

청정개발체제(CDM)사업의 지속가능성 평가 지표 개발 - 다기준분석법(MCA)을 활용하여 -

양춘승¹⁾·박성환¹⁾·박중구^{2)*}

The Development of the Sustainability Appraisal Indicators for Clean
Development Mechanism(CDM) Projects by Multi-Criteria
Analysis(MCA)

YANG, CHUN-SEUNG¹⁾·PARK, SUNG HWAN^{1)*}·PARK, JUNG-GU^{2)*}

- 1) 서울산업대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과 박사과정(The Candidates for Ph.D., Department of Energy Policy, Graduate School of Energy & Environment, Seoul National University of Technology(SNUT))
2) 서울산업대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과 교수(Professor, Department of Energy Policy, Graduate School of Energy & Environment, Seoul National University of Technology(SNUT))

제 출 : 2009년 3월 17일 승 인 : 2009년 5월 27일

국 문 요 약

교토의정서에 따른 청정개발체제(Clean Development Mechanism, CDM) 사업은 두 가지 목적을 가지고 있다. 하나는 온실가스 감축의무가 있는 나라가 다른 나라에서 온실가스 감축사업을 하여 생긴 감축량으로 자국의 감축의무 이행에 사용할 수 있게 허용하여 비용효과적인 감축의무 이행을 도와주는 것이고 다른 하나는 개발도상국에 대한 투자를 통해 개도국에 기술 이전과 지속가능한 발전을 도모하는 것이다. 그러나 CDM 사업의 현실을 보면 전자의 목적은 달성하고 있으나 후자의 목적은 별로 충족하지 못하고 있다는 지적이 많다.

본 연구는 이러한 상황을 반영하여 우리나라에 맞는 지속가능성 평가 기준을 제시하고자 시도하였다. 여러 가지 의사결정 방법론을 비교하여 다기준분석법(MCA)의 하나인 다속성효용이론(MAUT)을 이용하는 것이 가장 유용하다는 판단에 따라 그에 적절한 요건을 갖는 지속가능성 기준을 파악하고자 하였다. 국내에서는 초기단계에 있는 연구이기 때문에, 국내 전문가의 의견만으로는 보편적·국제적 기준을 놓칠 우려가 있어 외국의 사례에 대한 광범위한 조사를 하였다. 국내 전문가들에게는 GRI가 제시한 기준과 국내외 사례에서 뽑은 37개의 예비 기준을 제시하여 지표의 적합성(relevance), 개선 가능성(possibility of real improvement), 자료수집의 용이성(easiness of data collection), 주관적 선호도(preferences) 등 네 가지 측면에서 1-3점을 각각 부여하도록 설문하였다. 분석 결과는 외국의 11개 사례에서 나온 상위 15개 기준과 국내 설문 결과 상위 15위 기준을 취합하여 12개의 핵심 기준과 10개의 부가 기준을 제시할 수 있었다.

이후 이를 구체적 사업에 적용하여 사례 분석을 시도하였다. 평가 대상 사업으로는 세계 최대의 조력발전 CDM

사업인 "시화호 발전사업"을 선정하고 핵심 지표 12개에 의미있다고 판단되는 3개의 부가지표를 더해 총 15개의 적용 지표를 선정한 후, 각 지표별 가중치 설정을 위하여 경제, 환경 사회 각 부문의 전문가에게 두 기준 간의 상대적 선호도를 묻는 AHP 설문을 수행하였다. 이를 Expert Choice라는 전문 소프트웨어를 이용하여 분석하였다. 일관성이 확인된 14명의 응답을 기준으로 종합 점수를 계산한 결과 (+)53.082의 점수가 확인되었고 다양한 경우에 대한 민감도 분석의 결과도 모두 (+)44.667과 (+)65.522 사이에 분포하여 지속가능한 발전에 기여하는 순편익이 더 높은 것으로 확인되었다.

▣ **주제어** ▣ 청정개발체제(CDM), 지속가능 발전, 지속가능성 평가, 기후 변화, 교토의정서

▣ **Abstract** ▣

Clean Development Mechanism(CDM) projects under the Kyoto Protocol have two objectives. One is to assist the Parties included in Annex I in achieving compliance with their quantified emission limitation and reduction commitments in cost-effective ways by allowing them to implement emission reduction projects in Non-Annex I countries and receive CERs, which will offset their reduction commitments. The other is to assist Parties not included in Annex I in achieving sustainable development and technology transfers through investments by Annex I countries. However, in reality, it is said that the former objective is achievable but the latter is not.

In this light, this article suggests sustainability appraisal criteria applicable for Korea. Among various methodologies, we used the 'multi-attributes utility theory(MAUT)'; one of the 'multi-criteria analysis (MCA)' methodologies judged to be the most practical and relevant. Based on the guidelines of the MAUT methodology, we identified sustainability criteria that meet the guidelines. We took two tracks, the first to find the preferences of Korean experts, and the other to check foreign cases. In all, 37 preliminary criteria were suggested to Korean experts and each criterion was scored, from between 1 and 3, in terms of relevance, possibility of real improvement, easiness of data collection, and preferences. We combined foreign cases and the results of a survey conducted in Korea and selected 12 core criteria and 10 additional criteria. After that, all the criteria were converted into indicators.

The indicators were applied to a CDM project for case study. We chose the "Sihwa Tidal Power Project", which is currently the biggest tidal power plant in the world. Twelve core indicators and 3 additional indicators were applied. In order to weight each indicator, the 'analytical hierarchy process (AHP)' was used. A total of 30 experts were asked to suggest weights and 21 answered. Among them, only 14 respondents were proven to meet the consistency ratio. We analyzed the 14 responses through Expert Choice and the CDM project was scored (+)53.082. In addition, sensitivity analysis was undertaken with the result of (+)44.667 to (+)65.522. As a result of this study, it was proven that this project would contribute to the sustainable development of Korea.

▣ **Keywords** ▣ Clean Development Mechanism(CDM), sustainable development, sustainability appraisal, climate change, Kyoto Protocol

I. 서론

교토 의정서(Kyoto Protocol)가 러시아의 비준으로 2005년 2월 16일 발효되었다. 탄소 시장이 본격적으로 시작된 것이다. 탄소가 상품으로서 거래될 수 있게 된 계기는 개별 국가의 노력만으로는 저감의무를 이행하는 데 한계가 있다는 것을 인정하고 제 3국의 의무저감 초과 달성분을 구입하거나 온실가스 저감을 목적으로 공동의 프로젝트를 수행함으로써 달성한 저감분의 이전을 허용하는 교토 메카니즘의 도입 때문이다.

시장 원리에 따라 작동되도록 설계된 “교토 메카니즘”은 배출권 거래(emission trading, ET), 공동 이행(joint implementation, JI), 청정개발체제(clean development mechanism, CDM) 등이 있다. 이 중 교토의정서 상 비의무국인 우리나라가 현재 활용할 수 있는 CDM은 선진국에게는 온실가스 저감을 비용 효과적으로 달성하게 도와주고, CDM을 유치하는 개도국과 후진국에게는 지속가능한 발전에 기여하는 두 가지 목표를 가지고 고안된 제도이다(UNEP, 1997). 이를 위하여 CDM 사업은 프로젝트로 인한 온실가스 저감이 당해 프로젝트가 없었을 경우에 비해 추가적으로(Additionally), 실제적이고(real), 측정 가능하게(measurable) 그리고 장기적인 편익(long-term benefits)을 가져와야 한다는 추가성(additionality)의 기준을 만족시켜야 한다. 동시에 투자유치국의 지속가능한 발전에 기여해야 한다는 지속가능발전의 기준을 반드시 충족시키게 되어 있고(UNEP, 2004), 또 선진국의 국내 저감 노력을 우선 한 뒤에 보충적(supplemental)으로 사용되도록 되어 있다(UNFCCC, 2002).

2008년 8월 1일 현재 총 3700개 프로젝트가 수행 중이고 이는 연간 약 5.2억t-CO₂-eq.의 삭감인증권(certified emission reduction, CERs)을 발생시키고 제1차 의무감축기간이 끝나는 2012년까지 누적 CERs는 27.1억t-CO₂-eq.에 달할 것임을 알 수 있다. 2006년 EU ETS에서 거래된 총 온실가스 배출권이 20.6억 t-CO₂-eq.인데 비추어보면 약 25% 정도를 공급할 수 있는 양이다(Capoor and Ambrosi, 2008). 2006년 6월 총 프로젝트 860개 2012년까지 누적 CERs 10억 t-CO₂-eq. 이었던 것과 비교하면(Wright, 2007) 2년 남짓한 기간에 프로젝트 숫자로는 4.3배, 누적 CERs로는 2.7배의 비약적인 성장이다(<표 1> 참조).

표1 CDM 프로젝트 유형별 현황

유형	프로젝트 수		CERs/Yr		2012 CERs		CERs Issued	
	수	비율	수	비율	수	비율	수	비율
HFCs, PFCs & N ₂ O reduction	93	3%	132,364	26%	768,327	28%	127,206	73%
Renewables	2,305	62%	180,781	35%	882,037	33%	22,381	13%
CH ₄ reduction & Cement & Coal mine/bed	575	16%	92,099	18%	518,673	19%	14,437	8.3%
Supply-side EE	386	10%	63,034	12%	290,585	11%	7,627	4.4%
Fuel Switch	127	3.4%	41,389	7.98%	201,747	7.4%	1,261	0.7%
Demand-Side EE	184	5.0%	6,865	1.32%	34,836	1.3%	595	0.3%
Afforestation & Reforestation	23	0.6%	1,555	0.3%	10,146	0.4%	0	0%
Transport	7	0.2%	711	0.1%	3,938	0.1%	59	0%
Total	3,700	100%	518,797	100%	2,710,289	100%	173,567	100%

출처: Fenhann, J., <http://cdmpipeline.org/cdm-projects-type.htm>(2008. 8. 1).

이처럼 CDM 사업을 통해 온실가스 저감이라는 목적을 상당히 달성되고 있다는 사실을 알 수 있다. 또한 국제적인 동향은 제 13차 기후변화 총회(COP13)에서 발리 로드맵 채택과 주요국의 기후변화를 대비한 적극적인 정책수립에서도 나타났듯이 향후에도 지속적인 발전이 예상되고 있다(에너지관리공단, 2007).

우리나라 CDM 사업도 현재 2005년 3월에 등록된 울산화학의 HFCs 열분해 사업을 시작으로 2008년 9월 현재 19개(세계에서 한국 점유율: 1.63%) 사업이 UNFCCC에 등록되어 있고, 예상 CERs는 14,599천tCO₂(세계에서 한국 점유율: 6.52%)로 나타났다(에너지관리공단, 2008). 국내 동향은 기후변화협약 및 기후변화 정부 간 위원회(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 등의 추진체제와 연계하여 감축, 적응, 연구개발 등 3대 핵심부문을 중점으로 한 기후변화 4차 종합대책을 수립하였다. 3대 핵심부문 중 감축분야에 속하는 탄소시장 활성화는 CDM 시장을 의미하며, 실천적 방안으로 정부가 온실가스 감축실적 등록소를 통해 발급한 감축실적(Korea Certified Emission Reduction, KCER)을 거래하는 탄소배출권거래소를 추진하고 있다(에너지관리공단, 2007)

이와 같이 CDM 사업은 시장이 활성화되면서 온실가스 저감이라는 목적은 달성하고 있는 것으로 나타났고, 향후에도 지속적으로 실적은 증가할 것으로 예상된다. 그러나 문제는 “온실가스 저감사업이 개도국의 지속가능한 발전에도 기여한다”는 암묵적 가정에서 출발한 CDM 사업이 모두 그러하지 못하다는데 문제가 있다(Austin and Faeth, 2000).

온실가스 저감 목표는 실제적이고(real), 측정 가능한(measurable) 방식으로 검증하는 데

비해 지속가능 발전에 대한 기여 여부에 대해서는 국제적으로 인정된 구체적 규정이 없기 때문에 CDM 사업을 국가 지속가능 발전 전략과 효과적으로 연결시키지 못하고 있는 경우가 많다(Olsen, 2006).

일단 CDM 사업이 이루어지면 투자국은 CERs라는 확실한 보상을 장기적으로 확보하는 반면, 투자유치국의 입장에서 지속가능성 편익은 추가적 투자를 요하는 공공재적 성격 때문에 확실하게 보장되지 않고 있다(Muller, 2007). 결국 투자유치국은 시급한 경제 성장을 위하여 더 많은 선진국의 투자가 필요하기 때문에 보다 높은 지속가능성 기준을 제시하지 못하고 지속가능발전에 대한 기여도가 낮은 프로젝트라도 수용할 수밖에 없는 이른바 “하향 평준화(race to the bottom)” 현상이 발생하고 있다(Kelly, 2000).

Olsen 등(2006)이 766개의 CDM 사업계획서(Project Design Documents, PDD)를 분석한 결과에 의하면, 경제, 사회, 환경, 기타 등 4개 영역 총 13개 지속가능성 기준을 적용하였을 때 HFC와 N₂O 사업이 가장 적은 편익을 가져오는 반면 시멘트 산업에서 메탄(CH₄) 감축사업이 가장 많은 지속가능성 편익을 가져오는 것으로 나타났다.

Fenhann(2008)은 지속가능성 편익이 가장 낮고 저감 비용도 낮으나 CERs 발생량은 많은¹⁾ HFC와 N₂O 사업비중은 연간 CERs 발생 기준으로 26%, 발행 CERs 기준으로 73%를 차지하고 있는 것으로 분석하고 있다(<표 1> 참조). 또 기술 이전과 관련한 Seres(2007)의 연구에 따르면 태양광 발전 등 투자비가 높고 고급 기술이 적용된 경우 기술 이전 비율은 30%내외에 머문 반면 HFC나 N₂O 등 소위 값싼 ‘사후처리기술(end-of-pipe)’이 적용된 경우 기술 이전 비율이 90-100%로 훨씬 높다는 점이 확인된다.

온실가스 저감과 지속가능 발전이라는 CDM의 두 가지 목적은 상호 양립할 수 없는 trade-off 관계인가 아니면 동시에 달성 가능한 시너지 관계인가에 대해서는 여러 가지 견해가 있을 수 있다. 그러나 적어도 현재까지 상황을 보면 CDM 사업이 개도국의 지속가능한 발전에 초점을 두기 보다는 선진국의 감축 의무의 비용효과적 달성을 일차적 목표로 추구되었다는 점은 확인되고 있다(Ellis et al., 2007; Michaelowa, 2005; Figueres, 2006; Olsen, 2005).

따라서 온실가스 저감을 위한 프로젝트가 지속가능한 발전을 동시에 담보하기 위해서는 합리적인 지속가능성 평가를 수행하여 적절한 수준 이상의 지속가능성을 보장하는 프로젝

1) EPA. 2002. *Greenhouse gases and global warming potential values*. HFC는 CO₂ 대비 10,000배, N₂O는 310배의 지구온난화 지수(GWP)를 가지고 있다.

트를 우선적으로 유치하는 투자 유치국의 노력이 절실히 필요하다. 즉, 투자유치국은 보다 강력하고 높은 지속가능성 기준을 제시하고 평가하는 역량을 배양할 필요가 있다(Olhoff, 2004).

본 연구의 목적은 CDM 사업을 유치하는 국가의 입장에서 CDM 사업이 우리나라의 지속가능한 발전에 얼마나 기여하는지를 평가하기 위한 합리적이고 객관적인 평가 기준을 선정하는 것이다.

이에 따라 본 연구에서는 제 I 장 문제제기에 이어 제 II 장에서는 선행연구로서 국내외적으로 이루어지고 있는 기존의 지속가능성 평가 방법론을 비교 분석하고, 제 III 장에서는 다기준 분석법(Multi-Criteria Analysis, MCA)의 하나인 다속성 효용이론(Multi-Attributes Utility Theory, MAUT)에 대해 알아보고, 제 IV 장에서는 MAUT 방법론에 따라 한국에 적용 가능한 CDM 지속가능성 평가기준을 제시하며, 이 기준을 토대로 현재 진행 중인 CDM 사업에 적용하여 지속가능성 지수를 결과로 나타내고자 한다. 끝으로, 제 V 장에서는 요약 및 정책적 시사점과 연구의 한계 등을 제시하기로 한다.

II. 선행연구

지속가능성에 대한 평가는 지구나 국가등과 같은 거시적 차원뿐만 아니라 개인 같은 미시적 차원에서도 모두 가능하다. 본 논문은 온실가스를 저감하는 CDM 사업의 지속가능성을 평가하는 미시적 접근을 시도하고 있다.

현재까지 CDM 사업의 지속가능성 평가에 대한 미시적 접근은 몇 가지 특징을 가지고 있다. 우선 CDM 사업은 그 자체로 지속가능성을 담보하는 것이 아니라 투자유치국(지역)이라는 보다 넓은 단위와 관련 속에서만 의미를 갖는다. 따라서 거시적인 지속가능성 개념을 도입하여 절대적 수치로 평가할 수 없고 기준선 혹은 유사 사업과 비교를 통한 상대적 평가가 이루어져야 한다(Sutter, 2003). 또한 지속가능성이란 “후대 사람들이 자신들의 필요를 충족할 능력을 손상하지 않으면서 당대의 필요를 충족하는 개발”로서(Brundtland, 1987), 당대와 후세의 복지(well-being)를 포함하는 개념이므로(Gibson, 2005) 지속가능성 평가는 인간의 주관적 선호, 특히 이해당사자의 선호를 반영하여야 하는 특징이 있다(Thorne, 2003). 즉 CDM 사업의 지속가능성 평가에서 상대성과 주관성은 피할 수 없는 특성이다.

그렇다고 하여 지속가능성 평가의 보편성이 무시되어야 한다는 의미는 아니다. Porter 등

(2006)이 지적하듯이 지속가능성은 이미 기업의 사회책임(corporate social responsibility, CSR)의 중요 근거(justification)²⁾로서 많은 글로벌 기업의 경영 전략으로 통합되어 가고 있다. 만약 개도국이 자신의 국가적 개발 목표만을 중시한 나머지 지구적 차원의 지속가능성을 감안하지 않는다면 온실가스의 축적을 막아 인류의 지속가능성을 추구하는 기후변화협약의 목적을 벗어날 뿐만 아니라 사회책임을 강조하는 선진 기업의 투자를 유인할 수 없을 것이다.

이와 같은 CDM 사업의 지속가능성 평가가 갖는 특성을 고려하여 기존의 방법론을 검토하고자 한다. 현재까지 어떤 CDM 사업을 추진할 것인가 여부를 결정하는 가장 일반적인 방법론으로는 단위당 온실가스 저감 비용의 할인된 현재가치(discounted present value, DPV)를 비교하는 비용효과 분석(cost effectiveness analysis, CEA)³⁾이나 투자비의 현재 가치와 CDM 사업이 가져오는 편익의 현재가치를 비교하는 비용편익 분석(Cost Benefit Analysis, CBA)⁴⁾ 등과 같이 화폐 가치라는 정량화된 단일기준을 사용하는 방법론이 활용되어 왔다. 그러나 방법론들은 모든 요인을 화폐 단위로 변환하여 비교하게 됨으로 다양한 이해 당사자의 참여나 경제, 사회, 환경 등의 다양한 지속가능성 가치를 반영하지 못하는 단점을 가지고 있다.

다음으로 투자유치국 정부가 CDM 사업을 인가할 때 CDM 사업계획서(project design documents, PDD)를 평가하기 위하여 제시하는 지침(guidelines) 혹은 질문명세서(check list)등과 같은 정성적 평가방법론이 있다. 우리나라⁵⁾를 비롯하여 인도, 브라질, 멕시코, 남아공, 모로코 등 여러 나라도 채택하고 있는 방법론이다(Olsen, 2006). 이들은 주로 투자유치국의 발전 전략과 일치하는가 여부를 PDD에 기초하여 평가하므로 대단히 간단하고 유치국의 우선순위를 반영하기 쉬운 장점이 있다(Olsen, 2006). 그러나 지역 주민 등 이해당사자의 참여를 보장하지 못하는 단점이 있다(Sutter, 2003).

위에서 언급한 방법론의 문제점을 극복하고 여러 이해당사자가 평가할 수 있도록 도입된 방법론이 바로 다기준 분석법(multi-criteria analysis, MCA)이다. 이는 다른 성격의 정보를 변환하는 기술로서, 지속가능성 기준을 설정할 때 이해당사자 혹은 전문가의 참여를 통해

2) 네 가지 중요한 준거로는 도덕적 의무(moral obligation), 지속가능성(sustainability), 영업 허가(license to operate), 명성(reputation)을 들고 있다.

3) Metz, B. et al. 2001. *Climate Change 2001: Migration*. IPCC. Cambridge University Press. 비용 평가 방법 참조

4) Markandya, A. 1998. *Economics of Greenhouse Gas Limitations: The indirect costs and benefits of greenhouse gas limitations*. UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment. 사회적 비용 편익의 평가 방법론 참조

5) 우리나라는 국무총리실 기후변화 대책위원회에서 채택.

평가의 투명성을 높이는 특징을 가지고 있다. 이에 따라 이 방법론은 정책 결정을 보다 용이하게 하고 지속가능성의 제 측면을 감안한 종합적 평가가 가능한 장점을 가지고 있다(Olhoff, 2004). 전통적인 비용편익분석으로는 분석할 수 없는 환경의 외부성을 인식하게 된 1970년대부터 유용한 기법으로서 대다수 연구자들이 많이 사용하고 있다(Brown, 2004).

이 방법론은 ①의사 결정의 내용, 즉 분석의 목적과 의사결정권자를 분명히 하고 ②비교되는 대안(options)을 설정하고, ③목적(objectives)과 기준(criteria)을 정하고 ④기준에 따른 각 대안의 기대 효용을 평가(scoring)하고, ⑤각 기준의 상대적 중요도(가중치)를 부여(weighting)하고, ⑥가중된 점수를 종합(aggregation)하고, ⑦최종 결과를 도출한 뒤, 마지막으로 ⑧민감도 분석(sensitivity analysis)을 통해 방법론의 적합성 여부를 판단하는 순서로 진행된다(DTLR, 2000). 이런 과정을 통하여 하나로 통합한 종합적 지표로서 특정 CDM 사업에 대한 정량적 평가가 가능해진다(Sutter, 2003).

MCA 방식은 기준이나 지표 혹은 가중치를 어떻게 선정하고 측정하는가에 따라 다양한 유형이 존재한다(Olsen, 2005).

첫째, 목록 비교형(positive list approach)으로서, 여러 대안에 대하여 지속가능성 지표를 열거하고 해당 사업이 긍정적, 부정적, 혹은 중립적 영향을 미치는지를 표시하여 가장 긍정적 영향을 미치는 대안을 선택하는 유형이다. 이 방법론의 주창자들은 모두 국제적으로 통용가능한 CDM 사업 선정 기준을 설정하여 사업 시행과 관련된 거래비용을 줄이면서 일정한 지속가능성 기준을 충족하는 사업을 쉽게 판별하게 한다는 목적을 제시하고 있다. Thomas 등(2000)은 영국 외무부와 유럽연합이 아프리카 등에서 CDM 사업을 촉진할 목적으로 설립한 기관인 CDM SUSAC의 사업을 위해 개발한 지속가능 평가 기준을 제시하였다. 이 기준은 경제 부문 4개, 사회 부문 6개, 환경 부문 5개, 총 15개의 기준과 재무적 추가성, 기술의 진보성 등 2가지 추가적 기준을 제시하고 국가의 발전 전략이나 “지불 의사(willingness to pay)”에 따라 우선순위를 정하여 평가하도록 제시하고 이를 국제적 기준으로 만들 것을 제안하고 있다. Kelly(2000)는 미국의 청정대기정책연구소(CCAP)의 연구를 통해 개도국에게 CDM 사업이 지속가능한 발전에 기여하는지 여부를 판단할 기준으로 체크리스트 형태의 5개의 경제적 기준, 3개의 사회적 기준, 4개의 환경적 기준을 제시하고 있다. 이 과정에서 Kelly는 지속가능 발전을 해칠 우려가 있는 CDM 사업을 국제적인 노력을 통해 방지하기 위하여 부적절한 프로젝트 유형을 제시하거나(negative screening) 적절한 사업 유형의 리스트를 제시하거나(positive list), 아니면 절충안으로 “지속가능발전에 맞는 사업 리스트(sustainable development compatible list)”를 제시하도록 권고하고 있다.

둘째, 위 목록 비교와 비용 분석을 상호 비교하는 분석법이 있다. Kolshus 등(2001)은 CDM 사업이 비용효과적인 온실가스 감축과 개도국의 지속가능한 발전을 동시에 가져오는지 여부를 판단하기 위해 브라질과 중국의 사례분석을 시행하였다. UN 지속가능위원회(UNCSD)의 권고에 따라 지속가능성을 경제, 사회, 환경, 제도의 네 부문으로 나누고 모두 18개의 “비탄소편익(non-carbon benefits)”을 평가기준으로 제시하고 이를 탄소 저감비용과 상호 비교하고 있다. 브라질의 경우 바이오에탄올, 병합발전, 목재가스화, 풍력발전의 네 가지 발전 대안에 적용하고 중국 산시성의 경우 병합발전, 보일러 개량, 보일러 교체, 보일러 관리 개선, 세탄(coal washing), 성형탄(briquetting) 등 여섯 가지 대안에 적용하였다. 두 나라 모두 병합발전이 저감비용이 가장 싸고 지속가능 편익 또한 긍정적이어서 가장 바람직한 대안으로 평가되었고, 가장 바람직하지 않은 대안으로는 환경에 미치는 부정적 영향으로 인해 브라질의 경우 바이오에탄올, 중국의 경우 세탄이 각각 선정되었다. 이들은 특히 지속가능성 지표에서 높은 점수를 받는 사업이 상대적으로 높은 저감 비용이 든다는 온실가스 저감과 지속가능성 사이에 trade-off 관계가 있음을 밝히고 CDM이 지속가능한 발전에 기여하기 위해서는 비탄소 편익을 평가하는 기준과 지표가 필요함을 역설하고 있다.

셋째, 고전적인 다기준 의사결정이론(multi-criteria decision making, MCDM) 유형으로서 중요한 지속가능성 지표를 설정하고 각 대안과 비교를 통해 핵심성과지표(key performance indicators, KPI)에 따른 점수를 부여하는 방식이다. 여기에 가중치를 부여하여 각 점수의 가중 합을 계산하여 비교한다. Begg, K. 등(2003)은 영국 국제개발부(DFID)의 용역으로 개도국의 빈곤 퇴치에 초점을 맞추어 지속가능생존력(sustainable livelihood, S-L) 접근법⁶⁾에서 제시한 기준을 이용하여 자연 자원, 개인의 사회적 well-being, 개인의 재무적 물질적 well-being 분야로 나뉘어 총 22개의 기준을 가지고 CDM사업의 지속가능성 평가를 위한 SAM모델(the sustainability assessment model, SAM)을 개발하여 이를 케냐의 네 경우, 탄자니아 네 경우, 가나의 다섯 경우를 비교 평가 하였다. 모든 나라에서 모든 CDM 사업이 아무 것도 하지 않은 경우(business-as usual, BAU)보다 더 나은 지속가능성을 보이고 있고 나라별로 가장 높은 지속가능성 편익을 주는 사업이 무엇인지 판정되었다. 이 방법론은 어떤 사업이 절대적으로 유리한가를 따지는 게 아니라 비교되는 대안 중에서 상대적으로 유리한가를 판정하는 것으로 이를 통하여 해당 사업의 약점을 사전에

6) DFID. 1999. *Sustainable Livelihood Guidance Sheets*. DFID. London. 생존력(livelihood)은 살기 위하여 요구되는 능력, (물질적 사회적) 자산, 활동 등을 의미하고 지속가능한 생존력이란 자원 기반을 해치지 않으면서 스트레스와 충격을 이겨내고 현재와 미래의 능력과 자산을 유지 및 고양할 수 있는 상태를 지칭한다.

보완하게 만드는 장점이 있다. Ugwu, O. O. 등(2006)은 교량이나 도로 같은 사회기초시설을 건설할 경우 지속가능성 평가를 위해 SUSAIP(sustainability appraisal in infrastructure projects)을 개발하여 홍콩의 교량 공사 설계 평가에 반영하였다. 총 56개의 기준 중에서 의미 있다고 평가한 35개의 기준에 대한 KPI를 평가하여 대안 설계가 원래 입찰한 경우보다 더 지속가능 편익이 크다고 밝히고 있다. 설계 단계에서 이러한 지속가능성 평가를 함으로써 비용을 절감하고 시행착오를 줄이며 신설 공사에 들어가기 전에 보다 정확한 의사 결정을 할 수 있는 장점이 있다고 결론짓고 있다.

넷째, 문장분석형(text analysis approach)로서 Olsen(2006)은 개별 프로젝트의 지속가능성 평가를 위한 것이 아니라 사업 유형별로 CDM 사업이 지속가능한 발전에 기여하는가 여부를 문장 분석(text analysis)을 통하여 제시하였다. 이 방법론은 경제적 편익 3개, 사회적 편익 4개, 환경적 편익 4개, 기업의 사회적 책임(CSR)을 포함한 기타 편익 2개 등 총 13개의 기준을 가지고 평가하고 있다. 그 결과 평가된 사업의 68%가 고용창출에 기여하고 46%가 경제 성장, 44%가 대기질 개선에 기여하는 것으로 판명되었다. 또, HFC와 N2O 사업의 지속가능성 편익이 적고 메탄 감축 사업이 가장 많은 편익을 제공하고 소규모 사업이 대규모 사업보다 더 많은 편익을 주는 것으로 분석하고 있다.

다섯째, MCA 방법론의 하나로 특정 사업의 전반적인 효용(utility)을 계산하는 다속성 효용이론(multi-attributes utility theory, MAUT)의 방법론에 기초한 기준선 대비유형(baseline approach)로서 지속가능성 지표를 제시하고 각 지표별 성과를 기준과 대비하여 점수화하는 것이다(Keeney, 1999). 여기에는 각 지표별 가중치를 부여하지 않고 단순 합계를 하는 방안과 가중치를 부여하여 합산하는 두 가지 유형으로 구분된다. 전자로는 CDM 사업의 가능한 가장 좋은 운영을 확실히 하기 위하여 “실천을 통한 배움(learning by doing)”을 추구하는 실험을 위해 설립된 비영리기구인 SSN(The SouthSouthNorth)이 개발한 것이 있다(SSN, 2004). SSN(2004)은 추가성 등 CDM의 자격 요건(eligibility criteria)이 되는 사항은 “yes” 혹은 “no”의 대답을 요구하는 체크리스트 방식을 사용하고 있다. 지속가능성 기준에 대해서는 경제 분야 3개, 사회분야 4개, 환경 분야 5개 등 총 12개의 기준에 -2점에서 +2점의 배점으로 이루어진 SSN MATRIX TOOL©과 세계야생동물포럼(WWF)이 여타 NGO들과 함께 개발한 것을 사용하였다. 이 기준은 CDM 사업으로 인한 CER이 실질적인 환경적 편익을 가져오게 하기 위하여 엄격한 추가성 평가 이외에 총 12개의 지속가능성 기준을 제시하고 각 기준별로 -2점에서 +2점까지 부여하여 총점을 평가하는 Gold Standards 등이 해당된다(Waldengren, 2004). 후자로는 Sutter(2003)가 MAUT에

근거하여 개발한 MATA-CDM이 그 예로 Uruguay와 인도 그리고 남아공에서 시행된 CDM 사업의 지속가능성 평가를 수행하였다. 이 방법론은 경제, 사회, 환경 각 부문별로 각 4개 총 12개의 핵심 기준(default criteria)을 제시하고 각 기준별로 기준선이나 best practice와 비교를 통해 -1과 +1사이의 점수를 주게 고안되어 있다. 이 때 각 기준별 가중치를 부여하는 방법으로는 선호도 순위부여(preferential ranking), 중요도 부여(normal ranking), 순위 평가(ordinal ranking), 평가(rating), 쌍대비교(pair-wise ranking), 분석적 계층화 과정(analytical hierarchy process, AHP) 등이 있다(Thomas, 2001).

여섯째 다기준 분석법을 이용하지만 가중치에 대해서는 각국의 자율에 맡기는 유형이다. 에너지, 기후 지속가능발전에 관한 UNEP RISOE Centre 연구진 Anne Olhoff 등(2004)이 경제적 측면 6개, 사회적 측면 9개, 환경적 측면 5개 등 총 20개의 기준을 제시하고 CDM 사업의 지속가능성 평가를 위한 지침 등이 여기에 해당된다.

끝으로 세계 25개국에서 130명의 전문가들이 협력하여 공표한 GRI(global reporting initiative)의 “기업지속가능경영보고서 가이드라인”(G3)은 경제성 9개, 사회성 16개, 환경성 12개 등 총 37개의 기준으로 지속가능성 평가 지침을 제안하였다(GRI, 2006).

위의 선행연구들을 토대로 본 논문에서는 기준들 중에서 CDM 사업과 관련이 있는 것들을 아래와 같이 정리하였다(<표 2> 참조).

표2 해외선행연구 분석표

분야	항목(기준)	Thomas, et al.	Kelly	Kolshus	Begg, et al.	Ugwu	Olsen	SSN	Gold Standards	Sutter	UN EP	GRI	빈도 수
경제	고용창출 효과	○	○				○	○	○	○	○		7
	지역경제 기여도		○	○	○					○			4
	공공 정책 파급 효과	○					○					○	3
	사업 내부수익률(IRR)			○	○					○		○	4
	정부보조금 수혜											○	1
	현지인 고용 효과											○	1
	기술이전 성과	○	○		○			○	○	○	○		7
	세수 (국제수지) 효과	○	○	○			○	○	○		○		7
	현지구매 효과	○										○	2
	infrastructure				○								1
	투자 증가		○								○		2
비용효과성	○					○				○		3	

분야	항목(기준)	Thomas, et al.	Kelly	Kolshus	Begg, et al.	Ugwu	Olsen	SSN	Gold Standards	Sutter	UN EP	GRI	빈도 수
사회	기후변화 인식제고 효과												0
	사업수익의 사회공헌(빈곤퇴치)		○	○	○		○	○	○	○	○		8
	지역사회 이해당사자 참여정도				○					○	○	○	4
	법규 준수 여부										○	○	2
	제품/서비스의 주요정보제공 여부											○	1
	제품/서비스 안전성											○	1
	교육 및 훈련 정책	○		○	○		○	○			○	○	7
	직장 보건 및 안전					○	○				○	○	4
	고객만족 활동				○							○	2
	사회적 역량 강화 성과		○	○				○	○	○			5
	서비스 이용가능성 개선	○	○				○	○	○	○			6
	노사관계의 적절성											○	1
	다양성 및 기회 균등				○							○	2
	경쟁 저해 행위 여부											○	1
	반부패 정책											○	1
	노동인권 보장 정도							○	○			○	3
가구당 에너지지출비중	○											1	
기대수명	○											1	
환경	유해물질 저감 효과				○	○		○	○			○	5
	온실가스 저감성과	○		●	●		●		●	●	○	○	3(8)
	폐기물 발생 저감효과				○	○					○	○	4
	화석연료 대체효과									○		○	2
	1차 에너지 사용량										○	○	2
	대기질 개선 효과	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	11
	순 원료 사용량											○	1
	생태계 서식지 영향	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	10
	매출액 대비 환경보호 투자비율											○	1
	수질개선 효과	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	10
	용수절감 효과			○	○	○		○	○			○	6
	토지자원 영향	○	○	○	○		○	○	○	○	○		9
	삼림				○								1
식품				○								1	
소음			○		○							2	
오존층 파괴물질			○									1	
기타	지속가능 세금						○						1
	기업사회책임(CSR)						○						1

주: ● 표는 적격심사 기준으로 제시된 기준을 표시함.

본 논문에서는 CDM 사업의 평가가 통상 PDD에 의존하기 때문에 비교되는 대안을 찾기 어렵고 기준선과의 비교가 용이하다는 점 때문에 대안과 비교가 필수적인 MCDM 대신에 MAUT 방법론에 근거하여 분석하기로 한다.

Ⅲ. 연구방법론 - 다속성 효용이론(MAUT)

MAUT 방식에 따른 지속가능성 효용(sustainability utility, SU)은 특정 사업이 사회와 지구에 지속가능한 발전에 미치는 의미, 즉 효용(utility) 평가에 대한 평가자의 선호가 서로 독립적인 경우 평가의 가중 합(weighted addition)으로 구성된다(DTLR, 2000). 즉 지속가능성을 구성하는 기준을 설정하고 각각의 기준에 해당 사업이 얼마만큼 기여하고 있는지를 평가하여 각각의 평가 지표들에 대한 가중치를 부여하게 되는 함수로 구성할 수 있다.

$$SU(CDMProject) = \sum_{i=1}^n U_i(C_i) W_i \quad \text{<식 ① >}$$

여기서, SU(sustainability utility)는 특정사업의 지속가능성 효용, CDM Project는 특정 CDM사업, Ci(Criteria)는 평가의 기준, U_i(C_i)(utility of indicator for criteria I)는 지속가능성 기준I에 대한 평가 지표의 효용도 혹은 성과, W_i(weighting)는 평가 지표에 대한 지속가능성 가중치

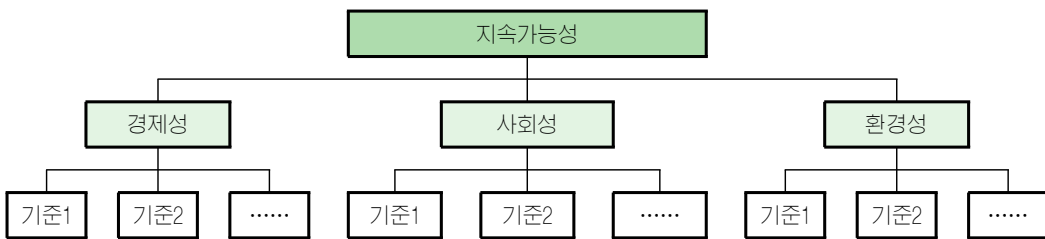
이에 근거하여 CDM 사업의 지속가능성 평가 절차는 다음과 같이 진행된다. 먼저 ①목적과 기준을 계층적으로 표현하고 ②평가의 기준(Ci)을 선정하고 ③각 기준에 대한 평가 지표와 효용(U_i(C_i))을 설정한다. 이어 ④특정 프로젝트에 대한 효용 평가를 하고 ⑤AHP 설문을 통해 각 지표별 가중치를 계산하고 ⑥특정 사업에 대한 지속가능성을 가중 합하여 종합적 지속가능성 효용을 계산하고 민감도 분석을 수행하기로 한다.

1. 목적의 기준과 계층화

CDM 사업의 궁극적인 최상의 목적은 당연히 “지속가능성”이고 이를 달성하는 수단으로서 혹은 특성의 측정 가능한 목적으로서 기준(criteria) 혹은 속성(attributes)을 정리한다

(DTLR, 2000). 본 논문에서 “지속가능성”이란 2002년 남아프리카 요하네스버그의 ‘지속가능발전세계정상회의(World Summit of Sustainable Development, WSSD)’에서 정의한 대로 사회발전과 통합, 환경보호, 경제성장이라는 3대 축을 아우르는 것으로 이해한다(UN, 2002). 즉, 경제적 발전을 보장하고 환경의 보전과 자연 자원의 합리적 이용을 증진시키며 사회적 well-being을 높이는 것이 지속가능성의 내용을 이루는 것이다. 따라서 지속가능성 달성을 위한 기준은 지속가능한 발전의 계층적 구조(hierarchical tree)로 표현될 수 있다(<그림 1> 참조). 이런 계층구조를 만드는 이유는 상부는 보다 일반적이고 추상적인 목적을, 하부는 보다 구체적인 목적을 나타내기 때문에 중복된 기준이 있을 경우 확인이 용이하고 누락된 기준을 찾아내주는 등의 여러 장점이 있기 때문이다(UN, 2002).

그림1 지속가능성의 계층적 구조



2. 평가 기준(Ci)의 선정

MAUT 방법론에서 기준은 다음과 같은 조건을 갖추도록 요구하고 있다. ①목표 달성 정도를 완전하게 나타낼 것(completeness), ②유효하고 정확하게 사용되도록 조작적(operational)일 것, ③선호도 독립(independence of preferences)이 확보되지 않은 경우 기준의 해체와 재조립을 가능하게 할 것(decomposable), ④이중 계산을 방지하기 위하여 동일한 내용의 기준을 금지할 것(non-redundancy), ⑤가급적 적은 수의 기준을 제시할 것(minimum size) 등이 그것이다(Keeney, 1999). 이런 방법론으로부터 오는 요구 이외에, UN 지속가능위원회(Commission on Sustainable Development, CSD)는 지속가능성 평가 지표가 “일차적으로 국가적 단위에서, 투명하고 분명하여 이해하기 쉬어야 하고(understandable), 지속가능 발전의 평가에 적절해야 하며(relevant), 실현 가능성이 있으

며(realizable), 너무 많은 기준이 동원되어서는 안 되고(limited in numbers), 장래의 발전을 감안한 것으로 이용하기 쉬운 자료에 근거하여야 한다”고 권고하고 있다(UN ECOSOC, 2007). Heuberger 등(2003)은 너무 많은 기준을 선정하면 상호 상쇄관계(trade-offs)에 빠질 우려가 커서 약간 긍정적인 여러 개의 기준이 치명적으로 부정적인 하나의 기준을 상쇄하여 사업의 지속가능성 평가를 왜곡할 수 있고 또 CDM 사업의 거래 비용을 상승시킬 가능성이 있다고 지적하고 가급적 적은 수의 기준을 선정할 것을 강조하고 있다.

또한 지속가능성 기준은 두 가지 차원으로 구분될 수 있다. 하나는 투자유치국이 국가의 지속가능 발전 목표를 제시하고 그 나라에서 시행되는 모든 사업에 대하여 동일한 기준과 우선순위를 적용하여 평가하는 것이고, 다른 하나는 개별적인 사업에 따라 적절한 기준과 순위를 유연하게 적용하는 것이다(Thomas, 2001). 전자의 경우에는 특정 사업이 가질 수 있는 치명적 부작용을 평가하지 못하는 경우가 생길 수 있고, 후자의 경우에는 매 사업마다 새로운 기준을 정하기 위한 절차를 밟아야 하는 단점이 있다.

이러한 점들을 감안하여 본 연구에서는 선호도 중복을 피하면서 망라된 기준으로부터 가급적 최소의 기준을 선정하는 방안으로 1차적으로 가급적 많은 수의 기준을 제시한 후 해외 사례의 인용빈도와 국내 전문가 설문문을 종합하여 가장 선호되는 기준을 선별하는 과정을 거쳤다. 또한 위 두 방안의 절충안으로 모든 사업에 적용 가능한 “핵심 기준(core criteria)”과 사업에 따라 선택적으로 유연하게 적용되는 “부가 기준(secondary criteria)”을 제시하고자 한다.

3. 평가 기준에 대한 평가지표와 효용(U_{li}(C_i))의 설정

기준을 측정가능한 수치로 나타내기 위한 지표는 가급적 정량적인 것이 평가의 객관성을 담보할 수 있으므로 더 좋다. 그러나 엄격한 정량적 지표를 사용하는 것이 지나치게 많은 자료를 필요로 하기 때문에 그런 경우에는 준정량적 지표(Semi-quantitative indicators)를 원용하였다. 준정량적 지표는 정량적 평가를 하고 정성적 전문가 판단을 가미한 것이다. 즉, 서로 다른 중요한 정량적 변수(예: 대기 오염 물질(SO_x, NO_x 등)의 배출량)를 거명하고 정량적 데이터를 취합한 후 지표를 수치화하기 위한 전문가의 정성적 판단을 내리는 것으로 기준선 대비 대기 오염물질의 배출이 어느 정도 줄어들었냐에 따라 일정한 점수를 부여하는 방식이다.

Thorne (1999)은 통상 CDM 사업에 적용되는 지표에 대한 효용을 계산하는 두 가지 방

식 즉 기준선 대비 절대적 수치를 비교하는 방식과 발생하는 CER에 대하여 효용을 계산하는 방식을 제안하고 있다. 예를 들면 기준선 대비 고용이 몇 퍼센트 변화하는가를 비교하는 방식과 발생한 CER에 대해서 고용이 얼마나 변화했나를 보는 방식이다. 이를 식으로 표시하면 전자는 (고용 증가 효과)=[(CDM 사업으로 인한 고용)-(기준선의 고용)]/(기준선의 고용)으로 표현되고 후자는 {(CDM 사업으로 인한 고용)-(기준선의 고용)}/CER로 표현된다. 그런데 후자의 경우 발생하는 CER이 큰 사업(예를 들면 HFC)의 경우 변별력이 떨어지는 단점이 있어 본 연구에서는 전자의 방식을 채택하여 이를 백분율로 표시하였다.

4. 평가 사업의 선정과 효용(U_i)평가

이제 구체적으로 평가 지표를 적용하여 특정 사업의 지속가능성 효용을 평가하여야 한다. 사업의 선정은 우선 국내에서 진행 중에 있는 프로젝트를 선택하기로 한다.

5. 가중치(W_i)의 설정

가중치란 지표 간의 효용 차이뿐만 아니라 그 차이가 얼마나 중요한가를 나타내는 것으로 의사결정자가 직접 가중치를 부여하는 방식(direct weighting)과 전문가 설문을 통한 분석적 계층화과정(AHP) 방법론이 주로 사용된다. 전자는 개인의 사적인 편향이 개입할 소지가 있어 일관성을 잃을 가능성이 있어(DTLR, 2007) 본고에서는 후자를 선택하였다. AHP 방법론은 두 기준 간의 상대적 중요도를 묻는 쌍대비교(pair-wise comparison)를 통해 가중치를 산정하는 방식으로(Saaty, 1980) 최종 점수를 모르는 상태에서 두 기준 간의 상대적 선호도를 묻기 때문에 개인의 편향을 피할 수 있는 장점이 있기 때문이다(Sutter, 2003). 여기서 선호도가 일관되게 유지되고 있는가를 판단하는 기준이 일관성비율(CR)이다. 이는 일관성지수(consistency index, CI) 즉 최대고유값(λ_{max})에서 항목수(n)를 빼고 이를 (n-1)로 나눈 값을 다시 무작위지수(random indices, RI)로 나눈 값이다. 즉 $CR=CI/RI$ 이고 $CI=(\lambda_{max}-n)/(n-1)$ 이다. 허용되는 일관성 비율은 비교되는 항목이 많을수록 올라가는데 항목 수가 5 이상($n \geq 5$)인 경우 CR이 0.10보다 낮으면 일관성이 높은 것으로 간주하고 0.20보다 낮으면 허용할 수 있는(tolerable) 범위로 간주한다. CR이 이보다 높으면 선호도 역전 현상이 발생하는 경우가 있게 된다(Saaty, 1980).

6. 민감도 분석

민감도 분석이란 함수식 $y = f(x_1, x_2)$ 로 표시되는 분석모델이 있을 때 투입 요소 x_1 과 x_2 의 변화에 따라 y 값이 어떻게 변화하는가를 측정하여 분석 모델의 신뢰성을 확인하는 작업이다(Pascual, 2003). 본 연구에서는 위 <식 1>에 따라 투입 요소인 가중치와 평가지표의 변화에 따라 최종 효용이 어떻게 변화하는지를 분석하고 본 연구에서 제시한 평가 방법의 신뢰성을 판단하고자 한다.

IV. 실증분석

CDM프로젝트의 지속가능성 여부를 판단하기 위한 분석의 흐름은 ①설문지 작성 및 분석, ②평가 기준의 선정, ③평가 지표와 효용의 설정, ④평가 사업의 선정과 효용 평가, ⑤가중치 설정 ⑥지속가능성 여부 판단 및 민감도 분석의 순서로 한다.

1. 설문지 작성 및 분석

1) 설문지 작성

세계 130명의 전문가들의 협력을 통하여 작성된 GRI(global reporting initiative)의 “기업지속가능경영보고서 가이드라인(G3)”에 나타난 항목과 위 선행연구에서 언급된 기준을 종합하여 부록에 나오는 바와 같이 경제성 9개, 사회성 16개, 환경성 12개 등 총 37개의 예비적 기준을 선정하고 이를 중심으로 국내 전문가 설문조사를 실시하였다. 각 기준마다 지표의 적합성(relevance), 개선 가능성(possibility of real improvement), 자료수집의 용이성(easiness of data collection), 주관적 선호도(preferences) 등 네 가지 측면에서 1~3점을 각각 부여하도록 설문지를 작성하였다. 이를 경제·사회·환경 분야의 전문가 총 70명에게 보냈고 30명으로부터 응답을 받았다. 이들을 전문분야별로 보면 경제 11명, 사회 10명, 환경 9명으로 나타났다.

2) 설문지 분석

설문 응답을 분석한 결과는 표 3과 같다.

표3 설문 결과

분야	항목(기준)	적절한 기준인가?	자료 수집은 쉬운가?	개선 가능성은 있는가?	평가자의 선호도	평 점		
		적 절: 3 보 통: 2 부적절: 1	쉬 음: 3 보 통: 2 어려움: 1	가능성 큼: 3 보 통: 2 적 음: 1	선 호: 3 보 통: 2 비선호: 1	합계	평균	순위
경제	사업의 내부수익율(IRR)	70	58	61	66	255	8.50	3
	고용창출 효과	76	61	65	70	272	9.07	1
	기술이전 성과	66	50	65	61	242	8.07	6
	지역경제 기여도	71	53	67	66	257	8.57	2
	공공 정책 파급 효과	73	52	63	63	251	8.66	4
	세수 기여 효과	52	53	58	50	213	7.61	8
	정부보조금 수혜	58	66	67	52	243	8.38	5
	현지인 고용 효과	60	60	58	56	234	8.07	7
	현지구매 효과	50	52	54	49	205	7.07	9
사회	제품 · 서비스 안전성	67	47	64	59	237	8.17	6
	제품 · 서비스의 주요정보제공 여부	61	56	64	60	241	8.31	5
	고객만족 활동	58	46	61	60	225	7.76	9
	법규 준수 여부	69	56	61	62	248	8.55	2
	노사관계의 적절성	50	47	47	51	195	6.72	12
	직장 조건 및 안전	63	52	58	55	228	7.86	8
	교육 및 훈련 정책	62	55	60	57	234	8.07	7
	다양성 및 기회 균등	53	41	48	46	188	6.48	13
	노동인권 보장 정도	46	41	43	42	172	5.93	16
	지역사회 이해당사자 참여정도	70	55	59	61	245	8.45	4
	기후변화 인식제고 효과	75	59	70	73	277	9.55	1
	사업수익의 사회공헌	65	57	61	65	248	8.55	2
	서비스 이용가능성 개선	53	46	53	49	201	6.93	11
	사회적 역량 강화 성과	56	49	54	53	212	7.31	10
	반부패 정책	46	44	44	46	180	6.21	15
	경쟁 저해 행위 여부	50	43	45	44	182	6.28	14
환경	온실가스 저감성과	84	57	70	81	292	9.73	1
	순 원료 사용량	70	66	63	64	263	8.77	6
	1차 에너지 사용량	68	70	65	69	272	9.07	5
	화석연료 대체효과	78	65	66	69	278	9.27	3
	대기질 개선 효과	75	48	67	72	262	9.03	7
	수질개선 효과	61	50	55	59	225	7.76	10
	용수절감 효과	55	55	53	57	220	7.59	11
	토지자원 영향	57	44	55	54	210	7.24	12
	생태계 서식지 영향	70	47	63	67	247	8.52	8
	유해물질 저감 효과	75	59	71	76	281	9.69	2
	폐기물 발생 저감효과	74	63	68	73	278	9.59	3
	매출액/환경보호 투자비율	56	55	61	55	227	7.83	9

경제적 영역에서는 고용 창출, 지역경제 기여도, 내부 수익률 등이, 사회적 영역에서는 기후변화 인식 제고, 사회 공헌, 법규 준수, 이해당사자 참여 등이, 환경 영역에서는 온실가스 저감, 유해 물질 저감, 폐기물 저감, 화석연료 대체 등의 기준이 중요시되는 것으로 나타났다. 경제 영역에서 '고용 창출'이나 '지역경제 기여도'가 상위에 오른 것은 CDM이 일종의 신규 투자를 의미한다는 점에서 당연한 일이라고 생각한다. 그러나 사회 영역에서 '기후변화 인식제고'나 '법규 준수'가 상위로 뽑힌 것은 그만큼 기후변화 협약에 대한 일반적 인식이 낮고 기업이 법규를 지키지 않는다고 보는 우리 사회 현실을 반영하고 있다(양춘승, 2005). 환경 영역에서도 이미 예방 위주의 환경 정책으로 돌아선 선진국과 달리 사후처리기술(end-of-pipe)에 아직도 의존하고 있는 우리 현실을 반영하여 '폐기물 저감'이나 '유해물질 저감' 등이 상위에 올라 있음을 알 수 있다.

3) 외국사례 분석

지속가능성 기준은 국내의 특수성만이 아니라 국제적 보편성을 확보해야 하기 때문에 외국 사례도 분석하였다. 분석 대상은 위 선행연구에서 언급한 10개의 사례와 지속가능경영보고서 가이드라인(G3)에 나타난 평가 기준을 더하여 모두 11개에서 인용 빈도를 종합하였다.

2. 평가기준의 선정

1) 적격요건을 배제한 기준 정리

위에서 나온 결과에서 우선 CDM 적격 요건(eligibility criteria)에 해당되는 기준 즉, 온실가스 감축, 내부 수익률 그리고 비용효과성 등은 배제하였다. 왜냐하면 본 논문은 온실가스 저감 이외의 지속가능 발전 편익(non-carbon sustainability benefits)만을 평가하는 것이 목적이기 때문이다. 적격 요건이 되는 기준들은 그 자체가 이미 지속가능한 발전에 기여하는 부수적 편익(auxiliary benefits)을 낳으므로 이들을 CDM 사업의 지속가능성 평가 기준으로 사용하면 CDM 사업은 항상 지속가능 발전에 기여하는 것으로 귀결될 가능성이 높고 그렇다면 CDM 사업에 대한 지속가능성 평가는 의미가 없게 되기 때문이다.

2) 설문 결과와 외국사례의 비교를 통한 기준 정리

이러한 적격요건을 배제하고 나머지 중에서 해외 문헌에서 인용빈도가 높은 15개 기준과 국내 설문조사에 나타난 상위 15개를 각각 정리하고 우리나라 정부 기준을 추가하여 정리

하면 <표 4>와 같다.

이렇게 하여 총 24개의 기준이 나오는데 이 중 10개는 국내와 해외 사례 모두에서 6개는 국내 전문가 의견에만 그리고 8개가 외국의 사례에서만 들어있었다. 국내 전문가에서만 15위 이내에 있는 기준은 기후변화인식제고, 1차 에너지 사용량, 순원료 사용량, 법규준수 여부, 정부 보조금 수혜여부, 제품/서비스에 대한 정보 제공 여부 등 6개였다. 한편 외국의 사례에서만 15위 이내에 포함된 8개 기준은 주로 기술 이전, 역량 강화 같이 CDM 사업이 기본적으로 개도국에서 해야 할 일, 또 국제수지 개선, 수질 및 토양 영향 같이 환경 인프라가 열악하고 경제 수준이 아주 낮은 저개발국에서 시급한 내용이 많았다.

표4 국내 설문결과와 해외사례 간 비교

외국 사례의 순위	빈도수	국내 전문가 설문 순위	평균	한국 정부 지침(무순위)
대기질 개선효과*	11	유해물질 저감효과(환경)*	9.69	온실가스 배출 감축효과
수질개선 효과	10	폐기물 발생 저감효과(환경)*	9.59	자원 절감효과
교육 및 훈련정책 (사회적 역량강화)	10	기후변화 인식제고 효과(사회)	9.55	지역사회 참여
생태계 서식지 영향*	9	화석연료 대체효과(환경)	9.27	보건 및 건강
토지자원 영향	8	고용창출 효과(경제)*	9.07	공공서비스의 접근성 개선
고용창출 효과*	7	1차 에너지 사용량(환경)	9.07	역량 향상
기술이전 성과	7	대기질 개선효과(환경)*	9.03	기술 이전 (Unilateral CDM사업은 해당 없음)
세수(국제수지)효과	7	순 원료 사용량(환경)	8.77	지분 또는 CERs 처분에 따른 수익 배분율의 상호협약 (Unilateral CDM사업은 해당 없음)
사업수익의 사회공헌(빈곤퇴치)*	7	공공 정책 파급 효과(경제)*	8.66	지역사회 경제
폐기물 발생 저감효과*	5	지역경제 기여도(경제)*	8.57	고용 창출
용수절감 효과	5	사업수익의 사회공헌 (빈곤퇴치)(사회)*	8.55	
서비스 이용가능성 개선*	5	법규 준수 여부(사회)	8.55	
지역경제 기여도*	4	생태계 서식지 영향(환경)*	8.52	
공공 정책 파급효과*	4	지역사회 이해당사자 참여정도(사회)*	8.45	
유해물질 저감 효과*	4	정부보조금 수혜(경제)	8.38	
지역사회 이해당사자 참여정도*	4	제품/서비스의 주요정보제공 여부(사회)*	8.31	
직장 보건 및 안전	4			

주: *는 국내와 해외에 모두 들어 있는 기준(10)임.

3) 계층 구조에 따른 기준의 재분배

위 기준들을 다시 계층 구조에 따라 경제, 환경, 사회의 세 영역으로 재분배하고 여기에 정부의 기준을 더하여 각 영역 내 기준 간 '선호도 독립성'이 확보되는가를 확인하였다. 사회 부문의 '제품/서비스의 주요 정보 제공'은 '이해당사자 참여 정도'를 평가하는 데 필수적으로 요구되는 내용이라서 상호 독립적이지 않다고 생각되어 배제하였다. 또 '사회적 역량 강화'는 이미 OECD 회원으로 CDM 사업을 독자적으로 추진할 역량이 이미 형성된 우리나라에 맞지 않는다고 생각되고 또 '교육 및 훈련 정책'과 일부 중복되는 면이 있어 이를 통합하였다. 환경 부문에서의 '1차 에너지 사용량'은 '화석연료 대체 효과'와 평가 내용에 중복되는 점이 있어 상호 독립적이지 않아 배제하였다.

4) 핵심 기준과 부가 기준의 선정

기준 중에서 모든 CDM 사업에 적용될 12개의 '핵심 기준(core criteria)'을 선정하고 나머지 10개를 '부가 기준'으로 선정하여 특정 사업마다 의미 있는 기준을 부가적으로 사용할 수 있게 하였다. 선정 원칙은 순차적으로 ①외국 사례와 국내 순위에 모두 포함된 것, ②국내 전문가 의견 10위 이내에 든 것, ③정부 기준을 배려하고 ④경합이 있는 경우에는 여러 사업에 공통으로 적용가능한 범용성과 국내 여건에 보다 적합한지 여부를 순차적으로 감안하고 ⑤경제 사회 환경 간에 균형잡힌 평가를 위해 각각 동일한 수의 기준을 배정한다는 것 등이었다.

그 결과 위 ①원칙에 따라 경제 부문에서는 고용 창출효과, 지역경제 기여도, 공공정책과 급효과 등 3개, 사회 부문에서는 사회공헌과 이해당사자 참여 등 2개, 환경 부문에서는 유해물질 저감, 폐기물 발생 저감, 화석연료 대체, 대기질 개선, 생태계 서식지 영향 등 5개가 각각 선정되었다. 그러나 '생태계 서식지 영향'은 공정 개선 CDM 사업 등에는 적절치 않아 핵심기준에서 배제하고(위 ④원칙) 여기에서 각 부문 간 동일한 수의 기준을 제시한다는 위 ⑤원칙에 따라 경제에서는 '기술 이전'(위 ③원칙), 사회에서는 '기후변화 인식제고' (위 ②원칙)와 '서비스 이용가능성 개선'(위 ③원칙)을 추가하였다(<표 5> 참조).

표5 평가기준 선정의 최종 결과

분 야	세부항목	선호도	정부기준	해외 상위	국내 상위	핵심기준	부가기준
경 제	고용창출 효과	◎	◆	☆	★	●	
	지역경제 기여도	◎	◆		★	●	
	공공 정책 파급 효과	◎				●	
	정부보조금 수혜	㉠					○
	기술이전 성과	㉠	◆	☆		●	
	세수 (국제수지) 효과	㉠		☆			○
		6					
사 회	기후변화 인식제고 효과	㉠			★	●	
	사업수익의 사회공헌(빈곤퇴치)	◎		☆	★	●	
	지역사회 이해당사자 참여정도	◎	◆		★	●	
	법규 준수 여부	㉠					○
	제품/서비스의 주요정보제공 여부	㉠					
	교육 및 훈련 정책(사회적역량강화)	㉠	◆	☆			○
	보건 및 안전	㉠	◆				○
	서비스 이용가능성 개선	㉠	◆	☆		●	
	8						
환 경	유해물질 저감 효과	◎			★	●	
	폐기물 발생 저감효과	◎			★	●	
	화석연료 대체효과	◎			★	●	
	1차 에너지 사용량	㉠			★		
	대기질 개선 효과	◎		☆	★	●	
	순 원료 사용량	㉠	◆		★		○
	생태계 서식지 영향	◎		☆			○
	수질개선 효과	㉠		☆			○
	용수절감 효과	㉠		☆			○
	토지자원 영향	㉠		☆			○
	10						
총계		24	8	11	11	12	10

주: ◎=국내 국외 모두 순위 안에 든 것, ㉠= 국내에서만 15위 안에 든 것, ㉡= 외국에서만 15위 안에 든 것,
 ◆=정부 기준, ☆= 외국 상위 10위 내, ★= 국내 순위 10위 내, ●= 핵심 기준, ○= 부가 기준

3. 평가 지표와 효용의 설정

1) 평가 지표와 효용의 정의

선정된 각 기준을 달성하는 정도를 평가할 지표와 효용이 정의되어야 한다.

본 연구에서는 선행연구들을 참조하여 각 기준별 지표를 설정하고 이를 수치로 나타내는 효용은 -100에서 +100으로 하였다. 총합이 (+)면 사업이 지속가능한 발전에 긍정적 편익이 더 크고 (-)면 지속가능 편익이 부정적인 것으로 결론을 내리도록 설계하였다.

(1) 경제부문

경제적 효용 지표는 CDM 사업이 경제적 발전에 긍정적 영향을 미친다는 전제하에 개발될 수 있을 것이다. 일반적으로 CDM 사업은 투자유치국 특히 프로젝트 주변 지역에 경제적 의미를 갖게 된다. 여기서는 프로젝트의 직접적이고 긍정적 혹은 부정적 영향을 평가한다. 이 때 단기적 영향은 물론, CDM 사업추진 이후 10년에 걸쳐 발생할 수 있는 장기적 영향까지 고려한다. 경제적 효용에 대한 평가 기준은 직접적 영향만을 대상으로 하였다. 예를 들어, '고용 창출 효과' 항목에서는 프로젝트 건설 혹은 운영에 의해 직접적으로 생겨난 일자리만을 계산하는 것이 논란의 소지를 막는데 도움이 될 것이다.

① 고용 창출 효과

기준선(baseline) 대비 CDM 사업으로 인한 고용의 증가 여부를 나타내는 정량지표라고 정의한다. 함수식은 (고용창출 효과) = $\frac{[(\text{사업으로 인한 고용}) - (\text{기준선의 고용})]}{(\text{기준선의 고용})} \times 100(\%)$ 으로 표현되며 2배의 고용 증가인 경우 100, 변동이 없으면 0, 고용이 없으면 -100이 된다.

② 지역 경제 기여도

투자 유치국(지역)에 CDM 사업으로 인한 과실의 배분이 얼마나 주어지느냐를 나타내는 정량 지표로 정의한다. 이는 또 CER의 배당이나 총매출액 중 투자유치국(지역)이 차지하는 비중으로 표현할 수도 있다. 본고에서는 CDM 사업의 특성 상 CER의 배분으로 효용함수를 제시한다. 즉, (지역경제 기여도) = $\frac{[2 \times (\text{유치국에 할당된 CER}) - (\text{총 발생 CER})]}{(\text{총 발생 CER})} \times 100(\%)$ 로 표시되며 할당이 없으면 -100, 50% 할당되면 0, 전부 할당되면 100이 된다.

③ 공공정책 파급 효과

사업이 지속가능한 공공 정책의 확산에 기여하는지 여부를 묻는 정성지표로서 매우 긍정적이면 100, 약간 긍정적이면 50, 영향 없으면 0, 약간 부정적이면 -50, 매우 부정적이면 -100이라는 5단계 효용함수를 활용하기로 한다.

④ 기술이전 성과

사업으로 인해 지속가능한 기술의 이전이 이루어지는가를 묻는 정성 지표로서 적용된 기술, 시행 계획, 부품의 조달, 예상 유지 보수 등을 조사하여 적용된 기술이 혁신적이고 지역적으로 운전 가능한가, 그리고 체계적인 기술이전이 계획되어 있는지를 평가하기로 한다. 기술 수준이 높고 즉각적인 기술 이전 및 훈련 가능 = 100, 기술 수준이 높으나 상당 기간 후 기술 이전 가능 = 50 국내 수준의 기술 이전으로 즉시 훈련 가능 = 0 국내 보통 수준의 기술 이전으로 상당 기간 소요 = -50 기술 이전이 없거나 보통 기술 수준으로 이전 기간이 장기간 소요 = -100이라는 5단계 효용함수를 설정한다.

(2) 사회부문

사회적 효용 지표는 CDM 프로젝트가 사회 발전에 얼마나 긍정적인 영향을 미치는가에 대한 내용을 위주로 한다. 사회 발전에 대한 직접적인 영향을 검토하면서 단기적인 효과만이 아니라 프로젝트 전 기간 동안의 장기적인 효과까지도 감안하도록 지표를 설정하였다.

① 기후변화 인식 제고 효과

외국에서는 전혀 언급되지 않은 기준이나 아직 국민의 인식이 높지 않은 현실을 반영한 기준으로 기후 협약에 대한 일반 국민의 인식 개선 기여도를 평가하는 정성지표이다. 효용함수는 사업으로 인해 기후변화에 대한 긍정적 인식의 빠른 확산이 이루어질 것 같으면 100, 긍정적 인식의 완만한 확산이 예상되면 50, 부정적 인식의 완만한 확산이 예상되면 -50, 부정적 인식의 빠른 확산이 예상되면 -100, 변화 없으면 0 과 같은 5 단계 함수를 이용한다.

② 사업 수익의 사회공헌(빈곤 퇴치)

이는 사업 기간 중 기준선 대비 총 매출액 혹은 투자금액 중 사회 소외 계층으로 돌아가는 사회 공헌 비율을 나타내는 정량 지표이다. 효용함수는 (사회 공헌) = [(사업으로 인한

매출액(투자액) 중 사회 공헌 비중)-(기준선의 사회공헌 비중)/(기준선의 사회공헌 비중) X 100(%)로 정의한다. 사회공헌 비중이 2배로 늘면 100, 사회공헌이 없으면 -100, 변화 없으면 0이 된다.

③ 이해당사자 참여 정도

이는 사업이 진행되는 전 과정에서 이해당사자의 참여가 얼마나 이루어지는가를 보는 준정량 지표로 설정한다. 효용함수는 이해당사자의 참여 수준의 양과 질이 어떠한가를 따진다. 만약 외부의 이해당사자가 의사 결정에 참여하면 100, 의견 제출이 가능하면 50, 의견 교환이 없거나 참여가 제한되면 0, 일방적 통보만 받는 수준이면 -50, 정보 접근이 아예 불가능하면 -100점을 배정하는 5단계 함수를 이용한다.

④ 서비스 이용 가능성 개선

이는 사업으로 인해 핵심 서비스(식수, 에너지, 교통, 통신, 위생 등)에 대한 이용이 용이해진 정도를 보는 준정량 지표이다. 사업에 따라 중요하다고 판단되는 기준 예를 들면 '해당 지역에 있는 송전 시설의 수'라는 지표를 설정하여 송전 시설 수량의 변화를 정량적으로 비교한 뒤 이에 대한 정성적 평가를 내린다. 만약 핵심 서비스 이용 가능성이 획기적 증가하면 100, 약간 증가하면 50, 변화 없으면 0, 약간 감소하면 -50, 현저히 감소하면 -100과 같은 5단계 효용함수를 제시한다.

(3) 환경부문

환경적 효용 지표는 제안된 프로젝트가 온실가스 감축 이외에 얼마나 환경에 대해 긍정적 혹은 부정적 영향을 미치느냐를 조사하는 목적을 가진다. 환경에 대한 영향을 어떻게 측정할 것인가에 대한 논의를 하기 위해서는 환경영향평가 등의 광범위한 자료가 요구되나 소규모 사업인 경우 환경영향평가가 불필요한 경우도 있기 때문에(송영일, 2005) 가급적 확보하기 쉬운 자료에 근거한 정량 혹은 준정량 지표를 사용하고자 한다.

① 유해물질 저감 효과

유해물질에는 산성비의 원인인 SOx 등의 대기 관련 물질과 농약이나 화학물질 등 수질 혹은 토양에 영향을 미치는 것, 독극물처럼 인간에게 직접 위해를 가하는 것 등 여러 종류가 있다. 여기서는 핵심 기준의 하나인 "대기질 개선 효과"와 중복을 피하기 위하여 대기

관련 물질은 배제하고 GRI(2006)에 따라 기준선 대비 독극물이나 화학 유해물질 배출량의 변화를 따지는 정량 지표로 정의한다. 효용함수는 (유해물질 저감효과)=[(기준선의 방출 유해물질) - (사업으로 인해 배출되는 유해물질)]/(기준선의 배출 유해물질) X 100](%)이 되고 배출이 없으면 100, 배출량이 2배면 -100, 변화 없으면 0이 된다.

② 폐기물 발생 저감 효과

기준선 대비 폐기물 발생량의 변화를 묻는 정량 지표다. 효용함수는 (폐기물 저감효과) = [(기준선의 발생 폐기물)-(사업으로 인한 폐기물)]/(기준선의 발생 폐기물) X 100 (%)가 되고 사업으로 인한 폐기물 발생이 없으면 100, 2배 많으면 -100, 변동 없으면 0이 된다.

③ 화석연료 대체효과

사업으로 인한 온실가스 저감이 얼마나 화석연료의 사용을 줄이는 데서 오는가를 보는 정량지표로 정의한다. 효용함수는 총 온실가스 저감량 중에서 화석연료 저감으로 인한 부분이 차지하는 비율 혹은 신재생 발전 사업인 경우에는 국내 발전량 중 화석연료가 차지하는 비중만큼 CER이 발생하므로 기준선의 화석연료 발전 비중으로 정의한다. 즉, (화석연료 대체효과) = [2 X (화석연료 절감으로 인한 CER)-(총 CER)]/(총 CER) X 100 (%) 혹은 신재생발전 사업의 경우에는 [(기준선의 화석연료 발전량)/(기준선의 총 발전량) X 100(%) 가 된다.

④ 대기질 개선 효과

사업이 대기질 개선에 기여하는가를 묻는 준정량지표로서 대기질에 영향을 미치는 오염 물질(SOx, NOx 등)의 배출량 변화를 정량적으로 평가한 후 이에 대한 정성적 해석을 내린다. 효용함수는 기준선 대비 관련 지역 대기 질 개선에 대한 기여도로 표현된다. 대기질에 영향을 미치는 유해 가스의 배출량의 변화를 따져 기준선과 비교하여 현저히 개선되면 100, 약간 개선되면 50, 약간 악화되면 -50, 현저히 악화되면 -100, 변화 없으면 0의 점수를 부여하도록 정의한다.

4. 평가 사업의 선정과 효용(Uli) 평가

이제 구체적으로 평가 지표를 적용하여 특정 사업의 지속가능성 효용을 평가한다. 본 연

구에서는 현재 진행 중인 국내 총 19개의 CDM 사업 중에서 “시화호 조력발전 CDM사업”을 평가 대상으로 선정하였다. 이는 254MW급 조력발전 설비를 시화호에 설치하는 CDM 사업으로 연간 552.7GWh의 전기를 생산하여 연간 315,440t-CO₂의 CER을 확보하는 세계 최대의 조력발전 CDM 사업이라는 상징성 때문이다(UNFCCC, 2005).

이 사업에 적용할 기준으로는 핵심 기준 12가지 이외에 어떤 부가기준을 채택할 지를 검토하였다. 경제 부문에서 ‘정부보조금 수혜’는 사업시행자가 공기업으로 전액 자체적으로 투자하기 때문에 의미가 없는 기준으로 판단되어 배제하고, 사회 부문에서는 ‘보건 및 안전’은 발전 사업과 직접적 관련이 없다고 보아 배제하고 ‘법규 준수’는 자료의 확보가 용이하지 않아 배제하기로 하였다. 환경 부문에서는 ‘순원료 사용량’, ‘용수 절감 효과’, ‘토지자원 영향’ 등은 사업이 조력 발전이라는 점에서 볼 때 유의미하다고 보기 어려웠다. ‘수질 개선 효과’는 유의미한 기준으로 판단되나 사업이 시행되는 시화호의 오염을 줄이기 위하여 이미 해수의 유입이 허용되어 있기 때문에 조력발전으로 인한 수질 개선 효과는 미미할 것으로 판단되어 배제하였다. 따라서 이 사업이 국내 최초로 이루어지는 조력발전으로 해외 기술을 도입한 점, 시화호라는 철새 도래지에 설치하는 점 등을 감안하여 유의미하다고 판단된 ‘교육 및 훈련 정책’, ‘생태계 서식지 영향’, ‘국제수지 효과’라는 3가지 부가기준을 더하여 모두 15개의 평가지표를 적용하기로 한다.

비교를 위한 기준선으로는 세계지속가능발전기업협의회(WBCSD)가 공표한 “온실가스 계산 의정서 (the greenhouse gas protocol)”에 따라(Broekhoff, 2005) 기존 전력 대체로 인한 운영 마진(operating margin, OM) 계산은 화석연료 발전용량 평균을, 신규 설비 대체로 인한 건설 마진(build margin, BM) 계산은 최신에 건설된 발전 설비로서 전체 용량의 20%에 해당되는 발전소의 평균을 설정하고 각각의 비중은 50:50으로 가정하고 있다.

각 지표별 점수 계산을 위하여 체크리스트를 만들고 각각의 지표에 대한 점수를 아래 <표 6>와 같이 계산하였다. 점수 계산은 사업자인 한국수자원공사가 UN에 제출한 “사업계획서 (PDD)”, Det Norske Veritas사가 제출한 “사업타당성 검토보고서(validation report)”, 국무조정실 산업심의관실의 “검토의견서”에 나온 자료를 중심으로 평가하였다. 부족한 내용은 사업자 측에 전문으로 문의하여 나온 결과를 사용하였고 고용 창출 효과와 대기질 개선 정도를 평가하기 위한 기준선으로는 화력 발전을 가지고 있지 않은 한국수력원자력을 제외한 한국전력 산하 5개 발전회사의 자료를 활용하였다.

표6 시화조력발전사업의 지속가능성 효용 점수 계산

부문	기준	성격	점수	이유
경제	고용창출 효과	정량	-37	$J_p = 40\text{명(수자원공사 확인 수치임)}$ $J_b = 0.25\text{명/MW} \times 254 = 63.5\text{(5개 발전사 2006년도 설비 용량 MW당 평균인원 조사)}$
	지역경제 기여도	정량	100	전액 국내투자로 일방적 CDM 사업임. 따라서 $CER_h = CER_t\text{임(PDD p.3)}$
	공공 정책 파급 효과	정성	100	당시 세계 최대 조력 발전 사업으로 상징적 의미가 큼
	기술이전 성과	정성	50	기술 수준은 높으나 기술 이전 대상이 운영 및 보수로 제한되어 있음(PDD p.5, 검토보고서 p.5)
	국제수지 효과	정량	76	원유도입가는 55.12/barrel, 원유도입량은 138,000톤(1011540배럴), 공사비는 1,567달러/kw, 전량 수입하여 30년 수명으로 계산함. 계산식은 $\{(55.12 \times 1011540 - 1567 \times 254000 / 30) / 55.12 \times 1011540\} \times 100\text{임}$ ("시화호 조력발전 CDM 사업 검토보고서" 국무조정실 2005년 1월 p. 3)
사회	사업수익의 사회공헌(반공퇴치)	정량	-100	$D_p = 0\text{이므로(PDD p.41)}$
	지역사회 이해당사자 참여정도	준정량	50	의견 제시되고 그에 대한 대응책 강구 수준임(PDD p.41)
	서비스 이용가능성 개선	준정량	0	주변 지역에 친환경 에너지 공급 용이해지나 기존 한전 공급망을 그대로 이용하므로 전력 서비스 이용에 차이는 없음
	기후변화 인식제고 효과	정성	50	대규모 CDM 사업으로 CDM 사업에 대한 인식 제고에 기여하나 기업 관계자에게는 빨리 확산되나 일반인에게는 완만한 확산
	교육 및 훈련 정책(역량 형성)	정성	50	대규모 발전 설비의 운영을 위한 지속적 교육이 필요하고 이에 따른 역량 형성에 일정 정도 기여할 것임(관계자 인터뷰)
환경	대기질 개선 효과	준정량	100	연간 SOx 589톤, NOx 446톤 배출 감축으로 발전회사 평균인 SOx 0.340g/GWh, NOx 0.64g/GWh 보다 훨씬 많은 배출 감소로 현저한 대기질 개선 효과 예상(PDD p.3)
	폐기물 발생 저감효과	정량	100	발전으로 인한 폐기물 발생이 없으므로($tWp = 0$)
	유해물질 저감 효과	정량	100	수질에 영향을 미치는 유해물질의 방류 가능성 없음(수자원 공사 담당자 인터뷰)
	화석연료 대체효과	정량	81	$OM = \text{전량 화석연료 대체 효과}$ 따라서 50%, $BM = 2004\text{년 총 } 70,405,658\text{MWh}$ 중 화석연료 발전량은 62.49%. 따라서 화석연료 대체효과는 $50\% + 62.49 \times 50\% = 81.25\%\text{임(PDD p.10)}$
	생태계 서식지 영향	준정량	-50	토양 유실과 오염 퇴적물의 확산으로 어류 생태계에 부정적 영향 예상(PDD p.34 and 41)

5. 가중치 설정

본 연구에서는 AHP의 주창자인 Saaty의 방법론에 따라 중요도를 9단계로 구분한 쌍대 비교 설문지를 경제, 환경 사회 각 10명씩 모두 30명의 전문가에게 설문지를 보내 20명으로부터 회신을 받아 회수율은 67%였다. 분석을 위해 Expert Choice라는 AHP 분석 소프트웨어를 이용하여 기준에 대한 가중치 설정에 있어 비일관성(inconsistency) 혹은 일관성 비

율(consistency ratio, CR)을 검사하였다.

분석 결과는 CR<0.10인 경우가 7명 CR<0.20인 경우가 모두 14명이었다. 보다 많은 전문가의 의견을 반영하기 위하여 Sutter가 남아프리카에서 이루어지는 CDM 사업에 적용한 예를 따라(Sutter, 2003) 본고에서는 CR<0.20의 경우까지를 분석에 포함하였다.

지표별 가중치 분석 결과는 <표 7> 과 같다.

CR이 높아 신뢰할 수 없는 6개의 응답을 배제하고 14명의 응답자를 분석한 결과는 경제 분야 5명, 환경 분야 4명, 사회 분야 5명으로 분야별로 비교적 균형을 맞추고 있다.

6. 지속가능성 종합 점수(SU)의 결과 분석과 민감도 분석

이제 III장에서 제시한 <식 1>에 따라 <표 6>에서 나온 점수에 가중치를 곱하여 점수의 합을 구한 결과 총지속가능성 점수는 (+)53.082점으로 본 연구의 평가 대상 사업은 지속가능성 편익이 긍정적인 것으로 분석되었다.

표7 시화호 CDM 사업의 가중된 지속가능성 점수

대분류		세분류		종합점수	
지표	가중치	지표	가중치	지표점수	가중치*점수
경제	0.425	고용창출 효과	0.060	-37	-2.235
		투자유치국(지역)경제 기여도	0.116	100	11.590
		공공 정책 파급 효과	0.121	100	12.050
		기술이전 성과	0.070	50	3.520
		세수(국제수지)효과	0.058	76	4.385
사회	0.196	사업수익의 사회공헌	0.039	-100	-3.890
		기후변화 인식제고 효과	0.054	50	2.675
		지역사회 이해당사자 참여정도	0.043	0	0.000
		서비스 이용가능성 개선	0.027	50	1.330
		교육 및 훈련 정책	0.034	50	1.705
환경	0.380	대기질 개선 효과	0.069	100	6.900
		유해물질 저감 효과	0.051	100	5.090
		폐기물 발생 저감효과	0.044	100	4.440
		화석연료 대체 효과	0.125	81	10.117
		생태계 서식지 영향	0.091	-50	-4.545
	1		1.002 (소수점 4째자리에서 반올림으로 합이 1을 넘김.)		53.132

7) Saaty, T. 1980. *The Analytical Hierarchy Process*. John Wiley, New York. 여기서 일관성비율(CR)은 일관성지수(consistency index, CI) 즉 최대고유값(λ_{max})에서 항목수(n)를 빼고 이를 (n-1)로 나눈 값을 다시 무작위지수(random indices, RI)로 나눈 값이다. 즉 $CR=CI/RI$ 이고 $CI=(\lambda_{max}-n)/(n-1)$ 이다. CR이 0.10보다 높으면 응답의 일관성이 없는 것으로 간주한다.

이를 다시 지표별로 분석해보면 경제적 환경적 편익은 각각 (+)29.260과 (+)22.002로 큰 반면에 사회적 편익은 (+)1.820으로 미미한 것으로 나타났다. 좀 더 자세히 살펴보면, 가중치가 큰 공공정책 파급효과, 지역 경제 기여도, 화석연료 대체효과 등에서 아주 높은 지속가능성 편익을 보여주고 있는 반면 생태계 서식지 영향, 고용 창출효과, 사회 공헌 등에서 부정적인 결과를 보여주고 있다(<그림 2> 참조).

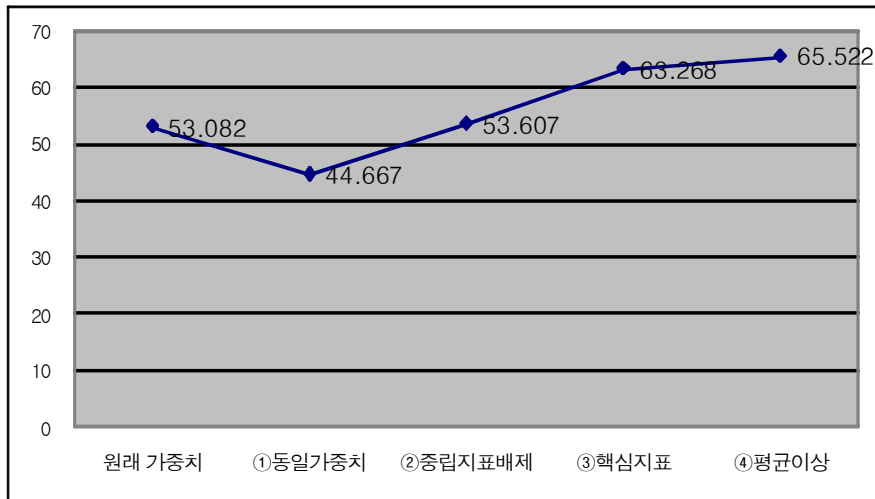
그림2 시화호 조력발전 사업의 지표별 가중 점수



이어 민감도 분석(sensitivity analysis)을 수행하였다. 우선 ①가중치를 동일하게 부여할 경우 (지표 수 15), ②평가 값이 0인 중립적인 지표를 배제하고 그에 대한 가중치를 동일한 부문에 동일하게 분배하여 구한 경우(지표 수 14), ③핵심지표만을 반영하고 부가 지표의 가중치는 같은 부문의 다른 지표에 균등하게 분배한 경우 (지표 수 12) ④지표 평균 가중치인 0.067이상인 지표만을 반영하되 배제된 지표의 가중치는 균등하게 분배한 경우(지표 수 6)에 대하여 각각 결과 값이 어떻게 변하는가를 분석하였다. 분석 결과를 보면 동일한 가중치를 부여한 경우(①)에 가장 지속가능성 점수가 낮아 (+)44.667점이었고 평균 가중치 이상의 핵심지표만 반영한 경우(④) 가장 높은 (+) 65.522점을 기록하였다. 선호도 순위에 따라 지표 수를 줄여감에 따라 더 높은 점수를 보이고 있는데 이는 본 사업이 선호도가 높은 평가 기준에서 좋은 점수를 받고 있다는 반증이다. 또, 모든 경우에 陽(+의 상당히 높은 지속가능성 효용을 보여주고 있고 어느 경우에도 負(-)의 지속가능성을 보이지 않고 있음을 알

수 있다. 따라서 시화호 조력발전 CDM 사업이 陽(+)의 지속가능성 효용을 보여주고 있다는 결론은 신뢰할 수 있음을 알 수 있다(<그림 3> 참조).

그림3 민감도 분석



V. 요약 및 정책적 시사점

청정개발체제(CDM) 사업이 개도국의 지속가능한 발전에 기여하는 정도가 부족하다는 지적이 많다. CDM 사업의 지속가능성에 대한 국제적 기준이 없기 때문에 투자유치국은 자국의 지속가능한 발전 목표에 맞는 지속가능성 기준을 제시하고 이에 부응하는 CDM 사업을 선정하여야 한다는 의견이 대두되고 있다.

본 연구는 이러한 상황을 반영하여 우리나라에 맞는 지속가능성 평가 기준을 제시하고자 시도하였다.

여러 가지 의사결정 방법론을 비교하여 다기준분석법(MCA)의 하나인 다속성효용이론(MAUT)을 이용하는 것이 가장 유용하다는 판단에 따라 그에 적절한 요건을 갖는 지속가능성 기준을 파악하고자 하였다. 국내에서는 초기단계에 있는 연구이기 때문에, 국내 전문가의 의견만으로는 보편적·국제적 기준을 놓칠 우려가 있어 외국의 사례에 대한 광범위한 조사를 하였다. 국내 전문가들에게는 GRI가 제시한 기준과 국내외 사례에서 뽑은 37개의 예비

기준을 제시하여 지표의 적합성(relevance), 개선 가능성(possibility of real improvement), 자료수집의 용이성(easiness of data collection), 주관적 선호도(preferences) 등 네 가지 측면에서 1-3점을 각각 부여하도록 설문하였다. 분석 결과는 외국의 11개 사례에서 나온 상위 15개 기준과 국내 설문 결과 상위 15위 기준을 취합하여 12개의 핵심 기준과 10개의 부가 기준을 제시할 수 있었다.

이후 이를 구체적 사업에 적용하여 사례 분석을 시도하였다. 평가 대상 사업으로는 세계 최대의 조력발전 CDM 사업인 “시화호 발전사업”을 선정하고 핵심 지표 12개에 의미있다고 판단되는 3개의 부가지표를 더해 총 15개의 적용 지표를 선정한 후, 각 지표별 가중치 설정을 위하여 경제, 환경 사회 각 부문의 전문가에게 두 기준간의 상대적 선호도를 묻는 AHP 설문을 수행하였다. 이를 Expert Choice라는 전문 소프트웨어를 이용하여 분석하였다. 일관성이 확인된 14명의 응답을 기준으로 종합 점수를 계산한 결과 (+)53.082의 점수가 확인되었고 다양한 경우에 대한 민감도 분석의 결과도 모두 (+)44.667과 (+)65.522 사이에 분포하여 지속가능한 발전에 기여하는 순편익이 더 높은 것으로 확인되었다.

본 연구가 갖는 정책적 시사점은 CDM 사업은 무조건 지속가능한 발전에 도움이 된다는 가정에 대해서 보다 객관적인 방법론을 도입하여 이해당사자의 선호를 반영하는 판단을 내리는 것이 가능하다는 것이다. 현재 CDM 사업에 대한 국내의 지속가능성 평가는 포괄적이고 객관적이라기보다는 체크리스트에 대한 사업시행자의 답변에 의존하는 바가 크다. 이제 객관적 지표를 제시하고 다양한 이해당사자의 참여를 보장하여 정책 결정의 투명성을 높이고 지속가능성에 대한 종합적 고려를 가능하게 하는 평가 기법을 도입하면 앞으로 국내에서 CDM 사업을 하는 경우 사업시행자는 환경적 사회적 경제적 제 측면에서 지속가능한 발전에 미치는 영향에 더 많은 주의를 기울이게 될 것이고 결과적으로 기후변화에 대한 일반의 인식을 제고시키고 이해당사자의 적극적인 참여를 통해 CDM 사업에 대한 사회적 수용도를 높이는 데 기여할 것으로 기대한다.

마지막으로 본 연구의 한계와 향후 연구과제를 지적해 두고자 한다.

우선 MCA 방법론은 기본적으로 이해당사자의 선호도에 의존하는 바, 선호도는 만고불변의 것이 아니기에 적절한 기간에 재조정되어야 한다. 홍콩의 경우 SARS가 창궐한 이후 ‘보건과 안전’에 대한 이해당사자 관심이 증가한 사실이 이를 반증하고 있다(Ugwu, 2006).

둘째 MCA 방법론에서 평가 지표가 너무 많으면 지속가능 발전에 부정적인 심각한 결함이 있어도 전체적으로는 (+) 점수를 결과하는 일종의 “완충 기능(buffer capacity)”이 생기게 되고 따라서 정확한 평가를 방해할 수 있으므로 지표 수는 가급적 적은 게 좋다(Sutter, 2003).

셋째, 이해당사자의 범위를 어떻게 설정하는가하는 문제이다. 좁게는 사업시행지의 이해 당사자만을 포함하는 경우부터 전국적 전문가까지 포함하는 경우까지 다양한 설정 기준이 있을 수 있다. 본 연구에서는 국가적 기준을 설정한다는 취지에서 지역에 대한 고려 없이 부문별 전문가를 이해당사자로 상정하였지만 구체적인 적용에 있어서는 사안별로 별도의 이해당사자를 설정할 필요도 있을 것으로 판단한다.

사사: 이 연구는 2006년도 에너지관리공단 학술진흥사업 연구비로 수행되었습니다.

참고문헌

- 양춘승. 2005. 「탄소시장 출현에 대한 한국제조업의 대응 비교 연구」. 서울산업대학교 석사학위 논문.
- 송영일. 2005. 「환경영향평가의 현황 및 개선 방향」. <http://www.kfem.or.kr/kbbs/bbs/board.php>
- 에너지관리공단. 2007. 「알아드립니다! 에너지와 기후변화」.
- 에너지관리공단 CDM인증원. 2008. 「CDM사업 UN등록현황」.
- Austin, D. and Faeth, F. 2000. *Financing Sustainable Development with the Clean Development Mechanism*. World Resource Institute.
- Begg, K. et al. 2003. *Encouraging CDM energy projects to aid poverty alleviation Attachment 3*. UK DFID.
- Broekhoff, D. 2005. *The Greenhouse Gas Protocol*. World Resource Institute & WBCSD. <http://www.wbcsd.org/DocRoot/JhVRXJ4XK4Stk9ILWrGg/GHGProtocol-Electricity.pdf>
- Brown, K. et al. 2004. *How do CDM projects contribute to sustainable development?*. Tyndall Centre for Climate Change Research, p14.
- Brundtland, G. H. (ed.). 1987. *Our common future: The World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press, p43.
- Capoor, K & Ambrosi, P. 2008. *State and Trend of Carbon Market*. World Bank.
- DFID. 1999. *Sustainable Livelihood Guidance Sheets*. DFID. London.
- DTLR. 2000. *DTLR multi-criteria analysis manual*.
- Ellis et al. 2007. "CDM: Taking Stock and Looking Forward". *Energy Policy* 35.
- EPA. 2002. *Greenhouse gases and global warming potential values*.
- Fenhann, J. 2008. *CDM projects grouped in types*. <http://cdmpipeline.org/cdm-projects-type.htm>.
- Figueres, C. 2006. "Sectoral CDM: Opening the CDM to the yet Unrealized Goal of Sustainable Development". *Law and Policy*.
- Gibson, R.B. et al. 2005. *Sustainability Assessment, criteria and processes*. Earthscan.
- GRI. 2006. *Sustainability Reporting Guidelines*.

- Heuberger, R. et al. 2003. *Host Country Approval for CDM Projects in Uruguay: Application of a Sustainable Assessment Tool*. ETH(Swiss Federal Institute of Technology Zurich).
- Keeney R. L and Raiffa, H. 1999. *Decisions with Multiple Objectives, Preferences and Value Tradeoffs*. Cambridge University Press.
- Kelly, C. and Helme, N. 2000. *Ensuring CDM Project Compatibility with Sustainable Development Goals*. Center for Clean Air Policy.
- Kolshus, H. H. et al. 2001. *Can the Clean Development Mechanism attain both cost-effective and sustainable development objectives?.* CICERO.
- Markandya, A. 1998. *Economics of Greenhouse Gas Limitations : The indirect costs and benefits of greenhouse gas limitations*. UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment.
- Metz, B. et al. 2001. *Climate Change 2001: Mitigation*. IPCC. Cambridge University Press.
- Michaelowa, A. 2005. *CDM: Current Status and Possibilities to Reform*. HWWA Discussion Paper.
- Muller, A. 2007. "How to make the Clean Development Mechanism Sustainable - The Potential of Rent Extraction". *Energy Policy* 35(6).
- Olsen, K.H. and Fenhann, J. 2006. *Sustainable Development Benefits of Clean Development Projects*. UNEP RISOE Center.
- Olsen, K. 2005. *The Clean Development Mechanism's Contribution to Sustainable Development: A Revire of the Literature*. UNEP Risoe Center.
- Olhoff, A. et al. 2004. *CDM Sustainable Development Impacts*. UNEP RISOE Centre.
- Pascual, P. et al. 2003. *Draft Guidance on the Development, Evaluation, and Application of Regulatory Environmental Models*. The Council for Regulatory Environmental Modeling.
- Porter, M.E. and Kramer, R. K. 2006. *Strategy and Society, the Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility*. Harvard Business Review.
- Saaty, T. 1980. *The Analytical Hierarchy Process*. John Wiley. New York.
- Seres, S. 2007. *Analysis of Technology Transfer in CDM Projects*. UNFCCC.
- SSN. 2004. *The SouthSouthNorth Sustainable Development Appraisal & Ranking Matrix Tool*. <http://www.southsouthnorth.org>

- Sutter, C. 2003. *Sustainability Check-up for CDM Projects*. Wissenschaftlicher Verlag Berlin.
- Thomas, F. et al. 2000. *Developing a Methodology to Evaluate CDM Projects according to National Sustainable Development Criteria*. CDM SUSAC.
- Thomas, F. et al. 2001. *Ranking Methodologies for Sustainable Development and CDM Project Checklists*. SUSAC.
- Thorne, S. 1999. *Criteria and Indicators for Appraising Clean Development Mechanism(CDM) Projects*. Holio International. Paris.
- Thorne, S. and Raubenheimer, S. 2003. *Sustainable Development (SD) appraisal of Clean Development Mechanism (CDM) projects - experiences from the SouthSouthNorth (SSN) project*. <http://www.southsouthnorth.org>
- Ugwu, O. O. et al. 2006. "Sustainability appraisal in infrastructure projects(SUSAIP)". *Automation in Construction* 15: 239-251.
- UN. 2002. *Draft Resolution NO. A/C.2/57/L.83 dated 10*.
- UN ECOSOC. 2007. *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*.
- UNEP. 2004. *CDM Information and Guidebook*.
- UNEP. 1997. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*.
- UNFCCC. 2002. *Article 1 Draft Decision -/CMP.1 (Mechanisms) contained in Decision 15/CP.7, Marrakech Accords*. <http://FCCC/CP/2001/13/Add.2>.
- UNFCCC. 2005. *Project Design Documentation - Sihwa Tidal Power Plant CDM project, version 2*. CDM Executive Board.
- Waldengren, L. T. 2007. *The Gold Standard Validation & Verification Manual for CDM Projects*. the Gold Standard.
- Wright, D.V. 2007. *The Clean Development Mechanism*. VDM Verlag Dr. Mueller.