

# 세정제와 오존층과의 관계

<연 재>

이 석 우  
국립기술품질원 화학부  
유기화학과 이학박사

## 1. 오존층의 역할

오존(O<sub>3</sub>)은 산소원자 3개로 이루어진 반응성이 강한 기체로서 도시지역의 대기오염물질인 광화학 옥시단트의 주성분이기도 하며, 대기중의 농도 0.5ppm (1ppm은 0.0001% 단위의 세척 혼합비)을 넘으면 강한 화학작용으로 인하여 생체에 해를 끼치나 오존의 강한 산화력을 이용하여 살균제, 표백제, 소포제와 같은 제품을 만들기도 한다.

지상에서 약 15km까지의 대기층을 대류권, 약 50km까지를 성층권, 약 80km까지를 중간권, 약 500km까지를 열권이라 부르며, 오존층이란 성층권에 퍼져 있는 오존농도가 높은 대기의 층을 가리킨다.

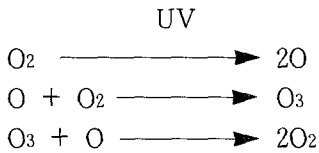
오존농도의 고도분포는 계절이나 위도에 따라 크게 달라지나 지구전체에 연간 평균 고도분포의 최대농도는 혼합비로 표현하면 약 10ppm의 농도가 지상 약 35km의 고도에 나타나고 분압으로 표현한다면 약 200 $\mu$ mb가 약 25km에 나타난다. 최고농도의 상하로 고도가 달라짐에 따라 오존은 감소한다.

대기의 아래층에 있으면 생체에 유해한 오존이지만, 다행하게도 성층권에 있기 때문에 생태계의 존속에 불가결한 움직임을 하고 있다. 즉, 오존은 태양으로부터 해가 되는 자외선을 흡수하여 생태계를 그 해로부터 보호함과 동시에 태양에너지를 흡수하여 성층권을 따뜻하게 하므로써 생태계가 익숙해져 있는 현재의 기후상태를 유지하는데 중요한 역할을 하고 있다.

오존은 대부분이 고도 15~35km의 대기층에 존재하며, 그 이외의 고도에서도 다소 존재하고, 지상으로부터 대기상단에 이르기까지 폭넓게 분포하고 있다. 지상으로부터 대기상단까지의 오존총량을 오존전량이라 한다. 대기는 0 $^{\circ}$ C, 1기압의 등밀도 대기로 환산하면 약 8km의 두께가 되나 이중 오존만이 차지하는 두께를 cm 단위로 측정하여 그 수치를 1000배로한 밀리기압센티미터 (m atm-cm) 단위로 나타낸다. 오존전량은 지리적 또는 계절적으로 평균값에서  $\pm$ 50% 정도까지 변화하지만 오랜기간의 지구전체의 평균값은 300m atm-cm이다. 따라서 위에서 말한 의미에서의 오존층의 평균두께는 약 3mm가 된다. 오존전량은 저위도에서 적고 중·고위도에서 많다. 또, 겨울에서 봄 사이에 많고 여름에서 가을 사이에 적다.

오존의 오존농도 분포를 결정짓는 과정은 극히 복잡하나, 단순화 한다면 다음과 같다. 파장 240nm 이하의 태양자외선이 산소분자 (O<sub>2</sub>)에 닿으면 산소분자가 두 개의 산소원자(O)로 광해리한다. 산소원자는 주위에 있는 산소분자와 반응하여 오존 (O<sub>3</sub>)을 만든다. 또 오존과 산소원자가 반응하면 원래의 산소분자로 되돌아간다. 성층권내에서는 태양광의 존재하에서 이러한 반응이 계속해서 일어나고 있으며 오존층 내에서는 산소분자, 산소원자, 오존분자가 발생과 소멸의 균형하에 평형농도를 가지고 공존하고 있다.

일련의 반응과정을 살펴보면,



와 같이 진행된다.

이러한 반응과정은 적도상공 40km 부근에서 가장 활발히 일어나고 있으나 대기의 전지구적인 흐름, 곧 적도지역에서 상승하여 상부 성층권을 통하여 남북 양반구의 겨울측의 고위도로 향하고 결국에는 침강하는 흐름을 타고, 오존의 전지구적 분포가 형성된다. 따라서 자연요인 또는 인위요인에 의하여 오존의 광화학과정이 변화하거나 대기의 흐름 모양이 변하면 오존량은 변화하며 지리적 분포나 고도분포도 변화한다.

## 2. 오존층 파괴에 따른 피해 및 현황

태양은 파장이 다른 전자방사선이 방출되고 있다. 그러나 지표에는 290nm보다 짧은 자외선이나 X선은 도달되지 않고 있는데, 그것은 Hartley가 예고한 것처럼 지상 25km 가까이에 농도 피크를 갖는 오존층이 존재하고 산소분자와 함께 325nm 보다도 짧은 단파장 자외선(Ultraviolet, UV)이나 X선 등을 흡수하기 때문이다. 지구상의 생명은 오존층의 존재하에 살아가고 있다. 따라서 오존층이 인공산물 때문에 파괴되어 지표에 290nm보다 짧은 UV가 다량으로 도달한다면 우리 인류를 비롯하여 지구상의 생명에 어떠한 변화가 일어나는가에 대해서는 상상의 벽을 넘는 큰 문제이다.

오존층 파괴가 지구환경에 미치는 영향중 심각한 것은 자외선에 의한 피해이다. 10~400nm의 파장을 가지는 자외선은 식물의 광합성, 피부의 dehydrocholesterol-7을 비타민 D3로 전환시키는 등의 유용한 면이 있으며 파장에 따라 장파장 자외선(UV-A), 중파장 자외선(UV-B), 단파장 자외선(UV-C)으로 나누어진다. 이중 장파장과 단파장 자외

선은 대기중에 흡수되어 생물에 큰 악영향을 미치지 않으나, UV-B는 오존층 파괴로 조사량이 증가되면 DNA 손상, 세포 파괴 현상을 나타낸다. 미국 환경청에서는 자외선 증가의 영향으로 피부암의 증가, 피부노화 촉진, 안질환(백내장, 자외선 각막염, 결막염, 망막장해 등)의 증가, 면역기능의 저하, 농작물의 수확감소, 해양생물체의 피해, 플라스틱 등 고분자화합물의 조기열화, 광화학 대기오염 증가 등을 경고하고 있다. 이미 의학, 생물학의 영역에서는 UV중에서도 중파장 영역(290~385nm) UV-B가 사람의 피부나 눈에 유해하다는 것이 자세하게 연구되어 왔다. 또, 만약에 오존이 계속해서 파괴된다면 지표에 도달하는 325nm보다 짧은 UV-C도 지표에 도달하게 되어 사람의 건강에 어느정도 영향을 미칠까에 큰 관심이 모아지고 있다.

1992년에 국제연합환경계획(UNEP)에서 "오존층의 파괴현상은 중대 관할된 양극 지역뿐 아니라 열대 지역을 제외한 지구상의 대부분의 지역에서 나타나고 있으며, 발생시기도 가을을 제외한 연중현상으로 나타나고 있다" 라고 발표하는 등 오존층의 파괴는 세계적으로 확산되어가고 있다.

1992년 9월말까지 남반구의 오존 파괴율은 남반구 오존 총량의 5%에 달하는 것으로 보고되었다.

북극에서도 오존의 감소 현상이 관측되고 있으나 남극의 오존홀처럼 많은 감소는 아닌 것으로 보고되고 있다. 지상에서 실시한 장기간의 관측결과에 의하면 오존의 감소현상이 과거 10년간 보다도 최근 10년간이 현저한 것으로 알려져 있다. 성층권 오존농도가 10% 감소하면 피부암 발생이 26% 이상 증가한다는 UNEP의 보고와 함께 남극 주변의 오스트레일리아와 칠레에서는 이미 피부암이 이상적으로 증가하고 있다는 보고도 매년 계속되고 있다.

남극의 오존홀은 남극대륙을 거의 완전히 감싸버릴 정도의 넓이를 갖는 오존전량이 현저히 적은 영역이며 남극의 봄 즉, 9월에서 11월에 걸쳐 성층권에 나타난다.

1980년대 중반에 일본이나 영국의 남극관측기지의 지상관측에서 봄철에 오존전량이 현저히 감소되고 있으며 매년 감소가 커지고 있다는 보고가 발단이 되어 미국의 인공위성으로부터의 치밀한 파악에 의해 남극 상공의 광범위한 현상으로서 확인된 것이다. 그후 자세한 해석에 의해 1970년대 평균값의 50% 이하로까지 감소한 오존홀이 나타났다.

최근의 연구논문에서는 저기압 등에 의한 대기운동의 결과 일어난다는 연구가 서술되고 있다. 그러나 북유럽 및 그 주변에 나타난 오존감소역은 성층권의 저온역과 대응하고 있어 북반구 고위도에 발현하는 극성층권에 의한 불균질계 화학반응에 의하여 염화불화탄소의 오존파괴작용이 강화된 결과로 현저한 오존 감소가 일어난다는 생각은 부정할 수 없다.

실제로 발표된 위성관측 결과에 의하면, 1992년 1월과 1993년 2월에는 북반구 고위도의 넓은 범위에서 남극의 오존홀내에서 보여지는 것과 같은 정도의 활성염소농도가 분포되어 있었다. 따라서 조건만 갖췄다면 북반구 고위도에서도 남극과 같은 큰 오존파괴가 일어날 가능성은 부정할 수 없다.

### 3. 특정물질의 오존층 파괴과정

인간활동에 따라 불가피하게 대기중에 배출되는 기체상 또는 미립자상 폐기물은 대기의 정화능력을 초월한 배출이 계속된 결과로서 배출물은 차츰 대기중에 축적되어 대기중의 농도를 계속적으로 증가시켰다. 이것이 지금 문제가 되고 있는 오존층 파괴, 산성비, 지구온난화 등 대기과 관련된 지구 환경문제의 야기시켰고, 그 중에서 오존층 파괴의 원인으로 생각되는 염화불화탄소 (CFC)는 대기중에서의 수명 (대기의 정화능력에 의해 정해진다)이 60~400년이고, 1,1,1-TCE는 6~8년이다.

【표 1-1】 특정물질의 대기중 수명

물 질 명 칭	대기중수명
CFC-11	60 ~ 65
CFC-12	95 ~ 150
CFC-113	96 ~ 117
CFC-114	200 ~ 320
CFC-115	390 ~ 680
HCFC-22	15 ~ 16
HCFC-123	2 ~ 3
HCFC-124	6 ~ 8
HCFC-141b	9 ~ 11
HFC-125	20 ~ 24
HFC-134a	8 ~ 15
HFC-143a	65 ~ 110
HFC-152a	2 ~ 3
HALON-1211	25
HALON-1301	110
사업화 탄소	51 ~ 73
1,1,1-TCE	6 ~ 8

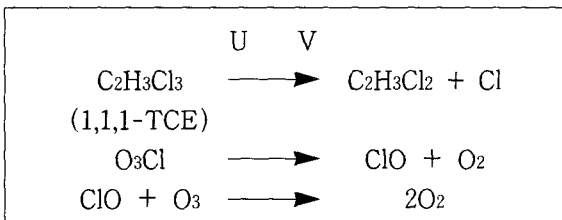
인위적인 오존층의 변화로서 염화불화탄소(CFC)에 의한 오존층 파괴의 학설이 1974년에 미국 캘리포니아 대학의 F. S. Rowland와 M. J. Molina가 「Nature」지에 오존층 파괴의 메카니즘에 관한 논문이 발표되어 오늘날 널리 인정을 받고 있다. 그 예상은 다음과 같다.

인위물질인 염화불화탄소 (CFC)는 그 화학적 안정성 때문에 대기 아래층에서는 거의 분해되지 않으며 방출된 양이 확실하게 대류권내에 축적된다. 대류권에서 증가한 염화불화탄소 (CFC)는 대기의 흐름 혹은 확산에 의해서 서서히 성층권에도 영향을 끼쳐간다. 성층권의 고도 40km 부근에 달한 염화불화탄소는 거기서 지상에는 도달하지 않을 정도의 파장이 짧은 자외선에 의하여 광해리되며 염화불화탄소를 구성하는 염소원자 (Cl)를 방출한다. 방출된 염소원자는 오존과 반응하여 산화염소와 산소를 발생시키고 산화염소는

오존과 평형공존하고 있는 산소원자와 반응하여 스스로를 본래의 염소원자로 되돌아가는 순환과정을 거친다. 이렇게하여 한 개의 염소원자가 스스로 몇번이나 산화와 환원을 되풀이하여 오존을 파괴해 나간다.

이 과정을 아래 같이 나타낼 수 있다.

오존층 파괴과정



그러나 이러한 반응은 성층권내에서 다른 미량성분의 존재하에 서로 복잡한 상호작용을 하면서 진행하므로 현재 성층권에 존재하는 모든 염소가 오존을 파괴하는 이반응에 관여하는 것은 아니다. 즉, 성층권에 현존하는 염소총량의 90% 이상은 오존을 파괴하지 않는 화학물질의 형태로 유지되고 있다. 다만, 염소화합물의 총량으로서는 현재 이미 아주 많은 양이 성층권에 존재하므로 어떠한 작용에 의해서 오존을 파괴하지 않는 형태의 염소화합물로부터 효율 좋게 염소원자가 유리된다면 오존층은 더더욱 큰 파괴를 당한다.

#### 4. 특정물질의 국내·외 사용현황

세정제로 사용되는 1,1,1-TCE 및 CFC-113을 특정물질이라 말하며 특정물질이란「오존층 보호를 위한 특정물질의 제조규제 등에 관한 법률」제2조 1항에서 정의한 오존층 파괴물질에 관한 몬트리올 의정서에 규정된 오존층 파괴물질로서 대통령령(시행령 제2조 1항)이 정하는 화학물질을 말한다.

그중 현재 세계적으로 전자부품, 정밀기계 부품의

세정제로서 1,1,1-TCE 또는 CFC-113이 주로 사용되고 있다. 프레온은 비중이 물보다 크고, 물과 잘 섞이지 않을 뿐만 아니라 침투성, 친유성, 속건성 등의 우수하므로 10여년전부터 세정제로 널리 사용되어 오고 있으며 끓는점이 실온보다 약간 높아 세정시는 액체이지만 기화하기 쉬워 속건성이고, 표면장력이 작기 때문에 미세한 부품의 구석구석까지 침투해 세정이 용이하며 적당한 용해력이 있고 또한 무취, 무해, 불연성의 안전한 가스이므로 정밀부품의 세정에 적합하다.

[표 1-2]는 세계 주요국과 아시아 신흥공업국의 CFC 사용량 중에서 세정제 사용 비율을 나타낸 것으로 일본을 비롯한 홍콩, 싱가포르, 말레이시아, 태국의 비율이 높은 것은 전자·정밀기계 산업의 발전과 함께 그 수요가 증가한 것으로 생각된다.

[표 1-2] 주요국별 CFC 세정제 사용비율

(단위 : %)

국	가	비율	자료
미	국(1986)	30	UNEP 기술 경제평가 패널 최종보고서 (1991. 12)
일	본(1986)	47	
E	C(1986)	16	
한	국(1990)	30	National Statistics
대	만(1988)	23	
홍	콩(1989)	50	
싱가포르	(1989)	50	
말레이시아	(1989)	49	
태	국(1988)	38	

또한 [표 1-3]는 미국, EC, 일본의 1,1,1-TCE 사용 분야별 구성비를 분석한 것으로 금속 세정분야가 대부분이며 전자, 집착제 분야가 그 다음이다. 1988년 미국, EC, 일본의 사용량은 582,000톤이며, 이외의 지역에서 100,000톤 정도가 사용된 것으로 추정된다.

[표 1-3] 메틸클로로포름의 사용분야별 구성비  
(단위 : %)

	미국	EC	일본
금속세정	55	75	76
접착제	9	10	5
에어졸	9	4	1
전자	8	5	13
코팅	7	-	-
기타	12	6	5

자료 : UNEP (1994)

[표 1-4]은 국내의 세정제 소비량을 나타낸 것으로 메틸클로로포름의 비율이 1990년에는 55.5%, 1991년에는 60.2%로 가장 많으며, 1,1,1-TCE의 경우 1987년 9월에 채택된 몬트리올 의정서의 규제대상 물질에서는 제외 되었으나 1990년 6월에 개정된 몬트리올 의정서에 추가된 물질로서 규제대상 물질 중에서 특정물질의 대기중 수명이 CFC-113 (96~117년)에 비해 현저히 짧은 (6~8년) 것이므로 국내업계에서는 최근의 규제 과도기간 중에 사용하려는 움직임이 강하다.

국내에서 세정제로 사용되는 1,1,1-TCE 및 CFC-113의 수급 및 사용현황을 1994년도 특정물질의 생

[표 1-4] 국내의 세정제 소비량

		CFC - 11	CFC - 113	사염화탄소	1,1,1-TCE	계
1993 소비량	내수용	20,680	1,181,119	1,518	2,002,906	3,206,223
	수출용	1,160	1,412,285	28	1,255,969	2,669,442
	계	21,840	2,593,404	1,546	3,258,875	5,875,665
	비율(%) (ODP 환산) (환산 비율)	0.8 (21,840) (0.9)	44.1 (2,074,723) (85.6)	- (1,701) (0.1)	55.5 (325,888) (13.4)	
1994 소비량	내수용	25,075	1,459,446	916	2,698,878	4,184,315
	수출용	10,710	1,191,171	25	1,364,124	2,566,030
	계	35,785	2,650,617	941	4,063,002	6,750,345
	비율(%) (ODP 환산) (환산 비율)	0.5 (35,785) (1.4)	39.3 (2,120,494) (82.7)	- (1,035) (0.1)	60.2 (406,300) (15.8)	
1995 소비량	내수용	33,148	1,706,438	46,540	3,042,370	4,828,496
	수출용	15,080	1,585,284	60	1,351,733	2,952,157
	계	48,228	3,291,722	46,600	4,394,103	7,780,653
	비율(%) (ODP 환산) (환산 비율)	0.6 (48,228) (1.5)	42.3 (2,633,378) (83.0)	0.6 (51,620) (1.6)	56.5 (439,410) (13.9)	

산량 및 소비량 등의 산정치 실적공고와 1995년도 특정물질의 생산량 및 소비량의 산정치 기준년도 및 1995년도 특정물질의 용도별 배정량, 년도별 특정물질의 수급 실적에서 국내 세정제의 수급 및 사용현황을 파악할 수 있다.

### 5. 오존층 보호와 관련된 주요보고 및 규제경위

현재 오존층 파괴로 인한 피해를 최소화하고 오존층을 보호하기위한 국내·외적인 규제를 강화하고 있다. 국외적인 규제는 1985년 3월 「오존층 보호를 위한 비엔나 협약」이 채택되면서 체계화되기 시작하면서 규제일정을 제정, 강화하면서 Halon의 경우 1994년 1.1 까지 또 사염화탄소, CFC, 1,1,1-TCE의 경우는 1996년 1.1 까지 전폐하기로 되어있다. 국내의 경우도 1991년 1월 「오존층 보호를 위한 특정물질의 제조규제 등에 관한 법률」을 제정 규제를 강화해 가고 있다. 그중 오존층 보호의 필요성에 관한 각종 보고서와 연구발표, 오존층 보호와 관련된 규제경위를 국외와 국내로 구분하여 연도순으로 기술하였다.

[표 1-5] 오존층 보호를 위한 논문발표 및 주요보고

년 도	내 용
1970년	독일 과학자 P. J. Crutzen이 질소산화물방출에 의한 성층권 오존의연쇄적인 파괴에 관한 논문발표
1971년	미국 캘리포니아 대학의 Harald Johnson이 「Science」지에 Supersonic transport (초음속여객기)에 의한 오존층 파괴에 관한 논문발표
1974년 6월	미국 캘리포니아 대학의 F.S. Rowland와 M. J. Molina가 「Nature」지에 오존층 파괴의 메카니즘에 관한 논문발표
1975년 10월	NAS (전미과학아카데미)가 CFC에 의한 오존층 파괴문제에 관한 특별패널 설치
1975년 3월	OECD (경제협력개발기구) 환경위원회에서 CFC에 의한 오존층 파괴에 관한 검토를 시작
1975년 3월	IMOS (미국정부특별조사기관)에서 조사결과를 발표 「CFC가 오존층을 파괴한다는 학설은 우려할 만한 근거가 있기 때문에 NAS의 조사결과에 따라서 대책을 강구할 필요가 있다」
1976년 1월	WMO (세계기상기구)의 오존층 감소에 관한 논문발표
1976년 5월	OECD 환경위원회로부터 조사작업을 위탁받은 Chemical Group에서 오존층 보호문제에 관여
1976년 9월	NAS가 조사 결과를 발표 「21세기말까지 오존층의 감소는 7%에 달할 우려가 있음」
1984년 10월	UNEP오존층 보호에 관한 제4회 실무작업회의에서 High Chlorine 시나리오가 보고됨 「현재의 비율 (년 3%증가)로 CFC 등의 방출이 계속 늘어나면 21세기 경에는 급격히 오존이 감소한다」
1985년 3월	「오존층 보호를 위한 비엔나 협약」 채택 (1988. 9. 22 발효) 가. 연구 및 조직적 관측 - 오존층 보호에 관한 조사연구 (인과관계의 규명, 대체품의 연구 등), 오존층 관측의 추진 등 나. 법적, 과학적 및 기술적 분야에서의 노력 - 오존층 보호에 관한 국제적인 정보교환 등
1985년 10월	영국 남극 조사대의 Joseph C. Farman이 「Nature」지에 남극상공의 성층권 오존감소 (Ozone Hole)에 대해서 발표 (1977년 발견) 「영국의 남극 관측기지 (할리베이)의 1957년 이후의 관측 데이터를 조사한 결과 1970년말부터 남극 상공에서는 오존량이 봄부터 여름에 걸쳐서 감소하고 있으며 매년 그 양이 증가하고 있음」
1988년 2월	오존동향 패널 (NASA가 중심이 되어 조직)이 보고서를 발표 「오존량은 1969~1986년의 17년간에 전지구에 2~3% 감소, 중·고 위도 지역에서는

# 환 · 경 · 논 · 단

년 도	내 용
1988년 2월	동계에 4~6% 감소. 남극 오존홀은 매년 확대, 몬트리올 의정서에 의해 규제를 실시하여도 오존량은 계속 감소」
1991년 6월	비엔나 협약 제2회 가입국 회의 「WMO로부터 오존층의 최근 상황에 대해서 오존이 지구상 전역에서 상당수준 감소하고 있는 등의 보고가 있었으며, 금후 평가패널 에서 검토를 행하는 것을 결정. 전지구 오존관측조직 (GO3OS)을 확충하기 위해 양국간 및 다국간 협력을 가입국에 요청하는 것을 합의. 개도국에 대한 오존의 연구 및 감시에 관한 기술이전을 촉진하기위해 적극적으로 정보 제공 및 연수의 실시를 행하는 것에 합의」
1993년 11월	몬트리올 의정서 제5회 가입국회의 (방콕) 「과학평가 패널로부터 북위 45° 이상의 북반구에서도 오존층 파괴가 진행되고 있으며, 1993년의 남극 오존홀은 최대로 커졌다는등의 평가보고」

【 표 1-6 】 오존층 보호와 관련된 국외의 규제경위

년 도	내 용
1976년 10월	미국의회에서 TSCA (유해물질규제법)이 가결되어 에어졸 (스프레이제품)용 CFC 규제를 결정 · 1978, 10. 15 이후 : 에어졸의 분사제로 쓰여지는 CFC 제조금지 · 1978. 12. 15 이후 : 에어졸의 분사제로서의 CFC 사용금지 · 1979. 4. 15 이후 : CFC가 분사제인 에어졸의 판매금지
1977년 3월	UNEP는 오존층 조정위원회를 설립
1980년 3월	EC 환경 각료회의에서 다음의 CFC 규제에 관하여 결정 · CFC-11 및 12의 생산능력 증가를 동결 · 에어졸에 쓰여지는 CFC를 1981년말까지 30% 삭감 (1976년 실적대비)
1980년 4월	UNEP 제8회 관리이사회에서 다음의 권고를 발표 · CFC-11 및 12의 대량소비국은 삭감 노력 · CFC-11 및 12의 생산능력증가 동결 · UNEP 9회 관리이사회에서 오존층보호에 관한 협약작성에 대하여 협의 · WMO가 UNEP, NASA (미항공우주국)등과 공동으로 성층권의 현상과 인간활동의 성층권에 미치는 영향을 정리한 「성층권 1981,이론과 측정」을 발표
1985년 3월	「오존층 보호를 위한 비엔나 협약」채택 (1988. 9. 22 발효) 1. 의무적 사항 가. 일반적 사항 (제2조) : 오존층에 악영향을 초래하는 활동을 규제하기 위한 적절한

년 도	내 용
1985년 3월	법적 행정적 수단의 실행 등 나. 연구 및 조직적 관측 : 오존층 보호에 관한 조사연구 (인간관계 의 규명, 대체품의 연구 등), 오존층 관측추진 등 다. 법적, 과학적 및 기술적 분야에서의 노력 : 오존층 보호에 관한 국제적인 정보교환 등 2. 절차적 규정 가. 협약 또는 의정서의 개정 : 개정은 가입국 회의에 출석하여 투표하는 가입국의 4분의 3 이상의 합의에 의해 채택 (단, 의정서에 특별히 정해져 있는 경우는 제외) 나. 부속서의 채택 및 개정 : 협약 및 의정서의 부속서의 채택은 협약 제9조의 절차에 따라 채택 및 개정 다. 협약의 발효 : 20개국 이상의 가입
1987년 9월	「오존층을 파괴하는 물질에 관한 몬트리올 의정서」 채택 (1989. 1. 1 발효) <의정서의 개요> 1. 규제대상물질 (제1조) · CFC (부속서 A, Group I) : CFC-11, 12, 113, 114, 115 2. 생산량 및 소비량 (생산량+수입량-수출량)의 규제 (제2조) · CFC: 1986년을 기준년도로 하여, 1989년 7월이후 100% 이하 1993년 7월이후 80% 이하 1998년 7월이후 50% 이하
1989년 4월	비엔나협약 제1회 가입국 회의 · Tolba UNEP 사무총장 기조연설 특정 프레온 등의 규제강화 필요성, 오존층 보호와 지구 온난화 대책의 동시추구 필요성 강조 · 조사, 연구, 조직적 관측의 충실 모니터링시스템의 강화, 대체물질의 온실효과 연구 등에 중점을 두어야 할 것이 지적됨 국제적 연구조정을 각국 연구 매니저회의, 협약회의 Bureau (일본, 핀란드, 소련, 베네수엘라, 케냐)의 활용으로 행해나가기로 함.
1989년 5월	헬싱키 선언 협약· 의정서 회의와는 별도로 옵서버를 포함한 회의 참가국에 의해 국제적인 정책목표를 명확히한 정치선언이 채택됨. · 비가입국의 협약· 의정서 가입촉진 · CFC를 가능한 한 신속히 금세기 중에 전폐 · 가능한 한 신속히 Halon을 전폐 · 가능한 한 신속히 기타 오존층 파괴물질을 규제하여 삭감



# 환 · 경 · 논 · 단

년    도	내                    용												
1989년 5월	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대체물질 · 기술의 개발촉진</li> <li>· 개도국에서 기술이전 등을 위한 재정체계 설치를 탐구</li> </ul> <p>몬트리올 의정서 제1회 가입국회의 (헬싱키)</p> <p>규제강화 : 북구, EC 등의 대표로부터 CFC 등의 2000년 전폐, 1,1,1-TCE 등의 규제대상 추가 등에 대해서 발언</p>												
1990년 9월	<p>「몬트리올 의정서 제2회 가입국회의 (런던) (1992. 8. 10 발효)</p> <p>〈의정서 개정 등의 개요〉</p> <p>생산, 소비 (=생산+수입-수출) 규제의 강화</p> <p>특정프레온 (CFC-11, 12, 113, 114)</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">개정전</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">개정후</td> </tr> <tr> <td>· 1986년도 실적기준</td> <td>· 1986년도 실적기준</td> </tr> <tr> <td>· 1989년 7. 1 이후 100% 이하</td> <td>→ 1989년 7. 1 이후 100% 이하</td> </tr> <tr> <td>· 1993년 7. 1 이후 80% 이하</td> <td>→ 1995년 1. 1 이후 50% 이하</td> </tr> <tr> <td>· 1998년 7. 1 이후 50% 이하</td> <td>→ 1997년 1. 1 이후 15% 이하</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">2000년 1. 1 이후 0% 이하</td> </tr> </table>	개정전	개정후	· 1986년도 실적기준	· 1986년도 실적기준	· 1989년 7. 1 이후 100% 이하	→ 1989년 7. 1 이후 100% 이하	· 1993년 7. 1 이후 80% 이하	→ 1995년 1. 1 이후 50% 이하	· 1998년 7. 1 이후 50% 이하	→ 1997년 1. 1 이후 15% 이하		2000년 1. 1 이후 0% 이하
개정전	개정후												
· 1986년도 실적기준	· 1986년도 실적기준												
· 1989년 7. 1 이후 100% 이하	→ 1989년 7. 1 이후 100% 이하												
· 1993년 7. 1 이후 80% 이하	→ 1995년 1. 1 이후 50% 이하												
· 1998년 7. 1 이후 50% 이하	→ 1997년 1. 1 이후 15% 이하												
	2000년 1. 1 이후 0% 이하												
1991년 6월	<p><b>비엔나협약 제2회 가입국 회의</b></p> <p>「WMO로부터 오존층의 최근 상황에 대해서 오존이 지구상 전역에서 상당수준 감소하고 있는 등의 보고가 있었으며, 금후 평가 패널에서 검토를 행하는 것을 결정, 전지구 오존 관측망 (GO3OS)을 확충하기</p> <p>위해 양국간 및 다국간 협력을 가입국에 요청하는 것에 합의, 개도국에 대한 오존의 연구 및 감시에 관한 기술이전을 촉진하기 위해 적극적으로 정보제공 및 연수의 실시를 행하는 것에 합의」</p>												

<계 속>