

**신재생에너지 사업의 청정개발체제 사전 타당성 평가 프로그램 개발**

박종배\*, 정운원\*, 이우남\*, 이상형\*\*, 원성희\*\*, 허보연\*\*, 오대균\*\*\*, 하경애\*\*\*  
 \*건국대학교, \*\*(\*주)LG화학, \*\*\*에너지관리공단

**Development of Pre-Validation Program of Clean Development Mechanism for Renewable Energy**

Jong-Bae Park\*, Yun-Won Jeong\*, Woo-Nam Lee\*, Sang-Hyung Lee\*\*, Sung-Hee Won\*\*, Bo-Yeon Hur\*\*, Dae-Gyun Oh\*\*\*, Gyung-Ae Ha\*\*\*  
 \*Konkuk University, \*\*LG Chem, Ltd., \*\*\*Korea Energy Management Corporation

**Abstract** - The cost-effective reduction of greenhouse gas (GHG) emission to avert the most severe impacts of climate change remains one of the widely accepted priorities for global action. In order to facilitate cost-effective abatement strategies, the Kyoto Protocol introduced three mechanisms, or flexible instruments, the Emissions Trading (ET), the Joint Implementation (JI) and the Clean Development Mechanism (CDM). The CDM enables Annex I countries to the Kyoto Protocol to partially meet cost-effectively their emission reduction commitments by undertaking GHG mitigation projects in developing countries, which do not have any GHG abatement obligations and where the emission reductions are cheaper. One of the major barriers hampering the wide spread implementation of CDM is the high transaction costs associated with the initial identification of promising CDM projects. This paper presents development of a pre-validation program of CDM. The developed program may provide a useful aid to potential investors and project developers as a supportive pre-evaluation tool, and may become an effective tool for the promotion of renewable energy and fuel switching projects.

**1. 서 론**

1972년 로마클럽의 '성장의 한계' 발간에서부터 제기되기 시작한 지구 온난화 문제에 대한 논의는 1980년대 들어 이상기후로 인한 자연재해가 세계 각지에서 빈번해지면서 이에 대한 논쟁이 치열해졌으며, 전 세계적인 노력이 필요하다는 인식으로 확산되었다. 이에 따라, 1991년 지구 온난화 방지에 대한 국제적인 협상이 시작되었으며, 1992년 6월 리우환경회의에서 지구 온난화에 따른 여러 가지 이상 기후현상을 예방하기 위한 목적으로 기후변화에 관한 국제연합 기본 협약(UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change)이 채택되었다. 이 협약에서는 인류의 활동에 의해 발생하는 위협적이고 인위적인 영향이 기후변화시스템에 미치지 않도록 대기 중의 온실가스 농도를 일정 수준 이하로 안정화 시키며, 모든 국가의 지속가능한 성장을 보장한다는 것을 그 목표로 하고 있다[1].

기후변화협약을 실천하기 위해 온실가스 감축 목표를 부여하고 어떻게 온실 가스를 감축할 것인지에 대한 구체적인 이행방안을 담은 교토의정서를 제3차 당사국회의에서 채택하였다. 교토의정서에서는 선진국의 경제적 부담을 최소화하기 위해 공동이행제도(JI), 청정개발체제(CDM), 배출권거래제도(ET) 등과 같은 유연성 체제를 도입하였다[2]. 이를 교토메커니즘(Kyoto Mechanism)이라고 부른다. 교토의정서는 전 세계 온실가스 배출량의 17.4%를 차지하는 러시아가 비준함으로써 2005년 2월 공식 발효되었다. 이에 따라 온실가스를 효과적이고 경제적으로 감축할 수 있는 교토메커니즘이 본격적으로 추진될 것으로 예상되며, 개도국 그룹에 속해있는 우리나라는 현재로서는 CDM사업에만 참여할 수 있다.

CDM사업에 참여하고자 하는 기업은 사업의 기본 요건, 추가성 요건, 배출량 계산, 경제성 분석 등과 같이 사업 추진여부를 결정하기 위한 초기 타당성을 평가 하여야 하며, 이 과정에서 많은 비용과 시간이 소요된다. 국내에서 시행 가능한 CDM사업을 발굴하고 투자를 촉진하는 등 향후 국내 CDM사업을 활성화하기 위해서는 사업의 사전 타당성을 용이하게 평가할 수 있는 프로그램의 개발이 시급한 실정이라는 판단 아래, 본 연구를 통해서 1차적으로 신재생에너지 사업 및 연료전환 사업의 사전 타당성을 평가할 수 있는 도구를 제시하고자 하였다. CDM사업의 기본 요건, 추가성, 배출량 계산 등 평가절차의 핵심 요소들은 평가기준의 신뢰도를 높이기 위해 교토의정서[2], 마라케쉬 합의문[3] 등 기후변화협약 관련 국제 공식 문서와 UN에서 이미 승인한 베이스라인 방법론[4]과 통합방법론[5]을 참조하였다. 경제성 평가는 CDM사업의 경제적 추가성을 결정하는 주요 평가기준이며 또 각 사업 유형별로 정확한 평가가 가능하도록 분석절차 및 방법을 제시하였으며, 본 논문에서의 개발 프로그램이 우리나라 CDM사업의 확대보급에 도움이 될 것으로 판단된다.

**2. 청정개발체제**

청정개발체제(CDM)사업은 선진국가가 개도국에서 온실가스 감축 사업을 수행하고, 그 사업으로 인하여 발생한 감축량을 선진국의 감축 목표 달성에 활용 할 수 있도록 하는 제도로써 교토의정서 제 12조에 정의되어 있다. 선진국은 이 제도를 통해 보다 적은 비용으로 온실가스 감축 사업을 발굴하

여 목표를 달성 할 수 있으며, 개도국은 선진국으로부터 자본을 유치하고 기술을 이전을 받을 수 있어 지속가능한 개발(Sustainable Development)에 기여할 수 있다[1].

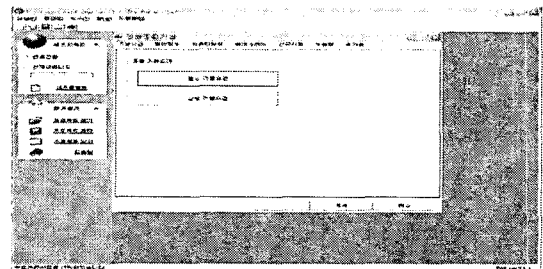
CDM사업으로 감축된 온실가스 배출량은 CER이란 형태의 크레딧으로 발급된다. 이렇게 발급된 CER은 상품처럼 온실가스 거래 시장에서 사고 팔 수 있으며, 온실가스 감축 기술을 국제적으로 확대 시키는 한편, 온실가스 감축 시장에 개도국의 동참을 유도할 수 있다는 장점이 있다. 개도국 단독의 CDM사업은 사업 초기에 선진국과의 복잡한 계약 절차나 합의를 필요로 하지 않는다. 그 결과, 개도국에서 CDM사업이 좀 더 용이하게 이루어질 수 있게 되었고, 단독 CDM사업으로 발행된 CER을 탄소 시장에서 최소의 거래비용과 최적의 가격으로 선진국에게 매도할 수 있는 장점도 있다. 이에 따라 인증(Certification) 단계까지 선진국의 참여 없이 국내 기업의 독자 사업 추진이 가능하게 되는 등 CDM사업 참여를 위한 대외 여건이 개선됨에 따라 국내에서도 CDM사업이 더욱 활발하게 추진될 것으로 예상된다.

CDM사업은 일반적인 투자사업과는 달리 시행 타당성 입증을 위해 UN에서 제시하는 까다로운 요건들을 만족해야 한다. 첫째, CDM으로 진행하려는 사업이 UNFCCC에서 요구하는 CDM사업의 '기본 요건'을 만족하는지 검토해야 한다. 사업 유형에 따라 이러한 기본 요건의 요구사항은 달라지며, 승인된 방법론에 명시된 적용 가능성 등의 만족여부를 면밀히 평가해야 한다. 둘째로 추가성에 대한 검토도 필요하다. CDM사업은 사업 수행에 따라 발생하는 이득이 소모 비용보다 적어서 경제적으로 추진이 불가능해야만 타당성이 있는 사업으로 분류된다. 경제적으로 이득이 있는 사업이라 하더라도 기술, 재정적 측면 등에서 투자 장벽이 있고, 이러한 장벽을 극복했다면 CDM사업으로 추가성이 있다고 판단한다. 즉, 추가성이 있는 CDM사업이란 CDM사업이 없는 경우와 비교하여 추가적으로 가져올 수 있는 환경적 혹은 사회적인 편익이 있는 사업이어야 한다. 셋째, 온실가스의 감축량을 계산할 때 사업 전 상태가 아닌 베이스라인 상태에서 감축된 온실가스 양을 계산하여야 한다. UN에서 승인된 방법론에는 베이스라인 배출량, 사업 후 배출량, 감축량을 계산할 수 있는 기준 수식만을 제공하고 있으며, 계산에 필요한 데이터 및 배출계수 등은 사업 참여자가 직접 수집, 산정하여야 한다.

**3. CDM 사전 타당성 평가 프로그램 개발**

**3.1 개요**

본 논문에서 개발한 'CDM 사전 타당성 평가 프로그램'은 사업으로 인한 배출감축량을 계산하고 추가성을 판단하여 CDM사업으로써의 타당성 여부를 사전에 평가하는 틀로써, 산업계에 CDM사업 발굴방향과 촉진 가이드라인을 제공하기 위한 목적으로 개발되었다.



〈그림 1〉 개발프로그램의 주요화면

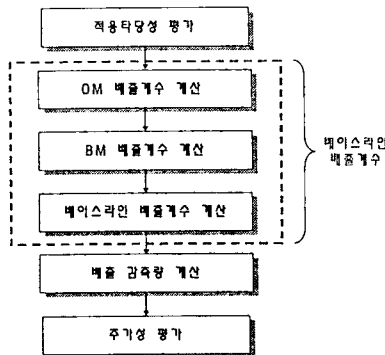
본 개발프로그램은 사용자 친화적인 모형을 개발하고자 Microsoft사의 Visual Studio .Net 2003을 이용하여 윈도우 기반 프로그램으로 구현하였다. 따라서 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 채용하여 사용자의 요구에 따라 데이터 입력력, 계산에 필요한 파라미터 설정, 계산결과와 표현 방법 등을 윈도우 기반 프로그램 방식으로 개발하여 사용자 편의성을 최대한 도모하였으며, 특히 최종결과를 Microsoft Excel로 출력하여 사용자가 임의대로 재가공이 용이하도록 하였다.

**3.2 개발프로그램의 구조**

본 논문에서 개발한 프로그램은 크게 기본요건 만족여부, 배출 감축량 계

산, 추가성 평가, 최종결과 출력 등을 수행하는 네 개의 계층(tier)으로 이루어져 있다. 각 계층에는 각각의 역할을 수행하는 모듈들을 내포하고 있으며, 각 모듈은 독립적으로 운영되지만 유기적 관계를 통해 사업의 배출량 및 추가성 검증 등을 수행하게 된다. 첫 번째 '기본요건' 계층에는 '필수기본요건' 모듈과 '상세기본요건' 모듈이 포함된다. 각각의 요건은 교토의정서와 마라케쉬 합의문에 명시된 CDM사업을 시행하는 데 있어 요구되는 기본적인 조건으로 구성되어 있다. 두 번째 '배출량 계산' 계층에서는 '베이스라인 배출량', '신규사업 배출량', '누출량', 그리고 '배출감축량 계산' 모듈들이 포함되어 있다. 이 배출량은 CDM집행위원회가 제공하는 승인방법론 및 통합방법론을 근거로 계산되며, '추가성 검증' 계층과 유기적 관계를 가지고 있다. '추가성 검증' 계층에는 '적용타당성 평가' 및 '경제성 평가' 모듈이 존재한다. 경제성 평가 모듈에서는 앞 절에서 기술한 경제성평가 방법론을 이용하여 사업의 경제성 여부를 평가한다. 마지막으로 '결과 출력' 계층에서는 사용자가 입력한 데이터뿐만 아니라 앞의 세 계층에서 계산된 배출감축량, 추가성 평가, 경제성 분석 등의 결과를 엑셀로 출력한다.

신재생에너지 사업의 경우 대부분의 신재생에너지원의 배출량은 0이며, 또한 본 개발프로그램에서 적용한 통합방법론 ACM0002에서는 누출량을 고려하지 않으므로 배출감축량은 베이스라인 배출량만으로 계산한다. 그리고 추가성은 CDM 집행위원회에서 제공하는 추가성 평가 틀을 적용하여 평가한다. 아래의 그림은 신재생에너지 사업의 CDM 타당성 평가를 위한 순서도를 나타낸다.



〈그림 2〉 신재생에너지 사업의 CDM 타당성 평가 순서도

### 3.3 배출량 계산

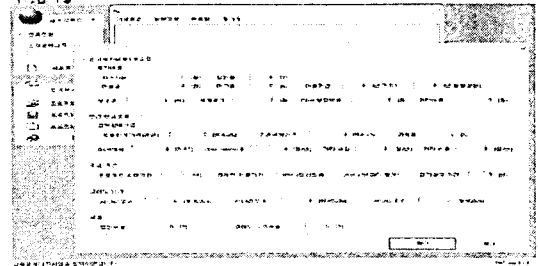
신재생에너지 사업의 배출량은 통합방법론 ACM0002를 이용하여 계산된다. 수력, 풍력, 지열, 태양광 등의 신재생에너지원이 이 통합방법론에 적용 가능하며, 매립지가스(LFG)는 이 통합방법론에서는 제외된다. 또한 지열을 이용한 발전은 경우 국내의 상황에 맞지 않으므로 본 개발프로그램에서 제외하였다. 이 통합방법론에서는 베이스라인 배출계수를 산정하기 위해, OM 배출계수와 BM 배출계수를 계산하고 이들의 가중평균으로써 OM 배출계수를 산정한다. 그러나 이 배출계수를 도출하는 과정이 상당히 복잡할 뿐만 아니라 계산에 필요한 입력데이터를 획득하는데 있어 상당한 시간이 소모될 것으로 예상된다. 따라서 본 개발프로그램은 CDM사업의 사전 타당성 평가를 목적으로 하기 때문에 기존 연구에서 국내의 신재생에너지사업의 베이스라인 배출계수로 이미 계산된 0.61185을 디폴트 값으로 제공한다. 대부분의 신재생에너지의 배출량은 0이며, 이 통합방법론에서는 누출량을 고려하지 않으므로 베이스라인 배출량이 곧 배출감축량이 된다. 또한 매년도의 전력시스템의 상황이 변동되는 것을 고려하여 별도의 '베이스라인 배출계수' 산정 프로그램을 개발하였고, 사용자는 이의 출력을 기준으로 베이스라인 배출계수를 직접 입력할 수 있도록 하였다.

### 3.4 추가성 평가

신재생에너지 사업의 추가성은 CDM 집행위원회에서 제공하는 추가성 평가 틀[6]을 이용하여 평가하여야 한다. 따라서 본 개발프로그램에서는 아래와 같이 5단계로 나누어 신재생에너지 사업의 추가성을 평가한다.

- 대안선정 단계: 대안선정 단계는 베이스라인 시나리오가 될 수 있는 현실적이고 신뢰할 수 있는 대안들을 선정하는 단계이다. 본 개발프로그램에서는 신규사업을 포함하여 최대 5개의 대안을 입력할 수 있도록 설계하였다.
- 경제성 분석 단계: 경제성 분석 단계는 다음과 같이 세 개의 분석방법론이 존재한다: 1) 단순비용분석, 2) 투자비교분석, 3) 벤치마크분석.
- 시행장벽분석 단계: 시행장벽분석 단계는 신규사업을 수행하는 데 있어 사업 시행을 방해하는 장벽이 존재함을 입증하고, 대안들 중 적어도 하나 이상의 사업이 장벽의 영향을 받지 않고 원활히 추진될 수 있음을 입증함으로써 추가성을 입증하는 단계이며, 다음과 같은 문항으로 구성된다: 1) 투자장벽, 2) 기술장벽, 3) 일반적인 관습장벽.
- Common Practice 분석 단계: 추진하고자 하는 신규사업과 유사한 사업이 동일 국가/지역에서 이미 일반화 되었는지를 분석한다.
- CDM 등록 영향 평가 단계

아래의 그림은 본 개발프로그램에서 신재생에너지 사업의 경제성 분석을 위한 입력화면이다. 여기에서는 신규사업의 추가성 평가뿐만 아니라 크레딧 판매수익을 고려하는 경우에 대해서도 사업의 경제성을 분석하고 결과를 출력한다.

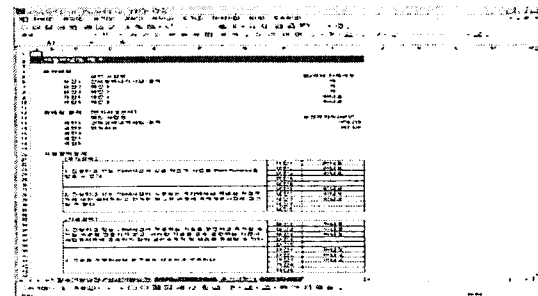


〈그림 3〉 신재생에너지 사업의 경제성 분석 화면

경제성 분석은 CDM사업의 경우 기존의 전통적인 경제성 평가 방식과는 약간의 차이를 보인다. 즉, 크레딧 판매수익을 고려하는 경우와 그렇지 않은 경우로 경제성 평가가 대별된다. 문제는 이러한 구분에 따라 비용 및 편익요소가 달라진다는 것이다. 온실가스 감축에 따른 편익 및 비용을 고려하지 않는 경우는 전통적인 경제성 평가 기법과 동일하지만, 이를 고려할 경우에는 온실가스 감축으로부터 발생하는 편익과 CDM 추진비용 등이 포함된다. 뿐만 아니라, 법인세 등을 고려하는 세전 경제성 평가 기법과 이를 고려하지 않는 경우에서도 차이를 보인다. 기타 전통적인 비용과 편익요소는 모든 경우에 기존의 경제성 평가 기법과 동일하게 처리된다. 이러한 내용을 요약하면 사업의 경제성 평가는 다음과 같이 네가지의 경우로 나누어 볼 수 있다: 1) 세전 크레딧 판매수익 비교를 고려한 경제성 평가, 2) 세전 크레딧 판매수익 고려시 경제성 평가, 3) 세후 크레딧 판매수익 비교를 고려한 경제성 평가, 4) 세후 크레딧 판매수익 고려시 경제성 평가.

### 3.5 최종결과 출력

개발프로그램의 최종결과는 Microsoft Excel를 통해 출력된다. 신재생에너지 사업의 최종결과 파일은 다음과 같이 6개의 워크시트로 구성되어 있다: 1) 필수기본요건, 2) 상세기본요건, 3) 일반정보, 4) 배출량, 5) 추가성평가, 6) 경제성평가.



〈그림 4〉 신재생에너지 사업의 최종결과 출력 화면

최종결과 파일에는 사업의 배출량, 추가성 평가, 경제성 분석 등의 결과를 보여준다. 또한 계산된 결과를 근거로 투자사업안의 CDM사업 타당성 여부 등을 제시하여 사용자에게 유용한 도움을 제공하고자 하였다.

## 4. 결론

본 논문에서는 CDM사업에 대한 사업 요건, 추가성, 베이스라인 배출량, 사업 후 배출량, 온실 가스 감축량을 예측해 볼 수 있는 'CDM사업 사전 타당성 평가 프로그램'을 개발하였다. 이 타당성 평가프로그램을 이용하여 신재생에너지 사업과 연료전환 사업에 대한 CDM 적용 가능성을 분석할 수 있다. 본 타당성 평가프로그램을 이용하여 사용자가 CDM사업의 사전 타당성을 검토할 때 보다 적은 비용과 시간으로 사업 추진 의사를 결정할 수 있고, 우리나라가 교토메커니즘 중 유일하게 참여할 수 있는 CDM사업의 활성화를 통해 산업부문 뿐만 아니라 국가 차원의 기후변화협약 대응력을 제고할 수 있을 것으로 기대된다.

### 〔참고 문헌〕

- [1] 에너지관리공단, UNEP프로젝트 'CD4CDM'의 일환으로 개발된 CDM 정보 및 지침서, 2003.
- [2] UNFCCC, Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 1998.
- [3] 기후변화협약대책단, Marrakesh Accords 요약서, 2002. 1.
- [4] UNFCCC, Industrial fuel switching from coal petroleum fuels to natural gas without extension of capacity and lifetime of the facility AM0008, June 2004.
- [5] UNFCCC, Consolidated baseline methodology for grid-connected electricity generation from renewable sources ACM0002, Dec. 2004.
- [6] UNFCCC, Tool for the demonstration and assessment of additionality, Oct. 2004.