




2. 에너지 사용과 환경문제

제2주차 강의 (비대면)

담당교수 강 승 진



강 의 순 서

가. 에너지 사용의 현안 이슈

나. 대기오염 문제

다. 기후변화 문제



가. 에너지 사용의 현안 이슈

- 지난 시간 학습내용 요약
 - 에너지 사용의 역사와 유용한 점에 대해 학습함
 - 에너지는 현대 산업사회에서 경제활동 및 생활의 편의성을 위해 필수적인 요소임
 - 에너지의 사용은 인류에게 물질적 풍요와 편리한 생활을 가능하게 함
 - 그러나 대량의 에너지 사용은 많은 문제를 야기하기도 함
 - 환경문제: 대기오염과 미세먼지 문제
 - 기후변화문제: 지구 기온의 상승으로 인한 전지구적인 환경문제
 - 안전전에 대한 우려: 원전사고, 에너지 안전 문제
 - 자원고갈과 에너지안보 문제
 - 에너지 시설에 대한 주민 수용성 문제
- ➔ 님비 현상(NIMBY: Not In My Back Yard): 에너지 시설에 대한 기피



에너지와 환경문제

- 에너지 사용에 따라 발생하는 가장 큰 문제는 환경문제임
 - 환경문제는 크게 두 가지로 구분할 수 있음
 - 국지적(Local) 환경문제: 오염물질을 배출 인근 지역이 피해를 입음
 - 전지구적(Global) 환경문제: 오염물질 배출지역에 관계 없이 전지구적으로 피해가 발생함
- 국지적 환경문제
 - 에너지 사용으로 인한 국지적 환경문제는 대부분 대기오염문제임
 - 미세먼지, 산성비, 오존 발생 등
- 글로벌 환경문제
 - 에너지 사용으로 인한 글로벌 환경문제는 기후변화 현상임
 - 화석에너지의 대량 사용으로 인한 이산화탄소(CO_2) 등 온실가스가 대기중으로 방출되어 지구온난화 현상이 발생함



나. 대기오염문제

- 화석연료를 연소하는 과정에서 대기오염물질이 배출됨
 - 3대 대기오염 물질: SO_x, NO_x, PM
 - SO_x(황산화물): 산성비의 주요인이 됨
 - NO_x(질소산화물): 오존(O₃) 발생 원인, 호흡기 질환 등 유발
 - PM(미세입자): Particulate Matters, 미세먼지의 주요 요인
 - 3대 대기오염물질에 대해서는 다음에 자세히 설명함
 - 기타 대기 오염물질
 - VOCs(휘발성 유기화합물): 호흡기 질환, 두통 유발
 - HC(탄화수소): 두통 유발
 - CO(일산화탄소): 중독시 사망할 수 있음(과거 연탄가스 중독 사고)

황산화물(SOx)

- 화석연료 연소시 연료 속에 포함된 황(S) 성분이 연소하면서 발생
 - 석유: 원유(0-3% 황 성분 포함), 경유(10-400 ppm), 중유(0.3-4%)
 - 석탄: 땅속에서 생산될 때, 이미 황 성분 0.5 - 3% 포함됨
 - 대기 배출 성분: SO₂(아황산가스), SO₃(황산가스)
- 대기오염 피해
 - 산성비 유발: 대기중에 SO_x가 많으면 비가 내릴 때 산성비가 내림
 - $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ (황산)
 - 초미세먼지 2차 생성 원인: SO_x는 대기중 화학반응으로 초미세먼지 생성의 원인이 되기도 함
- 토양산성화, 산림 파괴
 - 산성비가 내리면 토양 산성화로 농작물이 잘 자라지 않음
 - 산성비는 식물을 고사시킴, 1970년대 유럽의 산성비 사례



황산화물(SOx)

- 황산화물 가스 배출 감축방법

- 액체연료(사전 탈황): 저유황유 공급

- 정유공장에서 경유, 중유 등을 생산할 때 탈황설비를 설치하여 황 함량을 낮춘 저유황유를 생산하여 공급(투자비 증가로 생산비가 올라감)
 - 경유: 과거 황함량 400ppm에서 최근 15ppm의 초저유황유 공급
 - 중유: 선박연료 황함량 규제 3.5% → 0.5% (2020년부터 IMO 규제)

- 고체연료(연소후 탈황): 배연탈황장치(FGD) 설치 및 가동

- 고체연료이므로 사전에 탈황하지 못하고, 연소후에 탈황함
 - 석탄발전소 등에서 석탄 연소가스가 굴뚝에서 나가기 전에 배연탈황장치를 거치도록 하여 아황산가스를 대폭 감축함
 - 현재 우리나라 모든 발전소 및 대형 공장은 배연탈황장치(FGD)를 설치함

* FGD: Flue Gas Desulfurization



질소산화물(NOx)

- 화석연료 연소시 공기속에 포함된 질소(N) 성분이 연소하면서 발생
 - 공기의 주성분: 질소 79%, 산소 20.98% 등
 - 발전소, 경유자동차, 가스보일러 등에서 NOx 발생 많음
 - 대기 배출 성분: NO, NO₂
- 대기오염 피해
 - 산성비 유발: 대기중에 NOx가 많으면 비가 내릴 때 산성비가 내림
 - $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3(\text{질산})$
 - 초미세먼지 2차 생성 원인: NOx는 대기중 화학반응으로 초미세먼지 생성의 원인이 되기도 함
- 오존(O₃) 발생 원인
 - 더운 여름철에 NOx가 대기중에서 화학반응으로 오존 발생 시킴
 - 오존은 호흡기 질환 유발, 여름철에 가끔 오존주의보 발령



질소산화물(NOx)

- 질소산화물 배출 감축방법
 - 사전에 질소를 제거하기 힘들기 때문에 연소후에 감축함
 - 발전소, 대형 공장 등 대규모 배출시설에는 배연탈질설비 설치 및 가동
 - 석탄발전소 등에서 석탄 연소가스가 굴뚝에 가기 전에 배연탈질설비를 거치도록 하여 질소산화물 배출을 대폭 감축함
 - 현재 모든 발전소 및 대형 공장은 배연탈질설비를 설치함
 - 경유자동차: NOx 배출규제치 설정(몇 ppm 이하)
 - 최근 생산되는 경유차는 EURO-6 기준의 배출규제
 - NOx 배출을 감축하기 위해 요소수 사용 의무화
 - 가스보일러
 - 저 NOx 보일러 보급



미세먼지(PM)

- 미세먼지 종류
 - PM10(미세먼지): 지름이 $10\mu\text{m}$ 이하인 먼지
 - PM2.5(초미세먼지): 지름이 $2.5\mu\text{m}$ 이하인 먼지
- 발생 원인
 - 연료 연소시 불완전 연소 등으로 발생 (석탄 연소, 자동차 배기가스)
 - 2차 생성: SO_x , NO_x 등이 대기 중에서 반응으로 2차 생성
 - * 중국에서 날라오는 미세먼지도 상당한 것으로 알려짐
- 오염 피해
 - 호흡기 질환 유발: 미세먼지는 통과하여 폐까지 도달 → 폐질환 유발
 - 초미세먼지: 입자가 아주 작으므로 폐에서 혈관을 통해 우리 몸속으로 까지 침투함 → 암 등 각종 질환 유발



미세먼지(PM)

- 미세먼지 배출 감축방법
 - 발전소 등 대규모 배출시설에는 집진설비 설치 및 가동
 - 현재 모든 발전소 및 대형 공장은 집진설비를 설치함
 - 자동차: 배기가스 규제
 - 최근 생산되는 자동차는 EURO-6 기준의 배출규제
 - 일정 기준 이상의 미세먼지를 배출하는 자동차는 판매금지
 - 미세먼지 고농도시 대책
 - 미세먼지를 많이 배출하는 석탄발전소 가동 제한
 - * 석탄발전소 가동율 80% 이하로 낮춤, 또는 일부 석탄발전소 가동중단
 - 노후 경유 자동차 운행 제한



다. 기후변화문제

- 화석연료 연소시 기후변화를 유발하는 온실가스 발생
 - 온실가스: 기후변화(Climate Change) 원인 물질
 - 화석연료 사용시 배출되는 온실가스
 - CO₂(이산화탄소): 가장 비중이 큰 온실가스
 - CH₄(메탄): 에너지생산, 수송, 연소시 일부 발생
 - N₂O(아산화질소): 화석연료 연소시 소량 발생
 - 이러한 온실가스의 대기 중 농도가 높아지면서 기후변화를 야기함
 - 지구온난화(Global Warming)이라고도 함
 - 산업혁명 이후 이산화탄소 등 온실가스 대량배출로 지구 기온이 점차 상승하는 현상을 말함
- 자세한 기후변화 현상은 다음시간에 강의함



다. 기후변화문제

- 기후변화 대응방안

- 기후변화 문제는 범지구적인 환경문제임

- 온실가스가 지구 어느 곳에서 배출되든지 그 효과는 전 지구적으로 동일하게 나타남

- 즉 온실가스를 많이 배출하는 국가가 피해를 많이 보는 것이 아님

- 따라서 지구상의 모든 국가가 같이 노력하는 것이 중요함

- 온실가스 배출 감축
 - 화석에너지 사용 줄이기 → 저탄소 에너지 사용 확대
 - 에너지를 효율적으로 사용하기

➤ 자세한 기후변화 대응방안에 대해서 추후 계속 강의함



수고하셨습니다.