

오존층의 보호

- 전 지구적 과제 -

(스웨덴 자연보호협회 발간, 한국어판 책자)

연재 I

부서지기 쉬운 지구

지구상의 생명체는 대기권이 있기 때문에 생존할 수 있다. 대기권 상층부의 오존은 해로운 자외선으로부터 우리를 보호하는 한편 가시광선을 통과시켜 먹이사슬의 기초를 이루는 식물의 생산을 돕는다. 다른 미량 기체들은 매우 뜨겁거나 차가운 지역의 온도를 살기에 적당한 범위내로 조절하여 지구를 살기 적당한 곳으로 만든다.

그러나 이제 인간 활동으로 말미암아 이 대기권이 위험에 처해있다. 오존층의 파괴는 자외선을 증가시켜 전염성 질병과 피부암을 증가 시킨다. 온실 효과를 가지는 기체의 생산이 지역적인 변화와 함께 지구를 전체적으로 더워지게 하며 해수면을 상승시킬 것이다. 자외선의 방출과 온도 변화는 먹이 사슬에도 영향을 끼치게 된다.

클로로플루오르카본(CFCs) 류의 합성물은 위의 작용을 일으키는 주범이다. CFC가 대기권에 진입하게 된 것이 인간활동에 의한 것이므로 많은 국가가 이제 개발 방향을 수정하려는 정책적단안을 내려야할 것이다. 국제적으로는, 오존층을 고갈시키는 물질에 대한 몬트리올 의정서에 참가한 40개 국가들이 CFC의 방출을 감소 또는 조절할 법안을 제정함으로써 여기에 대한 관심을 표명하고 있다.

전세계적인 환경 변화를 이해하기 위해 국가적 차원



남극에 걸친 심각한 오존 결핍 현상은 매년 남극의 봄 동안 재현되었다. 이 지도는 1989년 10월 5일 Nimbus 7 Satellite 선상에서 총 오존량 지도를 작성 광도계로 측정의 자료를 기초로 한 것이다. 중심부의 최저 오존 농도는 125 Dobson 단위보다 낮다. (출처: NASA, 화학 및 공학 뉴스)

을 초월한 상호 협력이 필요하다는 것은 몇가지 국제적인 과학 사업을 통해 명백해 졌다. 이와 함께 이미

개발되었거나 개발되고 있는 많은 대체기술에 대한 지식과 경험을 공유하는 것이 중요하다. 이러한 노력이 미국 환경 프로그램의 후원하에서 이루어지고 있다.

본 소고의 목적은 이러한 노력을 통해 수집된 막대한 자료를 일부 요약하는 것이다. 우리는 이것이 CFC에 의존하지 않는 개발 정책을 선택할 때 정부와 산업계의 정책 수립자의 첫번째 기준이 되고 그러한 결정을 내리는 데 필요한 기술 정보에 대한 관문이 되기를 희망한다.

하늘에 난 구멍

오존은 두개가 아닌 세개의 산소 원자로 만들어진 것으로 기체 상태의 산소가 대기권 상층부에서 자외선에 의해 방전될때 생성된다. 오존은 해수면에서의 기압은 1000mb 정도인데 두개가 두께가 1cm 정도밖에 되지 않는 약한 차단막을 형성한다. 이것은 해로운 자외선이 지구 표면에 도달하는 것을 막기 때문에 생명체에는 꼭 필요한 것이다.

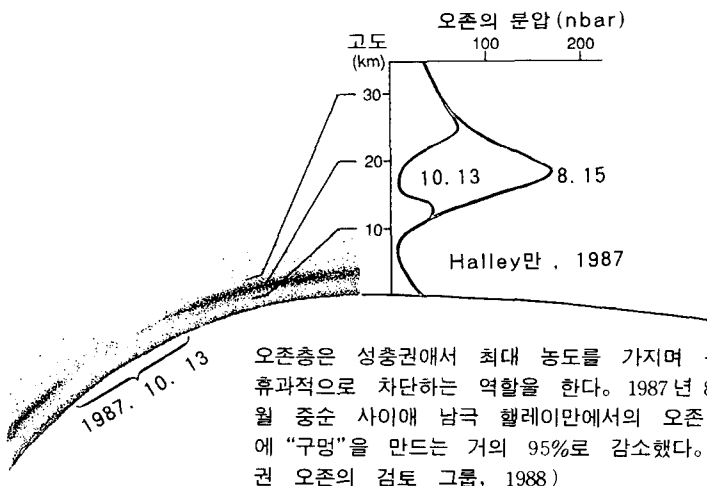
1970년 초기에 과학자들은 이 오존층이 위험하게 될지도 모른다고 경고했다. 초기의 관심사는 초음속 비행기에서 나오는 질소산화물에 대한 것이었다. 1974년에는 염화불화탄소 즉, CFC라 불리는 인공화학물질로 관심이 바뀌었다. 몇몇 국가에서는 스프레이 캔에서의 CFC 사용을 금하였으나 CFC가 실제로 오존을 파괴

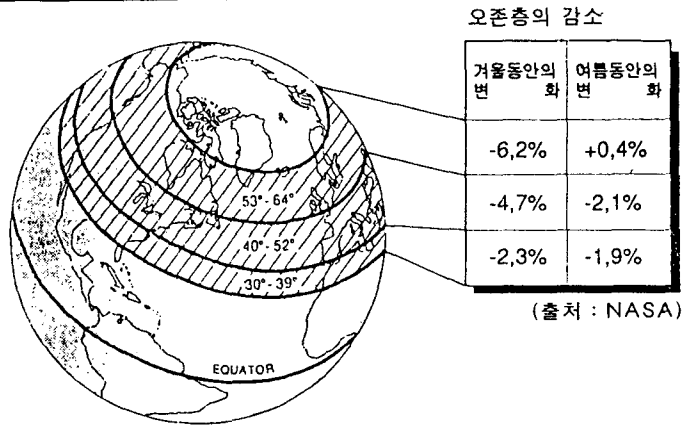
하는가에 대한 의견일치가 없었으므로 계속하여 사용하게 되었다. 새로운 CFC의 용도와 사용자의 증가와 함께 대기중의 함량이 점차로 증가했다. 과학적인 모델은 자외선을 차단하는 오존이 계속하여 파괴될 것이나 언젠가는 비상 상태가 발생할 것을 예측했다.

그러나 변화는 곧 도래했고 그것은 상상했던 것보다 훨씬 큰 것이었다. 1985년 영국의 학자들은 남극대륙 위에서의 오존 농도가 매우 감소했다는 측정 결과를 발표했다. 남극 대륙위 대기의 "구멍"은 매년 봄마다 남극에서 나타났으며 점점 더 커지고 깊어졌다. 1987년에는 수개월만에 반정도의 오존이 사라졌다.

과학자들은 이제 남극대륙 오존층에 있는 구멍의 주범이 염소 및 브롬 화합물 특히 CFCs 및 Halons 라는 것에 동의한다. 오존의 감소 현상은 1970년 후반에 시작 된 것으로 보이는데 이때 대기중의 염소 함량은 약 2000 ppbv (부피비로 2 : 109 또는 "공기분자" 10억개중 염소 원자 2개)였으며 현재는 그 함량이 약 3ppbv이다. 모든 국가들이 몬트리올 의정서를 시초로 하여 그 방출량을 50%로 감축했지만, 1989년의 UNEP 과학 평가보고서에 따르면 차후 수십년 동안 대기중의 염소 함량은 두배로 증가할 것이며 남극 오존층의 구멍도 계속해서 존재할 것이다.

1989년 초기 수개월간 과학자들은 북극 대기권의 상태가 남극과 비슷하다는 것을 밝혀냈다. 이것은 북극에





북반구에서의 오존은 1969년에서 1980년 사이에 매우 감소했다. 남반구에서도 이와 유사한 변화가 일어날 수 있겠지만 자료의 부족으로 인해 그 추이 산정이 불가능하다. (출처: NASA)

는 오존층의 구멍이 아직 나타나지는 않았으나 오존층이 상당히 파괴될 위험성이 있다는 것을 의미한다. 오존층의 유실 정도는 매년겨울의 기후 상태와 앞으로의 공기중 염소의 함량에 따라 달라질 것이다. 북극의 기후는 남극보다 훨씬 변화가 심하므로 대기중의 염소가 더 이상 증가하지만 않는다면 영구적인 큰 구멍이 생길것 같지는 않다.

오존층이 얇아지는 것은 비단 극지방에만 국한되는 현상은 아니다. 지난 20년에 걸쳐 겨울동안 북반구(30-64N)에서 오존은 3-5퍼센트 감소했다. 남반구에서도 비슷한 변화가 있을 것이나 측정 자료가 너무 적어서 그 추세를 알아보기는 어렵다.

CFC란 무엇인가.

CFC, 즉 염화불화수소는 1930년대에 만들어진 인공 화합물 군이다. 이들은 매우 안정하며 상온에서는 불연성이다. 또한 독성이 없어 취급하는 것이 위험하지 않다고 생각되어 왔다. 따라서 많은 공업부분에서 사용하기에 이상적인 것으로 여겨졌다. 그러나 이 안정성 때문에 대기권내 잔류 기간이 길어서 대기권 상층부인 성층권까지 도달한다. 성층권에서는 여과되지 않은 자외선에 의해 그 화학 결합이 깨어지고 염소 원자가 다른 분자들로 부터 빠져나오게 된다.

염소 원자는 매우 반응성이 커서 재빨리 "오존을 잡아먹는 괴물"로 변한다. 이 반응에서 염소 원자는 파괴되지 않으므로 이들은 다시 반복하여 오존을 파괴할 수 있다. 따라서 하나의 염소 원자는 수천개의 오존 분

자를 파괴할 수 있다. 남극 대기권의 국한적인 기후에서 이 과정은 성층권내 구름속의 얼음 결정에 의해 더욱 빨리 진행된다. 이것이, CFC 원자가 전세계적으로 골고루 분포하는 데도 불구하고 오존의 고갈이 특히 남극에서 일어나는 지를 그 이유를 설명한다.

CFC만이 오존층을 파괴하는 화합물은 아니다. 메틸플로로포름(1, 1, 1-트리클로로에탄), 사염화탄소(테트라클로로에탄)와 같이 염소를 함유하는 화합물은 대기중의 염소 함량을 높이는데 기여한다. 대체제로 검토되고 있는 HCFC(CFC에 수소가 첨가된 것)는 분자대 분자로 비교해 볼 때 비교적 오존 파괴 가능성이 적다. 그러나 이것도 무제한적으로 방출되면 대기중의 염소 함량을 상당히 높일 것이다. 화산 폭발이나 바닷물이 썰매 발생하는 천연 염소도 대기중에 들어 가지지만 이것들이 오존을 파괴하는 것은 한계가 있다. 주로 소방용으로 사용되는 것으로, 브롬이 함유된 할론은 분자별로 비교해 보면 CFC보다 오존을 더 많이 파괴한다.

대기중 염소 함량을 1985년 치로 되돌리려면 CFCs, 사염화탄소 및 메틸클로로포름의 양을 단계적으로 감소시키고 HCFC가 CFC시장의 20%미만을 인도 받고 현재의 대체제 보다 오존파괴 가능성이 낮도록 해야 한다. (출처: 성층권 오존의 과학적 추정 1989).

오존을 파괴하는 대부분의 주요 화합물들은 온실 효과를 갖는 기체로서 지구 온도 상승의 한 역할을 하고 있다. 따라서 이들이 대기권에 방출되는 것을 막아야 할 이유는 복합적이라고 할 수 있다. (다음호에 계속)