

# IT 시스템을 활용한 온실가스종합관리시스템 구축 및 적용

유 종 익

(주)에코센스

## 목 차

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| I. 서론                 | IV. 온실가스 종합관리시스템의 활용 |
| II. 온실가스 인벤토리 구축방향    | V. 결론                |
| III. 온실가스 종합관리시스템의 구성 |                      |

## I. 서론

기후변화 대응을 위한 인류의 노력을 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후변화에 대한 정부 간 협의체) 제 4 차 보고서[1, 2]에서는 '적응'과 '완화'의 두 가지 측면으로 나누고 있다. '적응'은 고온현상, 집중호우, 폭설, 빙하퇴각 등의 기후변화 현상에 대해 현실적으로 인류가 어떤 노력을 할 것인가에 대한 내용을 담고 있으며 '적응'을 위한 활동은 기상현상에 대한 조기경보 및 재난대책 등이 있으며 매우 현실 지향적인 방안이다. 한편, '완화'는 기후변화를 일으키는 온실가스<sup>1)</sup>의 발생을 줄임으로써 향후 발생할 지구온난화현상을 감소시키는 것을 주요 내용으로 하고 있다. '완화'를 위해서는 주요 이산화탄소 배출원인 화석연료의 사용량을 줄이고, 산업공정이나 환경기초시설에서 발생하는 이산화탄소 이외의 온실가스 양을 줄이는 활동을 의미하며 현재 기후변화 현상을 대비하기 보다는 대기 중 온실가스 농도를 낮춤으로써 앞으로 있을 기후변화 현상을 예방하는 차원의 활동으로 매우 미래 지향적인 방안을 의미한다.

정보통신기술 분야에 있어서 기후변화 대응 방안은 정보통신기술 자체의 저에너지 소비 제품을 개발하는 측면과 정보통신기술을 기후변화 대응 노력에 적극 활

용함으로써 활용성과 효과성을 높이는 방안으로 구분할 수 있다. 전자의 경우에는 저 전력 라우터, 최소대기 전력 모니터 등이 있으며 후자의 경우에는 재난 조기경보시스템, 전력 부하관리 시스템 등이 있으며 이외에도 전 산업 분야에서 다양하게 개발 및 활용되고 있다. 그러나 무엇보다 우선적으로 기후변화 대응을 위해서는 온실가스의 배출원을 규명하고 배출량을 정확히 산정하여 저감대책을 세우기 위한 기초자료를 확보가 필요하다.

최근 정부는 저탄소녹색성장 기본법(안)을 발표하였다. 기본법(안)에서는 기업 및 지방자치단체의 온실가스 배출량 산정과 보고를 의무화 하고 있으며 향후 이를 기반으로 한 온실가스 배출권 거래를 추진될 것으로 예상된다[3]. 또한, 저탄소 녹색성장 기본법에서는 기업이나 지방자치단체가 온실가스 배출량을 관리하고 저감 목표 및 저감 대책을 마련하고 추진해야 할 것을 요구하고 있다. 온실가스 배출권 거래는 단체가 배출할 수 있는 온실가스 양을 정하고 초과 또는 부족분에 대해 상호 거래를 함으로써 전체적으로 온실가스 배출량을 줄이는 방법을 말한다. 즉, 온실가스 배출량은 유형 자산으로 간주되어 재화로서 거래의 형태를 띠게 되므로 온실가스 배출원과 배출량 정보가 정확하게 기록 관리되어야 한다. 현재, 대부분의 기업이나 지

1) 2005년 2월에 발효된 교토의정서에서는 온실효과를 일으키는 온실가스로서 이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 과불화탄소, 수소불화탄소, 육불화황의 6종의 감축대상 가스를 선정하였다.

방자치단체는 온실가스 배출량을 에너지 사용량에 근거하여 온실가스 배출량으로 산정하고 있으며 온실가스 관리나 목표 및 저감 대책과 관련된 활동은 매우 미미하다.

온실가스의 배출량은 1차 에너지인 석탄이나 석유 등의 화석연료 사용과 2차 에너지인 전기에너지 사용에 따른, 그리고 폐수나 폐기물 배출에 의한 온실가스 배출 등으로 매우 다양한 배출원과 배출 형태를 가지고 있다. 온실가스 배출량을 산정하기 위한 가이드라인으로는 2006 국가 온실가스 인벤토리를 위한 IPCC 가이드라인[4], 국가 온실가스 인벤토리의 우수사례 안내 및 불확실성 관리[5], 토지이용, 토지 이용변화 및 삼림에 대한 우수사례 안내[6], 기업 온실가스 프로토콜 [7], ISO 14064 시리즈 [8], 기업 온실가스 배출량 산정 지침서 [9], 그리고 지자체 온실가스 배출량 산정을 위한 SOP 작성 [10] 등의 다양한 가이드라인이 존재하며 원칙적으로 배출원 규명, 배출량 산정 방식, 배출계수 선정 방식 등에 대해 가이드라인을 제공하고 있다. 산정된 온실가스 배출량은 제3자가 검증을 함으로써 객관성을 확보할 수 있다.

온실가스 배출량은 배출계수와 활동도를 이용하여 산정할 수 있다. 가장 초보적인 온실가스 배출량 산정은 개인이나 가정에서 발생하는 온실가스 배출량을 간략히 판단할 수 있도록 기본적인 에너지 사용량과 배출계수 및 제품의 탄소발자국<sup>2)</sup>을 이용하여 개발된 프로그램이 있으며 다양한 웹사이트에서 확인이 가능하다[11, 12, 13, 14, 15]. 이러한 온실가스 배출량 계산기는 배출권 거래나 규제를 위해 사용되는 것은 아니며 자신의 온실가스 배출 패턴을 파악하고 탄소배출에 대한 인식을 제고하는데 목적이 있다.

이와 비교하여 에너지관리공단의 기업온실가스 배출량 산정시스템[9, 15]은 좀 더 전문적으로 기업의 범위에서 온실가스 배출량을 산정하고 저감대책을 마련하는 기초자료로 활용되며 보고 및 검증 자료를 만드는데 활용할 수 있다. 그러나 기업별 온실가스 배출 관련 활동이 업종 및 규모별로 상이하기 때문에 해당 기업에서 활용하기 위해서는 자신의 실정에 맞게 customizing을 해야 할 필요가 있다. 또한, 공개된 온

실가스 배출량 산정시스템은 배출계수나 환산계수 등의 데이터베이스를 기본으로 하여 온실가스 배출량 산정에 초점이 맞추어져 있기 때문에 직접 에너지 사용량 및 온실가스 발생과 관련된 활동도 자료를 입력해야 하며 온실가스 감축을 위한 관리 기능에는 한계가 있다.

기후변화에 적극적으로 대응하기 위해서는 적절한 온실가스 저감 대책을 수립해야 한다. 온실가스 인벤토리라 함은, 온실가스 배출량을 산정하는 것 뿐만 아니라 온실가스 배출과 관련한 취약점을 찾아내고 적절한 대책을 도출하고 이행 방안을 마련하는 것을 포함한다. 이를 위해 관리 범위내의 온실가스 배출량을 산정하고, 온실가스 저감이 가능한 잠재량을 파악한 후 달성 가능한 온실가스 저감 목표와 저감 방안을 수립해야 한다. 지속적인 온실가스 관리와 목표 달성을 위해서는 각각의 저감대책 및 온실가스 감축 사업을 관리해야 하며 이를 하나의 통합시스템으로 운영함으로써 발생할 수 있는 오류와 자료의 정확성, 객관성, 그리고 지속가능한 온실가스 저감 방안이 마련이 된다.

본고에서는 IT를 활용한 온실가스 종합관리 시스템으로서 온실가스 배출량을 산정하고 배출량 예측 및 관리방안에 대해 설명하도록 한다. 온실가스 인벤토리에서는 인벤토리 구축과 관련된 IT기술의 적용 및 활용방안에 대해 설명하였다. 그리고 온실가스 종합관리 시스템에 대해서는 인벤토리구축과 연관되어 종합관리를 위한 시스템의 내용에 대해 설명하였다.

## II. 온실가스 인벤토리 구축 방향

온실가스를 관리하기 위한 tool은 스프레드시트를 이용한 단순 온실가스 배출량 산정에서부터 통계적 공정관리를 활용한 종합관리 시스템까지 네 가지 단계로 나누어 볼 수 있다 (표 1). 현재 우리나라 기업의 온실가스 관리는 대부분 1세대 또는 2세대 형태에 머물러 있으며 3세대 또는 4세대 형태의 온실가스 종합관리시스템을 구축한 사례는 매우 드물다. 지방자치단체의 경우에는 온실가스 종합관리에 대한 관심이 최근부터

2) 제품의 생애주기에 걸쳐 에너지사용 및 온실가스 배출량을 고려하여 제품 당 온실가스 배출량을 표시한 것으로 우리나라에서는 한국환경산업기술원의 탄소성적표지제도가 있다.

표 1. 온실가스 인벤토리 프로그램의 발전 과정

구분	1세대	2세대	3세대	4세대
형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>스프레드시트</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standalone/CS 프로그램</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Web 프로그램</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Web 프로그램 + Interface 프로그램</li> </ul>
비용	<ul style="list-style-type: none"> <li>별도 비용 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발 비용이 필요함.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발 비용이 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>상대적으로 많은 비용 필요</li> </ul>
구축시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>단시간</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>약 1~3개월</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>약 1~3개월</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3개월 이상</li> </ul>
데이터입력	<ul style="list-style-type: none"> <li>월1회</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>월 1회</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>월 1회</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실시간</li> </ul>
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>간단한 스프레드시트 기능으로 쉽게 작성 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>간단한 통계분석 가능</li> <li>엑셀대비 데이터입력 업무량 감소</li> <li>프로그램 내부에 산정식이 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>온실가스 인벤토리 사용자에게 ID 부여로 프로그램 접근성이 좋아 관리가 용이함</li> <li>2세대 Tool과 유사한 기능 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터 직접입력의 최소화</li> <li>업무량 감소, 정확도 향상</li> <li>실시간 집계된 데이터의 통계분석</li> <li>예측량, 잠재량 파악으로 전략수립가능</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>human error 발생률이 높음</li> <li>담당자의 업무량이 많음</li> <li>사용자간의 자료 및 결과의 공유와 update가 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주기별 데이터 입력을 해야 함</li> <li>프로그램 update가 어려움.</li> <li>온실가스 배출량에 대한 활용성이 낮음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주기별 데이터 입력을 해야 함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>구축 비용이 고가, 시스템적 안정성 요구</li> </ul>

시작되어 인벤토리 또는 종합관리시스템이 구축된 사례는 미미할 뿐만 아니라 온실가스 산정도 1세대 수준을 벗어나지 못하고 있다.

온실가스 인벤토리를 구축하기 위해서는 구축비용, 개발기간, 시스템의 안정성, 업무의 활용성, 사용자 인터페이스, 산정식 및 계수의 정확성 등이 고려되어야 한다. 즉, 기업 또는 지방자치단체가 온실가스 인벤토리 및 종합관리시스템에 대한 요구 수준을 결정하고 이에 맞는 시스템을 구축 할 필요가 있다. 온실가스 인벤토리 프로그램 중에서 1세대 온실가스 인벤토리 프로그램은 스프레드시트를 이용하여 작성하기 때문에 결과물이 담당자 또는 해당 부서의 관리 범주를 벗어나지 못하고 있으나 2세대 프로그램 이후는 다양한 사용자가 자료를 공유할 수 있도록 함으로써 업무에 대

한 활용성을 높일 수 있다. 온실가스 인벤토리를 갱신 하는데 있어서도 프로그램이 진화하면서 오차와 업무 소요 시간을 대폭 줄일 수 있게 되었다.

온실가스 인벤토리 프로그램은 온실가스 배출원으로부터 온실가스 배출과 관련된 활동도 자료가 입력됨으로써 시작된다. 입력된 활동도는 배출계수, 전환계수 그리고 각종 온실가스 계산을 위한 자료들이 입력된 데이터 베이스와 연계하여 온실가스 배출량으로 산정된다. 4세대 프로그램에서는 배출원의 활동도 자료가 센서를 통해 유선 또는 무선으로 전송되어 데이터 베이스에 저장되고 온실가스 배출량으로 산정되는 형태로서 가장 이상적인 프로그램이다. 온실가스의 배출량을 산정하는 과정에서 사람에 의한 오류를 최소화 하고, 자료의 통계적 관리를 통해 오차 발생 시 원

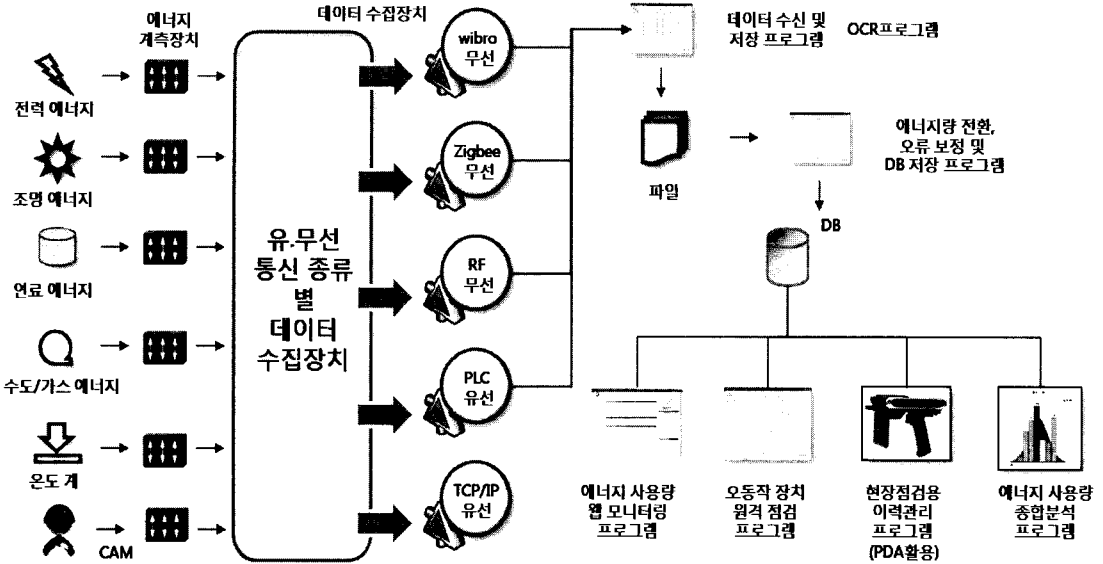


그림 1. 에너지 사용시설에서의 온실가스 인벤토리 프로그램 구성 예

인파악 및 조치를 가능하게 해 준다. 그림 1은 에너지 사용시설에 대한 4세대 온실가스 프로그램의 예를 나타냈다.

### III. 온실가스 종합관리시스템의 구성

온실가스 종합관리시스템은 그림 2와 같은 항목으로서 인벤토리구축, 배출량 전망, 저감효과 및 감축 잠재량 평가, 목표 설정 및 실행방안 수립으로 구성된다. 온실가스 인벤토리는 기업이나 지방자치단체에서 관리가 필요한 대상의 범위를 선정하고 온실가스 배출량 산정에 사용되는 활동도자료의 범위를 선정하는 것이 가장 중요하다. 배출량 전망에 있어서는 온실가스 배출량과 상관관계가 있는 인자를 도출하고 예측 값을 선정해야 하며 향후 온실가스 배출량이나 저감 목표 등을 지속적으로 갱신하기 위해서는 전산화된 시스템의 구축이 필요하다. 전산화된 시스템은 온실가스 배출량 산정에 필요한 배출계수, 연료별 발열량, 단위 환산계수 등을 데이터베이스화 하여 온실가스 배출과 관련된 활동도(예를 들어 에너지 사용량)를 입력 또는 전송함으로써 온실가스 배출량으로 산정 할 수 있다.

온실가스 종합관리시스템의 데이터 처리 절차는 그림 3과 같다. 온실가스 종합관리시스템은 4개의 모듈로 구성된다. 인벤토리를 포함한 온실가스 모니터링 모듈, 온실가스 감축사업을 발굴하고 평가하는 업무활동 분석 모듈, 온실가스 저감 잠재력 산정 및 평가 모듈, 그리고 온실가스 감축 목표를 설정하고 감축 활동의 추진 및 관리를 할 수 있는 목표달성 모니터링 모듈로 구성된다. 통합 Web서버에서는 데이터베이스를 이용하여 지속적으로 데이터를 누적 관리하고 온실가스 와 관련된 업무 활동을 지속적으로 관리할 수 있도록 한다. 데이터의 이동 경로에서 인터넷으로 표시된 부분은 유무선 통신 및 홈페이지를 통한 자료 및 정책/목표의 전달과 업무 추진을 의미한다.

온실가스 종합관리 시스템의 4개 모듈은 사용자 화면에서 다음과 같은 항목으로 구성되며 각 항목별 기능과 화면 내용은 다음과 같다.

#### (1) 기준정보 관리

기준정보 관리에서는 사용자관리, 분류체계 관리 등 프로그램의 기본정보를 관리하는 곳으로 주로 배출량 산정의 기본이 되는 온실가스 배출계수와 기준/목표 년도를 관리

#### (2-1) 배출원 관리 (지방자치단체의 경우)

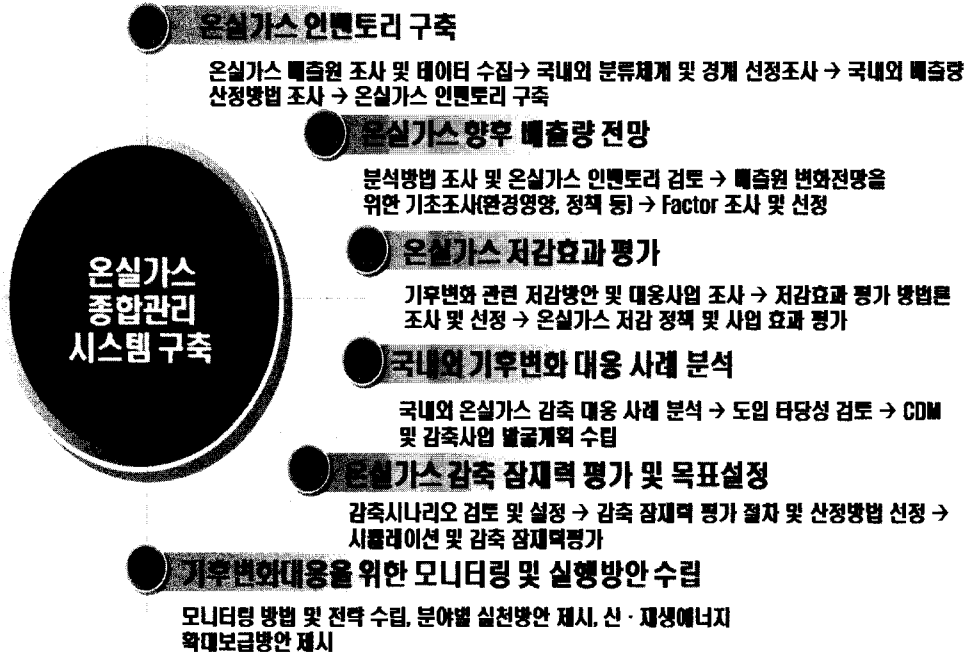


그림 2. 온실가스 종합관리시스템 구성 항목 및 절차

통계자료에서 확보 가능한 에너지소비량, 폐기물발생량 등 기초자료를 입력하는 곳으로 주로 온실가스 산정에 사용되는 기초자료를 입력하는 화면

(2-2) 활동도 자료 (기업의 경우)

현장에서 계측이 되는 온실가스 관련 활동도 (에너지 사용량 등)의 자료가 입력이 되는 곳으로 계측 기기에서 전송되는 데이터를 확인할 수 있는 화면

(3) 에너지 패턴 분석

기업 및 지자체에서 소비되는 에너지소비량을 분석 비교하여 다양한 화면으로 제공하고 또한 에너지 예측도 함께 이루어져 과거와 미래에 대한 에너지소비패턴 분석 예측하는 화면

(4) 환경 패턴 분석

기업 및 지자체에서 처리되는 폐기물 및 하폐수 배출량을 분석하여 다양한 화면으로 제공하고, 또한 폐기물, 하폐수 발생을 예측하는 화면

(5) 온실가스 배출량 인벤토리

발생되는 온실가스를 부문별, 연료별 등 다양한 패턴으로 분석하는 화면이 제공되는 곳으로, 1인당 배출량, 국가온실가스 배출량 등 다양한 비교 정보를 제공

할 수 있음.

(6) 온실가스 배출량 예측

발생되는 온실가스를 온실가스 패턴분석과 함께 다양한 비교 분석화면으로 온실가스 배출량 자료를 확인할 수 있음.

(7) 저감정책 관리

○ 정책관리

기업 또는 지자체에서 수행중인 기후변화대응 정책을 한곳에서 관리할 수 있는 곳으로, 진도관리와 성과평가를 통한 효율적인 정책관리

○ 감축정책분석

기업 또는 지자체에서 수행중인 저감정책에 대한 정량, 정성평가를 다양한 비교분석화면을 통해 관리할 수 있는 곳으로 감축정책 예상량으로 향후 사업종료 후 모니터링을 통한 실제 감축량과 비교분석을 하여 정책의 오류를 점검

(8) 저감잠재력 평가 및 목표관리

○ 저감잠재량 분석

정책입안자의 의견을 반영한 시나리오를 통한 저감 잠재량 분석으로 향후 지자체의 저감목표를 선정하기

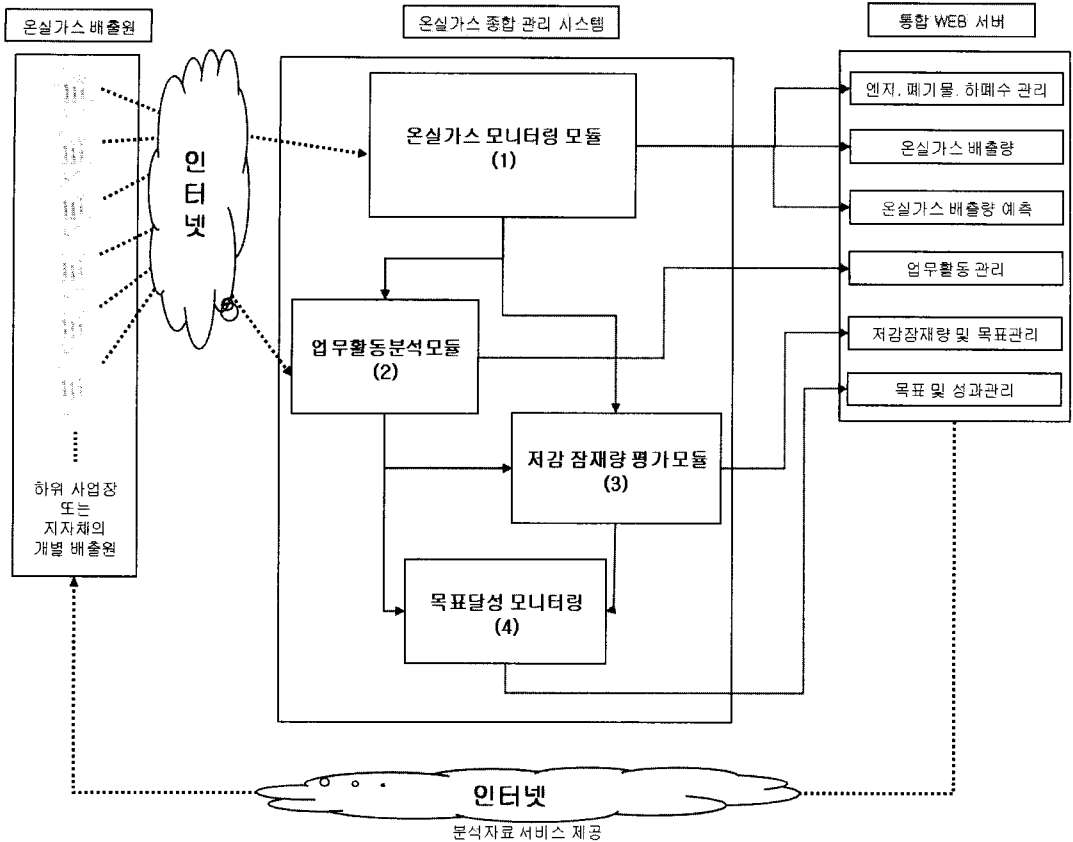


그림 3. 온실가스 종합관리 시스템 데이터 흐름 및 구성 모듈

위해 사용되는 분석법을 제공

○ 감축목표관리

감축정책과 저감잠재량 분석을 통해, 향후 지자체의 목표를 설정하는 곳으로 목표가능 설정범위를 제공

Ⅲ. 온실가스 종합관리시스템의 활용방안

온실가스 종합관리 시스템은 다양한 측면으로 활용될 수 있다. 국제적으로는 온실가스 배출량과 관련하여 탄소배출권 시장이 형성되고 빠른 속도로 성장하고 있다. 또한, 국내에서도 배출권 시장의 형성이 예상되

고 있으며 온실가스 배출량을 공개함으로써 기업의 이미지를 제고할 수 있다. 탄소발자국의 경우에도 온실가스 배출량과 원료 사용량을 기본으로 하고 있으며 에너지 기술의 발달 방향 및 국가 에너지 정책 수립에 활용될 수 있다. 특히, 탄소 배출권과 관련해서 온실가스 배출량 및 감축량은 MRV원칙<sup>3)</sup>에 의해 생성되기 때문에 온실가스 종합관리 시스템은 과거의 온실가스 배출량을 입증하고, 온실가스 감축 사업의 발굴과 추진에 대한 기록 및 관리를 용이하게 하며 계측기기 및 데이터베이스 확보를 통해 검증이 가능하다. 즉, 탄소 거래를 할 수 있는 기반을 확보 할 수 있으며 거래를

3) MRV: Measurable, Reportable, Verifiable. 온실가스 배출량 또는 감축량이 배출권으로 인정받기 위해서는 온실가스 배출량 또는 감축량을 산정하는 방법이 측정가능하고, 기록(보고)가능하고, 타인의 검증이 가능하도록 작성되어야 함.

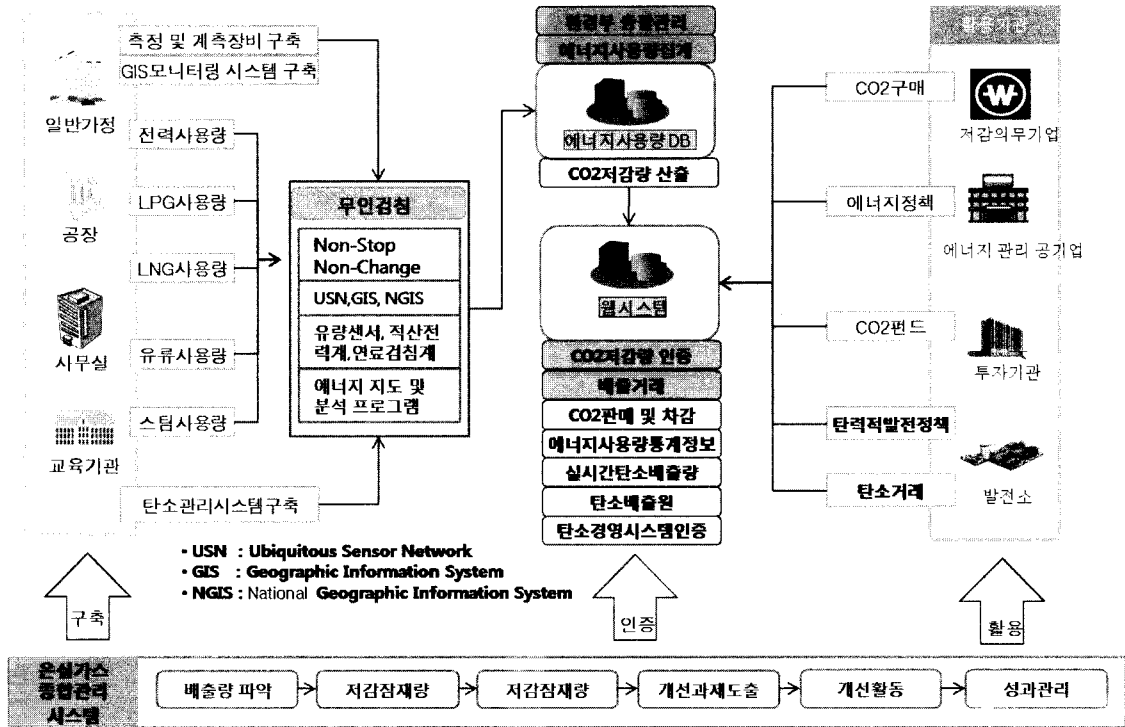


그림 4. 온실가스 종합관리 시스템을 활용한 기후변화대응 방안 (예)

통한 비용 효율적인 온실가스 감축 목표 달성에 활용할 수 있다.

그림 4에는 기후변화 대응방안과 온실가스 종합관리 시스템 활용방안에 대해 나타냈다.

#### IV. 결 론

최근 전 세계적으로 그린 IT에 대한 관심이 높아지고 있으며 우리나라는 전통적으로 IT 강국으로서 매우 빠르게 대응하고 있다. 현재 그린IT에 대한 범주를 명확히 정의조차 내리기 어려울 정도로 매우 다양한 분야에서 녹색성장과 관련된 IT기술이 개발 및 상용화되고 있다. 그린IT 보다 좀 더 구체적으로 ICT를 활용한 기후변화 대응활동과 관련하여 기업 및 지자체가 온실가스를 관리하기 위한 기초자료를 확보하고 배출권 거래를 대비하기 위해서는 정확한 온실가스 배출량 산정 프로그램이 요구된다. 또한, 온실가스 배출량 산

정 및 감축 방안을 지속적으로 관리하기 위해서는 온실가스 종합관리 시스템을 적극 활용할 수 있으며 기업 및 지자체는 자신의 여건에 맞는 맞춤형 온실가스 종합관리시스템 구축이 필요하다.

온실가스 종합관리 시스템은 다양한 적용 예를 가지고 있다. 기업의 제품생산에 있어서 제품 생산 과정에서 배출되는 온실가스 양을 계산하여 제품의 탄소발자국을 표시하고 있다. 탄소발자국은 유럽을 중심으로 매년 탄소발자국 표시제품이 늘어나고 있으며 우리나라의 경우에도 몇몇 전자제품에 탄소발자국이 표시된 사례가 있다. 탄소발자국은 제품의 생산 전 과정에 걸쳐 원료 및 에너지 사용량과 폐기물 배출량을 온실가스 양으로 환산한 것으로서 온실가스 종합 관리 시스템을 이용하여 신속하게 계산할 수 있다. 또한, 온실가스 감축사업의 관리를 통해 배출권을 확보할 수 있는 온실가스 감축사업을 발굴 할 수 있다. 기업이나 지자체가 추진 중인 온실가스 감축 활동을 해외에서 거래하고 있는 온실가스 배출권을 확보함으로써 감축사업

을 통한 추가적인 수익을 기대할 수 있다.

온실가스 종합관리시스템은 온실가스 배출량 산정 및 예측 그리고 감축활동에 대한 관리를 전산화 하여 데이터의 신뢰성을 높여줄 수 있으며 관리 상 편리함을 증대시킬 수 있다. 그리고 기업이나 지자체별 특성이 서로 상이하기 때문에 이를 반영한 온실가스 관리 시스템이 구축되어야 하며 사용자 측면의 요구사항이 반영되어야 할 필요가 있다.

### 참고문헌

- [1] IPCC, 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment, Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E.,Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
- [2] IPCC, 2007: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, B. Metz, et. al., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
- [3] 「저탄소 녹색성장기본법」 입법예고 관련 참고 자료 (Q&A), 녹색성장위원회 설립준비팀, 2009. 1. 14
- [4] IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K.(eds). Published: IGES, Japan
- [5] IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme 2000, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, J Penman, D Kruger, I Galbally, T Hiraishi, B Nyenzi, S Emmanul, L Buendia, R Hoppaus, T Martinsen, J Meijer, K Miwa and K Tanabe (Eds), Published: IGES, Japan
- [6] IPCC 2003, Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, Edited by Jim Penman, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger, Riitta Pipatti, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara, Kiyoto Tanabe and Fabian Wagner, Published: IGES, Japan
- [7] World Resource Institute and World Business Council for Sustainable Development 2004, The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard (Revised Edition), GHG Protocol Initiative Team (Janet Ranganathan, Laurent Corbier, Pankaj Bhatia, Simon Schmitz, Peter Gage and Kjell Oren)
- [8] ISO 2006, ISO 14064-1, Greenhouse gases -. Part 1: Specification with guidance at the organization level for the quantification and reporting of greenhouse gas emission and removals.
- [9] 에너지관리공단 2006, 기업 온실가스 배출량 산정 지침서, 에너지관리공단
- [10] 환경관리공단 2009, 지자체 온실가스 배출량 산정을 위한 SOP 작성, 환경관리공단
- [11] 영국정부 정보지원 홈페이지, <http://actonco2.direct.gov.uk/carboncalc/html/index.aspx>, 2009년 6월 3일 접속 가능
- [12] 녹색연합 '탄소발자국 계산기', <http://safeclimate.greenkorea.org/main.php>, 2009년 6월 3일 접속 가능
- [13] 에너지관리공단, 탄소중립프로그램, <http://zeroco2.kemco.or.kr/>, 2009년 6월 3일 접속 가능
- [14] 국립삼림과학원, 탄소나무계산기, <http://tree.kfri.go.kr/kor/forest/carbonC.html>, 2009년 6월 3일 접속 가능
- [15] 에너지관리공단, 온실가스 배출량 정보시스템, <http://geis.kemco.or.kr/>, 2009년 6월 3일 접속 가능



## 저자소개

유 증 익(Jong-ik Yoo)



(현) 연세대학교 환경공학과 겸임교수  
미국 환경보호국 (US EPA) 대기오염  
방지 및 제어 연구부, 박사후연구원  
연세대학교 환경공학 박사 취득

※관심분야: 에너지 계측, USN, 기후변화 대응전략 수립