이자 세계에서 단위면적당 생물다양성이 가장 높은 지역으로 생태학적 의미가 높으며, 에콰도르 정부는 1988년 특별보호법을 제정, 동 지역의 환경보존을 위하여 산업개발 및 주민 수 등을 엄격히 제한하고 있다.

그러나 2001년 1월 16일 갈라파고스 제도 근처의 해역에서 유조선이 전복하면서 90만 ℓ의 기름이 흘러나오는 등 생태계를 위협하는 사건이 발생하였으며, 관광객 증가와 개발로 인한 환경훼손, 기후변화로 인한 수온변화로 인하여 2007년 유네스코 위험유산목록(Heritage in Danger)에 등재된 바 있다. 또한 에콰도르는 2009년 40년만의 최악의 가뭄으로 수자원이 고갈되어 에콰도르 최대 수력발전소(Paute : 1,000MW)의 발전이 제한됨에 따라 전력 비상사태를 선포한 바 있어 에너지 공급을 위한 신규자원의 개발 또한 시급한 실정이었다.

이에 에콰도르 정부는 2007년 2월 갈라파고스 지역의 생태보호를 위해 “Zero Fossil Fuels for Galapagos” 정책을 수립하고, 2007년에 전력 및 신재생에너지부를 신설, 2020년까지 전체 발전량 중 화력발전 비율을 약 34%에서 10%로 줄이면서, 태양광 및 풍력발전 비율을 2%까지 증가시킬 계획을 세웠다. 이와 같은 배경하에, 에콰도르 정부는 해당 지역에 늘어나는 미래 전력수요(2020년 약 8.5MW)에 대응하고 화석연료 사용을 억제하기 위해서 1.5MW 규모의 태양광 발전소 건설과 시설관리 및 운영을 위한 연수 등을 우리정부에 무상원조사업으로 2009년에 약 1천만 불 규모로 요청하였다.

갈라파고스 1.5MW 태양광 발전소 건립사업은 KOICA 에너지분야 프로젝트 가운데 사업 규모가 가장 큰 사업임과 동시에 신재생에너지 분야 프로젝트 사업 중 태양광 발전용량이 가장 커 향후 유사 프로젝트 수행 시 참고 및 적용이 가능하다. 또한, 동 사업대상지가 갈라파고스섬으로 도서지역인 점 때문에 발전단가가 타 지역에 비해 높고, 환경보호 및 전력안정화에 따른 사회적 편익이 매우 중요시 되는 사업으로 경제성분석에 적합한 모델로 검토되었다.

또한, 사업타당성 조사 당시 기존 디젤발전시스템에서 기초선 조사가 충분히 이루어진 점과 현재 사업이 완료되어 정상 가동 중인 1.5MW 태양광 발전소 운영데이터의 추가 활용을 통해 온실가스 감축량 산정 등 여러 편익 측정에 유리한 점도 경제성분석 시범 대상으로의 선

정 근거가 되었다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. I 장에서 분석의 필요성과 사업선정의 배경을 간략하게 다룬 후, II장에서는 태양광사업 경제성분석 관련 선행 연구결과를 정리한다. III장에서는 동 사업의 세부내용을 정리하고 IV장에서는 경제성 분석의 방법론 및 데이터 확보, 분석 결과를 다룬다. 마지막으로 V장에서 결론 및 한계에서는 분석을 통해 얻어진 결과 정리 및 동 연구의 한계점과 향후 연구과제와 방향을 제시하도록 한다.

II. 선행 사업 및 연구

공공사업은 일반 민간사업과 같이 수익성을 측정하는 재무적 분석(financial analysis)과 달리, 다양한 편익 및 국민의 복리증진 측정이 주요 목표이며 성과로 직결된다. 그러므로 단순한 사업수익성이 아닌 국민경제 전체의 복지에 영향을 미치는 사회-경제-환경적 효과를 총체적으로 분석하는 경제성 분석(economic analysis)을 실시한다.

신재생에너지 사업의 경우 초기 투자비가 일부 국가에선 화석연료 기반의 발전시설단가 수준에 비슷해졌지만 아직도 대부분 국가에선 석탄이나 디젤발전 대비 최소 1.5~2배 이상 비싼 전력원으로 인식되고 있다. 이에 많은 국가는 신재생 에너지사업이 수익성이 낮아 민간 사업으로 시행이 어려우므로 공공기관이 직접 시행하거나, 민간에게 보조금³⁾을 지급하여 사업을 시행하도록 권장하고 있다.

신재생에너지가 재무 수익이 낮음에도 불구하고 대부분의 국가에서 미래 전력원 중에 하나로서 이를 적극 권장 및 시행하는 이유는 사업 수익성이라는 협의적 측면이 아니라 석유 등의 수입재 대체 효과, 온실가스 저감, 환경보전 증진 등 광의적 측면에서 국민 경제 전체의 관점으로 볼 때 편익이 훨씬 더 크기 때문에 보조금을 제공하면서 까지 시행하는 것이다.

이러한 국민 경제적 편익들은 정성적인 설명으로는 투입 비용대비 어느 정도의 효과가 있는지 알 수가 없다. 따라서 비용편익 분석기법을 통해서 주요 편익에 대해서 정량화 가능한 지표를 선정하거나 정량화가 어려울 경우 대체지표를 선정하여 이를 최대한 화폐화(monetization)시키고 이를 합산한 편익의 가치가 비용보다 클 경우, 사업 시행의 타당성이나 시행 근거, 사업 파급효과 등을 설명하는데 매우 유용한 자료로 활용할 수 있을 것이다.

따라서 본 장에서는 신재생에너지 분야의 주요 편익을 중심으로 현재 사용되고 있는 지표를 타 연구를 통해 검토하는 한편, 경제성 평가에 유용하게 사용되고 있는 소프트웨어 프로그램들에 대해서도 간략히 소개하고자 한다.

3) OECD 등 국제사회는 화석연료에 제공되는 보조금은 자원 남용 등 시장왜곡의 이유로 보조금 철폐를 요구하나, feed-in-tariff (일명 발전차액보상) 등 각종 규제 혜택 등의 환경친화적인 보조금은 적극 권장하고 있다.

1. 지표 관련 선행연구

경제성 평가는 구체적으로 어떤 편익을 산정하고 어떤 지표로 측정할 것인지에 대한 선행 작업이 중요하다. 이와 관련하여 타 선행 연구 사례를 살펴보고 이를 참고하여 본 연구의 평가에 반영코자 한다. 우선 국내 관련 연구에서는 신재생에너지 연구개발의 경제성 평가지표로써 경제적 효과, 환경적 효과, 에너지 안정 효과, 지식 효과 등 4가지 편익 발생을 제안하고 있으며, 여기서 지식 효과 부분은 주로 연구형 사업의 경우 발생하는 편익이다.(안은영·김성용, 2005)

〈표 2-1〉 신재생에너지 경제성 평가지표

구분	비교 방법
경제적 효과 (Economic Benefits)	○ 에너지소비저감을 통해 발생한 에너지 비용절감 ○ 에너지 관련 서비스 비용절감 ○ 에너지 절약을 통한 spillover 효과 및 거시 경제효과 등 ○ 지역경제 발전에 기여하는 효과, 고용증대효과 등
환경적 효과 (Environmental Benefits)	○ 환경유해물질 배출저감으로 인한 사회적 비용저감 ○ CO2 저장 및 감소효과 ○ 폐기물 재활용 효과 ○ 환경관련 정보제공 등 관련 규제 및 정책개발 기여효과 등
에너지 안정적 효과 (Security Benefits)	○ 에너지 수입비용 절감 ○ 필요한 에너지를 적정가격에 구입하는데 기여하는 효과 ○ 안정적 에너지공급을 통해 사회에 기여하는 효과 등
지식 효과 (Knowledge Benefits)	○ 새로운 지식, 아이디어 및 연구기법 개발 ○ 전문인력 양성 및 보급 등

자료 : 안은영 외, 2005

해외 유사 연구로써는 미국 에너지부(Ministry of Energy)에서 개발된 ‘공공 신재생에너지 연구개발 프로그램의 파급효과의 비용편익평가 가이드’에서 신재생에너지 관련 주요 편익과 측정 지표 등을 제시하였다(Rosalie Ruegg, Gretchen B, Jordan, 2011). 동 가이드에서도 경제성 평가지표를 에너지 편익, 환경적 편익, 에너지 안보 편익, 지식적 편익의 4가지 유사 지표로 제시하고 있다.

〈표 2-2〉 신재생에너지 영향평가 측정

구분	비교 방법
에너지 편익 • 절약된 에너지 용량 • 재생 가능 에너지 용량	용량, 조 단위(Trillion Btu) 용량, 메가와트(MW)
환경적 편익 1) 대기오염물 배출 감소 • 이산화탄소 배출 감소(CO₂) • 이산화황 배출 감소(SO₂) • 질소산화물 배출 감소(NO_x) • 부유성 고형물 배출 감소(PM) 2) 건강관련 소요비용 절감 • 질병율(호흡질환, 만성 기관지염, 심장마비)과 사망률의 감소 • 감축된 대기배출로 인해 낮아진 건강관련 소요비용	100만 톤(ton) 기준 이산화탄소 배출량(MMTC) 톤(ton) 톤(ton) 질병율과 사망률 100만 혹은 10억 달러 기준
에너지 안보 편익 • 석유 소비 감소 • 천연 가스 대체 • 에너지 기반시설(인프라)에 미친 파급효과	휘발유 10억 gal 당 마일 상당(GGE); 100만 입방 피트 당 천연 가스; 수입된 석유 배럴 상당(BOE)
지식적 편익 • 특허, 출판 등 관련 지식 산출 및 결과물	산출물의 유형과 개수; 인용비율(citation rates); 후원 R&D와의 연계성; Citation Index값; 식별된 주요 특허권; 지식전파, 기술 및 산업연계성으로 파악 R&D의 지원으로 인해 연구 성과가 향상 및 진전된 해(years)
경제성 평가 측정지표 • 총 경제적 편익 • 순 경제적 편익(Net Economic Benefit)(할인률미부과시) • 3%와 7% 할인율 부과 시 순현재가치(NPV) • 공공투자에 대한 내부수익률(IRR) • 3%와 7% 할인율 부과 시 비용편익비율 (Benefit to Cost Ratio/BCR)	100만 혹은 10억 달러 기준 100만 혹은 10억 달러 기준 100만 혹은 10억 달러 기준 백분율(Percent) 비(Ratio)

자료: Guide for Conducting Benefit–Cost Evaluation of Realized Impacts of Public R&D Programs (Ruegg, et al, 2011)를 활용하여 저자 번역 및 재구성

국내·외의 문헌을 공통적으로 요약해볼 때 경제성 평가를 위한 지표로써 1) 전력생산이나 청정에너지원 채택에 따른 에너지저감비용 등의 경제적 편익과 2) 환경오염물질이나 이산화탄소 저감, 보건 등의 효과를 측정하는 환경적 편익, 3) 에너지 수입절감 및 안정에 기여하는 에너지 안보 편익, 4) 지식 산출물에 대한 지식 편익 등으로 요약될 수 있으며, 본 연구에서는 이러한 주요 편익 중 4번 항목을 제외한 나머지 편익에 대해 정량화가 가능한 지표를 선택하여 경제성 평가에 적용하기로 한다.

2. 타 공여국 평가사례 검토

타 공여국의 평가사례로는 영국의 국제개발부(Department for International Development, DFID)에서 수행한 “나이지리아 태양광 사업(Solar Nigeria Program, 2014-2020)”을 조사하였다. 동 사업의 경제성 분석 문서는 대외 공개가 되어있지 않기 때문에 자세한 정보 확인은 어려웠으며, 영국 정부의 원조정보 공개사이트인 ‘Development tracker’를 통해 일부 공개된 태양광 사업 관련 문서 중 경제성 분석결과를 포함한 나이지리아 사업 사례를 찾아 검토해 보았다. 나이지리아 태양광 사업은 총 3천 7백만 파운드(한화 587억 원)가 투입되는 대규모 사업으로서 나이지리아 라고스 주 농촌지역의 8개 보건센터와 200개 학교를 대상으로 태양광을 설치하는 것이 주요 사업 목표이다.

본 사업의 경제성 평가는 크게 정량적 편익과 비정량적 편익으로 구분하고 있으며, 탄소저감 효과, 석탄연료 대체 비용저감효과 등 ①~⑥까지의 총 6개의 편익에 대해 정량적/금전적 측정이 가능한 편익으로 제시하고 있다. 또한, ⑦~⑪까지는 에너지 안보, 태양광 공급사슬 강화 등 주로 거시적이며 사업 시행에 따른 간접적 외부 효과로써 측정이 용이하지 않은 지표에 대해서는 파급효과만을 기술하고 있다. 이는 금전화가 어려운 편익으로 경제성 평가 상에서는 미포함하고 있지만, 사업의 주요 편익으로써 타당성 보고서 상에는 이와 같은 편익을 적극적으로 제시하고 향후 검토 시 참고토록 하였는데 이는 의사결정시에 고려될 수 있으므로 중요하다고 판단된다. 본 사업에 대한 구체적인 사업계획 및 타당성 검토 내용은 본 지면의 한계로 인해 생략하며 필요시 상기 사이트에 접속하면 확인할 수 있다.

〈표 2-3〉 나이지리아 태양광 프로그램 편익 검토

발생 편익	정량화 여부 구분
① 탄소 저감효과	정량화 & 화폐화
② 석탄연료 대체에 따른 비용 저감	정량화 & 화폐화
③ 복지(welfare) 편익	정량화 & 화폐화
④ 교육 개선효과	정량화 & 화폐화
⑤ 건강 개선효과	정량화 & 화폐화
⑥ 태양광보급 관련 일자리 창출효과	정량화 & 화폐화
⑦ 에너지 안보/신뢰성 효과	확인된 파급효과(정량/화폐화 X)
⑧ 태양광 공급사슬 강화 효과	확인된 파급효과(정량/화폐화 X)
⑨ 경제활동 증진 효과 및 소비자 잉여효과	확인된 파급효과(정량/화폐화 X)
⑩ 대기오염 증진 효과	확인된 파급효과(정량/화폐화 X)
⑪ 학습 효과	확인된 파급효과(정량/화폐화 X)

주: 기타 거시경제적 효과로 고탄소성장모델 탈피, 탄소 금융유입 증대, 지식, 정보 학습 등 효과를 제시하고 있음

자료: Solar Nigeria Program(DFID, 2014)을 활용하여 저자 번역 및 재구성

3. 신재생에너지 경제성평가 프로그램

신재생에너지의 경우 경제성평가를 위하여 다양한 분석도구가 개발되었으며 국제기구를 포함한 여러 단체나 기관에서 널리 사용 중에 있다. 경제성분석 도구들은 각각의 고유한 기능과 특징을 보유하고 있어 경제성분석을 하는 목적과 용도에 따라 선별적으로 사용해야 한다. 본 연구에서는 온실가스 감축량산정이 용이하고 비용·편익분석에 강점을 가진 RETScreen을 활용하여 경제성분석을 수행하였다. 하지만 그 외에도 신재생에너지의 발전규모 및 발전원에 대한 최적시스템 설계와 경제성을 분석해주는 Homer와 Vipor 등 그 외의 유용한 분석 도구들도 향후 필요한 경우를 위해 함께 소개한다.

1) RETScreen 소프트웨어

신재생에너지 관련 캐나다 정부는 1998년에 무료 청정에너지 소프트웨어로서

‘RETScreen’을 개발하였는데, 의사 결정자들이 프로젝트의 기술적, 재정적 타당성을 용이하게 파악하는데 도움을 주도록 설계되었다.

본 소프트웨어는 사용자에게 i) 에너지 분석, ii) 비용 분석, iii) 배출량 분석, iv) 재무 분석, v) 민감성/위험 분석 등 총 5단계의 분석을 지원하며, 다른 청정 에너지원간 비교도 가능하다. 따라서 사업타당성 분석을 위한 내부수익률(IRR, Internal rate of return), 순현재가치(NPV, Net Present Value) 등을 비교적 용이하게 산출 할 수 있다. 다만, 무상원조 사업의 경우 재무적 타당성보다 경제적 타당성 분석에 초점이 맞춰져 있어 본 프로그램을 무상원조사업에 직접 적용하기에는 다소 한계가 있다. 그럼에도 에너지 발전량이나 배출량 예측, 다양한 청정 에너지원 간 비교 등 기술적 사항관련 활용도는 높다고 볼 수 있다. 예를 들어, 본 소프트웨어를 활용 시 현장에서 일조량을 실측하지 않더라도 소프트웨어에 내재된 NASA에서 제공하는 일광 및 조사량 등의 기초자료를 바탕으로 발전용량에 따라 연간 전력생산량을 예측할 수 있고, 부가적으로 전력생산량에 따른 이산화탄소(CO₂) 감축량을 산정할 수 있다. 특히 이산화탄소의 경우 지구온난화를 일으키는 주요 온실가스 중 하나로 신재생에너지 사업 편익으로 중요한 요소이기 때문에 본 소프트웨어는 매우 유용하게 활용 될 수 있다.

2) Homer 소프트웨어

Homer (Hybrid Optimization Model for Electric Renewable)는 신재생복합 전력시스템의 최적 설계 및 운영을 위한 시뮬레이션 프로그램으로 전력계통이 연계되지 않은 지역의 복합 전력시스템 도입에 대한 최적 시스템 설계와 경제성 분석 등에 유용한 분석 도구로 해외 여러 곳에서 널리 이용되고 있다. 사업기획단계에서 사업대상지에 설치할 수 있는 신재생에너지원에 대한 다양한 옵션을 비교·분석함으로써 가장 효과적인 에너지원과 발전용량을 산정하는데 유용한 분석도구이다.

3) 기타 모델

이외에도 신재생에너지 경제성 평가도구로 Vipor(Village power Optimazation Model for Renewables), LEAP(Long-range Energy Alternative Planning System), NEMS(National Energy Modelling System) 등이 있으며, 아래 그림은 주요 분석도구들의 대표적 특징을 보여준다.

〈그림 2-1〉 경제성분석 모델에 대한 구분

	적용분야	개발목적	개발기관	대표적 특징
RETScreen	신 재 생 에 너 지	Renewable Energy Technology Screen	NRCan	·신재생원천 기술, 비용자료입력 ·세부적 자료 입력 ·NPV, IRR
Homer		Hybrid Optimization Model for Electric Renewables	DOE NREL (Hybrid2 : Massachusetts Univ. 공동)	·신재생원천 기술, 비용자료입력 ·복합적 에너지체계 평가가능 ·NPC, 민감도분석등이 ·VIPOR 연계, NPV 계산가능
Vipor		Village Power Optimization Model for Renewables		·Homer 자료 이용, 지역 전력망 최적화 가능 ·지역에너지계획 등에 활용
Hybrid2		study a wide variety of hybrid power systems		·Homer 자료 이용 가능 ·신재생 기술 세부자료 활용
LEAP	에 너 지 계 획	Long-range Energy Alternatives Planning system	Stockholm Environmental Institute	·에너지 이용에 따른 거시경제적 효과 파악 가능
NEMS		National Energy Modeling System	DOE EIA	·국가 차원의 통합에너지 모형이면서 세부적 표현 가능

자료 : 신재생에너지 시스템 경제성 분석 프로그램 개발 및 적용방안 연구결과 발표자료(에너지관리공단), 아주대학교 김수덕 교수, 2006

III. 에콰도르 갈라파고스 태양광 발전소 건립사업

1. 사업 배경 소개

에콰도르 갈라파고스는 유네스코 지정 세계자연유산으로 등재되어 있다. 에콰도르 정부는 2007년 생태보호를 위해 섬 전체를 친환경에너지로 전환하겠다는 계획을 수립하였으며 미래 늘어나는 전력수요(2020년 약 8.5MW)에 대응하고 화석연료사용 의존도를 낮추기 위해 1.5MW 규모의 태양광 발전소 건설을 요청했다.

사업대상지인 산타크루즈 섬은 1990년에 설치된 3.48MW 및 2009년에 설치된 0.72MW 용량의 디젤발전기로 전체 전력 4.2MW를 공급 중에 있다. 사업대상지인 산타크루즈섬 Puerto Ayora 지역의 평균 일사량은 우리나라의 평균 일사량 3.7kwh/m² 대비 4.5kwh/m²로 130% 이상이 되어 태양광발전에 매우 우수한 조건을 갖추고 있으며, 전체적으로 바람의 조건 및 완만한 지형으로 인하여 발전설비 설치에 큰 장애요소는 없다. 발전소가 설치될 지역의 일조량은, 국내와 비교하여 우수한 일조량을 보이고 태양광에 유리한 입지조건을 지니고 있으며 낮은 연평균 및 월별 온도분포와 해안으로부터 부는 바람은 태양광 모듈의 온도를 낮춰줌으로써 발전효율을 높여줄 것으로 판단된다.

주 전원인 디젤발전시스템의 경우 환경오염 문제를 유발시키며 육지로부터의 디젤 연료의 수송비용이 발전비용에 포함되고 있어 발전단가를 높이고 있다. 따라서 도서지역에는 초기 설치비는 높지만 운전 유지비가 거의 들지 않아서 도서지역에서 상대적으로 균등화발전단가(LCOE, Levelized Cost of Electricity)가 저렴한 태양광, 풍력 등의 신재생에너지가 경제적으로 유리할 수 있다.

에콰도르 갈라파고스의 경우는 유네스코 자연문화유산으로 생태학적으로 매우 중요한 의미를 지닌 보호지역이다. 육지로부터 디젤 연료의 조달받는 과정에서 발생하는 기름유출사고는 갈라파고스 환경에 매우 치명적일 수 있으며, 이는 한 국가에 국한된 문제만이 아닌 생물종다양성의 중요한 보고를 잃을 수 있는 만큼 국제적인 관심과 보호가 필요하다.

에콰도르 전력공사 갈라파고스 지사는 520~880kw 단위의 디젤발전설비 7대(출력

4.2MW) 운영을 위해 주 3회(6,000 gal/회)의 디젤유를 해양을 통해 반입, 소비하고 있으며, 1992년 연료수송선이 침몰하는 사고가 발생하여 당시 매우 심각한 환경오염을 유발시킨 사례가 있다. 이와 같은 사고가 다시는 발생하지 않도록 사업대상지인 갈라파고스를 100% 친환경 에너지로의 전환하는 것을 목표로 하고 있다.

2. 사업 구성

동 사업은 KOICA가 2010년 5월과 11월 두 차례에 걸친 사업타당성 조사 후, 2011년 환경정책평가연구원(KEI)에서 전략환경평가(SEA)를 실시하여 태양광 발전에 따른 환경적, 사회적 영향을 모두 평가하고 사업의 타당성을 확보, 태양광 발전소 등이 설치 될 최적의 입지지역을 비교·분석하여 사업이 진행되었다.

본 연구에서는 사업의 실제 준공일과 차이가 있지만 연구의 목적이 기획단계에서 타당성 검토를 한다는 전제하에 준공계획 목표일로서 2014년 12월을 1.5MW 태양광 발전소 설치를 완료하는 것으로 가정하였다.

태양광 발전소를 설치하는데 250Wp 태양전지 모듈이 약 6,000개가 사용되었으며 발전소 운영현황을 모니터링 할 수 있는 전기실과 태양광발전소 홍보를 위한 홍보관도 함께 지원 활동에 포함되었다. 이전 에콰도르에서는 이와 같은 MW급 규모의 태양광 발전소를 설치한 사례가 없어 운영역량 강화 국내초청연수도 관리자와 실무자 연수를 구분하여 2차례에 걸쳐 총 6주간 함께 지원되었으며 태양광 발전소 운영실무자 7명에 대한 현지교육도 열흘간 진행되었다.

〈표 2-4〉 에콰도르 갈라파고스 태양광발전소 건립사업 구성요소

	구성요소	주요내용
1	사업기획 및 검토	□ 사업대상 부지 재검토 □ 사업수행 여건 검토(세부예산 재산정) □ 사업 기본계획 수립 및 자문 □ 주요 기자재검수
2	사업수행(설계 및 시공)	
	□ 태양광 발전소	□ 태양광 모듈 : 1.5MW Set(일반모듈 및 컬러모듈) - 250Wp 태양전지(일반모듈) = 6,006개 / 인버터 17Kw = 91대 - 210Wp 태양전지(컬라모듈) = 98개 / 인버터 17Kw = 2대 - 태양전지(일반)모듈 = Array 273set / 22개 = 6,006개 - 태양전지(컬라)모듈 = Array 7set / 14개 = 98개 □ 인버터 : 6대(250kw) □ 접속반 : 12대(28ch) □ 전기배관 및 배선(1식), 모니터링설비(1식), 구조물(1식), 토목 및 건축공사(1식) □ 기상관측 기기 □ 유지관리용 전기자동차 □ 관람객 휴게공간(한국형 정자) 및 단지내 CCTV 등
	□ 신재생 에너지 훈련센터	□ 건축면적 및 규모 : 264㎡, 지상 1층 (훈련센터: 247.0㎡/ 자전거보관소: 17.0㎡) □ 태양광 모듈 : 3kW
3	□ 홍보관	□ 부지면적 및 규모 : 1,000㎡, 지하 PIT 및 지상 2층 (건축면적: 569.48㎡/ 연면적: 654.55㎡) □ 태양광 모듈 : 250W 12장 □ 인버터 : 1대(3kW) □ 접속반 : 1대(4ch) □ 전기배관 및 배선(1식), 건축 및 전기시설공사(1식) □ 1층 분수대 등
	역량강화	□ 시범운영 및 기술전수 인수인계 □ 국내 초청 및 현지연수 실시 - 관리자과정 : 총 11명, 14일 - 기술자과정 : 총 5명, 28일 - 현지연수과정 : 총 7명, 1주, 2회
	4	기타 사업관리
		□ 모니터링 및 평가 시행 □ 사업 홍보 □ 사후관리 등

자료: 사업집행계획(한국국제협력단, 2011)을 활용하여 저자 재구성

IV. 경제성 분석

1. 분석 방법 및 순서

본 연구는 에콰도르 태양광 발전소 건립사업을 대상으로 앞에서 제시한 'RETScreen' 분석틀을 활용하여 경제성 평가를 실시하였다. 본 사업은 기 종료된 프로젝트를 대상으로 분석함에 따라 사업 내용은 확정 상태이므로 본 사업의 시행 근거나 문제 해결을 위한 대안 분석에 대한 상세 설명은 제외하고, 사업의 논리모형을 우선 검토하고 후속으로 경제성 평가를 위한 평가기준 지표 설정, 총비용 및 편익 추정, 비용 편익 비교, 민감도 분석, 최종 정리의 순으로 분석을 실시하였다.

2. 단계별 분석 과정

1) 1 단계 : 사업논리 모형 검토

에콰도르 태양광 발전소 건립사업의 주요 목표(Goal)는 크게 두 가지로 친환경에너지 보급을 통해 미래에 증가하는 전력수요에 대응하고, 세계자연유산으로 지정되어 있는 갈라파고스의 환경을 보호하고 범세계적 이슈인 기후변화에 대응하는 것을 주요 목표로 하고 있다.

기대성과(Outcome)로는 발전소를 신규 건설함으로써 신재생에너지 비중을 높이는 것과 화석연료 사용량을 줄임으로서 환경 및 기후변화에 대응하는 것이다. 목표달성을 위해 1.5MW 태양광 발전소 및 홍보관을 새로 짓고, 대규모 태양광 발전소가 처음 도입됨에 따라 동 사업이 지속가능할 수 있도록 운영역량을 강화시켜주는 국내초청연수 등을 주요 활동으로 한다. 이러한 상기의 사업 내용 및 구성을 바탕으로 사업논리 모형을 구성하면 다음과 같다.

〈표 2-5〉 에콰도르 갈라파고스 태양광발전소 건립사업 사업논리모형

목표(Goal)	친환경에너지 보급을 통해 미래 증가하는 전력수요에 대비	갈라파고스 자연환경보호 및 기후변화대응에 기여
기대성과 (Outcome)	○ 친환경에너지 비중 증대 ○ 발전소 신규건설 및 일자리 창출	○ 화석연료 사용량 저감 ○ 온실가스 및 대기오염 배출 저감 ○ 해상 유류오염 리스크 감소
지표 (Indicator)	○ 전력계통내 친환경에너지 비중(%) ○ 신규 건설된 발전소 용량(MW) ○ 친환경에너지 전력생산 및 공급량(kWh) ○ 태양광 분야 일자리 창출(명) ○ 전력보급 지역 가구당 파급효과(US\$)	○ 디젤연료 감소량(L) ○ 온실가스 감축량(CO2 tons-eq) ○ 유류운반 사고리스크 효과(US\$)
산출물 (Output)	○ 1.5MW 태양광 발전소 건립 ○ 태양광 발전소 운영역량 강화	
활동(Activity)	○ 1.5MW 태양광발전소 및 홍보관 신축(918만불) ○ 역량강화 국내초청연수(21만불) - 신재생에너지 정책, 태양광발전소 운영관리(각 5명/각 2주) ○ 전문가 파견(21만불) - PM, 태양광시스템, 토목, 발전시스템, 생태 ○ 사업관리, 감리, 행정관리, 모니터링 및 평가(40만불)	
투입요소(Input)	(KOICA) ○ 태양광 설계/시공 ○ 홍보관 설계/시공	(에콰도르 정부) ○ 통관, 면세, 인허가 지원 ○ 배전선로 교체 및 연결 등 ○ 전담인력 및 기술인력 지원

자료: 사업집행계획(한국국제협력단, 2011)을 활용하여 저자 재구성

2) 2 단계 : 사업 기준지표 결정

태양광 사업의 경제성 평가를 위해서 사업 기준년도에서의 발전량, 투입비용, 운영기간, 운전유지비용, 할인율 등 주요 기준 입력지표를 결정해야 하며 본 사업의 경우 〈표 2-6〉과 같이 설정하였다.

〈표 2-6〉 태양광발전의 경제성 분석을 위한 기준지표 설정

구 분	내 용	비 고
○ 할인율	8%	현재가치로 환산시 적용
○ 사업실행기간	4.5년	2010.1월 - 2014.12월(준공)
○ 운영기간	20년	2015.1월 - 2034.12월
○ 투입 사업비	1,000만불	KOICA 사업비
○ 유지보수비	92,000불/년	계통연계형의 경우, 사업비(시설 투자 비용 부분만 적용)의 1% 수준
○ 태양광 설비용량	1.5M	1기 (계통연계형 태양광 발전)
○ 태양광 예상발전량	2,085,617kWh/년	엔지니어 산정 또는 Retscan 활용
○ 수혜자수	1,500명	411가구(가구 기준)

(1) 할인율 설정

할인율은 미래에 발생하게 될 편익과 비용을 현재의 가치로 환산하기 위하여 사용하는 이 자율로서 사용목적 및 주체에 따라 사회적 할인율과 재무적 할인율로 분류할 수 있다.

재무적 할인율은 주로 민간 기업이 수익성의 극대화의 목적으로 하는 투자사업의 타당성 여부를 판단하기 위하여 사용하는 할인율이며, 사회적 할인율은 공공부문이 공익, 즉 사회전 체의 관점에서 편익의 극대화를 목적으로 하는 투자사업의 타당성여부를 판단하기 위하여 사 용하는 할인율이다. 본 연구에서는 사회적 할인율을 사용한다.

가. 국제 개발은행 할인율

세계은행(World Bank, WB)나 아시아개발은행(Asian Development Bank, ADB)는 개 발도상국을 대상으로 유상 차관 협력을 주로 하는데, 민간의 수익률을 자본의 기회비용으로 보고 투자 프로젝트에서 상대적으로 높은 10~12%의 사회적 할인율을 적용한다. 다만 세계은 행은 사업 담당자가 국별지원전략(Country Assistance Strategy)에서 정당한 설명이 있을 경우 다른 할인율을 사용할 수 있다고 기술하고 있으며, 아시아개발은행도 국가나 섹터마다, 그리고 시간에 따라 경제적 자본회수율이 변동되므로 기존 관행과 비교하여 각 국가별로 적

정 할인율을 산출할 수 있다고 밝히고 있다(ADB, 2013: 67) 유럽의 유사 기관인 유럽개발은행(European Bank for Reconstruction and Development, EBRD)은 10%를 사용하기도 한다.

나. 정부 할인율

각 국가 정부는 자국의 공공 투자사업에 대한 사회적 할인율로서 상기 국제개발은행과 달리 다양하다. 선진국은 3~7%로 낮은 할인율이 주로 적용되고 있고 개발도상국은 8~15% 수준으로 다양하게 분포된 것으로 조사되었다(ADB, 2013: 69). 참고로 한국의 경우 사회적 할인율을 저금리 기조 지속 등에 따라 2016년 기준 5.5%로 적용하도록 하였다(KDI, 2013: 133p).

에콰도르 정부의 할인율은 데이터 확보가 어려워 본 연구는 에콰도르에 적합한 사회적 할인율 산정을 위해 미국의 연방준비제도(Federal Reserve, FRB)의 연구를 참고하였다. 이에 따르면 달러 대출을 활용하여 대 개발도상국의 실질금리를 사회적 할인율로 제시하였는데 에콰도르의 경우 약 7.95%를 사회적 할인율로 제시하고 있다(FEDS Notes, 2014).

다. 결론

동 분석에서는 세계은행, 아시아개발은행 등 국제개발은행의 기준 또는 국가별 별도의 사회적 할인율 적용 중 선택을 해야한다. 본 사업의 특성상 유네스코 유산인 갈라파고스의 환경 보호의 목적과 섬 지역 특성에 따른 에너지 안보 확보 등 타 사업 대비 공공적 특성이 매우 크고, 편익 중에서 지역경제 파급효과, 태양광 산업 발전 등 많은 부분이 금전화가 되지 않은 측면이 있다. 따라서, 공공성이 큰 사업은 경제적 효율 이외의 다른 목표의 달성도 추구하게 되고, 사회구성원 전체의 의사를 반영하는 것이 필수적이므로 시장에서 결정되는 이자율의 크기보다 상당히 낮은 사회적 할인율을 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다(KDI, 2008: 86).

따라서 세계은행(World Bank, WB)이나 아시아개발은행(Asian Development Bank, ADB)이 제시하고 있는 자본의 사회적 기회비용 측면에서 민간투자 수익률에 기초한 할인율

인 10~12%는 사업 목적 대비 다소 높다고 판단되며, 본 연구에서는 국별 할인율을 적용하며 미연방준비제도가 제안한 8% 할인율을 적용토록 한다.(FEDS Notes, 2014)

(2) 사업운영기간 및 비용 설정

경제성 분석을 위한 분석기간은 일반적으로 신재생에너지 중 태양광발전사업의 경우 20년으로 본다. 본 사업의 종료 시점은 해당 프로젝트 준공 시점인 2014년이 아니라 해당 사업의 총 운영 연한이 종료되는 2034년을 의미한다.

또한 사업의 운영기간은 20년이므로 총 투입비용 산정시 준공 이후 유지관리비까지 포함하여 한다. 본 사업은 계통연계형 태양광 사업으로서, 배터리 교체비용이 많이 필요한 독립형 태양광 사업에 비해 낮은 유지관리비가 드는 장점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 전문 엔지니어 자문을 통해 사업운영관리비를 전체사업비의 1% 수준으로 산정하였다.

(3) 태양광 발전용량 계산

태양광은 위치, 고도, 일사량, 패널종류 등 다양한 요인에 의해 발전량이 결정된다. 태양광 발전량 산정 시 'RETScreen'은 이러한 주요 발전량 결정요인(factor)의 변수들을 입력을 함으로써 발전량을 산출하는 기능⁴⁾을 가지고 있으므로 이를 활용 할 수 있으며, 다른 방법으로 태양광 전문기업의 경험이 많은 엔지니어가 주요 사업대상지 특성이나 발전 인자를 고려하여 직접 산정할 수도 있다.

동 연구의 경우, 사업종료보고서(한국국제협력단, 2016)에서 제시하고 있는 연간 전력생산 실측치(2,085,617 kWh/년)를 'RETScreen'을 통해 해당 데이터를 입력하여 설비이용률을 추산할 수 있었으며, 이로써 태양광 발전소가 일평균 15.8723%(약 3.8시간)정도 전력을 생산할 수 있음을 계산하였다. 이는 우리나라 전국 일평균 발전량인 3.6시간보다 약 0.2시간 증가한 수치로써 에콰도르의 높은 일사량과 일조량 감안 시, 설비이용률의 기대치에 미치지 못하였으나 해외사업의 주변 환경의 악조건 등을 고려하면 적합한 수치로 판단된다.

4) RETScreen의 경우 NASA에서 제공하는 일조량을 통해 설치용량에 따른 전력생산량을 시뮬레이션 할 수 있다.

3) 3단계 : 총 비용 산정

투입된 총 사업비용 산출을 위해 KOICA가 투입한 태양광발전소 건립에 대한 시설구축 및 역량강화 등과 관련된 사업 구성요소에 투입(inputs and activities)된 비용과 에콰도르 정부가 시설유지운영 관련 지출 예산을 포함하여 산정한다. 기간은 투입물이 발생되었던 시점인 2010년부터 2014년 시설구축 완료까지의 누적비용(incremental costs)으로 산출하였다. 이에 따르면, 2010년에서 2014년간 KOICA가 투입한 전체 사업비로 총 1,000만불⁵⁾, 에콰도르측이 투입하는 184만불이 총 사업비용으로 사용되었다. 예산의 연도별 배분시 불변가격(Constant Price)을 적용하며, 투입비용에 대해 국경가격(Border Price)으로의 전환을 위하여 투입된 각 항목을 교역재(Traded goods)와 비교역재(nontraded goods)로 분리하고 각각의 항목에 적합한 표준전환계수(Conversion factor)를 선별하여 적용한다.

동 사업 구성요소에 해당하는 항목에 대해, 표준전환계수를 선정한 근거는 다음과 같다.

■ 수입재(한국산 기자재)

태양광패널 및 컨트롤러 등 태양광발전소를 설치하기 위한 기자재는 한국산 제품을 사용한다. 기자재에 대한 가격은 한국 국경 FOB (Freight on board)가격에 현지 사업대상지까지 물류비(운송비, 보험 등)가 포함된 CIF (Cost, Insurance and Freight)가격을 기준으로 한다. 이에 따라, 국내시장가격을 국경가격으로 전환을 위하여 세계은행(WB)에서 제공하는 표준전환계수(원-US\$)인 0.727⁶⁾을 적용하여 국경가격을 산출하고 에콰도르 사업 대상지까지 발생한 물류비용을 추가함으로써 최종 가격 CIF (Cost, Insurance and Freight)을 산출한다. 해당국가와 면세통관약정을 체결하는 무상원조사업 특성상 물류비에 부과되는 관세 및 세금은 제외한다.

5) 실제비용은 원화로 지급되어 비용의 차이가 발생할 수 있으나, 동 연구의 목적이 사업수행 이전단계에서 모든 예산이 가정된 것임을 고려, 책정된 예산을 근거로 경제성분석을 수행함.

6) 5) 표준전환계수는 한국과 에콰도르 Price level ratio of PPP conversion factor (GDP) to market exchange rate의 2012년도 계수를 사용함.(World Bank 제공)

■ 현지수입자재(현지 건축자재)

태양광 기초공사 및 홍보관 건설 등 건축에 필요한 자재(시멘트, 철골 등)의 경우 에콰도르 현지 시장가격을 국경가격으로 전환시키기 위하여 우리가 사업비로 지불한 현지시장가격에 표준 전환계수(에콰도르 달러-미국달러)인 0.545를 적용한다.

■ 현지 숙련노동자

노동의 가치는 노동이 갖고 있는 한계생산성에 따라 결정된다. 그러므로 노동의 기회비용이란 공공사업 때문에 포기한 노동의 한계생산성으로 판단할 수 있다(김동진, 2013: 113p). 즉, 현지 숙련노동자가 부족할 경우 기회비용을 별도로 평가하여 추가적인 비용을 반영해야 하겠지만, 동 연구에서는 일반적인 상황임을 가정하여 전환계수 1을 적용한다.

■ 현지 비숙련노동자

개발도상국에서는 실업률이 높거나 대량실업 내지 잠재실업의 문제에 직면하는 것이 보통이다. 에콰도르의 비숙련노동자의 경우에도 한계생산성이 숙련노동자에 비해 낮을 것으로 예상됨에 따라 ADB에서 비용편익분석에 비숙련노동자들에게 일반적으로 사용하는 0.5~0.75의 전환계수(ADB, 2009)를 참고하였으며, 해당국은 개발도상국에서 비교적 경제상황이 괜찮은 중남미지역임을 고려하여 0.75를 전환계수로 선정한다.

■ 외국인 숙련노동자

태양광 설계 및 시공 그리고 연수 등을 담당했던 국내 인력들의 경우 주로 전문 인력들로 구성되어 있고, 한국전문가의 경우 동 사업 참여에 따른 별도의 기회비용을 고려할 필요가 없어, 전환계수는 1을 적용한다.

아래 <표 2-7>은 앞서 설명한 각각의 항목에 해당하는 표준전환계수를 적용하여 우리사업에 투입된 총 공급가격비용을 국경가격비용으로 전환한 값을 보여준다.

〈표 2-7〉 동 사업의 총 공급가격비용 및 국경가격비용

(단위 : 2010년 1.1.일 불변가격; 만 US\$)

구 분			공급가격 비용	표준 전환 계수	국경가격	비고
총 투입 비용 (2010- 2014)	교역재 (traded goods)	기자재	6,033,567	0.727	4,386,403	한국산 수입
		물류비 (에과도르 국경-사업지)	670,396	1	670,396	기자재 총비용의 10%로 가정
		건축시공	2,032,608	0.545	1,107,771	현지 건축자재
		소 계	8,736,571	-	6,164,570	
	비교역재 (non traded goods)	시설건설 인건비	71,740	1	71,740	현지 숙련노동자 ⁸⁾
		시설건설 인건비	286,956	0.75	215,217	현지 비숙련노동자 ⁹⁾
		현장조사 및 실시설계 (외국인 숙련노동자)	84,755	1	84,755	한국 숙련 노동자 기준
		계통해석 시뮬레이션 (외국인 숙련노동자)	86,957	1	86,957	
		전문가 파견 (외국인 숙련노동자)	208,520	1	208,520	
		연수생 초청 (외국인 숙련노동자)	122,540	1	122,540	
		사업홍보비 (외국인 숙련노동자)	8,695	1	8,695	
		사업관리비(행정경비) (외국인 숙련노동자)	294,122	1	294,122	
		감리비 (외국인 숙련노동자)	99,144	1	99,144	
		소 계	1,263,429	-	1,191,690	
	총 투입비용(2010-2014)		10,000,000		7,356,260	5년(2010-2014)
	유지관리 비용(2015-2034)		1,840,000	-	1,840,000	20년(2015~2034) US\$92,000/year
	총 계		11,840,000	-	9,196,260	2010-2034

출처: 집행계획보고서(한국국제협력단, 2011)를 활용하여 저자재구성

따라서, 위와 같이 산정한 KOICA의 투입비용(국경가격) 총 US\$7,356,260¹⁰⁾과 함께 사업 완료(2015년) 이후부터 사업종료(2034년)시점까지 20년간 추가로 부담하는 유지관리(O&M, Operation & Maintenance) 비용 US\$1,840,000¹¹⁾을 포함시킨 값을 합산하여 총 비용 US\$9,196,260를 계산하였다.

4) 4단계 : 총 편익 산정

본 연구에서는 ① 에너지 절감 및 안정도 등 경제적 편익, ② 기후변화, 생태보전 등 환경적 편익, ③ 전력공급 등에 따른 사회경제적 편익 등 3가지 관점에서의 편익을 측정한다.

〈표 2-8〉 사업관련 예상편익 추정 및 금전화 여부

편익 추정	정량/금전화	비정량화
1) 에너지 생산 및 절감의 경제적 편익		
- 태양광 발전에 따른 전력판매수입	○	
- 디젤연료 수입량 절감 효과	○	
- 에너지 관련 서비스 비용 절감		○
2) 기후변화, 생태보전에 따른 환경적 편익		
- 온실가스 저감에 따른 기후변화 대응 효과	○	
- 기름유출로 인한 생태환경 파괴 리스크 저감 효과	○	
- 디젤 발전 대비 대기오염물질 저감 및 이에 따른 건강개선 등 환경보건 효과		○
3) 전력보급에 따른 사회적 편익		
- 전력보급에 따른 지역 가구당 편익	○	

8), 9) 시설건설 인력구성은 숙련과 비숙련 노동자 인건비의 비율은 2:8로 가정한다.

10) 2010-2014년까지 동 사업을 위해 투입된 교역재와 비교역재 비용의 합

11) 인건비를 제외한 기자재 및 시공비용의 약 1%를 유지관리 비용으로 가정하여 연간 92,000 달러를 산정함.

(1) 에너지생산 및 절감 등 경제적 편익

가. 태양광 전력발전에 따른 전력판매 수입

태양광 발전을 통한 전력 판매수입의 측정은 총 태양광발전 전력량을 기존의 디젤전력 생산시 동일 전력량에 대한 판매단가를 곱해서 계산한다. 본 사업은 태양광과 디젤의 하이브리드 계통연계형(태양광은 전체 전원의 10% 수준) 전력사업으로서, 발전원에 상관없이 전력 사용자에게는 동일한 전력 단가를 적용한다.

다만 전력 판매단가 적용 시 주의점은 대부분의 국가가 전력가격에 물가안정이나 국가전략 등 정책적 목표로 인해 보조금 등 전력가격의 왜곡이 있으므로 시장 가격(market price)을 사용하지 않고, 이를 제거한 경제적 가격(economic price)을 적용한다. 즉, 디젤발전 판매 가격 + 정부보조금, 세금 등 = 시장가격이므로, 여기서 정부지원 부문은 제외하여 산출한다.

일반 전력판매 단가는 0.33US\$/kWh로서 세금, 보조금 요소를 제거해야 하므로 $0.33\text{US}\$/\text{kWh} \times (100 - (\text{보조금 } 7.5\% + \text{세금 } 16.45\%)) = 0.25\text{US}\$/\text{kWh}$ 를 적용한다.

$$\begin{aligned} \text{산출식 : 연간 발전량} \times \text{판매 단가(경제적 가격 적용)} \\ = 2,085,620\text{kWh} \times 0.25\text{US}\$/\text{kWh} = \text{US}\$521,405/\text{year} \text{ (US}\$10,428,087/(20\text{년})) \end{aligned}$$

나. 화석연료(디젤) 수입량 절감효과

태양광 발전은 태양에너지가 무상으로 제공되는데 반해 기존의 디젤발전의 경우에는 디젤 연료를 투입해야 발전할 수 있으므로, 연료 수입비용을 절감하는 효과를 가져오며 이를 편익으로 산정할 수 있다.

디젤 1gal 당 약 14.18kWh의 전력 생산이 가능하므로, 연간 총 태양광 발전량 2,085,617kWh을 디젤 연료량으로 환산할 경우 총 147,081gal의 연료가 절약된다. 이를 디젤 1gal당 CIF 수입 단가 US\$1.47/gal을 적용 시 총 US\$216,210의 디젤연료 수입 절감분이 편익으로 측정될 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{산출식} &: \text{총 발전량} \div \text{디젤연료 환산량} \times \text{디젤수입단가} \\ &= 2,085,617\text{kWh/year} \div 14.18\text{kWh/gal} \times \text{US\$1.47/gal} \end{aligned}$$

(2) 기후변화, 생태보전 등에 따른 환경적 편익

가. 온실가스 저감에 따른 기후변화 대응효과

기존의 디젤발전은 연소 과정에서 지구온실가스를 발생함으로써 기후변화 문제를 가중시키고 있으며 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)과 국제사회는 지속가능 개발목표(Sustainable Development Goals, SDGs)를 통해 신재생에너지 비중 확대를 전 세계가 이행토록 개발목표로 제시하고 있다. 신재생 에너지원은 앞서 계산한 전력판매 및 수입연료 절감의 경제적 효과를 발생하는 동시에 긍정적 외부 효과(external effect)로서 환경적 개선 효과도 얻을 수 있다는 점에서 이중배당 효과가 있다고 볼 수 있다.

이러한 태양광 발전을 통한 온실가스 감축은 전 지구적 공공재인 기후변화에 대응한다는 점에서 중요한 편익으로 산정할 수 있다.

본 연구에서는 총 사업기간 동안 발생하는 총 CO₂ 발생량에 대한 가치 측정을 통해 산출이 가능한데 2가지 산출법을 활용할 수 있다. 첫째는 RETScreen 프로그램을 활용하여 자동계산 방식이며 둘째는 실제 가격을 수동으로 계산 하는 방식이다. 본 연구에서는 연구시간 절약 및 편의성을 고려하고 또 실제로도 국제기구에서 많이 활용되고 있어서 신뢰성도 높은 RETScreen을 활용하였다.

에콰도르에서 디젤에 해당하는 온실가스 배출인자 0.9467 tCO₂/MWh를 적용 시 연간 이산화탄소를 총 1,974.5 tCO₂을 저감하는 것을 알 수 있다. 또한, 이산화탄소 저감량에 EU 배출권 거래가격 US\$7.5/tCO₂를 적용하면 연간 US\$14,808 수익이 발생함을 알 수 있다.

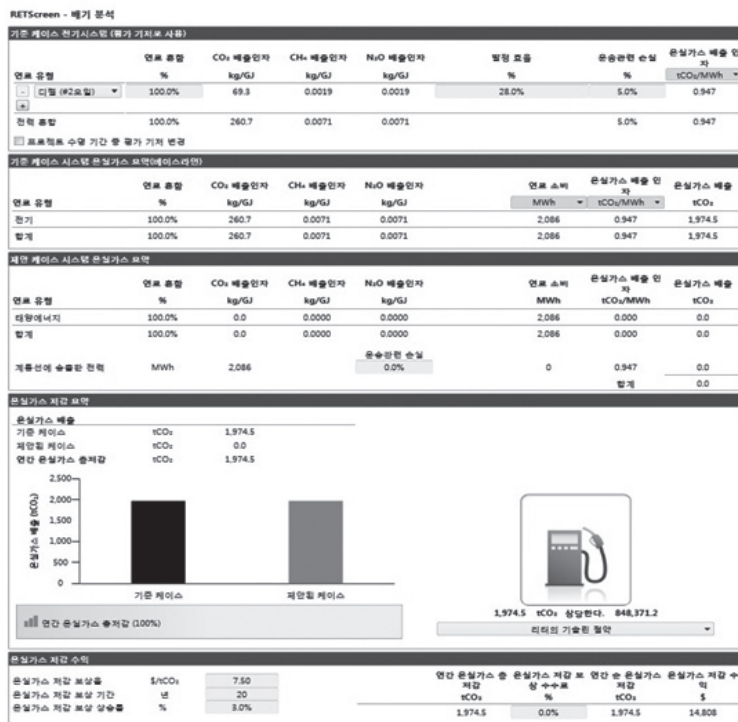
12) 원칙적으로 2010.1.1. 기준 가격을 적용해야 하나, 데이터 확보가 용이치 않아 2017. 1.22 기준 EU 배출권 가격 8,750원(US\$7.5)을 적용함. 참고로 한국거래소 배출권 가격은 20,850원(17.1.22 기준)이다.

$$\begin{aligned}
 &\text{산출식: 연간 발전량} \times \text{온실가스 배출인자} \times \text{배출권 거래가격} \\
 &2,085.6202\text{MWh/year} \times 0.9467 \text{ tCO}_2/\text{MWh} \times \text{US\$7.5/tCO}_2 \\
 &= \text{US\$14,808/year (US\$296,160(20년))}
 \end{aligned}$$

연간 이산화탄소 1,974.5 tCO₂을 저감 효과를 설명하기 위해 RETScreen은 차량 운행 절감 등과의 비교효과를 제공하는데 이는 아래와 같다.

- 1) 361대의 차량 운행하지 않는 효과
- 2) 4,591.8 배럴의 원유 절약 효과
- 3) 1,974명이 에너지 소비를 약 20%절약 효과
- 4) 181.6 헥타르에 나무를 심은 효과
- 5) 680.8 톤의 쓰레기를 재활용한 효과

〈그림 2-2〉 RETScreen expert 배기분석 결과



나. 기름유출로 인한 생태환경파괴 리스크 저감효과

기름유출 리스크 저감 편익은 섬 지역 특성을 고려하여 발생하는 편익이다. 갈라파고스는 생태적 보고로서 다윈의 진화론의 근거가 되는 매우 중요한 지역으로 유네스코 자연유산으로서 단 한번의 해양 오염사고로도 금전으로 환산이 어려운 되돌릴 수 없는 생태적 가치 훼손이 발생할 수 있기 때문에 이와 같은 편익을 계산한다.

섬 지역 특성상 매일 선박으로 디젤유가 수입 공급되므로 해양 유류누출 사고 리스크는 언제든지 상존해 있다. 실제로 2001년 1월 유조선 전복으로 약 90만 ℓ (24만 gal) 기름 유출로 해양 생태계에 큰 피해를 입었으며 유류 제거 및 생태피해 조사 등에 많은 시간과 예산이 투입되었다. 이는 한국 태안반도 유류누출 사고, 미국 알래스카 유조선 전복사건 등의 선진 국가에서도 언제든지 발생할 가능성이 잠복되어 있는 리스크이기도 하다.

본 연구에서는 해양유류 유출 관련 평균 발생빈도 추정과 2001년 당시의 제거 비용을 근거로 계산하여 편익을 추정하였다. 동 사업의 운영기간 동안은 태양광 전력생산에 따라 유류 운반이 발생하지 않으므로 사고 리스크가 완전히 제거 되었다고 볼 수 있으며 이에 대해 편익으로 계상 가능하다.

■ 발생 빈도

발전소 운영기간인 총 20년 기준으로 발생 빈도 연평균 1.8회로 추정하여 리스크 제거 편익을 계산한다. 발생 빈도 산정은 전 세계 해양유류오염 사고의 통계를 집계 및 조사하는 영국 ITOPF의 통계 자료를 활용하였다. ITOPF에 따르면 2010년 이후 평균 년 1.8회 수준의 유류운반 사고율이 발생한다고 보고하였는바 이를 적용하고자 한다.

■ 해양 유류유출 정화비용

제거비용 추정은 2가지 추정 방식으로 산정 가능하며, 동 연구에서는 2가지 추정 방식의 평균값을 적용하였다.

(추정방식 1) 인근 국가의 유류오염 정화비용 활용

1999년 남미 주요 지역(7개국 조사, 에콰도르는 없음)을 대상으로 해양 유류오염의 평균 처리 비용을 조사한 결과 \$2.75/ℓ 가 제시되었다(Etkin, 2000: 10p). 이는 US\$10.45/gal 으로 환산된다. 이를 2010년 소비자물가지수 증가치인 2.2배를 적용하면 유류오염 처리비용은 US\$23/gal 으로 추정이 가능하다.

〈표 2-9〉 국별 해양 유류유출 정화비용

국가	미국 US\$/ℓ
아르헨티나	2.08
브라질	5.03
칠레	0.82
멕시코	0.76
세인트 키츠/네비스	2.77
우루과이	3.03
베네주엘라	10.62
평균	2.75

자료: Oil Tanker spill statistics 2014(TOP, 2014)를 활용하여 저자 번역

(추정방식 2) 타 선진국가의 유류가격 대비 유류오염 정화비용 비중 활용

대부분의 개발도상국은 유류오염의 정화비용에 대한 정확한 데이터가 없는 실정이다. 이에 미국 등의 선진국가의 유류제거 비용이 전체 유류비에서 차지하는 비중을 계상하여 에콰도르 사업에 적용한다.

당시 미국 디젤유의 1gal당 가격은 약 US\$3 이므로, 정화비용 US\$16는 약 5.3배 크다(Etkin, 2000: 4p). 이에 에콰도르의 디젤유 1gal당 가격은 1.47 US\$ 이므로, 정화비용은 $US\$1.47 \times 5.3 = US\$7.8$ 로 추정이 가능하다.

이는 1999년 가격이므로, 본 연구의 기준연도인 2010년 기준으로 소비자가격인덱스(consumer price index)로 환산하면(45.7⇒100으로 2.2배 상승), $US\$7.8 \times 2.2 = US\$17.16$ 으로 계산된다.

따라서 상기 2가지 방식으로 추정된 유류오염 처리단가의 평균값인 US\$20.08/gal를 아래 산출식에 적용하여 유류오염 리스크 제거편익을 계산한다.

$$\begin{aligned} \text{산출식} &: 1\text{회당 유류 운반량} \times \text{유류오염 처리단가} \times \text{발생빈도} \\ &= (6,000 \text{ gal/회}^{13}) \times \text{US\$20.08/gal} \times 1.8\text{회/year} \\ &= \text{US\$216,864/year (US\$4,337,280(20년))} \end{aligned}$$

다. 디젤 발전소 대비 대기오염물질 저감효과

통상 디젤 발전원에서 발생하는 일산화탄소(CO), 탄화수소(HC), 질소화합물(Nox), 미세먼지 (PM) 등의 대기 오염물질은 인체의 호흡기나 수명 등 환경 보건적으로 미치는 영향이 매우 높으므로 중요한 편익으로 계산되어야 한다. 에콰도르 사업대상지역에서 사용 중인 약 400kW급 용량의 디젤발전기에서 배출되는 대기오염물질에 대한 자료 확보가 용이치 않음에 따라 주요 국가별로 디젤발전기에 적용하고 있는 환경기준을 바탕으로 배출이 허용된 대기오염물질의 양을 역추산하여 계산한다. 참고로 에콰도르에서 사용하는 디젤발전기는 아래국가의 환경기준에 따른 발전기를 사용하는 것으로 가정한다.

13) 디젤유 선박의 1회당 운반량은 6천gal으로 조사된바, 사고 발생 시 이에 해당하는 누출 위험성이 존재한다고 가정한다.

〈표 2-10〉 국가별 디젤발전기 대기오염물질 배출기준

오염물질	국가별 기준 (400kW급 디젤발전기)	배출계수(g/kWh)
NOx+HC (Nox:HC=9:1)	India CPCB II	4
	Japan (Tier III)b	4
	Europe (Stage III A)c	4
PM	India CPCB II	0.2
	Japan (Tier III)b	0.17
	Europe (Stage III A)c	0.2
CO	India CPCB II	3.5
	Japan (Tier III)b	3.5
	Europe (Stage III A)c	3.5

자료: Diesel Generators: Improving Efficiency and Emission Performance in India (SHAKTI, 2014)를 활용하여 저자 재구성

국가별로 제한하고 있는 환경기준이 서로 유사함에 따라, 에콰도르와 경제수준이 가장 비슷한 인도 환경기준(India CPCB II)을 참고하여 디젤발전기 발전량 당 발생하는 오염물질 배출량을 [표 2-11]과 같이 산정한다. 1999년 환경정책평가(KEI) 연구원에서는 대기오염물질 단위별 발생하는 사회적 피해비용에 대해 연구한 바 있으며, 동 연구보고서에서는 KEI의 기존자료를 활용하여 대기오염으로 인한 호흡기 질환 등 인체피해 뿐만 아니라 노동생산성 및 농업 생산성 감소, 구조물부식 등 대기오염물질로 인한 피해비용을 총체적으로 고려한 값을 활용하였으며, 그 값은 다음의 표와 같다.

〈표 2-11〉 대기오염물질로 인한 사회적 피해비용

오염물질	배출계수 (g/kWh)	연간 배출량 (kg/year)	단위별 ¹⁴⁾ 사회적비용 (US\$/kg)	연간 사회적비용 (US\$/year)
NOx+HC ¹⁵⁾	4	8,342.5	6.9	57,563
PM	0.2	417.1	22.6	9,426
CO	3.5	7,300	5.7	41,610
연간 총 사회적 피해비용(US\$/year)				108,599

출처: 대기오염으로 인한 사회적 피해비용(한국환경정책평가연구원, 2000)을 활용하여 저자 재구성

산출식: 연간 발전량 X 배출계수 X 단위별 사회적비용
 $2,085,620 \text{ kWh/year} \times \text{g/kWh} \times \text{kg/1,000g} \times \text{US$/kg}$
 각 오염물질별 사회적비용 합=US\$ 108,599/year(US\$ 2,171,980(20년))

위의 표에서 알 수 있듯 디젤발전기를 1.5MW 태양광발전소로 대체할 경우 연간 8,342kg의 질소화합물 및 탄화수소 발생량을 줄이고, 417kg의 미세먼지와 7,300kg의 일산화탄소 배출을 저감함으로써 연간 총 US\$ 108,599의 사회적 피해 비용을 절감할 수 있다.

(3) 전력보급 등에 따른 사회경제적 효과

전력은 사회, 경제, 산업 전반에 필수적인 요소로 전력보급에 따른 발생 되는 외부경제효과는 매우 폭넓고 다양하다. 전력의 본 사업은 에콰도르 갈라파고스 지역의 주민 대상의 전력보급이 목적이므로 가구당 전력 공급에 따른 편익 발생효과를 파악할 필요가 있다. 그러나 전력 보급 시 가정 및 사회 전반의 파급 편익은 필수적인 편익 요소로 포함되어야 할 편익임에도 직간접 파급효과가 매우 넓고 측정이 쉽지 않고 관련 비용이나 시간도 다수 소요가 된다.

14) 대기오염으로 인한 호흡기 질환 등 인체피해 뿐만 아니라 노동생산성 및 농어업 생산성 감소, 구조물부식 등 대기오염으로 인한 피해비용에 대해 총체적으로 고려함(환경정책평가연구원, 1999). 환율은 1\$당 1,190원 적용(1999년 환율)

15) HC의 배출량의 경우 NOx 배출량의 약 10%로 비중이 낮고, 별도 데이터 확보가 용이치 않음에 따라 NOx의 단위별 사회적 피해비용 값을 적용함.

본 연구는 이러한 한계로 인해 전력 편익에 대한 기존 연구 자료를 활용하여 이를 추정하기로 하였다. 사실 전력 편익의 간접적 효과까지 산출될 경우 복잡한 경제 모델링 기법이 필요한데 그보다는 가구 단위의 파급 효과에 한정하여 세계은행(2008)이 농촌전력화의 비용편익 효과를 발표한 연구 결과를 활용하였다¹⁶⁾. 연구에 따르면 사업 대상지인 에콰도르와 유사한 중남미의 국가인 페루를 대상으로 한 지불의사액(Willingness to pay) 조사 결과가 있는데, 페루의 경우 전력 공급에 대한 가치로서 매달 30.26달러¹⁷⁾를 지불할 의향이 있는 것으로 조사되었으며 이는 매년 약 363달러 수준이다. 본 연구는 에콰도르 관련 연구결과가 없으므로, 대체 자료로서 1인당 GDP나 전력가격 등이 유사한 페루 사례를 기준을 적용하여 편익을 추정코자 한다.¹⁸⁾

〈그림 2-3〉 주요 국가별 농촌 전력화 편익

Table 5.5: Rural Electrification Benefits (US\$ per household per month)				
Benefit	Philippines	Peru	Lao PDR	Bolivia
Lighting	7.36 ^a	16.16	5.60	12.24
TV	15.11	8.5	2.22	4
Radio	(included in TV)	Not estimated	Not estimated	Not estimated
Education	12.46	Not estimated	Not estimated	Not estimated
Time saved for household chores/increased leisure	5.30	5.5	5.5	5.5
Productivity home business: existing business	6.30	0.0	3.40	Not estimated
Productivity home business: new business	5.25	0.0	2.35	Not estimated
Improved health	0	0.02	0.02	Not estimated
Reduced fertility	Not estimated	0.08	0.08	Not estimated
Increased agricultural productivity	0	0	Not estimated	Not estimated
Public good benefits (including security)	Not estimated	Not estimated	Not estimated	Not estimated
Reduced pollution (global benefits) ^b	Not estimated	0.24	0.15	0.20

Source: IEG data.

a. IEG estimates for the Philippines differ from those by ESMAP (2002) because that study used a linear demand curve.

b. Applies to off-grid beneficiary households only. Assumes 0.6 ton of CO₂/MWh priced at \$2/ton of CO₂.

자료: The Welfare Impact of Rural Electrification: A Reassessment of the Costs and Benefits, An IEF Impact Evaluation (World Bank, 2008)에서 발췌

본 에콰도르 태양광사업의 혜택 주민수는 약 1,500명으로 이는 가구수로는 에콰도르 평균 가구수 3.65명(2012년 기준)¹⁹⁾으로 나누면 약 411가구로 산출되었으며 이에 가구당 복지 증진 편익은 아래와 같이 산출할 수 있다.

$$\begin{aligned}
& \text{산출식} = \text{총 수혜 가구수} \times \text{가구당 복지증진 편익} \\
& = 411\text{가구} \times \text{US\$30.26/month} \cdot \text{가구} \times 12 \text{ months/year} \\
& = \text{US\$149,242/year} (\text{US\$2,984,846 달러(20년)})
\end{aligned}$$

3. 비용-편익 비교 (balancing)

2011년에서 2014년까지 KOICA가 투입한 총 사업비 1,000만불에 대해 전환계수를 적용하여 국경가격으로 전환한 비용이 총 US\$7,356,260로 산출되었음을 앞서 IV.2.3 총비용산정<표 2-7 참고>에서 설명한 바 있다.

또한 동사업의 준공일로부터 종료일까지(2015년~2034년) 수원국이 부담하는 연간 \$92,000의 유지관리비용을 추가하여 총 비용을 산출하였으며, 사업 실행에 따른 주요 경제, 환경, 사회적 편익에 대해 할인율 8%를 적용하여 비용-편익을 분석한 결과, 본 태양광 사업을 통해 약 378만불의 NPV와 B/C값 1.46가 도출되었다.

투입비용에 직접적인 편익²⁰⁾에 기여하지 않은 홍보관 건립이나 국내초청연수 등이 포함되어 있고, 전력보급에 따른 사회 경제적 효과 관련 미반영 요소가 많으며, 기타 <표 2-3>에 제시된 비정량화된 요소가 다수 존재하는 점 등을 감안한다면 비용대비 편익은 더욱 높다고 할 수 있다.

결론적으로 동 사업은 NPV가 0보다 크고, BC율이 1.46로 국내 공공사업 최소 편익/비용 비율 1을 상회함에 따라 사업 추진의 경제적 타당성은 충분한 것으로 평가된다.

16) 갈라파고스는 도서지역으로서 전력 보급에 대한 편익이 통상 농촌지역 전력보급과 유사하다는 가정하에 이를 활용하고자 한다.

17) 페루의 가구당 전력편익 중 오염물질 저감효과는 앞장의 환경적 편익 계산시 적용되므로 이는 제외한다.

18) 에콰도르와 페루의 1인당 GDP(페루 US\$ 5,727, 에콰도르 US\$5,997), 전력가격(페루 평균 전력가 7.92 cents/kwh, 에콰도르 8.13 cents/kwh)등이 유사하고 오히려 에콰도르가 다소 높아서 페루 사례 적용에 무리가 없다고 판단된다.

19) The World Economic Factbook(2014) (http://www.euromonitor.com/medialibrary/PDF/Book_WEF_2014.pdf)

20) 동 연구에서는 정량적으로 분석이 가능한 편익(경제적, 사회적, 환경적)에 한해 직접적인 편익에 포함시킴.

4. 민감도 분석

경제성 평가는 risk 분석을 위해 민감도 분석을 하는 이유는 비용 편익 계산에 많은 불확실성이 내포되어 있어, 투자비나 경제성에 변동을 미치는 중요 변수 (할인율, 공사비 등)에 대해 일정량만큼 변화되었을 경우 경제성이 어떻게 변화되는지 파악하는 방법이다. 본 연구에서는 기본적으로 할인율 변화와 함께, 프로젝트 사업에서 다수 발생하는 투입사업비 증액 등의 변화 상황을 가정하여 간단히 민감도 분석을 수행한다.

○ 민감도 분석 결과

■ 할인율 변화시 (물가상승, 금리변동 등의 상황 고려)

- 할인율은 사업의 타당성 변동에 결정적인 변수이다. 할인율은 자본의 기회비용, 금리 등을 반영하여 산정되는데 향후 할인율 상승 가능성을 감안하여 8%, 10%, 13% 등으로 단계적으로 상향 증가를 통해 B/C 율의 변화값을 확인한 결과, 각각 1.46, 1.28, 1.08로 1이상 값으로서 변화의 폭도 비교적 일정함으로 할인율 최대 상승치에도 사업 타당성에 영향을 주지 않는 것으로 분석된다.

할인율	8%(현기준)	10%(가정)	13%(가정)
B/C ratio	1.46	1.28	1.08

■ 공사비 변화시 (사업비 상승 등의 상황 고려)

- 사업 과정에서 예기치 않은 문제로 인해 사업비 상승은 빈번하게 일어난다. 특히 개발도상국의 사업은 해외사업의 리스크가 높기 때문에 추가적 사업비 상승은 언제든지 일어날 수 있다. 따라서 사업비 상승에 대해 최대 50% 증대되는 상황까지를 감안하여 민감도 분석하였으며, 그 결과 최대 50% 상승시에도 B/C율이 1 이상으로 유지되어 사업비 변동에 대해서도 리스크가 낮게 나타남을 알 수 있다.

할인율	735만불(현기준)	900만불(가정)	1,100만불(가정)
B/C ratio	1.46	1.22	1.01

5. 최종 summary

B/C(비용편익) 분석 결과, NPV는 총 378만불며, BC ratio는 1.46로서 NPV가 0보다 크고, BC율이 1보다 크므로 사업 추진의 경제적 타당성이 있는 것으로 분석 되었다. 본 경제적 타당성 부분과 함께 사업의 타당성 검토시 정책적, 기술적, 사회문화적, 지속가능성 등 다양한 타당성 요소를 종합 검토 후 무상원조 사업의 사업 시행 여부가 결정되어야 할 것이다.

아울러 본 경제성 평가 연구과정을 통해 에콰도르 태양광발전 건립사업을 통해 얻어지는 주요 정량 및 금전화된 사업성과(Impact)는 아래와 같이 간략히 정리될 수 있는데, 이는 무상 원조 사업에서 중요한 성과 관리 측면에서 사업 효과성을 수치적으로 증명할 수 있다는 점에서 타당성 분석을 통해 파생되는 매우 유용한 정보라고 할 수 있다.

1) 정책 및 경제적 편익

- 2034년까지 총 1,500명(가구수 약 411가구)의 주민을 대상으로 총 41,720 MWh의 전력의 안정적 공급
- 20년간 디젤 2,941,620 gal 절약을 통한 에콰도르 에너지 안보에 기여
- 정부의 중장기 정책인 “Zero Fossil Fuels for Galapagos” 정책 이행에 따라 기존 디젤발전에서 신재생에너지 발전으로 대체에 기여
- 기타 기존 에너지 관련 서비스의 비용 절감 등

2) 환경적 편익

- 동 사업을 통해 20년간 총 38,520톤의 이산화탄소 저감

- 해상 유류운반에 따른 유출사고 리스크 저감효과로서 연간 22만불의 편익을 20년간 발생(총 430 만 달러)
- 사업기간인 20년간 디젤 발전 대비 대기오염물질 저감 및 이에 따른 건강개선 등 환경 보건 효과(총 217 만 달러)
 - 20년간 NOx 및 HC(질소산화물 및 탄화수소) 166,850kg 감축
 - 20년간 PM(미세먼지) 8,342kg 감축
 - 20년간 CO(일산화탄소) 146,000kg 감축

3) 사회적 편익

- 수혜 가구당 년 363달러의 전력보급에 따른 사회적 편익이 발생하며, 20년간 총 298만 달러의 사회경제적 부가가치 발생

V. 결론 및 한계

본 연구는 에콰도르 갈라파고스 태양광발전소 건립사업을 대상으로 경제성 분석을 시도하였다. 본 사업대상지는 도서지역으로 태양광 설치단가는 높지만, 유네스코 보전지역의 생태 환경 보호 및 전력 안정화 등 사회적 공공 편익이 매우 중요한 지역이다. 이에 향후 타 유사 사업의 경제성 분석에서도 참고할 만한 사례로서 원조사업의 사업 담당자가 향후 실제로 비용편익 분석(Cost-Benefit Analysis)을 실시할 때 도움이 될 수 있도록 사례를 채택하여 연구하였다.

비용편익(B/C) 분석 결과, NPV는 총 379만 달러이며, BC ratio는 1.46로서 NPV가 0보다 크고, BC ratio이 1보다 크므로 사업 추진의 경제적 타당성이 있는 것으로 분석되었다. 사업의 주요 편익으로는 첫째, 에너지 절감 및 안정 등 경제적 효과(3,545 MWh)의 친환경에너지공급과 디젤연료 2,941,620 gal 절감, 둘째, 기후변화, 생태보전 등 환경적 효과(38,520 톤의 CO₂저감, 해양 유류사고 리스크 저감 효과, 대기오염물질 저감), 셋째 전력공급 등에 따른 사회경제적 효과(가구당 매년 298달러의 부가가치 창출) 등 3가지 편익이 도출되었다.

본 연구의 한계점으로는 첫째, 연구 범위에 기획단계에서 필요했던 문제 해결을 위한 다양한 대안분석 및 선정 과정이 생략되었다는 것이다. 이는 이미 사업 내용이 확정 및 종료된 사업을 대상으로 분석을 시행하였기 때문에 사업 내용은 확정된 것으로 가정하여, 비용과 편익 검토 과정을 중심으로 연구가 되었다. 따라서 실제 사업을 기획하는 담당자는 문제를 분석하고 다양한 대안을 검토하는 과정이 선행되어야 한다.

둘째는 편익 산정범위에 있어 금전화가 가능한 편익 외에 금전적으로 측정이 어려운 편익도 다수 발생한다는 점이다. 지역경제 파급효과, 태양광 공급사슬 강화효과 등의 편익들은 데이터 확보 및 관련 연구 부족으로 계량화를 하는데 한계가 있었다. 특히 동보고서에 적용한 대기오염물질 감소에 따른 사회적비용 산출을 위해 참고한 자료가 1999년 국내기준 자료로 에콰도르 현지구매력 등을 고려한다면 정확성이 다소 떨어질 수 있다. 하지만 이러한 한계점에도 불구하고 대기오염 감소에 따른 사회적 편익은 동 경제성분석에서 매우 중요한 요소이기 때문에 자료 확보가 용이하지 않은 상황에서도 객관적 근거를 바탕으로 편익을 금전화시킨 점은 사례연구보고서로서 활용가치를 고려했을 때 그 의미가 크다고 할 수 있다. 기타 이

외의 각종 파급효과가 다수 존재하지만 본 연구에서는 제외하였다. 에너지 등 공공 인프라사업의 경우 사업 시행에 따른 많은 공공적 직간접 효과가 발생하게 되는데 이를 계량화하는 것은 쉬운 일이 아니다. 전문적인 경제 분석 기법이 필요하고 관련 비용과 시간도 다수 요구된다.

그럼에도 공공사업은 사업자체만으로 재무적 투자 효과는 높지 않으나 국민 경제적 후생 증진효과가 큰 경우가 많아 이러한 편익산정이 적절히 되지 않을 경우 사업의 경제성이 높지 않을 수 있다. 특히 무상원조사업의 경우 사업의 수익성 보다는 사업에 따른 경제사회적 편익이 사업의 주요 목표이자 성과이므로 더욱 중요하다. 따라서 개발도상국 사업 관련 정성적 사업효과에 대한 편익측정 방법론을 다양하게 개발 및 축적하는 등 계량화를 위한 노력이 필요하다.

셋째는 개발도상국 사업 수행시 데이터 확보가 어렵고, 정보의 불균형성에 따른 관련 비용 발생이 높아 본 연구도 여러 대체 데이터를 활용하였다. 동 연구에서도 전력보급에 따른 해당 지역의 가구당 편익효과는 실제 수혜 주민을 대상으로 실시하여야 하나, 소요 시간과 전문 기법이 필요한 점 등을 이유로 세계은행의 연구를 활용하여 유사 국가인 페루의 기준을 적용하였다.

이러한 문제는 미국, 영국 등 선진국에 비해 각종 사회경제적 통계가 체계적이지 않고 부족한 데이터가 많고 관련 연구도 적다는 점에서 발생한다. 또한 사업지가 해외에 있어서 해당 국가의 정보를 확보하려면 추가적인 시간과 비용이 다수 요구된다. 이에 이러한 제약에서도 경제성 평가의 정확도를 일정 수준 이상으로 유지하면서도 사업 사이클 내 허락된 시간과 비용도 동시에 충족할 수 있도록 상호 절충하는 고민이 필요하다.

최종적으로 본 연구는 무상원조사업으로서 신재생에너지 사업을 시행 시 기획 단계에서 경제성 분석을 시행함으로써 재무적 타당성은 낮지만 많은 국가에서 정책적으로 요청하는 신재생에너지 사업에 대해 타당성과 사업 추진 근거(rational)에 대해 정량적으로 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 또한 사업의 효과(impact)를 정량화함으로써 국민 등 이해관계자에게 설명함으로써 원조사업의 책무성을 높일 수 있다는 점에서도 의미가 있다. 향후 유사 사례의 경제성 평가 시행 시 본 연구를 참고하여 경제적 타당성 분석이 더욱 내실화되기를 기대한다.

참고문헌

- 김동건. 1997. 『비용편익분석』. 박영사
- 김수덕. 2006. “신재생에너지 시스템 경제성 분석 프로그램 개발 및 적용방안 연구보고서”
- 부천시 창조도시사업단. 2013. 『공공건축 사업 타당성 분석 실무 매뉴얼』
- 안은영 · 김성용. 2005. “신재생에너지연구 경제성 평가 결과분석 및 평가지표 연구”, 한국신재생에너지학회
- 장하나 · 김수덕. 2005. “도시지역 전화사업과 신재생복합 전력시스템 보급의 경제성 분석”
- 한국환경정책평가연구원. 2000. 『대기오염으로 인한 사회적 피해비용』
- ADB. (2013).『Cost-benefit analysis for development : a practical guide』
- Economics and Development Resource Center. 1997. “Guidelines for the Economic Analysis of Projects.”
- Euromonitor International Ltd. 2014. “The World Economic Factbook.”
- _____. 2013. 『공기업 · 준정부기관 사업 예비타당성조사 수행을 위한 일반 지침 연구』
- KDI 공공투자관리센터. 2008. 『수자원부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정보완 연구 (제4판)』
- KOICA. 2011. 『에콰도르 갈라파고스 태양광발전소 건립사업 집행계획』
- KOICA · 도화엔지니어링. 2015. 『에콰도르 갈라파고스 태양광발전소 건립사업 PMC 용역업체 선정 사업종료보고서』
- Etkin D., 2000. “Worldwide Analysis of Marine Oil Spill Cleanup Cost Factors.”
Arctic and marine Oil Spill Technical Seminar.
- FEDS Notes. 2014. “The social discount rate in developing countries.”
- IRENA. 2014. “The Socio-economic Benefits of Solar and Wind Energy.”
- ITOPF. 2015. “Oil Tanker spill statistics.”
- Mark A. Cohen. 2010. “A Taxonomy of Oil Spill Costs, Resource for the future.”

- Morgan Anne Warpler. 2011. "Cost-Benefit Analysis of Installing Solar Panels of the Schnoor Armond Ranch."
- Rosalie Ruegg 외. 2011. "Guide for Conducting Benefit-Cost Evaluation of Realized Impacts of Public R&D Programs."
- Shakti, IFC international. 2014. "Diesel Generator: Improving Efficiency and Emission Performanc in India."
- Markandya, 1998 "The Indirect Costs and Benefits of Green house Gas Limitations." UNEP.
- WHO. 2003. "WHO guide to Cost-Effectiveness Analysis."
- World Bank. 2008. "The Welfare Impact of Rural Electrification: A Reassessment of the Costs and Benefits."
- World Bank Institute. 2001. "Economic Analysis of Investment Operations."

『네팔 티카풀 지역 보건 의료 환경개선사업』의 경제적 타당성 분석

연구개발팀 이상미
고요한
오수현
평가심사실 양현우

『네팔 티카풀 지역 보건 의료 환경개선사업』의 경제적 타당성 분석

고요한 · 양현우 · 오수현 · 이상미

요 약

네팔 티카풀 지역은 보건 인프라가 취약하고 보건 시스템 및 인력이 취약하여, 약 10만 명의 인구가 티카풀 병원(District Hospital)에 의지하고 교통수단이 열악하여 의료접근성이 낮았다. 또한 일부 운영되고 있는 보건시설마저도 전문 인력의 부족으로 관리 및 체계적인 보건 서비스가 제공되고 있지 못했으며, 현지 주민들 역시 위생수준에 대한 의식이 교육되지 않아, 지역의 건강수준이 낮았다.

이에 KOICA는 2011년부터 5년간 '네팔 티카풀지역 보건의료환경개선사업'을 추진하였으며, ①지역 의료시설 인프라 개선 및 운영역량강화, ②지역보건인력 역량강화, ③지역주민 공중보건 인식개선 향상을 목표로 하였다. 동 사업은 그 간의 병원 및 보건소 위주의 인프라 중심의 보건사업에서 벗어나, 운영역량강화 및 교육, 캠페인 등의 소프트웨어형 사업 구성요소가 결합된 사업으로, 현재(2016)는 대다수의 보건사업이 이러한 형식의 사업구성 형태를 갖추고 있는 사례가 많다. 이에 동 사업을 사례로 선택하여, 동 사례 분석이 향후에 타 보건사업에 참고 될 수 있도록 하고자 하였다.

그간 KOICA는 대규모 인프라 위주의 사업을 제외하고, 보건사업에 대한 경제성 분석을 한 사례가 드물었다. 하지만 세금 책무성(value for money), 증거기반 의사결정 등의 요구가 커지고 있으므로, 다양한 원조사업의 경제성 분석에 대한 요구가 커질 것으로 예상하였으며, 동 사업을 사례로 보건사업 경제성 분석을 수행하였다.

동 사업의 경제성은 비용-편익 분석(Cost-Benefit Analysis, CBA)방식을 사용하였으며, 다만, 자료의 한계로 사업전체의 편익을 분석하지는 못하였으며, 동 사업의 성과 중 '시설 분만을 증가'를 통한 신생아사망률 감소를 화폐가치로 환산하는 방법으로 편익을 산정하였다.

I. 서론

KOICA 네팔 티카폴 지역의 보건의료 환경개선 사업에 대한 비용편익분석(cost-benefit analysis)을 통해 기 종료된 보건 사업의 투입 비용 대비 실제 발생한 편익 분석을 통해 사업의 경제성을 확인하고자 한다.

비용편익을 입증하기 위해서 사업의 주요 요소인 티카폴병원 증축 및 개보수 활동이 시설 분만을 증대를 가져왔고, 시설 분만을 증대가 신생아사망률을 낮추는데 기여할 것이라는 가정을 설정했다. 신생아 사망률 감소를 통해 건강하게 자란 신생아가 성인이 되어 창출할 수 있는 소득금액을 산출함으로써 본 사업의 비용편익 분석을 하기로 하였다.

분석방법은 티카폴병원 시설을 활용하여 태어난 신생아가 성장하여 소득을 창출할 수 있는 나이가 되었다고 가정하였을 때 평생 소득분을 네팔 GNP를 고려한 경제적인 가치로 계산하여 이를 현재가치로 계산한다. 계산된 편익의 경제적 가치 대비 실제 투입된 사업비용을 비율로 산출해냄으로써 해당 사업으로 인한 비용 대비 편익을 산출한다. 참고자료로는 해당 사업의 마스터플랜 보고서 및 사업전후 베이스라인 조사결과가 활용되었다.

II. 선행 사업 및 연구

우리나라 국제개발 협력 사업에서 경제성 분석을 통해 사업의 효과성을 증명한 사례가 한정되어 있는 측면에서 보건사업의 경제성 분석을 시도했다는 점에서 동 연구는 의의를 가지고 있다. 보건 사업의 경제성 분석을 위해 동 연구는 다음과 같은 선행 연구를 참고하였다.

먼저, 모자보건 사업을 구성하는 변수 중 병원시설에서의 출산이 신생아 사망률 감소에 긍정적 영향을 가져온다는 여러 연구 결과를 바탕으로 동 보건 사업 요소 중 병원 증축 및 개보수 활동이 분만시설의 양적/질적 확대를 통해 시설 분만을 증대를 가져온다고 가정하였다. Gurmesa Tura et al (2013)는 총 2,216개의 웹기반 메타평가 자료를 분석한 결과 저·중소득 국가에서 병원시설출산(Health facility delivery) 변수가 신생아 사망률(neonatal mortality) 감소에 유의하다는 결과를 도출하였다. Ajaari et al (2012) 역시 분만 장소가 신생아 사망률에 영향을 주는 중요한 요소라고 보며, 시설 분만을 증대를 위한 긴급이송 인프라 및 분만 시설 증진 등이 시급하다는 결론을 제시하였다.

한편, Finkel (2015)은 저·중소득국 67개국의 192개 인구보건조사(DHS) 데이터 분석을 통해 시설 분만이 초기 신생아 사망률을 낮출 수 있는 가능성은 있으나 이는 필연적은 아니라는 의견을 제시하였다. Finkel (2015)은 시설분만이 초기 신생아 사망률 감소에 미치는 긍정적 가능성을 증대하기 위해서는 시설 분만의 품질과 안전을 향상시키는 것이 중요하다는 시사점을 도출하였다. 또한, KOICA 모자보건 사업을 사례로 비용효과 분석을 실시한 정다운(2014)의 방법론을 적용하여 신생아 1명의 사망 예방이 가져올 수 있는 효과성을 1인당 GDP를 이용한 생애소득 추정을 통해 계산해내었다. 정다운(2014)은 에티오피아 모자보건 사업비용 효과분석을 통해 영·유아 1명의 사망 예방이 1인당 1,665만원의 가치가 있다고 밝혔다.

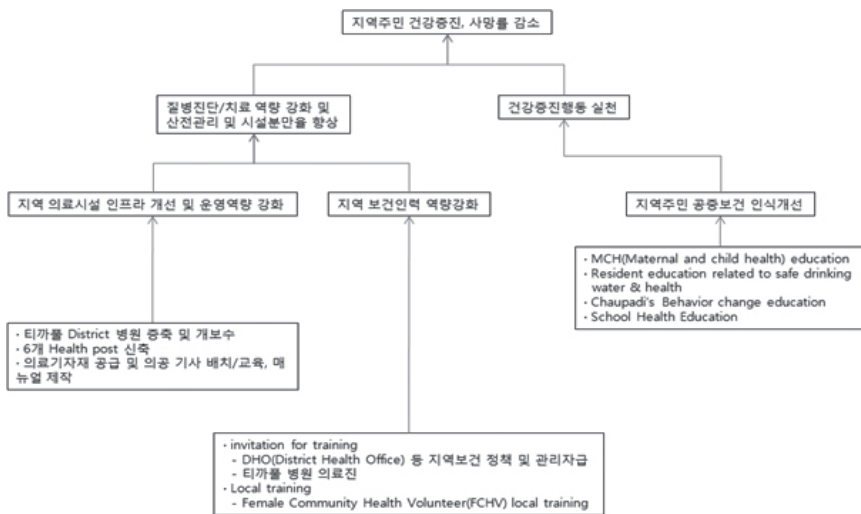
이는 KOICA 모자보건 사업에서 시설에 많은 비용을 투자한다는 점에서 ‘네팔 티카폴 보건 의료 환경개선 사업’의 경제성 분석에 대한 중요한 단서로 사용할 수 있다. 따라서 이번 연구는 네팔 티카폴 사업에서 경제적인 관점으로 사업을 분석하고 제언을 도출함으로써 향후 더욱 나은 경제성 분석을 수행할 수 있는 디딤돌이 된다는 점에서 의의가 있다.

Ⅲ. 네팔 티카풀 지역 보건의로 환경개선사업

본 연구는 한국국제협력단(KOICA)에서 2014-2015년간 수행한 네팔 티카풀지역 보건 의료환경개선사업을 대상으로 한다. 동 사업은 2011-2015년간 550만불의 예산으로 수행되었으며, 이미 종료된 사업으로, 사업대상지는 극서(Far-Western) 지역의 끼이랄리 구역(Kailali District)의 동쪽에 위치하는 티카풀(Tikapur Municipality)²¹⁾이다.

동 사업은 △지역의료시설 인프라를 개선하고 병원 보건소 등의 운영역량 강화 △지역 보건인력(보건정책관련 공무원, 병원 의료인력 등)의 역량 강화 △지역주민 보건인식개선으로 구성된다. 이를 통해 직접적으로는 지역 의료기관의 질병진단/치료역량을 강화하고 산전관리 및 시설분만율을 향상시키며, 지역주민의 건강증진행동을 촉진하고 장기적으로 주민의 건강 수준을 향상시키고 사망률을 감소시키는 것을 목표로 하였다(그림3-1 참조).

〈그림 3-1〉 Logical Framework



출처 : KOICA (2011c), 저자 재수정

21) 티카풀은 좁은 의미에서는 Municipality를 가리키나 선거구가 같은 주변 VDC를 포함해 “티카풀 지역”으로 통칭함.

IV. 경제성 분석

1. 편익(Benefit)

서두에서 밝혔듯이 당초에는 동 사업으로 인한 전체 편익을 산정하고자 하였다. 따라서 티카폴 지역의 주요 질병 유병율, 사망률 등 데이터를 확보하여 동 지역보건사업 전체의 편익을 산정하고자 하였으나, 5년마다 발행되는 नेपाल 국가통계자료가 2011년 이후, 2016년 말에 발행 예정이었기 때문에, 동 보고서 작성시점에는 활용할 수 없었다. 그 외에 नेपाल에서 활동하고 있는 타 국제기구(UNICEF, USAID 등), नेपाल 보건부 발간 자료 등을 통해 티카폴 지역만을 대상으로 한 데이터를 확보하고자 하였으나, 사업대상지 수준이 아닌 상위레벨(District) 수준의 데이터만 포함하고 있어 한계가 있었다. 반면 동 사업의 baseline 및 endline 조사 결과는 주로 산출물(output) 수준의 성과를 측정하였기 때문에 편익 계산에 활용하기 어려웠으나, 이 중 시설 분만을 지표는 신생아 사망률과 직접적으로 연계시킬 수 있는 지표였으므로, 이를 편익 산정의 지표로 삼고 화폐가치로 변환하였다. 따라서 동 보고서는 नेपाल 티카폴 지역 보건의료환경개선사업 중 시설분만을 증가와 관련된 사업요소에 대한 경제성 분석이다.

이를 위해 먼저 시설분만을 증가와 관련된 사업구성요소만을 모아 보았으며, 모자보건관련 산모 및 보건 인력 교육 실시, 티카폴 병원 및 보건 의료인력 역량 강화를 위한 연수, 시설분만 유도 등 모자보건 관련 인식개선을 위한 여성봉사자(Female Community Health Volunteer) 연수, 산모-시설 접근성 향상을 위한 앰블런스 구매, 티카폴 병원 산전관리 및 분만 기자재 구매 지원 활동 등이 이에 해당하였다. KOICA (2012) 및 KOICA (2015)에 따르면, 동 사업의 baseline/endline 조사 결과, 사업지역 내 사업기간 동안 시설분만율이 2012년 44%에서 2015년 61%로 17% 포인트 높아졌다. 이렇게 시설분만율이 높아짐으로 인하여 얻게 된 편익을 산출해 보면 다음과 같다.

먼저 사업이 완료된 2015년의 티카폴 지역의 예상 임신건수(expected pregnancies)는 약 1,726건으로 추정할 수 있다. 이는 नेपाल Department of Health Services의 연차보고서(Annual Report) 2014-2015의 끼이랄리 지역에 기재된 예상임신건수 수치에 티카폴/끼이랄리²²⁾ 인구 비율²³⁾을 곱하여 계산한 수치이다.

따라서 2015년 티카폴 지역에서 시설분만을 한 것으로 추측되는 임신부는 $1,726 \times 0.61 =$ 약 1,053명이며, 사업이 실시되지 않았더라면 시설분만을 했을 임신부 수는 $1,726 \times 0.44 =$ 약 760명이므로, 이 두 숫자의 차인 293건이 동 사업을 통해서 혜택을 받은 시설분만 건수라고 할 수 있다.

한편 Tura et al.(2013)에 따르면 저/중소득국에서의 시설 분만은 신생아 사망 위험을 29% 낮춘다. 따라서 이 사업으로 인해 증가한 시설분만 건수(293건)와 이 비율을 곱하게 되면 시설 분만을 증가로 신생아 $293 \times 0.29 =$ 약 85명이 신생아사망을 감소의 혜택을 입게 된 것이라고 볼 수 있다.

이 병원이 20년간 운영된다고 가정하였을 때, 2035년까지 매해 시설 분만의 혜택을 입은 신생아 수를 위와 같은 계산 방법으로 구할 수 있다. 이때 꺼이랄리 지역의 예상 임신 건수는 과거 5년간의 예상 임신 건수 연평균 증가율을 사용하여 구하였다. 꺼이랄리의 미래 인구는 과거 5년간의 연평균 증가율을 사용하고 티카폴의 미래 인구는 과거 10년간의 연평균 인구증가율을 사용하여 예측하였다.²⁴⁾ 그리고 해마다 늘어날 것으로 예상되는 시설 분만율은 2012년-2015년 시설분만 비율 연평균 증가율을 곱해서 계산하고 100%가 된 이후에는 그 비율이 계속 유지 된다고 가정한다.

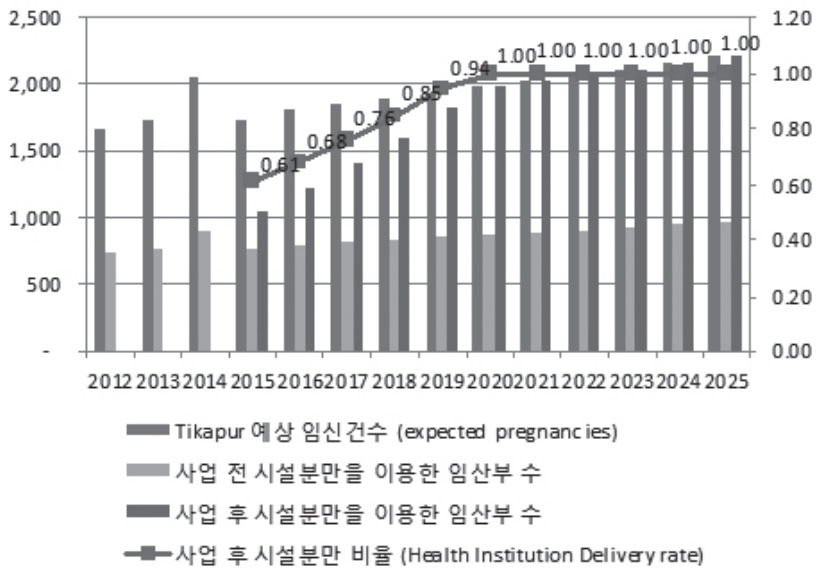
마지막으로 2015년부터 2035년까지 매해 본 사업으로 인한 추가시설 분만의 혜택을 입은 신생아 숫자의 29%에 연도별 नेपाल의 인명가치를 곱하면 2015년부터 2035년까지의 시설분만 이용을 통한 신생아 사망 감소의 화폐적 가치를 구할 수 있게 된다. 이것이 곧 이 사업의 편익이 되는 것이다(그림 3-2, 표3-1 참조).

22) 꺼이랄리 지역은 district로 티카폴(municipality)의 상위 행정구역이다.

23) 티카폴의 인구 데이터는 https://www.quandl.com/data/CITYPOP/CITY_TIKAPURSETNEPAL-Population-of-Tikapur-SET-Nepal 를 참조하였고, 꺼이랄리의 인구 데이터는 Department of Health Services (2013)과 (2016)를 참조하였다.

24) 두 지역의 연평균 인구 증가율을 계산할 때 기간을 다르게 설정한 이유는 해당 연도의 데이터가 부족했기 때문이다.

〈그림 3-2〉 편익 분석(상세산출근거 Annex 2참고)



출처 : 저자 작성

〈표 3-1〉 편익 분석(상세산출근거 Annex 1&2참고)

	구분	2011	2012	2013	2014	2015	...	2035
1	Kailali 인구	773,136	784,757	797,449	813,772	839,390	...	1,447,389
2	꺼이랄리(Kailali) 예상 임신건수 (expected pregnancies)	22,010	22,117	22,478	26,188	21,788	...	27,763
3	티까풀(Tikapur) 예상 임신건 수 (expected pregnancies)		1,669	1,735	2,059	1,726	...	2,763
4	사업 전 시설분 만 비율 (Health Institution Delivery rate)		0.44	0.44	0.44	0.44	...	0.44

5	사업 후 시설분 만 비율 (Health Institution Delivery rate)					0.61	...	1.00
6	사업 전 시설분만을 이용한 임산부 수		734	764	906	760	...	1,216
7	사업 후 시설분만을 이용한 임산부 수					1,053	...	2,763
8	사업 후 추가로 시설분만을 이용한 임산부 수					293	...	1,547
9	시설분만으로 감소하는 신생아 사망률					0.29	...	0.29
10	사업 후 시설분만으로 사망이 감소한 (혜택을 받은) 신생아 수					85,11	...	448,65
11	네팔 인명 가치(\$)					4,732	...	1,790
12	본 사업의 시설분만 이용을 통한 추가신생아 사망 감소의 화폐적 가치(\$)		0	0	0	402,714	...	803,046

출처 : 저자작성

본 사업으로 인한 추가적인 신생아 사망 감소의 최종적인 화폐가치를 구하기 위해서는 네팔 지역의 인명가치를 산출해야하는데 이것은 기존에 따로 연구된 내용이 없으므로 네팔인의 생애 소득을 기준으로 인명가치를 계산하였다. 생애소득을 계산하기 위해서는 2015년부터 2035년까지 매해 태어난 아이들의 소득 자료가 필요하지만 이러한 데이터가 없기 때문에 1인당 GNP가 노동 소득을 대변한다고 가정하고 네팔의 경제성장률과 사회적 할인율을 적용하여 이들의 미래 소득을 예측하였다. 즉, 1인당 GNP에²⁵⁾ 네팔의 경제 성장률 약 4.7% (2012년 기준)²⁶⁾와 사회적 할인율 10%를²⁷⁾ 적용하여 1인당 미래 GNP의 현재가치를 계산하였다. 그리고 이들이 경제 활동을 18세부터 네팔의 기대수명 약 69세²⁸⁾ 보다 조금 어린 65세까지 한다는 가정 하에 18세부터 65세까지의 1인당 미래 GNP의 합을 네팔 인명가치로 계산하였다.

이를 바탕으로 효과를 추정해보면 분만시설 개선 및 안전한 출산지원사업으로 인한 신생아 사망률 감소는 화폐적으로 약 US\$19,500,535의 편익을 가져온다고 볼 수 있다.

2. 비용(Cost)

비용 산정 대상은 시설 분만을 및 신생아 사망률과 관련된 사업 구성요소에 투입된 사업비용으로 한정하였으며, 기간은 사업이 실질적으로 착수된 2012년부터 종료된 2015년까지를 대상으로 하였다. 사업 구성요소 중, 현지연수는 네팔에서, 그 외 기자재 지원 등은 한국에서 수행되었지만, KOICA의 예산 결산 자료 특성 상, 모두 한화로 계산된 데이터를 활용하였다. 따라서 비용데이터는 한국에서 한화로 집행된 금액과 네팔에서 집행된 금액이 혼재되어 있으며, 이에 모두 달러(US\$)로 환산 후, 달러-원의 변환요소(conversion factor)를 적용하고, 연도별 인플레이션(미국 기준) 비율을 적용하였다. 또한 사업 종료 후, 2035년까지의 유지관리 비용 역시 총 비용에 포함하였다.

상세한 비용(Cost) 산정 절차는 아래와 같다.

① 투입 비용을 모두 달러로 환산한 후, 미국 인플레이션 비율²⁹⁾(inflation rate)을 적용한다.

- 만약 원화로 표시된 비용이 현재가격(current price)³⁰⁾ 라면, 달러로 환산한 금액 역시 현재가격(current price)이며, 따라서 미국의 인플레이션 비율을 이용하여 디플레이션(deflate)하여, 2012년 고정가격(constant price)으로 만들어야한다. 만약 원래

원화가 2012년 고정가격(constant price)으로 이미 표시되어 있다면 (비록 2014년 비용이라 하더라도.) 미국 인플레이션 비율을 이용하여 디플레이션(deflate)할 필요가 없다. 따라서, 원래 원화표시비용이 현재가격(current price)으로 표시된 것인지 2012년 고정가격(constant price)으로 표시된 것인지를 확인할 필요가 있다.

② 2012년 기준의 현재가치(present value)를 구하기 위해, 할인율(discount rate) 10%³¹⁾를 적용한다.

③ नेपाल에서 수행된 활동에 한하여, 변환요소(conversion factor)를 적용한다.

– 2012년의 원화-달러 기준, conversion factor는 1.31(=1/0.76366)이다.

〈참고. 변환요소(conversion factor)〉

conversion factor는 exchange rate이 어느 정도 왜곡(distorted)되어 있는지를 보여주는 수치이다. conversion factor를 구하기 위해서는 먼저 GNP와 PPP (shadow exchange rate을 반영하여 계산한 GNP data)와의 차이를 통해, shadow exchange rate을 구한다. 그리고 $\text{shadow exchange factor} = \text{shadow exchange rate} / \text{official exchange rate}$ 를 통해 shadow exchange factor를 구하고, 이 값을 역으로 바꾸면, 이 값이 conversion factor가 된다. 화폐가치가 높은 경우(고 평가)는 1보다 보통 작은 값을 가지며, 저 평가된 화폐의 경우에는 conversion factor가 1보다 크다.

④ 사업 종료(2015년) 후, 2035년까지 유지관리 비용을 산정하여 비용에 포함시킨다.

– 기자재 비용과 수송비용의 현재가치를 계산하고 합을 낸 후, 이 금액의 10%를 각 년도 유지관리비용으로 배분하면 된다. 이때 배분되는 값은 이미 현재가치이다. 또한 통상적으로 유지관리 기간을 (인프라 기반 사업의 경우) 10년으로 산정하지만, 동 분석의 경우, 프로젝트 기간을 2035년까지 해서 편익을 계산하였으므로, 2035년까지

25) 세계은행 데이터 활용, <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.CD?locations=NP>

26) 세계은행 데이터 활용, <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=NP>

27) Pedro et al (2001)

28) 세계은행 데이터 활용, <http://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.LE00.IN?locations=NP>

29) 미국 인플레이션 비율 : 2012년 0.021, 2013년 0.015, 2014년 0.016, 2015년 0.001

30) Current Price는 현행가격, Constant price는 불변가격으로, Constant Price는 특정시점의 물가를 기준으로 나타낸 수치이다.

31) 통상적으로 국제기구는 할인율 10%를 권고하며, 세계은행(World Bank)은 12% 할인율을 적용한다.

소요되는 비용을 유지관리 비용으로 포함하여야 한다.

이러한 과정으로 도출한 총 투입비용은 아래 표 3-2와 같으며 그 금액은 US\$ 208,520 이다.

〈표 3-2〉 총 투입비용(상세산출근거 Annex 3참고)

	투입 활동 내용	집행 금액(US\$)
1	모자보건관련 산모 및 보건 인력 교육	27,740
2	티까풀 병원 및 보건 의료인력 역량 강화를 위한 연수 실시	5,658
3	시설분만 유도 등 모자보건 관련 인식개선을 위한 Female Community Health Volunteer 연수 실시	44,260
4	산모-시설 접근성 향상을 위한 앰블런스 구매 (운송비 포함)	19,419
5	티카풀 병원 안전관리 및 분만 기자재 구매 지원 (운송비 포함)	24,203
6	유지 보수 비용	87,240
	합계	208,520

출처 : 사업수행기관 집행 결과보고서, 저자작성

3. 비용편익분석

앞서 계산한 편익 US\$19,500,535와 비용 US\$208,520을 가지고 순편익(Net benefit)을 구하면 \$19,292,014로 “0”보다 크고, EIRR이 256%로 할인율 10%보다 크다. 따라서 본 사업은 비용효과성이 있다고 볼 수 있다.

〈표 3-3〉 비용편익 분석

	구 분	Tota
1	시설분만 이용을 통한 신생아 사망 감소의 화폐적 가치(\$)	19,500,535
2	투입 비용(US\$)	208,520
3	순편익(Net benefit)	19,292,014
4	경제적 수익률(EIRR)	256%

4. 민감도 분석

경제성 평가는 많은 가정 하에 이루어지며, 따라서 실제 집행 시에는 차이가 발생할 수 있으며, 이는 사업 위험 요소로 볼 수 있다. 또한 동 사업은 개발도상국에서 실시되는 사업이기 때문에 투입되는 비용 및 달성 결과치가 기대하는 것과 다른 양상을 보일 수 있다는 불확실성이 존재한다. 따라서 사업 중에 나타날 수 있는 예상치 못한 상황에 대비하여 위험을 분석하고 이에 대한 대응책을 미리 마련하기 위해 민감도 분석이 필요하다.

본 연구에서는 시설분만으로 인한 신생아 사망률 변화와 전체 비용이 변하는 경우 2가지 경우에 대해 민감도 분석을 실시하였다. 첫 번째는 시설분만으로 감소하는 신생아 사망률이 29%보다 20% 적은 23%라고 했을 때 민감도를 분석하였다. 그 결과, 민감도 지표(=SI)가 1보다 큰 것으로 나타나 동 사업이 시설분만으로 감소하는 신생아 사망률 수치에 민감하다는 것을 확인할 수 있었다. 두 번째로 사업 전체 비용이 20% 증가했을 때 민감도 지표를 확인해보았다. 계산결과 SI는 1보다 작아 동 사업이 사업비용에는 크게 민감하지 않다는 결론을 내리게 되었다.

〈표 3-4〉 민감도 분석

	변수	수치	NPV	SI
1	시설분만으로 감소하는 신생아 사망률 (Base Case)	29%	19,292,014	
	시설분만으로 감소하는 신생아 사망률 (Alternative1)	23%	15,257,412	1.01
2	전체 비용(Base Case)	\$208,520	19,292,014	
	전체 비용(Alternative 1)	\$250,224	19,250,310	0.01

V. 결론 및 한계

일반적으로 보건사업의 경우, 비계량적인 효과(unquantified effect)가 계량화된 효과(quantified effect)보다 크다고 여겨지므로, 성과나 이익을 계량적으로 분석하려는 시도가 적다. 하지만, 서두에서 언급하였듯이, ODA자금에 대한 책무성과 증거기반 의사결정의 중요성이 대두되고 있는 바, KOICA 보건사업을 사례로 택하여, 경제적 타당성분석을 수행하였다. 특히 인프라 중심의 사업요소 뿐 아니라, 캠페인 및 보건인력 역량강화 등의 소프트웨어 사업 구성요소를 포함하고 있는 사업의 편익을 계산해보고자 복합적인 사업구성요소를 포함하고 있는 동 사업을 선택하였다.

사업 대상지는 네팔 끼이랄리 주 티까폴지역이며, 기간은 2011년부터 2015년간 수행되었다. 비용은 사업수행기관의 정산자료를 기준으로 항목별로 분류·분석하였으며, 효과부분은 사업의 base/endline 조사 및 네팔 보건부가 정기적으로 제공하는 통계 자료 중, 동 경제성 분석에 활용이 가능한 시설 분만을 활용하였다.

분석결과는 편익 \$19,500,535 비용 \$208,520으로 EIRR 256%가 산출되었다. 따라서 본 사업은 비용효과성이 있다고 볼 수 있다. 그러나 편익을 산출한 기간과 비용을 산출한 기간에는 차이가 있다. 편익은 병원에서 출산한 신생아의 18살부터 65살까지의 47년이라는 긴 기간 동안 발생하는 전체 편익을 고려한 반면 비용은 4년간 투입된 비용과 향후 20년간 운영되면서 필요한 유지 보수비용을 포함하였다. 즉, 편익이 발생하는 기간과 비용이 발생하는 기간이 2배 넘게 차이가 나며, 이것이 EIRR이 높게 계산된 이유인 것으로 분석된다. 이는 사망률 감소를 통해 발생하는 편익을 계산하는 방식이 가지는 한계로 볼 수 있다.

본 연구를 진행하면서 여러 한계에 부딪혔는데 그 중 분석에 필요한 데이터를 얻는 것이 가장 어려운 부분이었다. 보건 분야 경제성 분석 시, 사업 전체 구성 요소(component) 혹은 일부를 선택할 수 있고, 어떠한 방식으로 경제성을 분석할지 결정하여야 한다. 당초 동 연구를 통해 네팔 티까폴 지역 전체에 일어난 편익(질병 유병률 감소 혹은 지역차원의 사망률 감소)을 보고자 하였으나, 해당 경제성 분석에 필요한 2차 자료(티까폴 지역만을 대상으로 한 자료)를 구할 수 없었다. 따라서, 편익 분석은 자료 확보가 가능한 시설 분만을 및 신생아 사망률과 관련된 사업 구성요소의 편익을 대상으로 하였다. 이는 향후 보건사업을 기획할 시,

이러한 제약사항을 고려하여 사전적으로 수집이 필요한 데이터를 미리 설정하고 사업기간동안 데이터를 수집할 수 있도록 미리 계획을 세워야 할 필요성을 제시한다.

사업의 경제성분석을 위해서는 사업 기획단계에서의 설계가 매우 중요하다. 먼저 사업의 논리모형(logical framework)이 명확해야하며, 해당 사업의 성과(outcome)를 어떤 지표로 측정할 것인지 정한 후, 사업기획과 평가단계에서 baseline data를 수집하고, 사업집행과정에서 정기적인 모니터링을 통해 사업성과자료가 수집되어야 한다. 사업의 목표와 기관이 달성하고자 하는 성과, 측정하는 지표가 모두 일관되고, 논리에 부합하여야 한다.

그럼에도 불구하고, 사업기획 시 이와 같은 충분한 고려가 없었고 설계가 되지 않은 경우일지라도, 동 사례와 같이 사업 종료시점에 활용할 수 있는 2차 자료를 통해 분석이 가능하다. 하지만 동 연구의 대상지였던 네팔과 같은 최빈국의 경우, 2차 데이터 자료가 부족한 경우가 많아, 원하는 수준의 경제성 분석이 어려울 수 있다. 비용-효과성분석(cost-effectiveness)이 사업 초기에 최적의 사업 구성요소를 선택하거나 사업의 타당성을 검증할 때 사용될 수 있다면, 동 사례와 같은 비용-편익분석(cost-benefit)은 사업 종료 후, 평가(evaluation) 방법론 중 하나로 활용할 수 있다. 기관이 투입한 비용대비, 어느 정도의 효과를 창출하였는지 확인하는 절차이기 때문이다.

참고문헌

한국국제협력단(KOICA). 2011a. 네팔 티카폴지역 보건의료환경개선사업 사전타당성조사 보고서(내부자료)

_____. 2011b. 네팔 티카폴지역 보건의료환경개선사업 집행계획(내부자료)

_____. 2011c. 네팔 티카폴지역 보건의료환경개선사업 마스터플랜 보고서(내부자료)

Department of Health Services. 2013. Annual Report 2011–2012, available at http://dohs.gov.np/wp-content/uploads/2014/04/Annual_Report_2068_69.pdf (접속일: 2016.10.20)

Department of Health Services. 2016. Annual Report 2014–2015, available at http://dohs.gov.np/wp-content/uploads/2016/06/Annual_Report_FY_2071_72.pdf (접속일: 2016.10.20)

Gurmesa Tura, Mesganaw Fantahun and Alemayehu Worku. 2013. “The effect of health facility delivery on neonatal mortality: systematic review and meta-analysis” available at http://download.springer.com/static/pdf/81/art%253A10.1186%252F1471-2393-13-18.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Fbmcpregnancychildbirth.biomedcentral.com%2Farticle%2F10.1186%2F1471-2393-13-18&token2=exp=1484729492~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F81%2Fart%25253A10.1186%25252F1471-2393-13-18.pdf*~hmac=13306913639add001f0c503d344aa85a30daac14d6c759595d36a91cb26b713(접속일: 2016.10.20.)

KOICA and Yonsei University. 2012. Health Services Improvement in Tikapur(HIT) Base-line Surevey Report. 내부문서

KOICA and Yonsei University. 2015. Health Services Improvement in Tikapur(HIT) End-line Survey Report. 내부문서

Pedro Belli, Jock R. Anderson, Howard N. Barnum, John A. Dixon and Jee-Peng Tan 2001. Economic Analysis of Investment Operations. Washington DC: World Bank

〈Annex 1〉 네팔 인명기치

연도	연차	GNI per capita (상장률 3.4%, \$)	현재기치 (\$)	나이																				
				2015년 출생	2016년 출생	2017년 출생	2018년 출생	2019년 출생	2020년 출생	2021년 출생	2022년 출생	2023년 출생	2024년 출생	2025년 출생	2026년 출생	2027년 출생	2028년 출생	2029년 출생	2030년 출생	2031년 출생	2032년 출생	2033년 출생	2034년 출생	2035년 출생
2012	0		690	690.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	1		723	657.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	2		758	626.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	3		794	596.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	4		832	568.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	5		871	541.1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2018	6		913	515.5	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	7		957	491.0	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	8		1,003	467.7	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	9		1,050	445.5	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	10		1,101	424.4	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	11		1,153	404.2	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2024	12		1,208	385.1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2025	13		1,266	366.8	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2026	14		1,327	349.4	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2027	15		1,390	332.8	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2028	16		1,457	317.0	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
2029	17		1,526	302.0	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0
2030	18		1,599	287.7	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0
2031	19		1,676	274.0	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0
2032	20		1,756	261.0	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0
2033	21		1,840	248.6	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0
2034	22		1,928	236.8	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
2035	23		2,020	225.6	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2036	24		2,117	214.9	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
2037	25		2,218	204.7	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
2038	26		2,324	195.0	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
2039	27		2,435	185.7	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
2040	28		2,551	176.9	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
2041	29		2,673	168.5	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
2042	30		2,801	160.5	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
2043	31		2,935	152.9	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
2044	32		3,075	145.7	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
2045	33		3,222	138.7	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
2046	34		3,376	132.2	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
2047	35		3,538	125.9	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
2048	36		3,707	119.9	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
2049	37		3,884	114.2	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15
2050	38		4,070	108.8	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
2051	39		4,264	103.6	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
2052	40		4,468	98.7	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18
2053	41		4,682	94.0	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
2054	42		4,906	89.6	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
2055	43		5,140	85.3	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
2056	44		5,386	81.3	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22
2057	45		5,644	77.4	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23
2058	46		5,914	73.8	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24
2059	47		6,196	70.3	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25
2060	48		6,492	66.9	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26
2061	49		6,803	63.7	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27
2062	50		7,128	60.7	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28
2063	51		7,469	57.8	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29
2064	52		7,826	55.1	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30
2065	53		8,200	52.5	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
2066	54		8,592	50.0	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32
2067	55		9,003	47.6	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
2068	56		9,433	45.4	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34
2069	57		9,884	43.2	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35
2070	58		10,357	41.2	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36
2071	59		10,852	39.2	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37
2072	60		11,371	37.3	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
2073	61		11,915	35.6	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39
2074	62		12,484	33.9	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40
2075	63		13,081	32.3	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
2076	64		13,707	30.7	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42
2077	65		14,362	29.3	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43
2078	66		15,049	27.9	63	62	61	60	5															

〈Annex 2〉비용편익분석

No.	년도	2001	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1	Tikapur 인구수	38,722	56,983	59,228	61,561	63,986	66,506	69,126	71,849	74,679	77,620	80,678	83,856	87,159	90,592	94,161	97,870	101,725	105,732	109,897	114,225	118,725	123,401	128,262	133,315	138,566	144,024
Tikapur 연평균 인구증가율 (2001~2011)		3.9%																									
출처 : https://www.quandl.com/data/CITYPOP/CITY_TIKAPURSETNEPAL--Population-of-Tikapur-SET-Nepal																											

No.	구분	Total	2010~2011	2011~2012	2012~2013	2013~2014	2014~2015	2015~2016	Estimated																		
			2011	*2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1	Kailali 인구		773,136	784,757	797,449	813,772	839,390	881,031	904,354	928,293	952,867	978,091	1,003,983	1,030,561	1,057,842	1,085,845	1,114,589	1,144,094	1,174,381	1,205,469	1,237,380	1,270,135	1,303,758	1,338,271	1,373,698	1,410,062	1,447,389
2	Kailali 예상 임신 건수 (expected pregnancies)		22,010	22,117	22,478	26,188	21,788	23,101	23,326	23,552	23,781	24,013	24,246	24,482	24,720	24,960	25,203	25,448	25,695	25,945	26,197	26,452	26,709	26,969	27,231	27,496	27,763
3	Tikapur 예상 임신건수 (expected pregnancies)			1,669	1,735	2,059	1,726	1,813	1,853	1,895	1,937	1,981	2,025	2,071	2,117	2,164	2,213	2,263	2,313	2,365	2,418	2,473	2,528	2,585	2,643	2,702	2,763
4	사업 전 시설분만 비율 (Health Institution Delivery rate)			0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
5	사업 후 시설분만 비율 (Health Institution Delivery rate)						0.61	0.68	0.76	0.85	0.94	***1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	사업 전 시설분만을 이용한 임신부 수			734	764	906	760	798	815	834	852	871	891	911	931	952	974	996	1,018	1,041	1,064	1,088	1,112	1,137	1,163	1,189	1,216
7	사업 후 시설분만을 이용한 임신부 수						1,053	1,233	1,405	1,602	1,827	1,981	2,025	2,071	2,117	2,164	2,213	2,263	2,313	2,365	2,418	2,473	2,528	2,585	2,643	2,702	2,763
8	사업 후 추가로 시설분만을 이용한 임신부 수						293	435	590	769	974	1,109	1,134	1,159	1,186	1,212	1,239	1,267	1,296	1,325	1,354	1,385	1,416	1,447	1,480	1,513	1,547
9	시설분만으로 감소하는 신생아 사망률						0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
10	사업 후 시설분만 혜택을 받은 신생아 수						85.11	126.24	171.13	222.91	282.57	321.66	328.88	336.25	343.80	351.51	359.39	367.45	375.70	384.12	392.74	401.55	410.56	419.76	429.18	438.81	448.65
11	**네팔 인명 가치 (\$)						4,732	4,507	4,294	4,090	3,896	3,711	3,535	3,367	3,207	3,055	2,910	2,772	2,641	2,515	2,396	2,282	2,174	2,071	1,973	1,879	1,790
12	시설분만 이용을 통한 신생아 사망 감소의 화폐적 가치(\$)	19,500,535		0	0	0	402,714	569,029	734,746	911,664	1,100,824	1,193,671	1,162,542	1,132,224	1,102,696	1,073,939	1,045,932	1,018,655	992,089	966,216	941,018	916,477	892,576	869,299	846,628	824,549	803,046
13	비용	208,520		0	25,872	87,882	7,527	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362
14	Net benefit	19,292,014		0	-25,872	-87,882	395,187	564,667	730,384	907,302	1,096,462	1,189,309	1,158,180	1,127,862	1,098,334	1,069,577	1,041,570	1,014,293	987,727	961,854	936,656	912,115	888,214	864,937	842,266	820,187	798,684
15	EIRR	256%																									

Kailali 인구 연평균증가율 (2011~2016)	2.6%	* 사업시작년도
Kailali 예상 임신건수 연평균증가율 (2011~2016)	1.0%	** 모든 년도의 인명가치는 2012년 금액 기준이며 할인율 10%반영한 NPV 임
시설분만 비율 연평균증가율 (2012~2015)	11.5%	*** 시설 분만을 100% 달성 후 이 수치가 2020 이후 계속 유지된다고 가정함

〈Annex 3〉 비용분석

구분	네팔 티카폴사업/ cost-benefit																											
			cost																									
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TOTAL	
	intervention	Current/Constant Price	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	
intervention 비용	현지연수 (Female Community Health Volunteer) 실시	Current Price (nepal rupee→won→dollar)	-	-	43,043	-																						
		Constant Price (인플레이션적용, 2012년 기준)			40,881																							
		Constant Price (2012년도 기준의 present value)			33,786																							
		Constant Price (conversion factor 적용)			44,260																						44,260	
	현지연수 (Maternal and child health) education 실시	Current Price (nepal rupee→won→dollar)	-	22,513	-	2,001																						
		Constant Price (인플레이션적용, 2012년 기준)		21,724		1,898																						
		Constant Price (2012년도 기준의 present value)		19,749		1,426																						
		Constant Price (conversion factor 적용)		25,872		1,869																					27,740	
	앰블런스 구매	Current Price (won→dollar)	-	-	24,740	-																						
		Constant Price (인플레이션적용, 2012년 기준)			23,497																							
		Constant Price (2012년도 기준의 present value)			19,419																							
		Constant Price (conversion factor 적용안함)			19,419																						19,419	
	물품검수 및 운송비용	Current Price (won→dollar)	-	-	17,857	-																						
		Constant Price (인플레이션적용, 2012년 기준)			16,960																							
		Constant Price (2012년도 기준의 present value)			14,017																							
		Constant Price (conversion factor 적용안함)			14,017																						14,017	
	산전관리 및 분만, 산모이동에 관한 기자재 구매비용 *12차 기자재 계약문서 기자재 리스트 중 세부 카테고리가 delivery로 구분된 기자재	Current Price (won→dollar)	-	-	11,928	-																						
		Constant Price (인플레이션적용, 2012년 기준)			11,329																							
		Constant Price (2012년도 기준의 present value)			9,363																							
		Constant Price (conversion factor 적용안함)			9,363																						9,363	
intervention 비용	기자재 운송비용 * 해당기자재구매 액/total기자재비용 * 운송비용 1차 기자재 : 8.8%, 2차 기자재 : 26%	Current Price (won→dollar)	-	-	1,050	-																						
		Constant Price (인플레이션적용, 2012년 기준)			997																							
		Constant Price (2012년도 기준의 present value)			824																							
		Constant Price (conversion factor 적용안함)			824																					824		
	현지연수 (티카폴 병원 및 보건소 의료인력) 실시	Current Price (nepal rupee→won→dollar)	-	-	-	6,059																						
		Constant Price (인플레이션적용, 2012년 기준)				5,749																						
		Constant Price (2012년도 기준의 present value)				4,319																						
		Constant Price (conversion factor 적용)				5,658																				5,658		
	intervention sub total			25,872	87,882	7,527																						
	유지 관리	maintenance 비용 (기자재비용의 present value*10%)						4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	87,240	
총 비용			25,872	87,882	7,527	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	4,362	208,520		

standard conversion factor (2012년 기준)	standard conversion factor	
	Korea	1/0.76366=1.31
	Nepal	

	기준환율 (원-달러)	인플레이 션(미국)
2015년	1130	0.001
2014년	1120	0.016
2013년	1130	0.015
2012년	1070	0.021

〈Annex 4〉 Project Design Matrix

프로그램 요약 (Narrative Summary)	객관적 검증지표 (OVI: Objectively Verifiable Indicators)	지표입증수단 (MOV: Means of Verification)
최상위 목표(Ultimate Outcome)		
사업대상지 주민의 건강 증진	1. 주요 질병(세부적으로 표시필요)유병률 감소	Statistical Year Book of Nepal, Demographic and Health Survey(DHS), World Health Organization, DHO 자료 등
중기 사업목표(Intermediate Outcome)	1. health institution delivery rate(health post→tikapur hospital) 2-1. Application of drinking water treatment 2-2. Chhaupadi use 2-3. Toilet use rate	endline survey 결과
단기 사업목표(output/Initial Outcome)	1. utilization of government health facility diring illness 2. service utilization of FCHV 3. number of attendants for awareness program	endline survey 결과 및 pmc보고서 등
활동 (Activities)		
• 티카풀 District 병원 증축 및 개보수 • 6개 Health post 신축 • 의료기자재 공급 및 의공 기사 배치/교육, 매뉴얼 제작 • invitation for training – DHO(District Health Office) 등 지역보건 정책 및 관리지급 – 티카풀 병원 운영진 • Local training – 티카풀 District 병원 및 보건소 medical personnels – Female Health Volunteer(FHV) local training		• MCH(Maternal and child health) education • Resident education related to safe drinking water & health • Chaupadi's Behavior change education • School Health Education • Distributing health related posters and brochures • Publication on local newspaper and radio broadcasting

『모잠비크 잠베지아(Zambézia) 주 초등학교
환경개선 및 교육역량 강화사업』을 위한
경제적 타당성 분석

연구개발팀 김수진
김지현
박인혜

『모잠비크 잠베지아(Zambézia) 주 초등학교 환경개선 및 교육역량 강화사업』을 위한 경제성 타당성 분석

김수진 · 김지현 · 박인혜

요 약

모잠비크는 사하라이남 아프리카에서도 열악한 기초 교육성고를 기록하고 있다. 이 중 잠베지아(Zambézia) 주는 기초교육으로의 접근성과 학업성취수준이 특히 낮은 지역으로 알려져 있다. 이에 KOICA는 2016년부터 4년간 UNICEF와 함께 ‘모잠비크 UNICEF 잠베지아 주 초등학교 환경개선 및 교육역량 강화사업’을 수행함으로써 잠베지아 주 초등교사 훈련을 통한 교육역량 강화와 초등학교의 식수위생(Water and Sanitation Hygiene, WaSH) 환경개선 사업을 통해 해당 지역 초등교육의 수준 및 접근성 향상을 목표로 하였다.

이에 본 연구는 원조사업 발굴 및 기획단계에서 일반적으로 나타나는 데이터의 제한적 상황 하에서 사업의 목표치 추정 및 이를 통한 비용-효과성 분석을 어떻게 활용할 수 있을지에 대한 예시로서 경제성 타당성분석을 시도하였다. 이를 위해 비용-효과성 분석(Cost-Effectiveness Analysis, CEA)을 수행하였으며, 목표 가설로는 인근 지역에 유사사업을 수행한 USAID의 ‘Aprender A Ler (ApaL)’의 사업성과를 활용하였다. 그 결과, 동 사업계획서에 제시된 사업성과 목표는 보수적으로 제시된 것으로 결론내릴 수 있으며 따라서 동 목표설정 근거가 보완될 필요가 있다.

하지만 동 분석은 대상 사업 내 식수위생(WaSH) 사업에 대한 문헌연구 자료 및 보고서 상의 데이터 부족으로 인해 이번 분석 대상에서 제외되었다는 점에서 한계를 가진다. 이에 본 사업집행계획보고서 상의 식수위생(WaSH) 항목에 대한 예산이 보다 세분화되어야 하며, 목표 달성을 위한 사업논리관계의 재조정이 필요하다.

I. 서론

빈곤 해소를 위한 기초교육에 대한 중요성은 끊임없이 강조되어 왔다. 글을 읽는다는 것은 단순히 상급학교에 진학하거나, 그로 인해서 고용의 확률이 증대되는 것만을 의미하는 것은 아니다. 교육받은 성인은 자녀를 학교에 보내고 규칙적으로 출석하도록 독려하며, 가족 건강 및 영양 습관을 개선시키고 충분한 정보를 수용함으로써 공동체 역량이 강화되어 환경보호와 시민의 권리 등 개인적 빈곤 이외의 사회문제에 대한 인식이 강화될 수 있다(id21, 2005).

특히, 기초 교육 중 문해교육의 중요성은 이미 빈곤 퇴치에 중요한 요소로 인식되고 있고, 이미 국제사회 발전을 위한 여러 의제에도 포함되어 있다. 이미 2000년 세계 교육 포럼(World Education Forum, WEF)에서 문해력은 ‘모두를 위한 교육(Education For All)’ 목표 중 4번째로 채택되어, 2015년까지 성인, 특히 여성의 문해율을 50% 증진하고, 모든 성인이 기초교육과 계속교육에 평등하게 접근할 수 있도록 하는 것을 목표로 하고 있다. 이런 기초 속에 2016년 UNICEF-모잠비크 사무소와 함께 KOICA는 『모잠비크 잠베지아(Zambézia) 주 주 초등학교 환경개선 및 교육역량 강화사업』을 통해 모잠비크 초등학생의 학업성취도 향상을 통한 국가 역량강화 사업에 착수하였다.

모잠비크는 사하라이남 아프리카에서도 열악한 기초 교육성과를 기록하고 있다. 2013년 미국 국제개발처(United States Agency for International Development, USAID) 지원으로 수행한 전국 수준 기초 문해력(읽기, 쓰기) 평가에서 전국 평균 6.3%의 초등학교 3학년 학생들만이 아주 기본적인 수준의 공용어 읽기-쓰기가 가능하다고 보고되었다(UNICEF-Mozambique, 2014)³²⁾. 이 중 특히 잠베지아 주는 기초교육에의 접근성과 학업성취수준이 낮은 지역으로 알려져 있어 KOICA의 이번 사업은 초등교사 훈련을 통한 교육역량 강화와 초등학교의 식수위생 환경개선(Water and Sanitation Hygiene, WaSH) 사업을 통해 지역 내 초등학생의 문해력과 수리능력 향상을 목표로 하고 있다.

32) 그 원인으로는 “여전히 교사들의 낮은 수준의 교육(teacher's low level of education), 사기 저하(low morale) 및 미숙한 교수 능력과 방법(poor teaching skill and methods)이 교수의 질(quality of teaching)이 궁극적으로는 학습 성취(learning achievements)를 위태롭게 하고 있다(UNICEF- Mozambique 2014)”는 점이 지적되고 있다.

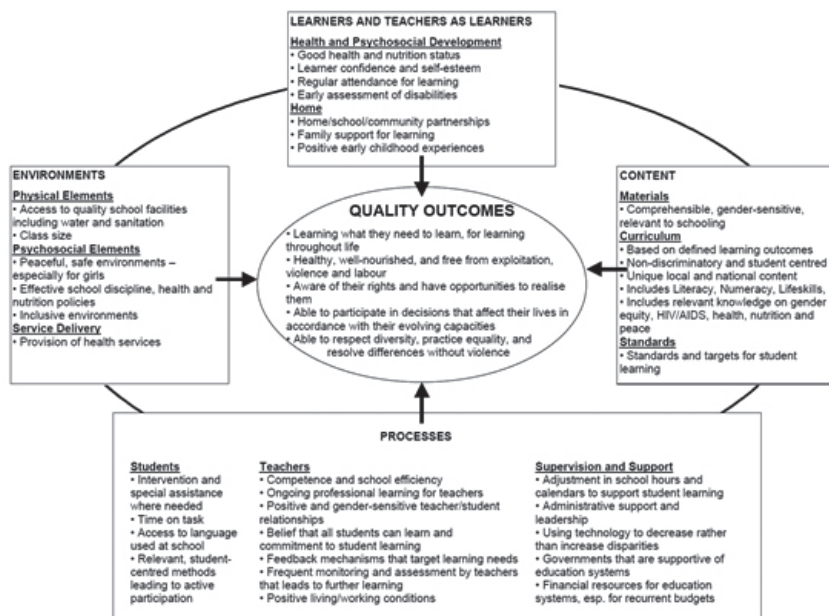
모잠비크 프로젝트의 경제성 타당성 분석은 2016년 하반기 착수되는 동 사업에 대한 분석을 통해 사업의 발굴과 기획단계에서 일반적으로 나타나는 데이터의 제한적 상황 하에서 경제성 타당성 분석 활용의 예로 제안되었다. 또한 KOICA의 주요 섹터인 교육과 보건 사업이 결합되어있는 사업구조를 가지고 있어 향후 예비타당성 조사 및 평가 시 동 보고서의 분석과정과 결과에 대한 참고자료로 활용될 수 있을 것이다.

이를 위해 본 분석은 다음과 같이 구성되어 있다. 분석의 필요성과 사업선정의 배경을 간략하게 다룬 서론에 이어 II장에서는 교육의 질과 관련한 선행사업 및 연구결과를 정리한다. III장에서는 동 사업의 세부내용을 정리하고 IV장에서는 경제성 분석의 방법론 및 데이터 확보, 분석결과를 다룬다. 마지막으로 V장의 결론 및 한계에서는 분석을 통해 얻어진 결과를 정리하는 한편 동 연구의 한계점과 향후 연구과제와 방향을 제시한다.

II. 선행 사업 및 연구

교육의 질(Quality of Education)을 향상시켜 있는 기초교육 접근성과 학업성취도 향상을 목적으로 하고 있는 동 사업의 내용을 이해하기 위해서는 우선 ‘교육의 질’이 무엇인가에 대한 논의가 필요하다. 교육의 질에 대한 정의는 연구자의 관점이나 문화적, 사회적 맥락에 따라 매우 다양할 수 있다.

〈그림 4-1〉 교육의 질의 정의와 관계



출처: UNICEF (2000:30)

UNICEF는 〈그림 4-1〉과 같이 교육의 질은 1) 좋은 학습자(Quality learner): 건강하고 가정과 지역사회로부터 지원을 받는 교사와 학생 모두를 포함한 학습자, 2) 양질의 학습 환경(Quality learning environment): 안전하고 충분한 교육환경, 3) 문해 및 수리 능력 등을 포함한 기본능력을 얻을 수 있는 콘텐츠, 4) 교육 과정(Quality processes): 양질의 교사 및 교

육행정, 5) 성과(Quality outcome): 교육의 목적을 달성을 측정할 수 있는 지식 및 기술 등으로 정의하고 있다(UNICEF, 2000).

위의 정의를 기준으로 지금까지 특정 사업이 교육의 질 향상이라는 목표를 효과적으로 달성했는지 분석하기 위한, 또는 어떤 방법들이 교육의 질을 보다 효과적으로 향상시켰는지를 알아보기 위한 다양한 시도들이 있어왔다. 이 중 본 연구에서는 특히 동 사업에서 대상으로 하고 있는 교사훈련 및 교육행정, 교육 콘텐츠 및 건강한 학습자 차원에서 연구들을 살펴보고자 한다.

교육 인프라를 제외한 다양한 형태의 교사훈련에 대한 연구들이 수행되어왔다. Husen, Sasa and Noonon은 현직 교사 교육에 대한 32개의 연구를 메타분석을 실시한 결과 교사 교육이 교육의 질에 영향을 미치며, 교사의 자격, 경험 및 교육 및 지식수준 모두 학생 성취도와 밀접한 관계가 있음을 밝혔다(Psacharopoulos and Woodhall 1985에서 재인용). 그러나 동시에 훈련된 교사와 교육의 질이 중요하다고 결론을 내렸지만, 문제는 교사 교육을 수행하는 데 가장 비용-효율적인 방법인지는 다양한 해석이 있음을 남기기도 했다. 이러한 가운데 UNESCO는 2015년 『UNESCO 전략 2012-2015』를 발표하면서 교사의 교육과 훈련 확대가 중요함을 강조하고, 교사교육을 강화하고 고급 교사인력을 확충하기 위한 『사하라이남 아프리카를 위한 교사교육 구상(The Teacher Training Initiative for Sub-Saharan Africa)』을 추진하는 등 국제사회의 교사역량 강화에 대한 관심이 지속되고 있다. 그러나 앞서 정의한 바와 같이 양질의 교육이 직접적으로 학생의 학업성취도에 영향을 미치는 경우는 단순히 좋은 교수법을 익힌 교사를 양성하는데 그치지 않고, 학습자의 수확환경을 개선할 수 있는 다양한 방법이 강구되어야 한다.

많은 아이들의 건강이 좋지 않기 때문에 종종 학교에 결석을 하게 되고 이는 결국 학교를 그만두게 되는 결과를 초래하기도 한다. 구충제를 학교에서 나눠주는 간단한 개입방법만으로도 아이들의 건강을 증진시킬 수 있고, 또는 위생시설 구축 등을 추진할 수도 있으며 이는 학교 출석률을 높이는 데 중요한 영향을 미치기도 한다. 우선 Carron and Chau(1996)은 멕시코, 인도, 기니, 중국의 252개 학교의 학생과 학교를 조사한 연구에서 질병과 열악한 건강상태가 결석의 주요원인임을 밝혔다. Willams and Leherr(1998)은 가나에서의 사업을 통해 학교에서의 구충제지급으로 인해 학생들의 건강 및 영양상태가 향상되었으며, 학업성취

도는 유의미하게 상승하였으며, 더욱 중요하게는 3년 동안 유급률이 32%에서 23%로 떨어지는 효과를 확인하였다. International Child Support(ICS)는 1998년 Primary School De-worming Project(PSDP)를 1998, 1999, 2001년에 케냐에서 구충제지급이 아이들의 학교출석률에 미치는 영향평가를 실시하였다. 구충제를 학교에서 무료로 나눠주는 프로그램은 아이들의 학교출석률을 연간 28일 증가시키는 것으로 나타났다(Miguel and Kremer, 2004).

동 사업에서 추진하려고 하는 식수위생(WaSH) 사업요소의 교육적 효과성에 관해서는 Lockheed and Verpoor(1991)는 위생시설, 깨끗한 물 공급, 보건교육과 함께 구충제지급이 되었을 경우 비용편익이 가장 높은 것으로 분석했으며, Freeman 외(2011)는 식수위생(WaSH) 사업이 결석률에 미치는 전반적인 영향은 미미하였으나, 지역별 차이가 있음을 확인하였다. 직접적인 효과로는 여아의 경우 결석률이 0.42% 감소하여 남아들의 변동에 비해 유의미한 값을 얻을 수 있었다. 그러나 출석률의 향상이 학업성취도에 영향을 미쳤는가는 유의미한 결론을 얻지 못했다. Garn 외(2012)는 식수위생(WaSH) 사업이 학교등록률을 전반적으로 9% 상승시키는 효과가 있었으며, 남녀 성별격차를 4% 완화시키는 효과를 확인할 수 있었다고 밝히고 있다. UNICEF(2010)은 방글라데시 사업의 경우 식수시설이 15분 이내에 있을 경우 1시간 이상 떨어져있는 곳에 비해 출석률이 5% 가량 증대한 것으로 결론을 도출하였다. 또한 Miske 외(1998)는 말라위의 238명 학생을 대상으로 한 연구에서 출석률이 높은 학교의 경우 학업성취도가 높고 유급률이 낮아지는 것을 밝혀내기도 했다.

앞선 연구들에서 결론적으로 보면 어느 정도의 차이가 있음에도 불구하고 교사훈련 프로그램을 통해 직접적으로 학생들의 학업성취도 향상을 기대할 수 있었다. 학생 및 교사에 대한 위생시설 및 보건관련 사업들은 출석률이나 학교등록률에 긍정적인 영향을 미쳐 종합적인 학업성취도 향상에 기여한다는 것을 알 수 있다.

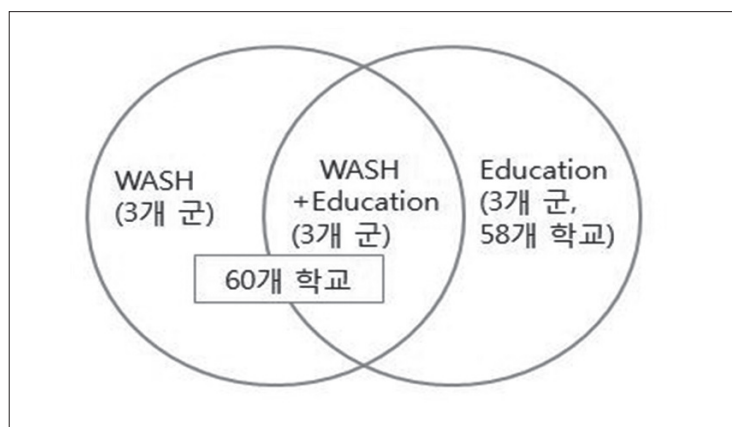
Ⅲ. 모잠비크 초등교육 환경 개선 및 교육역량 강화사업

1. 사업 구성

2016년부터 2019년까지 총 4개년에 걸쳐 진행되고 있는 동 사업은 KOICA가 유니세프를 지원하고 유니세프는 모잠비크 정부 및 지방정부 등과 협력하여 사업을 추진하는 방식으로 운영되는 다자협력사업이다. 본 사업은 유니세프 모잠비크 사무소에서 모잠비크 내 기초교육에의 접근성과 학업성취수준이 낮은 지역인 잠베지아주의 학교교육의 접근성을 높이고 교육의 질적 수준을 제고하고자 기획된 사업이다. 이를 달성하기 위해 크게 교육개선 사업과 식수위생(WaSH) 사업으로 나누어 진행하며, 교육개선 사업으로는 교사의 역량강화, 교재개발, 교수학습 환경 개선을, 식수위생(WaSH) 사업으로는 식수위생(WaSH) 시설개선을 주요 내용으로 한다.

이러한 사업 내용을 바탕으로 KOICA와 유니세프는 2016년부터 총 4개년 동안 650만 달러의 전체사업비를 가지고 아래 〈그림 4-2〉와 같이, 모잠비크 잠베지아 주 내 9개 군³³⁾에서 교육사업 6개군, 식수위생(WaSH) 사업 6개 군(Milange, Molumbo, Pebane의 3개 군은 중첩)의 모든 초등학교, 학교 클러스터(Zonas de Influência Pedagógica, ZIP)³⁴⁾ 코디네이터, 교사, 학생을 대상으로 실시한다.

〈그림 4-2〉 사업 대상 지역



출처: UNICEF (2016) 내부 사업보고서

동 사업의 수혜자는 궁극적으로는 학생들이지만, 편성된 프로그램과 관련하여 직접적인 수혜자는 교사, 학교 클러스터(ZIP) 코디네이터, 교육행정담당자(중앙, 지방, 지역)이다. 하지만 사업 기획 단계에서 교사의 교수역량강화와 교육행정 운영 역량 강화를 위한 교사연수원(Instituto de Formação de Professores, IFP)과 교육대학교(Universidade Pedagógica, UP)의 참여의 요청이 있음에 따라, 동 사업에서의 수혜대상은 크게 학생, 교사, 그리고 학교 클러스터(ZIP) 코디네이터 및 교사연수원(IFP), 교육대학교(UP)를 포함한 학교 등 크게 3개로 나누어볼 수 있다.

이러한 각각의 수혜대상자를 동 사업 내 주요한 두 개의 세부사업인 교육개선사업과 식수위생(WaSH) 사업으로 나누어 기대규모를 살펴보면 아래 <표 4-1>과 같다. UNICEF의 타당성조사를 통해 상정한 교육개선 사업의 수혜대상규모는 총 285,656명의 학생과 2,428명의 교사, 그리고 118개의 학교이다. 이들은 4년간 동 사업을 통해 교육 환경 및 역량개선 효과를 보임으로써 초등교육의 질 향상에 기여할 것으로 기대된다. 또한 식수위생(WaSH) 사업을 통해서 총 60개의 학교의 식수위생(WaSH) 환경이 개선되고, 이로 인해 15,600명의 학생들의 출석률 향상의 성과를 보일 것으로 기대된다. 동 분석에서는 학생들의 출석률 향상을 기대 성과로 간주하고 있기 때문에 수혜대상에서 교사는 제외하였다.

<표 4-1> 잠베지아 내 전체 수혜대상자

(단위: 명)

분류	학생 수	학교 수	교사 수
교육	285,656	118	2,428
WaSH	15,600	60	—

출처: UNICEF (2016) 내부 사업보고서

- 33) 그 원인으로는 “여전히 교사들의 낮은 수준의 교육(teacher's low level of education), 사기 저하(low morale) 및 미숙한 교수 능력과 방법(poor teaching skill and methods)이 교수의 질(quality of teaching)이 궁극적으로는 학습 성취(learning achievements)를 위태롭게 하고 있다(UNICEF— Mozambique 2014)”는 점이 지적되고 있다.
- 34) 그 원인으로는 “여전히 교사들의 낮은 수준의 교육(teacher's low level of education), 사기 저하(low morale) 및 미숙한 교수 능력과 방법(poor teaching skill and methods)이 교수의 질(quality of teaching)이 궁극적으로는 학습 성취(learning achievements)를 위태롭게 하고 있다(UNICEF— Mozambique 2014)”는 점이 지적되고 있다.

동 사업의 4개년 운영 총예산은 650만 달러이며, 그 세부 내역은 아래 <표 4-2>와 같다. 교육개선 사업을 위한 교사역량강화사업을 위한 교사역량강화, 교재개발, 교수학습 환경개선 활동 각각에 1,439,200 달러, 1,105,206 달러, 1,020,939 달러를 배분함으로써 총 3,565,345 달러가 배정되었으며, 식수위생(WaSH) 시설개선 활동에는 총 1,922,174 달러의 예산이 배정되었다.

〈표 4-2〉 사업 예산 세부 내역

(단위: US\$)

사업 성과	예산 (US\$)				
	2016	2017	2018	2019	합계
1. 교사역량 강화	260,000	388,400	395,400	395,400	1,439,200
1.1 교육대학교(UP) 및 교사연수원(IFP), 학교 클러스터(ZIP) 코디네이터 역량강화	260,000	241,000	288,000	288,000	1,077,000
1.2 학교 클러스터(ZIP) 코디네이터 중심으로 초등교사 교수학습법 훈련	—	147,400	107,400	107,400	362,200
2. 교재 개발	45,560	351,120	352,942	355,585	1,105,206
2.1 저예산 교수-학습자료 개발 및 보급	45,560	351,120	352,942	355,585	1,105,206
3. 교수학습 환경 개선	5,000	306,561	348,264	361,114	1,020,939
3.1 교육행정시스템의 효과적인 정책운용 역량 강화	—	240,561	239,264	243,114	722,939
3.2 교육정책의 모니터링 및 평가체제 제고	5,000	66,000	109,000	118,000	298,000
4. 식수위생(WaSH) 시설개선	—	421,201	754,830	746,143	1,922,174
4.1 사업대상 학교의 식수위생(WaSH) 환경개선	—	421,201	754,830	746,143	1,922,174
모니터링 및 평가	—	53,800	58,600	178,600	291,000
기술지원	—	—	—	—	—
소계①					5,778,519
간접지원경비					240,000
소계②					6,018,519
글로벌 복구 비용					481,481
총 합	6,500,000				

출처: UNICEF (2016) 내부 사업보고서

2. 사업 논리 모형 및 연구방향: PDM을 중심으로

우선 동사업의 가장 큰 목표(goal)는 초등교육의 질(quality of primary educations) 향상 및 초등교육 접근성을 향상으로 나뉜다. 크게 교육개선 사업 및 식수위생(WaSH) 사업으로 나뉘어 진행되는 동 사업에서는 초등교육의 질 향상은 기본적으로 교육개선 사업을 통하여, 그리고 초등교육의 접근성 향상은 식수위생(WaSH) 시설의 개선을 통해 이루고자 한다. 따라서 동사업의 논리모형 또한 크게 두 개의 목표(goal)로 나누어서 분석 및 기획되어야 한다. 이에 아래에서는 교육개선 사업과 WaSH사업 각각의 차원에서 사업논리 모형을 정리한다.

가. 교육개선 사업

먼저 첫 번째 목표(goal)인 초등교육의 질 향상을 위한 교육개선 성과로서 KOICA와 UNICEF는 초등학생들의 쓰기, 읽기, 셈하기 등 국어와 산수와 같은 기초문해력의 향상을 주요 기대성과(outcome)로 설정하고 있다. 동 기대성과는 교사의 역량강화, 학습자료 개선, 교수학습 환경 개선 등 크게 세 가지의 활동결과(output)가 도출됨으로써 가능하며, 각각의 결과는 다음과 같은 활동(activity)을 통해 이루어진다.

동 사업에서는 교사역량강화, 학습자료 개선, 교수학습 환경개선을 통해 학생들의 쓰기, 읽기, 셈하기 등의 기초 문해력을 향상시키고자 한다. 우선 동 사업에서는 교사 교육 및 훈련의 경우에는 UNICEF가 직접 진행하는 것이 아니라, 초등교사 교육을 담당하고 있는 교원양성기관의 역량을 키우고, 프로그램 운영 능력을 키우도록 하며, 교사와 학교교육의 문제점을 진단하고, 이를 구체적인 해결과정으로 연계하기 위한 연구능력 향상을 위해 교육대학교(UP)를 활용하여 이루어진다. 이에 교사역량강화(output 1)를 위한 활동으로 교육대학교 및 교사 연수원의 역량강화, 학교 클러스터(ZIP) 코디네이터를 중심으로 초등교사 교수 학습법 훈련 등을 실시한다.

다음으로 학습자료 개선(output 2)을 위해서는 저예산으로 교수자료 및 학습 자료를 개발하고 대상 학교들에 보급하는 활동을 실시하며, 교수학습 환경개선(output 3)을 위해서는 교육행정시스템의 효과적인 정책운용 역량강화활동 및 교육정책의 모니터링 및 평가체계 제고 활동을 수행한다.

나. 식수위생(WaSH) 사업

두 번째 목표인 초등교육의 접근성 향상을 위한 식수위생(WaSH) 사업으로 동 사업에서는 초등학생들의 출석률 향상을 주요기대성과(outcome)로 본다. 동 기대성과는 잠베지아 주 내 대상 학교의 식수위생(WaSH) 환경의 개선활동(activity)을 통해 전반적인 식수위생(WaSH) 시설의 개선 성과(output)를 살펴봄으로써 달성될 수 있다.

상기의 사업 내용 및 구성을 바탕으로 사업 PDM을 정리하면 아래 <표 3>과 같다.

〈표 4-3〉 사업 연구 논리모형(PDM) 종합

Goal	초등교육의 질 향상			초등교육 접근성 향상
Outcome	학생 기초 문해력(쓰기, 읽기, 셈하기) 향상(A,B,C)			출석률 향상(D)
Indicator	쓰기, 읽기	셈하기		
	- 한 학급당 본인의 이름 철자를 정확히 쓸 수 있는 학생 수 - 한 학급당 단어 식별이 가능한 학생 수 - 한 학급당 문장 읽기가 가능한 학생 수 - 숫자 전체 파악이 가능한 학생 수	- 한 학급당 단순 덧셈/뺄셈이 가능한 학생 수 - 한 학급당 두자리 수 덧셈/뺄셈이 가능한 학생 수		- 최근 3개년간 (2016-현재) 매년 초등 학교 과정 전체를 이수한 학생 수 - 전체 학생의 매달 평균 평균 등원률
Output	교사 역량강화	학습자료 개선	교수학습 환경 개선	식수위생(WaSH) 시설개선
Activity	- 교육대학교 및 교사연수원 역량강화 (68만 불) - 학교클러스터 코디네이터(ZP) 중심으로 초등교사 교수학습법 훈련(38만 불)	저예산 교수-학습자료 개발 및 보급(106만 불)	- 교육행정시스템의 효과적인 정책운용 역량제고 (17만 불) - 교육정책의 모니터링 및 평가 체제 제고 (27만 불)	사업대상 학교의 식수위생(WaSH) 환경 개선 (180만 불)
Input	교사교육 (A) (144만 달러)	교재개발 (B) (111만 달러)	교육행정 (C) (102만 달러)	식수위생 (D) (192만 달러)

출처: 내부 사업자로 바탕으로 저자 작성

IV. 경제성 분석

1. 분석 방법

본 경제성 분석의 목표는 사업 착수 전 기획단계의 제한적인 데이터 상황 하에서, 대안을 활용하여 목표 달성률에 대한 추정치를 확보하고 이를 바탕으로 경제적 타당성을 분석하는데 있다. 동 사업의 경우, 사업의 목표인 잠베지아 주 초등학생의 문해력과 수리능력 향상을 금전적 단위로 환산하기에는 제약이 있어, 이를 비용(투입) 대비 직접적인 효과(산출)로 평가하는 비용효과분석(Cost Effectiveness Analysis, CEA)방법을 통해 분석을 수행하였다.

동 사업의 비용은 크게 초등학교사 역량강화와 식수위생(WaSH) 시설개선의 두 가지 성과(outcome)를 달성하기 위한 투입요소로 나누어져 있다. 이 중에서도 식수위생(WaSH) 시설개선의 경우 예산이 상세하게 분리되어 있지 않고 학교당 총비용으로 산정되어 있으며 USAID 사업에서는 식수위생(WaSH) 요소가 포함되어있지 않아 이번 연구에서는 교육역량 강화 요소에 한정하여 분석을 실시하였다.

분석의 첫 번째 단계로, 각각의 비용과 효과를 계산하였다. 비용은 모잠비크 교육 사업의 사업논리모형(Project Design Matrix, PDM)에 따라 생산물(output)별로 책정되어 있는 연도별 투입 예정인 예산을 모두 현행가격(current price)에서 모잠비크의 예상 인플레이션율³⁵⁾을 반영한 고정가격(constant price)으로 전환하여 합산하였다. 효과에 대한 부분은 현재 동 사업이 추진 계획 중에 있는 사업으로 데이터가 부재함에 따라, 인근지역(Nampula 및 Zambézia)에서 유사사업을 실시한 USAID의 'Aprender a Ler (ApaL)' 사업의 성과를 준용하여 KOICA 모잠비크 사업의 효과를 추정하였다. 성과 중에서도 KOICA와 USAID 사업의 성과지표가 일치하는 부분인 '철자 인식(Letter Recognition)'과 '텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)'의 성과를 차용하였다.

두 번째 단계로, 계산된 비용과 효과를 바탕으로 다각적인 경제성 분석을 실시하였다. 먼

35) 모잠비크의 인플레이션을 예측치는 2016년 6%, 2017년, 2018년 및 2019년 모두 동일하게 5.6%로 전망됨.

출처: <https://www.statista.com/statistics/507333/inflation-rate-in-mozambique/> (검색일: 2016년 10월 6일)

저 USAID의 사업 비용대비 효과를 차용하여 KOICA 사업의 비용 대비 효과성을 분석해 봄으로써, KOICA 사업의 비용대비 대략의 목표치를 산정해보았다. 사업의 구성요소가 매우 유사한 두 사업을 대상으로, 수혜학생 한 명당 투입되는 비용 대비, ‘철자 인식(Letter Recognition)’과 ‘텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)’ 측면에서 달성해야하는 효과의 추정치를 산정하였다. 더불어 투입요소나 변수의 변화에 따라 사업의 효과가 어떠한 영향을 받는지를 분석하기 위해 할인율(discount rate)을 각각 5.65%(2017년 기준), 6.16%(10%증가치), 10%로 변경하여 민감도 분석(Sensitivity Analysis)을 수행하였다.

2. 데이터 수집

본 사업의 비용은 사업계획서에 명시된 예산을 통해 측정하였으며, 효과 혹은 편익 추정은 과거 USAID가 인근지역(Nampula 및 Zambézia)에서 수행한 사업의 효과를 준용하여 분석을 수행하였다.

〈표 4-4〉에 정리된 바와 같이 USAID의 'Aprender a Ler' 사업은 2012년부터 2016년까지 모잠비크의 두 개 주(province)인 남풀라(Nampula)주와 잠베지아(Zambézia) 주에서 수행된 사업으로, 2개의 주에서 무작위로 추출한 총 7개의 지구(district)의 34개 학교 클러스터(ZIP)에 해당하는 총 122개 학교, 61명의 학교 교장, 849명의 2학년 교사 및 학생 45,469명을 대상으로 실시되었다. 이를 바탕으로, USAID는 2013년 2월부터 3월까지 사업대상지에서 무작위로 선정된 중간실험군(Medium treatment)³⁶⁾과 실험군(Full treatment)³⁷⁾, 통제군(Non-treatment control group)에 대해 기초선 조사(Baseline survey)를 수행하였으며, 두 차례의 중간선 조사(Midline survey)는 각각 2013년 말(Midline 1)과 2014년 말(Midline 2)에 수행되었다.

KOICA의 모잠비크 사업의 경우, UNICEF의 주도로 2016년 8월 말 기초선 조사(baseline survey)를 수행하였으며 이는 실험군인 잠베지아 주와 통제군인 테테(Tete) 주의 각각 118개

36) USAID 사업에서 중간실험군(Medium treatment)은 학생들의 학습 향상에만 초점을 맞추어 사업을 수행한 실험군을 의미한다.

37) 실험군(Full treatment)은 학생들의 학습 향상뿐만 아니라 보다 효과적인 학교 관리를 위한 요소를 포함한 실험군을 의미한다.

학교를 대상으로 총 5개의 분야-교사 역량, 교사 행동, 교수 및 학습 환경, 학교 환경/분권화된 교육 시스템 및 학생 학습 결과 및 태도-에 대한 조사가 실시되었다. 사업계획서 상 연 1회 성과를 측정하기 위한 조사가 예정되어 있어 사업 종료 예정인 2019년까지 총 3번의 성과 측정이 수행될 예정이므로, 향후에 얻어질 데이터를 바탕으로 보다 다양한 경제성 분석이 가능할 것으로 예측된다.

〈표 4-4〉 사업 예산 세부 내역

(단위: 달러)

	KOICA	USAID
사업명	모잠비크 잠베지아 주 초등학교 환경개선 및 교육역량 강화사업	Aprender a Ler (ApaL)
사업 기간	2016~2019	2012~2016
사업비	US\$ 7,000,000	US\$ 16,296,748
사업 지역	(실험군) 잠베지아(Zambézia) 주, (통제군) 테테(Tete) 주	잠베지아(Zambézia) 주, 남풀라(Nampula) 주
수혜 대상	2개 주 각각의 118개 학교 대상, 교육역량강화 수혜대상 교사 2,428명 및 학생 285,655명 식수위생(WaSH) 시설 수혜대상 학생 15,600명	2개 주에서 무작위 추출한 총 7개 지구(District), 34개 학교 클러스터(ZIP)의 총 122개 학교, 학교 교장 61명, 2학년 교사 849명, 학생 총 45,469명
사업 내용	- 초등교사 역량강화를 통한 학생들의 학업성취도(읽기, 셈하기) 향상 - 식수위생(WaSH) 시설개선을 통한 학생들의 출석률 및 학업성취도 향상	- 초등교사 역량강화를 통한 학생들의 읽기 교육의 질 향상 - 효율적인 학교 운영을 통한 교육의 양 증가
조사 일정	(2013년 2-3월) 기초선 조사 실시 (2013년 말) 중간선 조사1 실시 (2014년 말) 중간선 조사2 실시	(2016년 8월) 기초선 조사 실시 (2017-19년) 중간선 조사 연 1회 실시 예정

출처: 저자 작성

3. 분석 결과

경제성 분석 결과, 현재 UNICEF의 사업계획서에 제시된 사업의 목표치는 투입비용 대비

보수적으로 설정되어 있는 것으로 나타나고 있다. UNICEF는 사업계획서를 통해 본 사업의 목표치를 12%로 상정하고 있는데, USAID의 유사사업 효과 대비 KOICA의 사업의 목표치를 분석해보면 현재 계획된 예산 투입 시, ‘철자 인식(Letter Recognition)’은 25.38%를, ‘텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)’은 217.86%를 달성할 수 있는 것으로 나타난다.

먼저 <표 4-5>와 <표 4-6>을 살펴보면 USAID의 경우, 전체 사업비를 총 수혜학생 수로 나누었을 때, 학생 한 명당 13.33 달러가 투입되었으며, 이를 통해 ‘철자 인식(Letter Recognition)’의 경우 24%가 향상되었고 ‘텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)’의 경우 206%를 향상시킨 효과를 얻었음을 확인할 수 있다.

<표 4-5> USAID의 사업비용 분석

Treatment group	Per student	Per teacher	Per school
Full	US\$ 13.33	US\$ 710.33	US\$ 5,062.19
Medium	US\$ 10.58	US\$ 566.55	US\$ 3,942.60
Control	—	—	—

출처: UNICEF (2016) 내부 사업보고서

<표 4-6> USAID의 사업성과 분석

Grade 2	Full gain over Control
Letter Recognition (100 items, correct letters per minute or clpm)	24% (3.9)
Text Reading Fluency (120 items, correct words per minute or cwpm)	206% (3.5)

출처: USAID (2015:53)

이를 반대로 해석해보면 ‘철자 인식(Letter Recognition)’의 1%를 향상시키기 위해 0.555 달러가 소요되었으며, ‘텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)’의 1%를 향상시키기

위해서는 0.065달러가 투입된 것으로 나타난다. 계산을 바탕으로 KOICA의 사업을 살펴 보면, 본 사업은 학생 당 9.42달러가 투입될 예정이므로, 이는 반대로 ‘철자 인식(Letter Recognition)’ 1%를 증가시키기 위해 0.587달러, ‘텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)’의 1%를 향상시키기 위해 0.068달러가 소요된다. 이에 USAID의 비용 대비 효과를 차용하여 KOICA 사업의 비용 대비 효과성을 분석해보면, 모잠비크 사업을 통해 ‘철자 인식(Letter Recognition)’은 25.38%를, ‘텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)’은 217.86%를 목표치로 추정할 수 있다(〈표 4-7〉 참조).

〈표 4-7〉 KOICA와 USAID의 사업 목표치 비교 결과

철자 인식(Letter Recognition)		
	KOICA	USAID
Unit cost	US\$ 0.587	US\$ 0.555
Achievement	—	24%
Goal	25.38%	
텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)		
	KOICA	USAID
Unit Cost	US\$ 0.068	US\$ 0.065
Achievement	—	206%
Goal	217.86%	

하지만 이는 KOICA가 지원하는 사업을 통해 반드시 수정된 목표치를 달성해야한다기보다, 동 사업의 목표치가 현재 제시된 바와 같이 목표치 12%를 달성할 경우 비용 대비 효과성 비율이 0.7로 하락하게 되는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 목표치 12%에 대한 근거가 충분히 제시되지 않은 상황에서 목표치가 지나치게 보수적으로 제시된 것이 아닌지에 대한 의문이 제기될 수 있으므로, 이에 대한 충분한 근거가 제시될 필요가 있다.

다음으로, 투입요소나 변수의 변화에 따라 사업의 효과가 어떠한 영향을 받는지에 대한 민감도 분석을 수행하였다(〈표 4-8〉 참조). 그 결과, 할인율의 변화에도 사업계획서에 제시된 12%의 목표치는 여전히 보수적으로 상정되었음을 확인할 수 있었다.

〈표 4-8〉 민감도 분석(Sensitivity Analysis)

할인율(Discount rate) = 6.16%		
	Letter Recognition	Text Reading Fluency
Base model 5.65%	25.38%	217.86%
Discount rate 6.16%	20.25%	173.84%
할인율(Discount rate) = 10%		
	Letter Recognition	Text Reading Fluency
Base model 5.65%	25.38%	217.86%
Discount rate 10%	19.19%	164.71%

먼저 2017, 2018 및 2019년도 인플레이션 예상치인 5.65%를 바탕으로 분석한 결과, KOICA의 사업을 통해 ‘철자 인식(Letter Recognition)’의 경우 25.35%, ‘텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)’의 217.86%가 목표치로 도출되었다. 여기서 인플레이션율이 10% 증가한 6.16%를 기준으로 계산할 경우에는 ‘철자 인식(Letter Recognition)’이 20.25%, ‘텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)’이 173.84%로 기존의 목표치보다 하락함을 확인할 수 있다. 마지막으로 인플레이션 자체가 10%까지 상승한 경우를 가정할 때에도, ‘철자 인식(Letter Recognition)’은 19.19% 증가, ‘텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)’은 164.71% 증가되어야 함을 나타내고 있다. 따라서 할인율의 증가 가정 시에도 여전히 보수적으로 제시된 목표치 12%를 달성한다면, 비용 대비 효과성 비율은 보다 하락하여 동 사업이 비용 효과적이지 않다고 판단될 수 있다.

V. 결론 및 한계

본 연구는 사업 착수 전 기획단계에서의 제한적인 데이터 상황 하에서, 대안을 활용하여 사업의 목표치를 추정하고, 이를 바탕으로 비용-효과성을 분석하기 위한 목적으로 수행되었다. 조사는 모잠비크 잠베지아 주 초등학교 환경개선 및 교육역량 강화 사업을 대상으로 진행되었으며, 비용 항목 분석 시, 2016년 사업집행계획서에 나타난 예산을 항목별로 분류·분석하였다. 효과부분은 동 사업이 착수 이전의 단계이므로, 인근 지역에서 유사사업을 수행한 USAID의 'Aprender a Ler' 사업의 성과를 차용하여, KOICA 지원 사업의 비용 대비 효과성을 분석하였다.

연구 결과, 현재 UNICEF의 사업계획서에 제시된 사업 목표치인 12%는 투입비용 대비 보수적으로 설정되어 있는 것으로 나타났다. 모잠비크 예상 인플레이션율 5.65%를 바탕으로 USAID의 유사사업 효과 대비 KOICA의 사업 목표치는 ‘철자 인식(Letter Recognition)’의 경우 25.38%, ‘텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)’의 경우 217.86%를 목표치로 추정할 수 있음을 확인하였다. 하지만 이는 동 목표치를 달성해야 한다는 당위라기보다, 해당 목표치 이하를 달성할 경우 비용 대비 효과성의 비율이 하락한다는 의미로 이해하는 것이 바람직하다. 이러한 결과를 바탕으로 할인율 변화를 통한 민감도 분석(Sensitivity Analysis)을 수행한 결과 또한 12%의 목표치는 여전히 보수적으로 제시된 수치임을 확인할 수 있었다. 기존 인플레이션율 5.65%의 10% 증가치인 6.16%와 10%를 가정하여 목표치를 추정하였을 때도 각각 ‘철자 인식(Letter Recognition)’은 20.25%, 19.19%, ‘텍스트 읽기 유창성(Text Reading Fluency)’은 173.84%, 164.71%의 목표치를 도출할 수 있었다. 따라서 현재 제시된 목표치 12%에 대한 근거가 충분히 제시되지 않은 상황에서 목표치가 지나치게 보수적으로 제시된 것이 아닌지에 대한 의문이 제기될 수 있으므로, 이에 대한 충분한 근거가 제시될 필요가 있다.

참고문헌

- Carron, G. and T.N. Chau, 1996. "The Quality of Primary Schools in Different Development Contexts." Paris: UNESCO.
- Freeman, Matthew C., Leslie E. Greene, Robert Dreibelbis, Shadi Saboori, Richard Muga, Babette Brumback and Richard Rheingans, 2011. "Assessing the Impact of a School-based Water Treatment, Hygiene and Sanitation Programme on Pupil Absence in Nyanza Province, Kenya: A Cluster-randomized Trial." *Tropical Medicine and International Health*, March 17(3):380-91.
- Garn, Joshua V., Leslie E. Greene, Robert Dreibelbis, Shadi Saboori, Richard D. Rheingans, and Matthew C. Freeman. 2012. "A cluster-randomized trial assessing the impact of school water, sanitation, and hygiene improvements on pupil enrollment and gender parity in enrollment." *Journal of Water Sanitation Hygines Development*, 2013 Oct 1; 3(4): 10.2166/washdev.2013.217.
- id21, 2005. "id 21 Education Highlights Literacy." Brighton, UK: IDS, University of Sussex.
- Lockheed, Marlaine E. and Adriaan M. Verspoor, 1991. "Improving Primary Education in Developing Countries." New York: Oxford University Press. (available at <http://documents.worldbank.org/curated/en/279761468766168100/Improving-primary-education-in-developing-countries>).
- Miguel, Edward and Michael Kremer, 2004. "Worms: Identifying Impacts on Education and Health in the Presence of Treatment Externalities," *Econometrica* 72(1): 159-217.
- Miske, S., Dowd, A., et al., 1998. "Teaching and Learning in Mangochi Classrooms: Combining Quantitative and Qualitative Information to Study Twelve Primary Schools in Malawi," Evaluation study conducted for the United States Agency for International Development by Creative Associates International, Washington, D.C.
- Psacharopoulos, G. and Woodhall, M. 1985. *Education for Development: an*

- Analysis of Investment Choices*. New York: Oxford University Press.
- UNICEF. 2010. "Raising Clean Hands all to Action for WASH in Schools." New York: UNICEF.
- _____. 2000. "Defining Quality in Education, Working Paper Series." New York: UNICEF.
- UNICEF–Mozambique. 2016. "Improving the Quality of Primary Education and Learning Outcomes in Zambezia." Programme document.
- _____. 2014. "UNICEF Annual Report 2014" (available at https://www.unicef.org/about/annualreport/files/Mozambique_Annual_Report_2014.pdf).
- USAID. 2015. Impact Evaluation for the USAID/APAR Project in Mozambique, Final Report.
- _____. 2013. Impact Evaluation for the USAID/APAR Project in Mozambique, Baseline Report.
- Williams, J. and K. Leherr. 1998. "Children's health and nutrition as educational issues: A case study of the Ghana Partnership for Child development's intervention research in the Volta region of Ghana." Technical Paper No. 91, December, 1998. Washington, D.C.: USAID.

연구자료 연구개발 2016-24-211

사업기획을 위한 경제적 타당성 평가 사례연구

발	행	2016년 12월
발	행	인 김인식
발	행	처 한국국제협력단
편	집	인 연구개발팀
주	소	경기도 성남시 수정구 대왕판교로 825(우: 13449)
전	화	031)740-0114
팩	스	031)740-0655
홈	페이지	http://www.koica.go.kr
인	쇄	다인스케치

[본 보고서의 저작권은 한국국제협력단에 있으며,
한국국제협력단의 허락없이 무단 전재와 복제를 금합니다.]



사업기획을 위한
경제적 타당성 평가 사례연구

