

# 기후변화개론

## 13. 기후변화 완화-탄소배출의 저감



## 1. 기후변화 완화의 정의

완화란 현재나 미래의 온실가스 배출을 제한함으로써 온실가스의 증가 속도를 늦추거나 방지하고, 온실가스 흡수원을 증대시켜 온실가스 농도를 안정화시키는 과정을 말합니다. 그렇다면, 대기중 온실가스 농도를 안정화시키기 위해서 우리가 할 수 있는 일은 무엇일까요? 완화 노력은 크게 보면 3가지인데, 첫째는 온실가스의 배출 자체를 줄이는 것, 둘째는 배출된 온실가스를 대기로부터 격리시키거나 저장하는 것, 세 번째는 온실가스의 저장고를 확대시키는 것입니다. 이번 시간에는 온실가스 배출 자체를 줄이려는 완화에 대해서 보다 자세히 살펴보겠습니다.

## 2. 부문별 탄소배출 저감 기술 및 정책

탄소배출의 저감은 각 부문에서 다양한 기술과 정책으로 이루어질 수 있습니다. 우선 각 부문별 탄소배출을 저감시킬 수 있는 기술에 대해 알아보도록 하겠습니다. 첫째는 에너지 공급 분야입니다. 에너지 공급에 있어서는 가장 중요한 것은 우선 에너지 사용을 줄이고 사용하는 에너지의 효율을 향상시키는 것입니다. 에너지 소비 효율등급이 좋은 1등급 제품을 써야 하겠습니다. 또한 석탄보다는 천연가스 등 연료이용효율이 높고 대기오염이 적은 연료로 전환하는 기술도 필요합니다. 그리고 화석연료를 대체할 수 있는 대체 에너지, 즉 재생 가능한 에너지인 수력, 태양, 지역, 바이오에너지 등을 사용하는 것도 중요한 기술이 될 수 있습니다. 둘째는 수송분야입니다. 수송분야에서 탄소배출 저감을 위해서는 고효율 차량, 예를 들어 하이브리드나 청정디젤 차량으로 전환하는 기술이 필요하고 무엇보다도 사람들이 대중교통이나 자전거 등으로 이동하는 생활 태도를 키워야 합니다. 편리한 대중교통이나 자전거 이용 시스템을 위해서는 도시계획 단계에서부터 기후변화 완화를 고려해야 하겠습니다. 세 번째는 건물분야입니다. 건물에서의 탄소배출 저감을 위해서는 조명효율 향상 및 일광 활용, 전기기 및 냉난방 장치의 효율 향상, 단열 개선, 냉난방시 패시브 및 액티브 태양설계 등을 고려할 수 있습니다. 특히 조명효율 향상에 대해서는 효율이 낮은 백열전구의 생산을 2013년도부터 전면 금지하고 제한적인 이용만 허용하는 등 강력한 조치가 취해지고 있습니다. 그리고 LED 조명의 광범위한 확대는 건물분야에서 탄소배출을 저감하기 위한 좋은 기술입니다. 넷째는 농업분야입니다. 좀 생소하실지 모르겠으나 농업분야에서도 발생하는 탄소를 저감할 수 있는 기술들이 있습니다. 농경지, 특히 논에서는 메탄이 많이 발생합니다. 아시다시피 메탄은 매우 강력한 온실기체입니다. 그럼, 논에서 발생하는 메탄을 저감할 수 있는 기술 중, 물관리 기술에 대해 설명하겠습니다. 논에서 메탄이 발생하는 이유는 논에 물이 대어져 있을 때 논에 포함된 유기물을 미생물들이 혐기성으로 분해하기 때문입니다. 그러므로 논이 혐기성 조건을 호기성으로 전환하면 메탄발생을 저감시킬 수 있습니다. 논이 혐기성 조건을 호기성으로 전환하는 기술로는 논을 항상 담수상태로 두는 것이 아니라 중간에 낙수를 시켜 논토양을 건조시키는 농경기술을 들 수 있습니다. 다음은 논에서 발생하는 메탄을 저감할 수 있는 기술로 유기물 투입기술에 대해 말씀드리겠습니다. 논토양에 볏짚과 같은 유기물을 환원시키면 유기물을 투입하지 않았던 토양에 비해 메탄 발생을 저감시킬 수 있습니다. 유기물의 종류로는 볏짚뿐만 아니라, 녹비도 사용할 수 있습니다. 마지막 기술은 비료 사용 관리기술입니다. 이는 논토양에 비료를 투입할 때, 투입량을 줄이고, 투입시기를

조정하며, 비료의 종류를 바꾸는 등의 기술입니다.

### 3. 대체에너지의 종류와 원리

지금까지 배운 탄소배출 저감 기술 및 정책 중에 대체에너지에 대해 자세히 알아보겠습니다. 대체에너지 기술은 벌써 실용화 단계에 있으나 아직 그 크기로는 화석연료 이용량에 비교할 수 없을 정도로 작습니다. 특히 대체에너지 중, 수력발전은 현재 전지구적으로 약 20% 정도의 에너지 수요량을 충족시키고 있습니다. 일례로 중국에 세워질 예정인 산샤댐의 경우 완공되면 약 8만4천억 킬로와트의 전력을 공급할 예정이며 이는 매년 약 4천에서 5천만 톤의 화력 발전량에 맞먹는 규모입니다.

대형 댐이나 수력발전소는 많은 환경문제가 발생합니다. 예를 들면 앞에서 말한 산샤댐의 경우 약 190만 명의 주민이 이주를 해야 하는 문제와 함께 하류에서의 수량 부족 및 토양 침식에 따른 토사침적 등의 문제가 많이 생기게 됩니다.

바이오 에너지의 방식과 종류에는 무엇이 있는지 살펴보겠습니다. 바이오 에너지에서 나무를 베어다가 아궁이에 불을 지피는 에너지 활용 방법은 아주 오래 전부터 행해온 방식입니다. 바이오 에너지의 원리는 생물학적 또는 열화학적 기술적용으로 유기물의 분해 및 전환을 통한 에너지 및 연료의 생산을 말합니다. 기본적으로 나무를 태우면 이산화탄소가 배출되기는 하지만 이 이산화탄소는 사실 식물이 광합성을 통해 식물체 내에 저장시켜온 탄소가 다시 방출되는 것뿐입니다. 이론적으로 아궁이 안에서 태운 나무의 양 만큼 새로운 나무를 심는다고 가정하면 대기시스템에 순전히 방출되는 이산화탄소는 0이라고 봐도 되는 것입니다. 이러한 원리를 이용한 에너지 기술이 바로 바이오매스 에너지라고 합니다.

바이오매스란 생체량을 뜻하며 나무나 식물 줄기 등 직접적인 식물체를 태우는 것과 식물체를 발효시킴으로써 얻는 바이오 에탄올이나 바이오 디젤 등 변형된 바이오매스도 이에 해당합니다. 바이오 에너지 사용의 예로 브라질의 경우 옥수수의 발효에 의해 만들어진 에틸알코올로 대부분의 자동차가 굴러간다고 합니다. 또, 대두유나 폐식용유에서 만들어진 바이오 디젤의 경우는 일반 디젤엔진의 원료로 사용될 수 있습니다. 미국에서는 현재 약 34%가 디젤 엔진이며 독일에 만해도 이런 바이오디젤을 파는 주유소가 1000 곳이 넘는 실정입니다.

바이오에너지 기술분류를 살펴보시겠습니다. 바이오 에너지는 원료 바이오매스를 직접 연소하는 방법과 전환 후 연소하는 방법이 있습니다. 전환하는 과정에서 생물학적인 발효를 이용하게 되면 바이오에탄올이나 메탄가스로 연소하게 되고 화학적 공정을 통한 전환의 경우는 바이오디젤 등으로 변환되어 연료로 활용하게 되는 것입니다.

요새 새로이 부상하고 있는 풍력발전에 대한 알아보겠습니다. 인류는 오랫동안 풍력에너지를 사용해 왔습니다. 그 사례로는 돛단배로 항해를 하거나 물레방아를 이용하여 곡식을 분쇄하거나 하는 것들입니다. 풍력발전은 바람의 힘을 회전력으로 전환시켜 이 회전력으로 발전기를 구동하여 전력을 발생시키는 기술입니다.

풍력 발전기는 바람이 가진 에너지를 흡수/변환하는 운동량 변환장치, 동력전달장치, 동력 변환장치, 제어장치 등으로 구성되어 있습니다. 미국의 경우, 아직까지 풍력발전이 차지하는 비율은 미국내 전력공급의 5% 미만이지만 적극적인 기술개발 및 활용으로 전력 공급의 20%까지도 확대할 수 있다고 보고되고 있고 국내의 경우는 1990년대 초반 대학, 연구원을 중심으로 기초연구 및 소형 풍력시스템 연구를 시작하였고 90년대 중반부터 본격적으로 기술개발을 수행 중에 있습니다. 풍력발전의 한계점은 바람의 세기가 너무 약하거나 너무 세지도 않은 채로 중간 정도 세기의 바람이 지속적으로 부는 입지조건이 있어야 한다는 점입니다.

우리가 가장 잘 알고 있는 태양광 발전에 대해 알아보겠습니다. 지표에 도달하는 태양에너지의 양은 현재 인류가 필요로 하는 에너지 요구량보다도 더 많은데 이런 에너지를 인간이 활용할 수 있도록 만드는 것이 바로 태양광 발전 기술이 됩니다. 태양광발전은 두 가지로 나누어 볼 수 있는데, 하나는 low technology으로 남향에 적당한 크기의 유리창을 설치하기, 단열재 사용, 태양열을 저장할 수 있는 콘크리트나 물 등 열체를 이용하기 등입니다. 다른 하나는 태양광에너지를 전기에너지로 전환시킬 수 있는 기술입니다. 이는 실리콘으로 만든 광전지 표면에 태양광에 있는 광자가 도달하게 되면 전자가 발생되면서 전기가 흐르게 되는 것입니다.

그럼 태양광 발전의 장, 단점에 대해 알아보겠습니다. 태양광 발전의 장점으로는 환경적합성 즉 배기가스, 폐열 등 환경오염과 소음이 없고 연료, 냉각수가 불필요한데 에너지-자원보존, 입지상의 문제가 적다는 것입니다. 그리고 단기 건설기간 즉 수요증가에 신속 대응이 가능하고 무인자동화 운전가능, 운전비용을 절감 할 수 있다는 것입니다. 반대로, 태양광 발전의 단점은 내면적 필요 즉 일사량에 의존, 대규모 발전에는 대규모 면적이 필요하고 야간, 우천시에는 발전 불가능합니다. 또, 일사량 변동에 따라 출력이 불안정하고 공급가능 전류의 양에 한계가 있어 급격한 전력 수요에는 대응이 불가능합니다.

다음은 수소 및 연료 전지에 대한 설명입니다. 연료 전지는 원래 우주선의 생명유지 시스템을 위해서 개발되었고 이제는 지구상에서도 활용 가능하게 되었습니다. 수소에너지 기술은 수소제조, 저장, 운반, 이용기술 등으로 나눌 수 있고 대표적인 이용기술이 연료전지입니다. 그렇다면, 수소는 어떤 특징을 가지고 있을지 알아보겠습니다. 기본적으로 수소는 엄청난 양의 에너지를 가지고 있으나 문제는 지구상에서 수소는 항상 자연적으로는 탄소나 산소에 결합되어 있는 것이 문제입니다. 수소에너지의 핵심 기술은 이렇게 결합되어 있는 수소를 분리해 내는 것이라고 볼 수 있습니다. 수소에너지원으로 가장 널리 활용되는 것은 메탄인데 이를 촉매를 이용하여 일산화탄소와 수소로 분리해 냅니다. 또한, 물을 전기분해하는 방법도 쓰이고 있습니다. 이처럼 천연가스, 석탄, 석유 등이 화학적으로 분해되어 발생된 수소가 수소에너지의 기반이 됩니다.

연료 전지는 수소와 산소가 전기화학적으로 반응하여 물이 생성되며 화학에너지가 직접 전기에너지로 전환되어 효율이 매우 높습니다. 문제는 수소의 분리를 화석연료 부산물이나 전기분해를 이용할 경우 고비용이 든다는 데에 있습니다. 이에 수소를 재생에너지원으로부터

터 제조해야 하는 기술 개발이 필수적이라고 할 수 있습니다. 또한 수소를 고밀도 저장해야 하고 폭발성이 있는 수소를 안전하게 저장, 이동하는 등의 문제가 있습니다.

이번에는 해양 에너지에 대해 알아보겠습니다. 조석, 조류, 파랑, 해수 수온 밀도차 등 여러가지 형태로 해양에 부존하는 에너지원으로서 조력, 조류력, 파력은 국내 부존량이 풍부하고 경제성 측면에서 전력의 생산과 이용에 대한 개발가치가 기대되는 에너지입니다. 에너지 밀도가 매우 낮기 때문에 현재 사용되고 있는 기존의 타 에너지원에 비해 상대적으로 큰 규모의 에너지 추출장치가 필요합니다. 기술 개발 현황으로 영국은 2 메가와트 급 상용 파력 발전장치를 개발하였고 프랑스도 240메가와트 급 조력 발전소를 현재 운영 중입니다. 우리나라의 경우는 해양특성 평가를 위해 다양한 현장조사, 자료분석 등의 기술개발을 보유하고 있으며 조류 발전의 경우 울돌목을 대상으로 2007년 10,000킬로와트급 시험 발전소를 건설 완료예정에 있습니다.

#### 참고 문헌

1. IPCC TAR (2001)
2. IPCC 4차보고서 (2007)

