

2. 할론과 성층권 오존 문제

최근 할론 1211과 1301 그리고 chlorofluoro carbon(CFC : 일명 플레온가스)의 방출이 자외선으로부터 인간을 보호해 주는 성층권의 오존층을 파괴시키는 문제가 대두되고 있어 전세계적으로 이들의 생산과 방출제한에 대한 논의가 이루어지고 있다.

할론 1211, 1301은 주로 소화약제로 사용되며 CFC는 냉매, 발포제, 단열재 및 용매등 소비재로써 광범위하게 사용되고 있다. CFC는 한때 미국에서 에어컨의 분무제로 사용되었으나 1978년부터 분무제로는 사용이 금지되었다. 그러나 대부분의 다른 국가에서는 여전히 사용되고 있다.

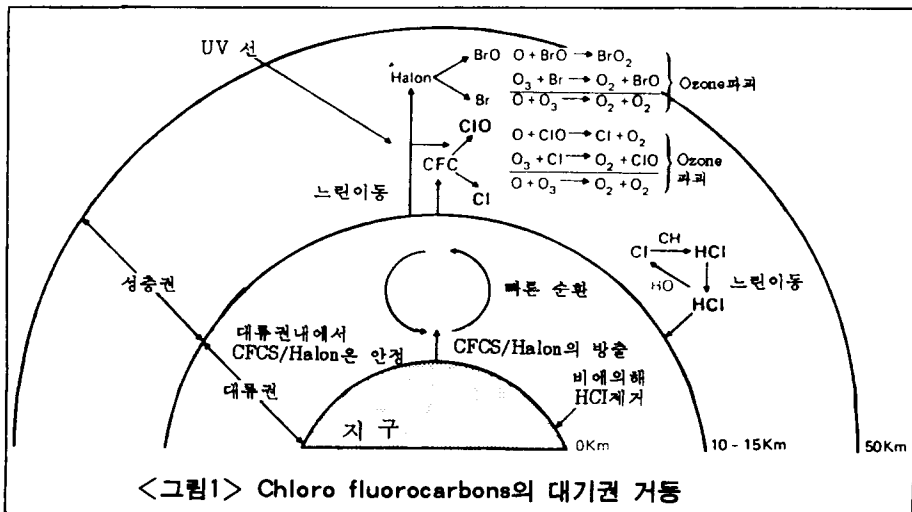
할론 방출이 최근까지는 성층권 오존층파괴에 대하여 심각한 위험을 고려되지 않았으며 더구나 할론은 값이 비싸기 때문에 대부분 폐쇄된 공간에서 사용되고 이들 폐쇄공간이 개방되었을 때 재순환된다고 일반적으로 생각하였다. 그러나 최근의 대기측정에서 할론 1211의 농도가 상당히 증가하였으며 미국 환경청에서는 많은 양의 할론이 제품개발, 소화훈련, 설비시험, 사고에 의한 유출과 누설로 방출되고 있다고 재평가하고 있으며 그 양은 성층권의 오존파괴 화합물의 15%에 이르고 있다고 한다.

할론방출과 관련하여 미국의 EPA(Environmental Protection Agency), NFPA, 소방설비협회, 소방설비 제조 협회 등에서는 할론 방출원의 확인과 방출감소를 위한 대안책을 마련하기 위하여 여러가지 상호 협동노력을 기울이고 있다.

성층권 오존 파괴위험

할론약제의 장점은 타 소화약제보다 저독성, 방출시의 양호한 시제, 저부식성 또는 잔존물, 약제질량당 높은 효율성을 가지고 있다는 것이다. 할론이 성층권 오존파괴 화합물의 전체량에서 비록 적은 부분을 차지하지만 할론 사용이 급격히 증가하고 있으며 더구나 할론은 오존파괴에서 단위 파운드당 CFC보다 더많은 영향을 미치는 것으로 생각되고 있다.

오존층에 위험을 주는것은 CFC와 할론의 화학적 불활성 때문이다. CFC나 할론은 낮은 대기권에서는 파괴되지 않지만 천천히 대기권 위로 이동하여 자외선에 노출되면서 분해를 일으켜 염소와 브롬을 방출한다(그림 1). 염소는 CFC와 할론 1211로부터 방출되고, 브롬은 할론1211과 1301로부터 방출되면서 일련의 반응을 통하여 오존(O₃)을 산소(O₂)로 변화시키는 촉매로 작용한다.



이와같이 한 화합물의 오존파괴 가능성은 염소 또는 브롬량과 대기에서의 존재기간에 의존한다. 화합물의 오존파괴 가능성을 비교 평가하기 위하여 무게인수(Weighting Factor)를 사용한다. 할론 1211의 W.F는 CFC-11보다 약 2.4배가 되고 할론1301의 W.F는 CFC-11보다 11.4배가 된다.

〈표 1〉 1985년 미국의 할로겐화물과 Methyl Chloroform국내 사용량 (단위 : 1,000톤)

물 질	국 내 사 용	오 존 파 괴	
		인 수	전체의 %
CFC-11	75.0	1.00	23
CFC-12	135.0	0.86	35
CFC-113	63.0	0.80	15
Halon 1211	2.8	2.39	2
Halon 1301	3.6	11.43	12
Methyl Chloroform	292.0	0.15	13

(표 1)에서 오존층을 파괴하는 것으로 생각되는 화합물의 미국 전체 사용량에 인수를 곱한 합계량에 대한 비율이 할론1211는 2%, 1301은 12%를 차지하고 있다. 그러나 특정 해에 생산된 할론의 대부분이 소화설비용으로 저장되기 때문에 전부가 다 방출되는것은 아니며 훈련과 설비시험, 누설, 화재시 방출, 오동작, 설비 철거시 등에서 일부가 방출되고 있다. 미국의 할론 제조자, 소방설비 제조자 등으로 구성된 합동조사에서는 1985년의 할론 판매량에 대한 방출비율이 1301은 30%, 1211은 약 15%가 방출되었다고 보고있다. EPA에서 할론 방출량 증가에 대한 조사에 의하면 2,000년까지 1301은 7배, 1211은 10배가 증가할 것으로 추정하고 있으며 만일 1301사용량이 1985년후 연간 10% 증가하면 방출량은 10배, 1211사용량이 연간 15%증가하면 방출량은 2,000년까지 20배로 증가된다고 한다. 실제 남극에서 공기분석에 의해 측정된 결과에 의하면 할론1211의 증가량은 매년 약 $22 \pm 5\%$ 이다.

오존파괴 결과

할론과 CFC 방출증가의 결과 오존층의 파괴는 지구환경에 대한 자외선(Ultra Violet UV-B)의 피해효과를 악화시킬 수 있다. 오존은 부분적으로 UV-B선을 흡수하므로 결과적으로 오존파괴는 이러한 보호막의 효과를 감소시키게 된다.

태양의 자외선은 피부암, 백내장, 면역의 약화, 수포진과 같은 질병을 유발하게 된다. UV-B의 증가는 인간의 건강뿐 아니라 식물, 수중 유기체(식물 플랑크톤), 중합체 그리고 도시 스모그에 영향을 미친다. 식물의 2/3이상이 UV-B선에 대한 반응시험에서 반응을 하였으며 콩에 대한 실험실 실험결과 오존층 파괴는 수확량을 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. UV-B선을 포름 알데히드의 광분해를 일으키며 이 광분해 물질은 광화학적 스모그 발생의 연쇄반응을 진행하기 위한 주요 라디칼(radical)로 작용한다.

현재 오존층 보호에 대하여 국제적인 협약으로 논의의 대상이 되고 있는것은 생산량이 많은 CFC생산동결 내지 제한문제이며 소화약제로 쓰이는 할론에 대하여는 제외되어 있다. 그러나 미국 EPA에서는 CFC와 할론의 생산제한과 방출제한에 대한 기준을 제정하고 있으며 금년 12월경에 공포될 예정이나 현재로서는 소화약제로 사용되는 할론에 대하여는 방출량이 극히 적기 때문에 어떠한 조치가 취해 질지는 불투명한 상태이다. 그러나 NFPA에서는 EPA와 할론 제조업자들과 공동 노력하여 오존층 파괴문제에 대하여 합리적으로 대처할 수 있도록 할론방출 억제방법연구에 노력을 기울이고 있다.