



오존,  
제대로 알고 대비해요!

2016. 12

“오늘 대기 중 오존 농도는  
‘나쁨’으로 예상됩니다.”

노약자와 어린이 그리고 호흡기 질환자는  
외출을 자제하시는 것이  
좋겠습니다.

한여름 맑은 날, 외출하기 좋을 것 같은데  
혹시 대기질이 나쁜건 아닐까요?

그럴 수도 있습니다. 눈에 보이지 않는 오존!  
얼마나 해로운지, 오존 주의보가 발령되면  
어떻게 해야 하는지 제대로 알고 계시나요?

이 소책자는 오존에 대한 이해를 도와  
일상 생활에서 오존 때문에 받을 수 있는  
피해를 줄이기 위해 만들었습니다.



# 목 차

I. 오존, 때에 따라 달라요 .....	4
1. 오존이란? .....	6
2. 오존의 양면성 .....	7
3. 오존, 어디서 생기나? .....	13
II. 오존은 왜 위험할까요? .....	19
1. 국내·외 오존 오염현황 .....	21
2. 국내·외 오존 환경기준 .....	26
3. 오존으로 인한 피해 .....	29
III. 오존, 이렇게 대비하고 있어요 .....	33
1. 국내 오존 생성 줄이기 .....	35
2. 인접국가와의 오존 저감 협력 .....	43
3. 오존 오염도의 실시간 공개 .....	45
4. 오존 예·경보제 시행 .....	49
IV. 생활 속의 오존, 이렇게 대응해요 .....	55
1. 오존 높은 날 생활 수칙 .....	56
2. 오존 저감을 위한 실천사항 .....	57
[부록]	
1. 오존 바로알기 O X 퀴즈 .....	62
2. 관계기관 소개 .....	63



## 오존, 때에 따라 달라요

오존이란?

오존의 양면성

오존, 어디서 생기나?



## ◎ 오존이란?

오존( $O_3$ )은

산소분자( $O_2$ )에 산소원자(O)가 결합 된 산소원자 3개로 구성된 기체이다.

## ◎ 오존의 양면성

상층의 오존은

해로운 단파장의 자외선을 막아주는 이로인 역할을 하지만

지표 근처의 오존은

인간과 생태계에 나쁜 영향을 주는 해로운 물질이므로

오존 농도가 높은 날에는 조심해야 한다.

## ◎ 오존, 어디서 생기나?

오존은 자동차, 사업장에서 직접 배출되는 오염물질이 아니라

대기 중 배출된 대기오염물질이 햇빛을 받아

광화학 반응을 일으켜서 생기는 2차 오염물질이다.

고농도 오존은 햇빛이 강한 하절기 낮 시간에

습도가 낮고 풍속이 약한 안정적인 기상조건 하에서

질소산화물( $NO_x$ )과 휘발성 유기화합물(VOCs)이 풍부할 때

주로 발생한다.

# 1. 오존이란?

오존( $O_3$ )은 산소 분자( $O_2$ ) 하나에 산소 원자(O) 하나가 결합된 무색의 기체이다. ‘냄새가 나다’라는 뜻을 가진 희랍어 *ozein*에서 유래하였다.

오존은 산소와 같은 종류의 원소로 구성되지만 원소의 개수와 구조가 달라 다른 성질을 보인다.<sup>1)</sup> 산소보다 에너지가 높고 햇빛이나 주변 전자파를 흡수하여 쉽게 분해된다. 이때 남은 산소 원자는 주변 물질과 쉽게 반응하는 강한 산화력을 가진다.

오존의 분자 모습

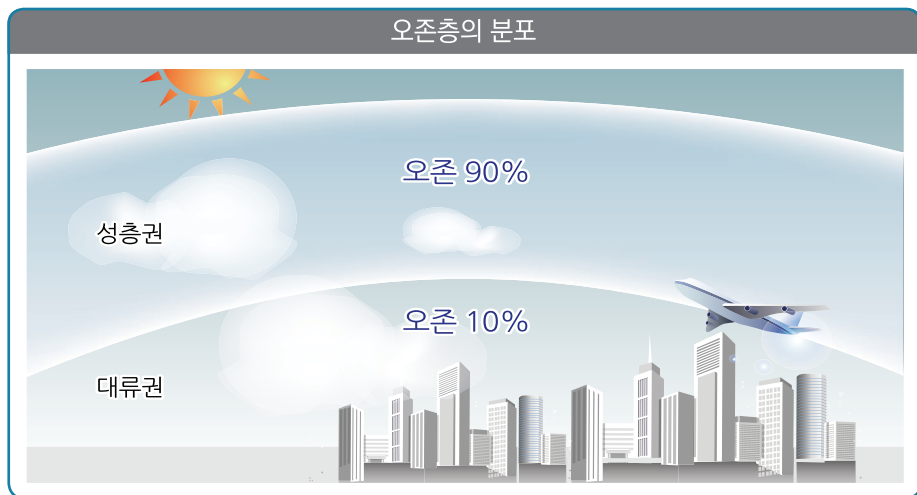


오존의 강력한 산화력은 하수의 살균, 악취제거 등에 유용하게 쓰인다. 또한 대기 중에 오존층을 만들어 지구의 보호막 역할도 한다. 그러나 오존이 지표면에 생기면 인간과 동식물에 해로운 대기오염물질이 된다.

1) 이와 같은 물질을 동소체라 부름. 같은 원소로 되어 있지만 원자 배열이 다르거나, 같은 화학 조성을 가지지만 결합 형태가 다름

## 2. 오존의 양면성

대기 중 오존의 약 90%는 지상으로부터 10~50km 사이에 있는 성층권에 존재한다. 나머지 10%는 지상 10km 이내의 대류권에 존재하며, 오존의 분포 위치에 따라 상이한 영향을 미친다.

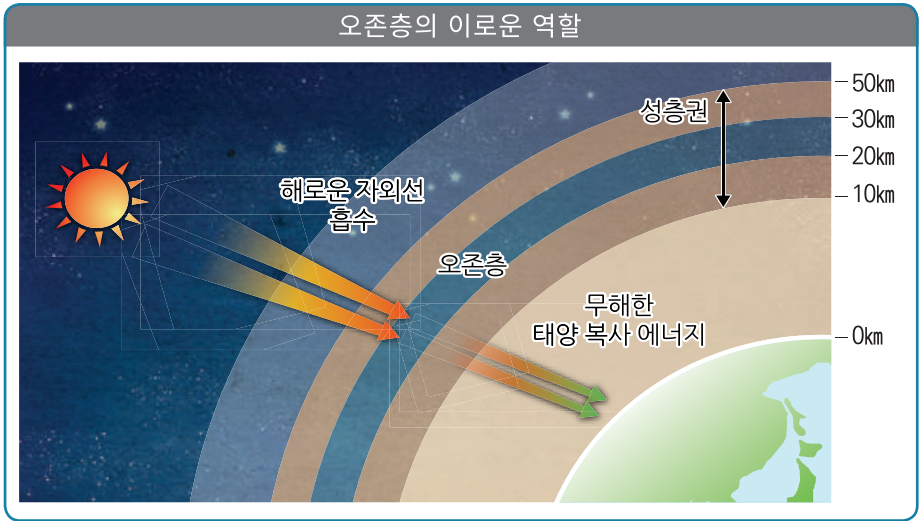


### 성층권의 오존층

지구가 만들어진 초기에는 오존층이 없었다. 그런데 녹색식물이 나타나 산소를 만들면서 대기 중의 산소농도가 증가하게 되었다. 이때 태양에너지의 영향으로 산소 분자가 산소 원자로 분해되고 다시 결합하는 과정을 거치면서 오존이 만들어졌다.

오존층이 만들어지는 최적의 환경은 높이 20~30km 부근의 성층권이다. 이론적으로는 성층권에서 오존층이 계속 증가해야 하지만, 실제로는 일정하게 유지된다. 오존이 자외선을 흡수하면 산소원자와 산소분자로 분해되고 다시 결합하는 과정을 거치면서 오존이 만들어진다.

태양에서 오는 자외선은 지구 내 모든 생물체에게 해롭다. 성층권에 만들어진 오존층은 자외선이 지표면에 도달하기 전에 대부분 흡수하여 지구상에 존재하는 생명체를 보호한다.



## 대류권의 오존

인간이 만들어 낸 대기오염물질은 대부분 지상으로부터 1~2km 이내에 존재한다. 그 중 질소산화물( $\text{NO}_x$ )<sup>2)</sup>과 휘발성 유기화합물(VOCs)<sup>3)</sup>은 햇빛의 영향을 받아 화학반응을 일으켜 오존을 생성한다. 생성된 오존 중 일부(지표 오존)는 대기 중에 있는 또 다른 오염물질과 2차 반응하여 광화학 스모그<sup>4)</sup>를 유발한다. 정부가 대기환경기준을 정하고 대기오염물질로 관리하는 오존은 인체의 건강에 영향을 미치는 대류권의 오존을 말한다.

- 2) 일산화질소( $\text{NO}$ )와 이산화질소( $\text{NO}_2$ )를 통칭. 석탄·석유 등 화석연료 연소 과정에서 90~95% 이상이  $\text{NO}$ 로 배출됨
- 3) Volatile Organic Compounds의 약어. 대기 중으로 쉽게 증발되어 악취나 오존을 발생시키는 탄화수소화합물로 벤젠, 포름알데히드, 톨루엔, 자일렌, 에틸렌, 스티렌, 아세트알데히드 등을 통칭. 주로 석유화학, 경유, 도로, 도장 공장의 제조와 저장과정, 자동차 배기가스, 페인트나 접착제 등 건축자재, 주유소의 저장탱크 등에서 발생하고 낮은 농도에서도 악취를 유발하고 그 자체로도 환경과 인체에 직접적으로 유해한 영향을 미치며 대기 중에서 광화학반응에 관여하여 광화학산화물 등 2차 오염물질을 생성함
- 4) 대기 속 오염물질이 황갈색 안개를 만드는 현상. 가시거리가 짧아지고 호흡기나 눈을 자극하는 등 건강에 영향을 주며 농작물에도 직·간접적인 피해를 줄 수 있음



## 성층권의 오존층에 대해 더 알아보까요?

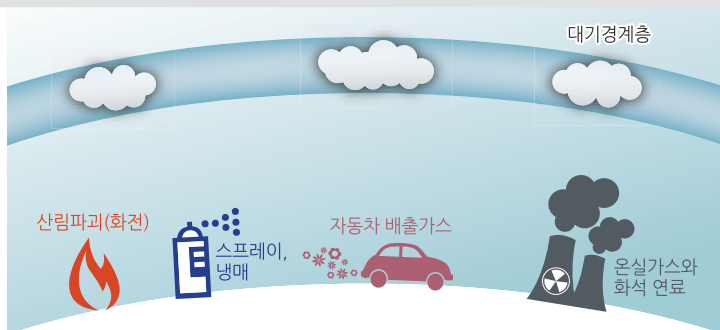
성층권 내의 오존은 지상으로부터 20~30km 범위에 밀집하여 오존층을 만듭니다. 오존층은 햇빛 중에서 피부암, 백내장 등을 일으키는 해로운 자외선(UV-B 등)을 95~99% 정도 흡수합니다. 따라서 지구상의 인간과 동식물의 생명을 보존하는데 도움을 주는 보호막 역할을 합니다.

그런데 산업화로 인해 오존층을 파괴하는 여러 물질이 배출되고 있습니다. 대표적으로 프레온 가스, 할론 가스, 각종 산업용 세정제로 쓰이는 메틸클로로포름 등이 있습니다.

세계적으로 오존층 보호에 대한 관심과 경각의 목소리가 높아짐에 따라 이 중 일부는 규제 대상물질로 정해졌습니다. 그러나 이런 물질이 포함된 소화기, 스프레이, 반도체 등의 생산과 소비가 여전히 많기 때문에 우리는 오존층 파괴의 위험에 대비해야 합니다. 이렇게 오존층 보호의 필요성이 높아지면서 UN총회에서는 9월 16일을 '세계 오존층 보호의 날'로 지정하였습니다.

이는 1994년 제39차 UN총회에서 오존층 파괴물질의 생산량 및 소비량 삭감을 주요 내용으로 하는 몬트리올 의정서 채택일(1987년 9월 16일)을 기준으로 지정한 것입니다. UN총회에서는 모든 회원국이 국가 차원에서 오존층 파괴물질의 생산 및 사용을 규제하는 구체적인 행동과 실천을 통해 오존층 보호에 앞장서도록 요구하고 있습니다.

### 오존층을 파괴하는 물질들



염화불화탄소(CFCs), 할론, 사염화탄소, 메틸클로로포름  
(스프레이용품, 차량 연료, 산업공정 등에서 발생)





## 성층권의 오존층이 파괴된다면 어떻게 될까요?

### 1) 기후 변화

오존층이 파괴되면 지구로 들어오는 자외선의 양이 많아집니다. 지구에 들어오는 자외선 양이 많아짐에 따라 기온이 올라가게 됩니다. 이렇게 지구온난화가 나타나면 증발량과 습도가 늘어나 강수량이 변하고 대기의 흐름도 바뀝니다. 지구의 기후 상태에 심각한 변화가 일어나는 것입니다.

### 2) 생태계 피해

오존층의 오존량이 10% 감소하면 지표면에 도달하는 UV-B(파장 280~320nm)는 약 20% 증가합니다. UV-B는 동식물 세포의 단백질 및 DNA에 직접 영향을 미쳐 세포를 죽이거나 DNA를 손상시켜 피부암이나 돌연변이를 유발합니다. 따라서 자외선을 장시간 직접 쬔면 피부가 타고, 피부암과 백내장에 걸릴 수 있으며 인체의 면역기능도 떨어집니다. 남극 상공은 오존층이 가장 많이 파괴된 곳인데, 여기서 가까운 지역에는 다른 지역보다 피부암 환자가 많습니다. 또한 동물의 1차 에너지원인 식물과 어패류의 근본 에너지원인 바다 속 플랑크톤의 광합성을 방해하여 생태계 먹이사슬을 무너뜨릴 수도 있습니다.

### 3) 재산 피해

자외선은 나무 등 건축 재료의 부식을 촉진하여 재산에도 피해를 줄 수 있습니다. 건축물과 차량 색상을 변하게 하고, 광택을 감소시키며 PVC와 같은 플라스틱 제품에는 직접적인 손상을 입힐 수 있습니다.



## 실내 오존

새집증후군, 건물증후군 등 실내 공기질 문제가 사회적 이슈가 되면서 쾌적한 실내 환경을 위한 국민적 관심이 점점 증가하고 있다. 이에 실내 공간에서 이용되는 여러 기기들이 배출하는 오염물질, 특히 오존을 발생시키는 제품들에 대한 우려 역시 커지고 있는 추세이다. 오존 농도가 높아지면 비릿한 냄새가 나며 호흡 곤란과 폐기능 저하를 유발할 수 있기 때문이다.

오존의 강한 산화력을 이용하면 살균, 탈취, 탈색 등이 가능하다. 그래서 일상 생활뿐만 아니라 정수장, 병원 등 여러 실내 공간에서 이용되고 있다. 일상 생활 속에서 오존을 발생시키는 기기는 일부 공기청정기, 오존 살균세탁기 등의 가전제품, 복사기, 레이저 프린터 등의 사무기기가 대표적이다.

오존을 발생시키는 전기용품은 주로 강한 전기방전을 이용한다. 실내 공기 중의 산소( $O_2$ )가 제품 내에서 발생한 전자와 반응하여 활성산소( $O\cdot$ )로 변하게 되고, 이 활성산소가 실내 공기 중의 또 다른 산소와 결합하여 오존( $O_3$ )을 생성하는 것이다.

오존의 누출을 막기 위해 오존 분해 장치를 설치한 제품도 있지만 별도의 장치가 없는 제품도 존재한다. 따라서 해당 제품을 사용할 때와 사용한 이후에 반드시 환기를 시켜 실내공기 중 오존 농도가 높아지지 않도록 유의해야 한다.

실내에서 장시간 오존이 발생하거나 오존 이용 제품을 사용할 때는 미세먼지나 오존주의보가 발령되지 않은 상태에서 실내에 맞바람이 들어오도록 주기적인 환기가 필요하다. 기기 사용 중에 환기가 어렵다면, 사용 후 최소 30분 이상은 자연환기를 하는 것이 좋다.



## 실내 오존 관리 기준에 대해 알아보까요?

오존은 특유의 비릿한 냄새를 가지고 있어 인지가 가능합니다. 그러나 냄새를 감지하는 순간 이미 일정 농도 이상의 오존에 노출된 상태이며, 장시간 노출되면 후각이 무뎌져 오존을 인지하지 못할 수 있습니다. 따라서 국민건강 보호를 위해 실내 오존관리가 중요합니다.

실내 오존발생원에는 일부 공기청정기, 레이저 프린터, 복사기, 오존 살균세탁기, 오존 발생 TV, 오존 과일세척기 등이 있습니다. 특히, 공기청정기와 같이 오존으로 유해물질을 제거하는 제품을 장시간 사용하면 실내 오존 농도가 높아질 수 있습니다. 오존의 살균·탈취 효과는 일정 수준 이상의 오존 농도에서만 가능하기 때문입니다. 따라서 남은 오존을 안전한 수준까지 분해시켜야 합니다.

환경부에서는 「실내공기질관리법」에서 실내공기질 권고기준(제6조)을 설정하여 실내 오존을 관리하고 있습니다.

### 실내공기질관리법

다중이용시설	오존 권고기준(ppm)
지하역사, 지하도상가, 철도역사의 대합실, 여객자동차터미널의 대합실, 항만시설 중 대합실, 공항시설 중 여객터미널, 도서관·박물관 및 미술관, 대규모점포, 장례식장, 영화상영관, 학원, 전시시설, 인터넷컴퓨터게임시설제공업의 영업시설, 목욕장업의 영업시설	0.06 이하
의료기관, 어린이집, 노인요양시설, 산후조리원	
실내주차장	0.08 이하

# 3. 오존, 어디서 생기나?

## 오존의 발생원

오존은 대기 중으로 직접 배출되지 않으며, 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 탄화수소(HC), 메탄(CH<sub>4</sub>), 일산화탄소(CO) 등 대기오염물질이 햇빛에 광화학 반응을 일으켜 만들어지는 2차 오염물질이다. 특히, 질소산화물(NO<sub>x</sub>)과 휘발성 유기화합물(VOCs)이 오존의 가장 큰 원인이 된다.

질소산화물(NO<sub>x</sub>)은 석탄·석유 등 화석연료를 태울 때 만들어진다. 연료를 고온으로 태우면 공기 중의 산소(O<sub>2</sub>)와 질소(N<sub>2</sub>)가 반응하여 만들어지는 것이 대부분이다. 국내의 질소산화물(NO<sub>x</sub>)은 자동차 등 이동오염원에서 가장 많이 배출된다. 하지만 우리나라 자동차 등록대수는 매년 증가하고 있다. 따라서 자동차에 의한 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출은 단기간에 개선되기 어려울 것으로 보인다.

연도별 자동차 등록 추이											
연도	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
대수(만대)	1,540	1,590	1,643	1,679	1,733	1,794	1,844	1,887	1,940	2,012	2,099
증가(천대)	463	499	533	366	531	616	496	434	530	717	871
증가율(%)	3.1	3.2	3.4	2.2	3.2	3.6	2.8	2.3	2.8	3.7	4.3

\* 출처 : 국토교통부

서울 등 대도시는 발전소나 대형 연소 사업장이 적기 때문에 자동차 등 수송 부문에서 배출되는 대기오염물질의 비중이 높다. 특히, 난방이 필요 없는 여름철에는 자동차에 의한 오염물질 배출비율이 더욱 높아진다.

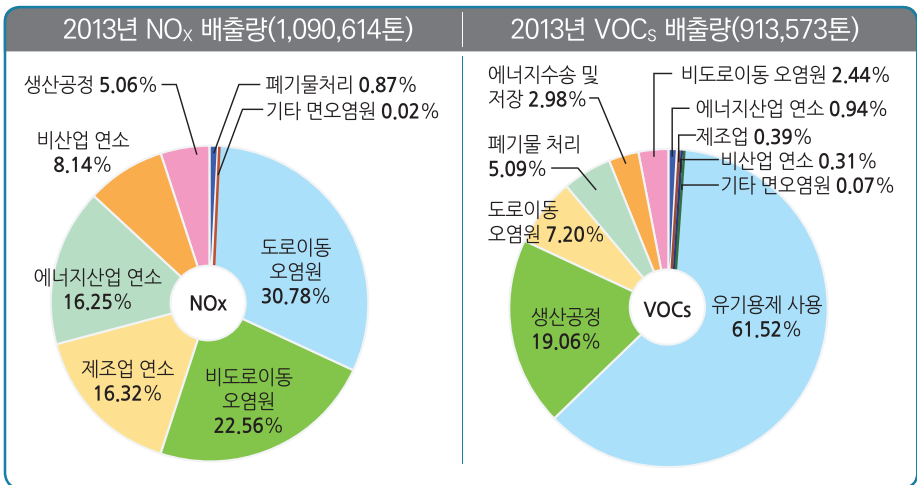
오존의 또 다른 원인인 휘발성 유기화합물(VOCs)은 대기 중에서 휘발이 잘 되는 물질을 말한다. 휘발유, LPG 등의 연료와 톨루엔, 벤젠 등 산업 및 생활에서 사용되는 용제 등 탄화수소계 화합물이 해당한다.

또한, 휘발성 유기화합물(VOCs) 종류에 따라 오존의 생성정도가 다르다. 미국 캘리포니아주에서 제안한 휘발성 유기화합물(VOCs) 종류별 오존의 광화학 반응지수에 따르면, 광화학 반응지수가 큰 프로피렌, 1-부텐, 알데하이드류의 성분이 많을수록 오존 생성이 활발해져 대기 중 오존 농도가 증가한다. 반면, 연료 중에서도 압축천연가스(CNG)는 휘발유에 비해 오존 생성 가능성이 1/5 이하로 알려져 있다.

### 오존 원인물질의 배출

환경부는 1999년부터 매년 주요 대기오염물질의 배출원과 배출량 통계를 발표하고 있다. 배출량 통계는 대기 분야의 정책 수립과 평가를 위한 기본 자료로 이용된다.

오존의 원인이 되는 질소산화물(NO<sub>x</sub>)과 휘발성 유기화합물(VOCs)의 전국 배출량은 2013년 기준 각각 109만톤, 91만톤이었다. 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출량이 가장 많은 배출원은 자동차 등 이동오염원이며, 휘발성 유기화합물(VOCs) 배출량이 가장 많은 배출원은 유기용제 사용과 생산공정이다.

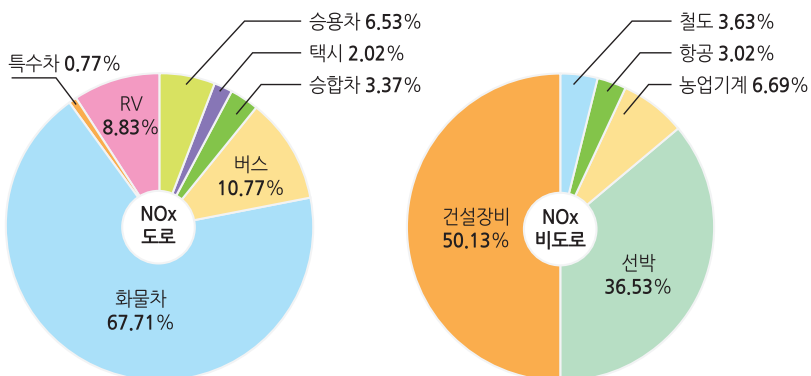




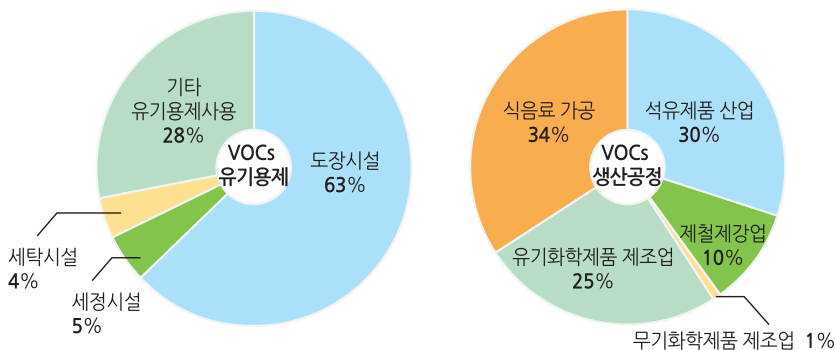
도로이동오염원인 화물차와 버스에서 질소산화물(NO<sub>x</sub>)의 대부분이 배출되고 있었다. 비도로이동오염원 중에서는 건설장비와 선박에서 질소산화물(NO<sub>x</sub>)이 많이 배출되었다.

유기용제 사용에서는 도장시설과 기타 유기용제 사용부문, 생산공정에서는 석유제품 산업부문에서 대부분의 휘발성 유기화합물(VOCs)이 배출되고 있었다.

2013년 NO<sub>x</sub> 도로 배출량(332,666톤)과 비도로 배출량(246,027톤)



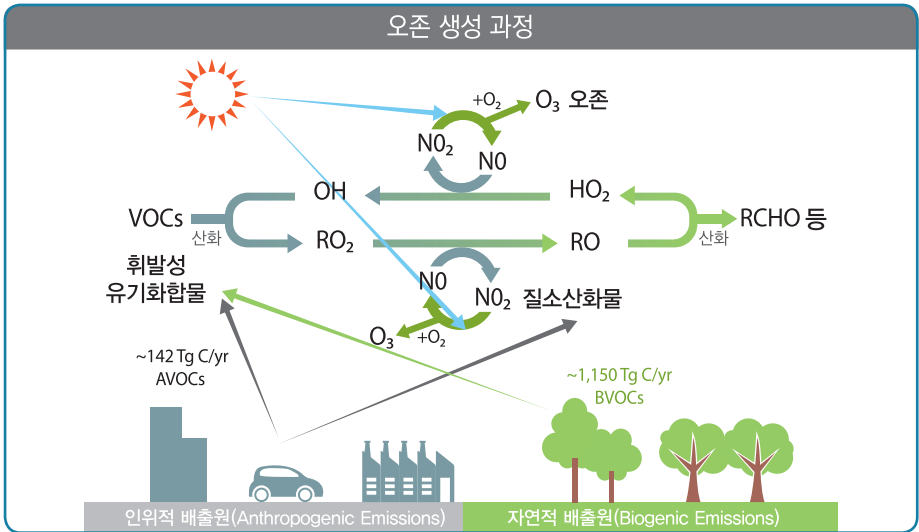
2013년 VOCs 유기용제 사용 배출량(562,070톤)과 생산공정 배출량(174,156톤)



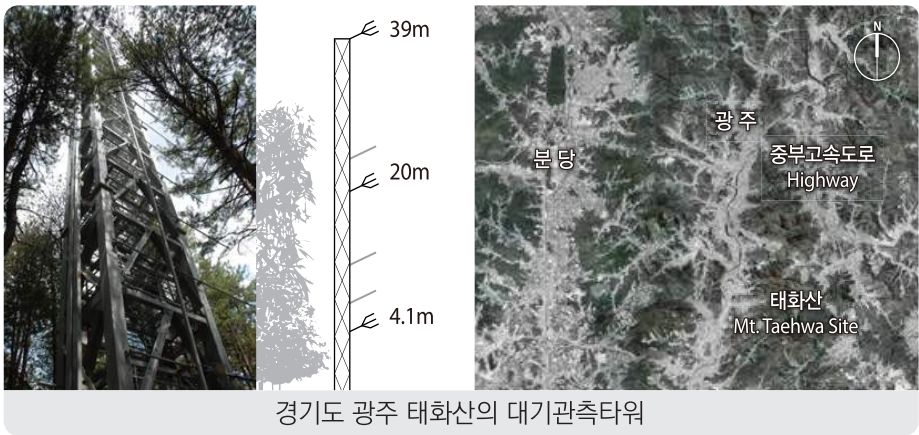
국립환경과학원<sup>5)</sup>에 따르면 사람에 의한 오존 원인물질 배출량에 비해, 식물에서 배출되나 관리되지 않고 있는 자연 휘발성 유기화합물(BVOCs, Biogenic

5) 산림지역의 탄소 및 자연적 휘발성유기화합물의 교환량 관측기법 연구 I, II (2011, 2012년)

VOCs)의 배출량이 10배 이상이었고, 광화학 반응에 의한 오존생성을 또한 높게 나타냈다. 따라서 국토 면적의 약 64%가 산림지역인 우리나라는 이에 대한 고려가 필요하다.



국립환경과학원에서는 이와 같은 물질이 오존 및 유기 에어로졸에 미치는 영향을 연구하고자 2010년 경기도 광주 태화산에 대기관측타워를 설치하여 연구하고 있다.

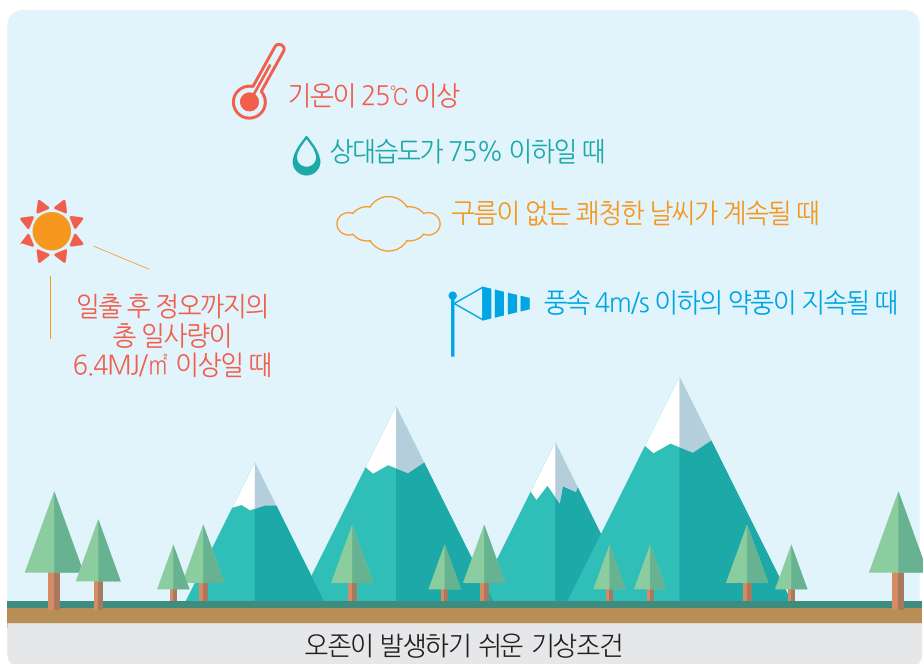


## 오존의 계절적 특성

질소산화물(NO<sub>x</sub>)과 휘발성 유기화합물(VOCs)이 풍부한 도시에서 햇빛이 강한 하절기<sup>6)</sup> 낮 시간에 고농도 오존이 나타난다. 원인 물질의 양이 같아도 광화학 반응이나 확산에 영향을 주는 햇빛 외의 기상 조건에 따라 오존 농도가 달라질 수 있다.

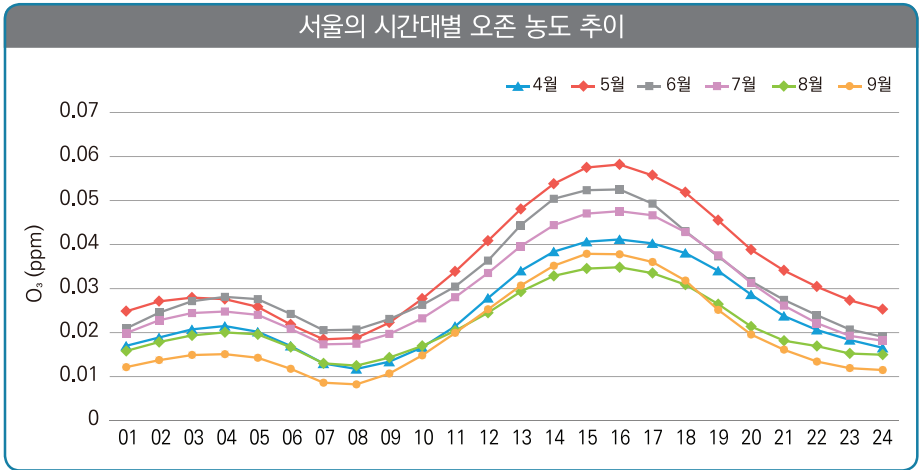
## 오존과 기상

일반적으로 대기 중 오존 농도는 일사량, 기온에 비례하여 증가하고, 상대 습도와 풍속에 반비례하여 감소한다.



6) 통상 4~10월을 오존 시즌으로 봄

저녁이나 밤 시간대가 되면 햇빛이 없고 기온도 내려가기 때문에 광화학 반응에 의한 오존의 생성은 멈추게 되고, 낮 시간대에 생성된 고농도의 오존은 일산화질소(NO)를 이산화질소(NO<sub>2</sub>)로 산화시키는 데 소모된다.



이러한 오존의 소모현상<sup>7)</sup>(NO<sub>x</sub> titration)으로 밤이나 이른 아침에는 오존 농도가 하루 중 가장 낮은 수준으로 떨어져 뚜렷한 일변화가 나타난다.

또한 오존이 소멸하는 특성으로 인해 자동차 등 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출원이 많은 수도권 오존 농도가 제주처럼 상대적으로 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 배출이 적은 지역에 비해 낮은 수준을 보이기도 한다.<sup>8)</sup>

7) 밤이나 질소산화물(NO<sub>x</sub>)의 배출량이 많은 지역에서 NO와의 화학반응으로 인해 오존이 분해되어 제거되는 현상  
 $[NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2]$

8) 2015년 제주지역의 연평균 오존 농도는 0.037ppm으로 전국에서 가장 높았으며, 이러한 추세는 매년 지속되고 있음



## 오존은 왜 위험할까요?

국내·외 오존 오염현황

국내·외 오존 환경기준

오존으로 인한 피해



## ◎ 국·내외 오존 오염현황

우리나라 오존의 연평균 농도는 꾸준히 증가하고 있으며, 기온이 높은 남부지방에서 비교적 높게 나타나고 있다. 초여름에 주로 최고 농도가 나타나고 겨울철이 가장 낮다. 세계 주요도시의 오존 농도 변동 정도는 작으나 점차 증가 추세를 보인다.

## ◎ 국·내외 오존 환경기준

우리나라 오존 환경기준은 인체 위해성과 대기질에 미치는 영향을 고려하여 1시간 평균 0.1ppm과 8시간 평균 0.06ppm으로 하고 있다. 국가별 오존 환경기준은 각 나라 상황에 따라 다르나 대체로 8시간 평균값을 기준으로 정하고 있다.

## ◎ 오존으로 인한 피해

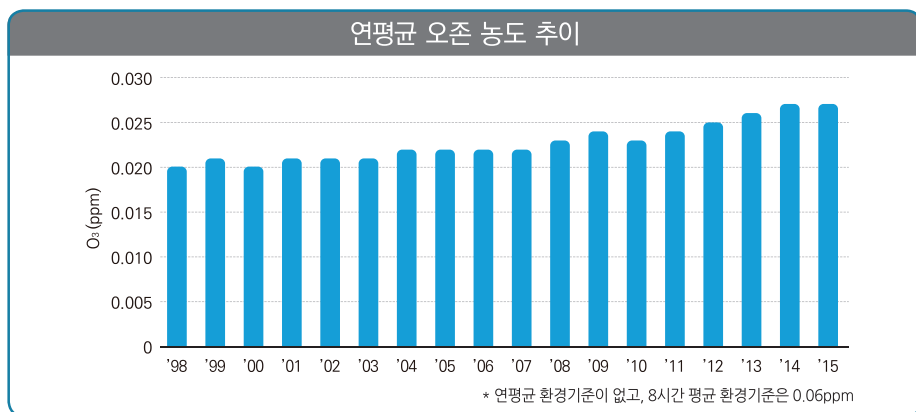
오존은 자극성과 산화력이 강하여 사람의 눈과 피부를 자극하고 호흡기 질환을 유발하며 식물의 수확량 감소, 건축물 부식, 스모그에 의한 대기오염 등 생태계 및 산업활동 전반에 악영향을 미친다.



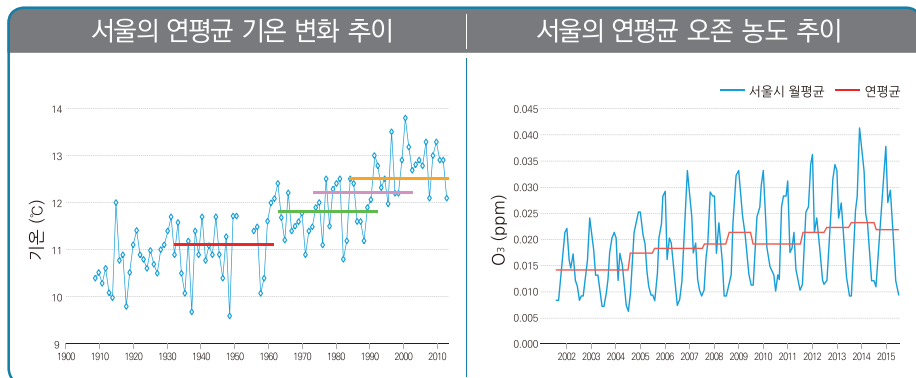
# 1. 국내·외 오존 오염현황

## 우리나라의 오존 농도

오존의 연평균 농도는 꾸준히 증가하고 있다. 이러한 추세는 질소산화물(NOx)의 주요 배출원인 자동차 등록대수의 증가추세와 유사한 경향을 보인다.



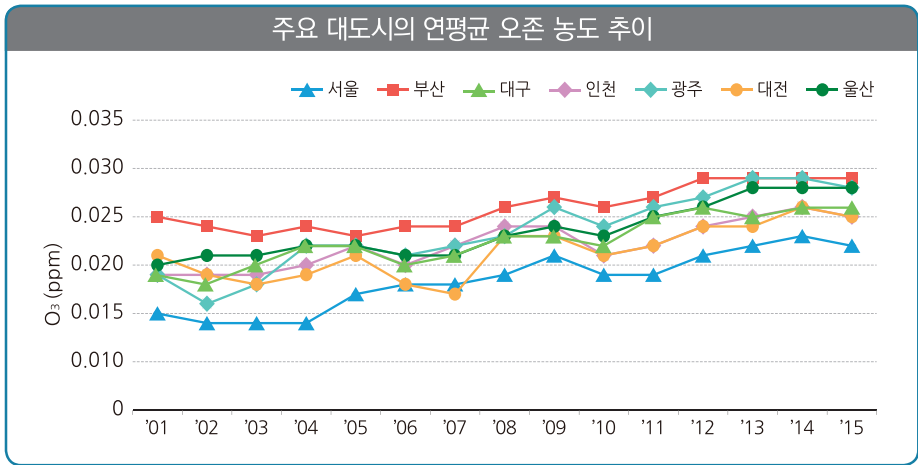
기후변화로 인한 평균기온의 상승도 대기 중 오존 생성에 유리한 조건을 만들어 오존 농도를 상승시킨다.



## 주요도시의 오존 농도

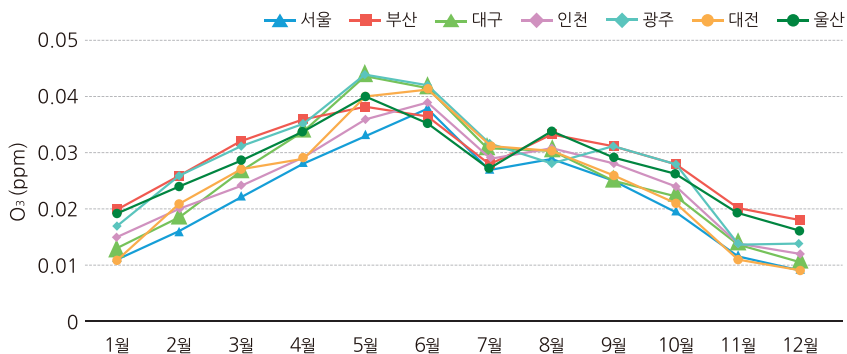
주요 대도시의 연평균 오존 농도는 증가하는 추세이다. 1960년대 이후 급속한 경제성장을 거치면서 대도시를 중심으로 인구와 자동차가 급증하여 오존의 원인물질인 질소산화물(NOx)과 휘발성 유기화합물(VOCs)이 늘어났기 때문이다.

도시를 고밀도로 개발하면 자동차로 인한 원인물질 배출량이 증가한다. 그리고 특정 지역 안에서 공기 흐름을 방해하여 오존이 생성되는 데 유리한 환경이 조성된다. 대기오염물질이 확산되기 어려운 도시의 지형적 특성도 오존 농도 상승의 원인이 된다. 대부분의 도시는 분지나 언덕에 위치하고 있어 바람의 흐름이 원활하지 못하다.



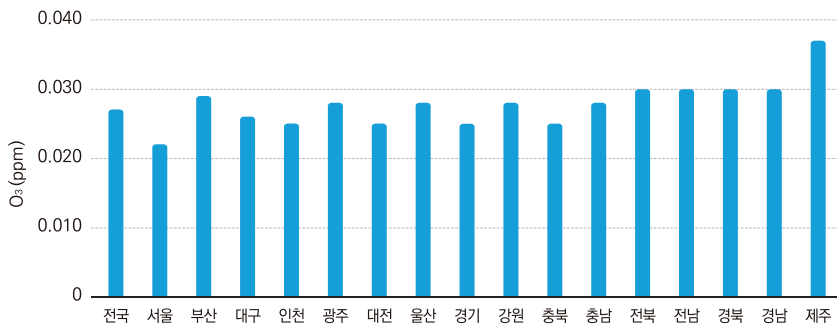
2015년 기준 지역별 오존 농도를 살펴보면 수도권에 비해 기온이 높은 남부지방에서 비교적 높게 나타났다. 제주도가 0.037ppm으로 가장 높았으며 전북, 전남, 경북, 경남이 0.030ppm으로 그 뒤를 이었고, 서울이 0.022ppm으로 가장 낮았다.

2015년 주요도시의 월평균 오존 농도



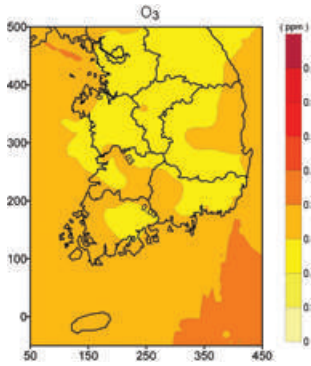
2015년 기준 오존의 월평균 농도는 5~6월에 최고치를 보였다. 7월에는 장마의 영향으로 감소하다가 8~9월에 다시 상승하는 경향을 나타냈다. 겨울철인 12~1월에는 농도가 가장 낮았다.

2015년 지역별 연평균 오존 농도

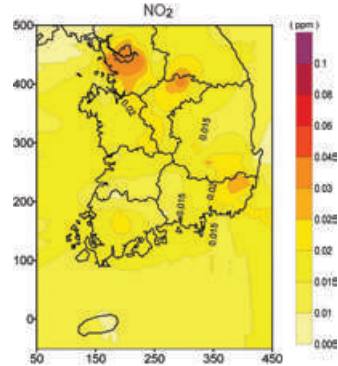


낮 동안 대기 중에 만들어진 오존은 밤 동안 질소산화물(NO<sub>x</sub>)에 의한 소멸 과정을 겪는다. 그래서 자동차로 인해 질소산화물(NO<sub>x</sub>)이 많이 배출되는 서울, 경기 등 수도권의 연평균 오존 농도가 타 지역에 비해 낮게 나타나기도 한다.

2014년 오존 연평균 농도



2014년 이산화질소 연평균 농도



## 세계 주요도시의 오존 농도

세계 주요도시의 오존 농도의 변동폭은 작으나 농도 수준은 점차 증가추세를 보이고 있다. 물론 국가별로 측정 방법이 상이하여 단순 비교는 어려우나 우리나라의 오존 농도는 다소 높은 수준을 보인다.

3년간(2012~2014년) 세계 주요도시 연평균수<sup>9)</sup> 오존 농도 비교

O <sub>3</sub> (ppm)	2012년	2013년	2014년
미국(LA)	0.044	0.045	0.049
미국(뉴욕)	0.042	0.046	0.045
일본(도쿄)	0.030	0.032	-
프랑스(파리)	0.017	0.018	0.019
영국(런던)	0.013	0.013	0.014
한국(서울)	0.021	0.022	0.023

9) 미국은 9~20시 중 1시간 측정 최대값, 일본은 5~20시 측정 평균값, 우리나라는 24시간 측정 평균값을 연평균함





## 해외 고농도 오존 사례

오존은 광화학 옥시던트<sup>10)</sup>의 약 90%를 차지하는 것으로 알려져 있으며, 광화학 스모그의 원인이 된다. 광화학 스모그의 대표적인 사례 도시로 로스엔젤레스를 꼽을 수 있다. 로스엔젤레스는 햇빛이 강하고 분지지형이라 오염물질이 확산되지 못하여 스모그가 쉽게 생성된다. 1955년 여름에는 38℃를 넘는 이상 고온이 1주일간 지속되었고, 대기 중 오존 농도는 0.05ppm을 기록하였다. 이때 다수의 천식 및 기관지염 환자가 발생하였고, 65세 이상 노인 사망자수가 평소의 4배 이상으로 급증하였다. 가시거리는 1.6~0.8km 정도였으며, 고무제품, 건축물, 과일 등이 손상되고 시민의 눈, 코, 기도에 점막 자극 증세가 나타났다.

도쿄에서도 1970년 7월에서 9월 사이 전 지역에 광화학 스모그가 일어나 3개월간 일만여 명의 시민이 피해를 호소하였다. 시민들은 눈의 자극, 두통, 구토 증 등을 호소하였고, 심한 경우 호흡곤란을 보이기도 하였다. 이때 대기 중 옥시던트 농도는 평소보다 월등히 높은 0.34ppm에 달하였다.



미국 로스엔젤레스의 광화학 스모그 현상

10) 대기오염물질 농도와 기온이 높을 때 광화학 반응에 의해 생성되는 산화성 가스의 총칭. 오존을 주체로 하며 알데히드, 황산 미스트 등이 포함됨

## 2. 국내·외 오존 환경기준

### 우리나라의 오존 환경기준

환경기준이란 사람의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경을 유지하기 위해 만든 행정적 목표를 말한다. 각 나라마다 오염도 현황, 사회·경제적 발전단계, 기술 수준 등이 다르므로 국가의 특성에 따라 다르게 정해진다.

환경기준 중 대기오염물질에 관한 기준은 1978년 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 관리기준을 설정한 이후 점차 항목을 확대하였다. 2016년 기준 8개 항목(SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, 납, 벤젠)에 대한 대기환경기준을 설정하여 운영하고 있다.

특히, 오존에 대한 환경기준은 1983년 시간 평균과 연평균을 기준으로 설정하였다. 여름철에 집중적으로 발생하는 특성을 고려하여 1993년에 연평균 기준을 폐지하는 한편, 이를 보완하기 위해 8시간 평균을 새롭게 추가하여 장기간 저농도 오존 노출에 대한 위해도를 고려하였다. 그래서 현재는 1시간 평균과 8시간 평균으로 오존에 대한 대기환경기준을 시행하고 있다.

오존 환경기준 변화		
(단위 : ppm)		
구 분	1983년	1993년~
O <sub>3</sub>	0.02 (연)	0.06 (8시간)
	0.1 (1시간)	0.1 (1시간)

2016년 7월 기준 오존의 환경기준은 일별 1시간 평균치는 999천분위수<sup>11)</sup>, 8시간 평균치는 99백분위수<sup>12)</sup>의 값이 그 기준을 초과해서는 안된다.

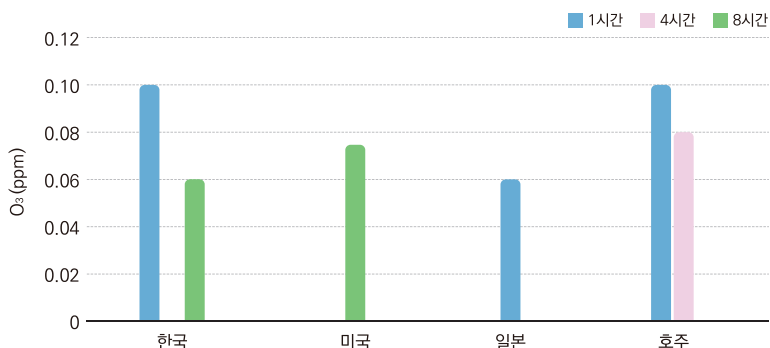
11) 천분율, 1000개 중 999번째 수(유효가동률 100%일 때 10번째로 높은 수)

12) 백분율, 100개 중 99번째 수(유효가동률 100%일 때 5번째로 높은 수)

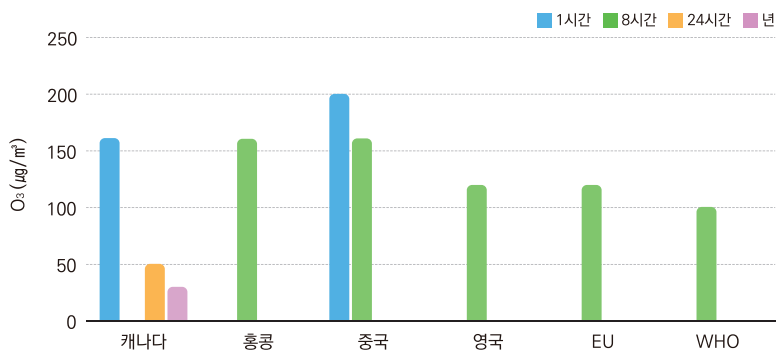
## 주요국가의 오존 환경기준

오존 환경기준은 각 나라의 상황에 따라 시간<sup>13)</sup>이나 연평균을 기준으로 농도 단위를 ppm과  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 구분하여 사용한다. 대부분은 한낮에 오존 농도가 높아지는 특성을 감안하여 주로 8시간 평균값을 환경기준으로 정하고 있다.

ppm 단위를 사용하는 국가의 환경기준



$\mu\text{g}/\text{m}^3$  단위를 사용하는 국가의 환경기준



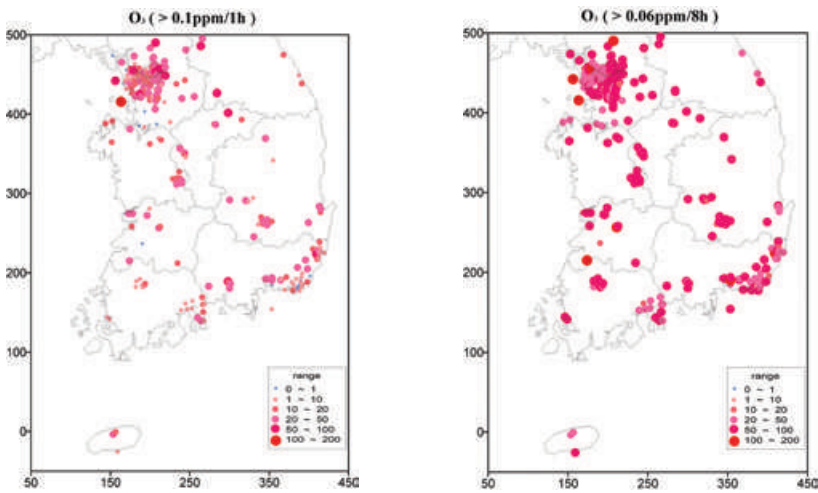
13) 1시간, 4시간, 8시간 또는 24시간

## 환경기준 초과현황

2014년 기준, 도시대기 측정망의 유효측정소 256개 중 160개소(62.5%)가 오존에 대한 1시간 환경기준을 달성하지 못하였다. 단기 환경기준 초과횟수는 특히 수도권에 많은 것으로 나타나, 남부지역이 높게 나타났던 연평균 오존 농도 분포와는 차이를 보였다.

이는 수도권 등 고밀도 개발 지역은 대기오염물질이 공간적으로 확산하기 어려운 지형 여건을 가졌고, 오존 생성의 원인물질인 질소산화물(NO<sub>x</sub>)과 휘발성 유기화합물(VOCs)이 풍부하기 때문으로 보인다.

2014년 측정소별 환경기준 초과 현황



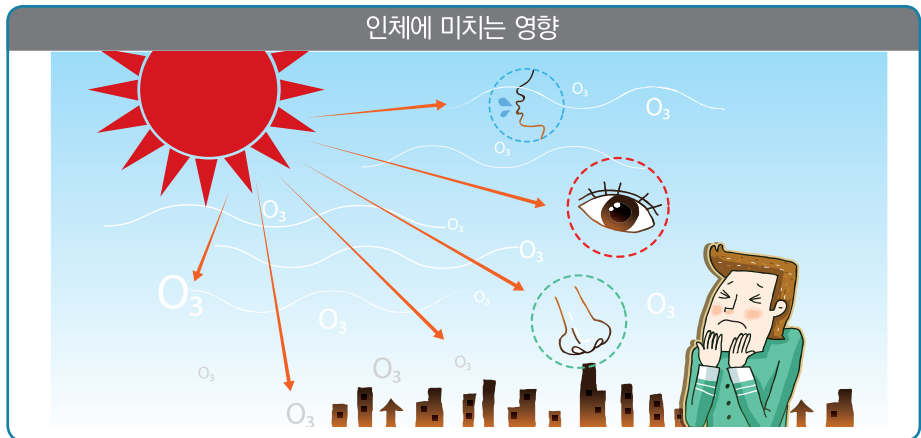
### 3. 오존으로 인한 피해

#### 우리 건강에 미치는 영향

대기 중 오존은 광화학 반응이 일어나기 쉬운 기상상태<sup>14)</sup>에서 많이 만들어진다. 이렇게 생성된 오존은 일정 시간 동안 잔류하지만 자극성과 산화력이 강하므로 감각기, 호흡기 등에 급격한 영향을 미칠 수 있다.

고농도 오존에 노출되면 기침, 숨참 등의 증상이 나타난다. 이는 기도과 폐포에 있는 신경수용체가 자극을 받아 이를 감싸고 있는 근육이 수축하면서 기도가 좁아져 나타나는 현상이다. 한편, 호흡기를 통해 몸 안으로 들어온 고농도 오존은 기도나 폐포와 직접 접촉하게 된다. 기도과 폐포는 액체의 막으로 덮여있는데, 이 막이 얇을 경우 해당 조직이 오존에 의해 직접 손상을 받는다. 만약 이 막이 두꺼운 경우에는 오존이 액체와 반응하면서 조직에 손상을 주는 해로운 물질을 만들어 폐기능을 악화시킨다.

또한 오존은 자극성이 강한 기체라 인체의 예민한 부분을 자극하게 된다. 특히 눈, 코 등 외부 자극을 받아들이는 감각기관에 우선적으로 증상이 나타난다.



14) 기온이 25℃ 이상이거나, 구름이 없는 쾌청한 날씨가 계속될 때 등

## 고농도 오존에 더 취약한 계층

성인은 하루에 약 1만 리터의 공기를 호흡한다. 그러나 신체 활동이 활발한 어린이는 성인보다 더 많은 공기가 필요하고 호흡기가 성장 중이므로 성인에 비해 고농도 오존에 더 민감하다고 할 수 있다. 또한 노약자, 호흡기 질환자도 폐기능의 노화나 손상으로 고농도 오존에 쉽게 영향을 받는다.

오존 농도와 노출시간이 인체 등에 미치는 영향

농도(ppm)	노출시간	인체 및 실험동물에 미치는 영향
0.02	5분	냄새 감지
0.03~0.3	1시간	달리기 선수의 기록저하
0.05~0.1	30분	불안감을 느낌
0.05~0.2	-	코 및 인후의 자극
0.05~0.6	1시간	천식 환자의 발작 빈도 증가
0.08	3시간	동물(쥐)의 세균 감염, 감수성 증가
0.1	30분	두통, 눈에 자극
	1시간	시각장애, 폐포 내의 산소 확산력 저하
	2시간	폐동맥 산소 분압 증가
	24시간	눈 자극 증상 증가
0.1~0.25	30분	호흡수의 증가
0.2	1시간	동물(쥐)의 적혈구 변형
	6시간	동물(쥐)의 자율 운동 감소
0.2~0.8	-	눈에 자극
0.3	-	호흡기 자극, 가슴압박
	5분	호흡량의 증가
0.34	2시간	동물의 호흡량 증가
0.35	3~6시간	시력감소
0.37~0.75	2시간	호흡량 현저히 감소
0.4	2~4시간	기도 저항 증가, 호흡량 감소
0.5	2시간	폐기능 저하
	6시간	기도 저항의 증가와 폐기능 현저한 감소
	2~6시간	동물(쥐)의 폐세포 팽창
0.6~0.8	2시간	기관지 자극, 폐기능 저하, 폐확산력 현저한 감소
0.8~1.5	-	폐출혈
0.9	5분	기도 저항의 심격한 감소
1.0	6시간	동물(쥐)의 사망률 증가
1.5~2.0	2시간	심한 피로, 가슴통증, 기침
9.0	-	급성 폐부종

## 식물에 미치는 영향

식물은 광합성에 영향을 미치는 낮 혹은 밤 시간대, 수분의 양, 공기구멍의 열림 정도에 따라 피해도가 다르다. 보통 공기구멍이 열리는 아침과 낮, 수분의 양이 많은 시간대에 오존으로 인한 피해가 크다.

오존 피해를 받으면 잎에 회백색 또는 갈색 반점이 생긴다. 오존에 약한 식물은 무, 담배, 시금치, 파 등이다. 무는 0.05ppm에 1일 8시간씩 20일간 노출되면 수확량이 50%나 감소한다. 한편 상대적으로 오존에 강한 식물은 사과, 해바라기, 양배추, 국화 등이다.

오존 농도와 노출시간이 식물에 미치는 영향

식물명	오존 농도	노출시간	영향
무	0.05ppm	20일(8시간/일)	수확량 50% 감소
카네이션	0.07ppm	60일	개화 60% 감소
잎담배	0.1ppm	5.5시간	꽃가루 생산 50% 감소



식물의 오존 피해 증상

## 산업활동에 미치는 영향

오존은 산업활동에도 악영향을 미쳐 경제적 손실을 가져온다. 오존 농도가 0.01~0.03ppm 정도면 고무에 균열이 생길 수 있다. 페인트의 경우 0.02ppm에서는 제품 수명이 5.7년, 0.03ppm에서는 3.8년으로 수명이 짧아진다.

오존은 작업장 인부나 야외 노동자의 눈, 피부, 목구멍, 코 등을 자극하고, 두통, 복통, 구토, 흉부 통증을 유발하는 등 건강에 피해를 주고, 생산 효율성을 떨어뜨릴 수 있다. 따라서 작업장에서는 고농도 오존이 예상될 때 인부에게 미리 알리고, 오존 농도가 급격히 높아지는 오후 2시에서 5시 사이에는 가급적 야외 작업을 줄이도록 한다. 또한 페인트칠 작업, 연료 주유, 자동차 운행, 소각 등의 작업을 자제해야 한다.

한편, 오존 농도가 높아져 야외활동이 감소하면 레저, 스포츠, 놀이공원, 관광산업 등에서 매출이 줄어들어 경제적 피해가 발생하게 된다.



오존으로 인한 고무 균열





## 오존, 이렇게 대비하고 있어요

국내 오존 생성 줄이기  
인접국가와의 오존 저감 협력  
오존 오염도의 실시간 공개  
오존 예·경보제 시행

## ◎ 국내 오존 생성 줄이기

환경부는 친환경자동차를 확대·보급하고  
배출허용기준을 세계적 수준으로 강화하고 있다.  
**주요 오염원에는 배출처리 및 저감시설을 설치하여**  
배출량 감소에 노력 중이다.  
이와 함께 교통문화 개선을 위한 제도와 정책을 적극 도입하고 있다.

## ◎ 인접국가와의 오존 저감 협력

환경부는 한·중·일 3국 환경장관회의 개최, 한·중 환경협력에 대한  
양해각서(MOU)체결로 **동북아지역 환경 현안에 공동 대응**하고 있다.  
또한 대기질 개선을 위해 공동 연구도 진행 중이다.

## ◎ 오존 오염도의 실시간 공개

환경부와 지방자치단체에서는  
전국 345개 측정소를 구축하여 오존 농도를 측정하고 있다.  
매시간 측정된 오존 농도는  
‘**대기오염 실시간 공개시스템(에어코리아, [www.airkorea.or.kr](http://www.airkorea.or.kr))**’과  
모바일 앱인 ‘**우리동네 대기질**’을 통해  
국민들에게 **실시간으로 제공**되고 있다.

## ◎ 오존 예·경보제 시행

환경부는 19개 권역을 대상으로 **오존 예보제**를 시행하고 있다.  
지방자치단체에서는 오존 경보제를 운영 중이다.  
오존 경보가 발령되면  
자동차 운행이 제한되며, 실외활동을 자제해야 하고,  
사업장에서는 연료 사용을 줄이거나 조업시간을 단축해야 한다.

# 1. 국내 오존 생성 줄이기

오존은 자동차, 사업장 등에서 대기 중으로 직접 배출되는 오염물질이 아니다. 질소산화물(NOx)과 휘발성 유기화합물(VOCs)이 햇빛에 의해 광화학 반응을 일으키면서 만들어지는 2차적 오염물질이다. 따라서 오존을 줄이려면 질소산화물(NOx)과 휘발성 유기화합물(VOCs)을 줄여야 한다.

## 자동차 배출가스 줄이기

환경부에서는 질소산화물(NOx)과 휘발성 유기화합물(VOCs)을 줄이기 위해 친환경 자동차 보급, 제작차·운행차 배출가스 관리, 배출가스 원격측정을 실시하고 있다.

우선, 2020년까지 신차 판매(연간 160만대)의 30%(연간 48만대)를 친환경차로 대체하여 누적 150만대 이상 보급할 계획이다.



30분이면 전기차 충전 끝(급속 충전기)

이를 위해 친환경 자동차 이용에 대해 혜택과 지원을 확대하고 있다. 친환경 자동차 제작사에 개발과 생산을 권장하고, 행정·공공기관에서 저공해차를 의무적으로 구매하도록 한다. 이를 통해 친환경 자동차를 지속적으로 보급하고 확산할 계획이다.

자동차의 배출허용기준도 중요하다. 휘발유·가스차의 배출허용기준을 미국의 초저배출기준(ULEV)<sup>15)</sup>에 맞추어 세계 최고 수준으로 관리하고 있다. 2025년까지 현재 수준(ULEV)보다 70% 이상 감소한 극초저배출기준(SULEV)<sup>16)</sup>을 도입하여 배출가스를 더욱 줄일 예정이다.

2006년 기준 경유차 비율은 전체 자동차 등록대수의 37%, 10년 이상 운행된 노후 차량은 25.3%에 달했다. 정부는 배출허용기준이 낮아 오염물질을 많이 배출하는 2006년 이전 경유차 등을 특정경유차로 분류해 관리하고 있다.

국내 경유차의 배출허용기준도 유럽연합(EU) 수준에 맞추어 단계적으로 강화하였다. 2006년에는 국내 경유차 배출허용기준을 EU의 Euro 4로, 2009년에는 Euro 5<sup>17)</sup>로 끌어올렸다.

대형경유차는 2009년에 Euro 5 기준을 적용하였다. 2014년부터는 1996년 배출허용기준 대비 미세먼지는 99%, 질소산화물(NOx)은 96%까지 줄인 Euro 6<sup>18)</sup> 기준을 적용하고 있다. 앞으로 휘발유·가스차는 물론 경유차까지 세계 최고 수준의 배출허용기준에 맞춘 친환경 자동차 시대가 열릴 것이다.

제작 경유차의 질소산화물 배출 저감을 위해 제작차 실험조건 인증 기준을 신설한다. 2016년 1월 대형차(3.5톤 이상)를 시작으로, 2017년 9월에는 중·소형차까지 확대할 것이다.

---

15) Ultra Low Emission Vehicle의 약어로 미국 캘리포니아 배출가스 초저배출차량 기준을 뜻함

16) Super Ultra Low Emission Vehicle의 약어로 미국 캘리포니아 배출가스 극초저배출차량 기준을 뜻함

17) 유럽연합이 도입한 경유차 배기가스 규제 단계의 명칭이며 1992년 Euro 1이 최초로 도입되었음

18) Euro 6가 적용되면 질소산화물(NOx) 배출허용량은 2.0g/kWh에서 0.46g/kWh 이하로 낮아지고, 미세먼지는 0.03g/kWh 이하에서 0.01g/kWh 이하로 강화되어 이 기준을 충족하지 못하면 자동차를 판매할 수 없음

2005년부터 수도권에서는 오염물질을 많이 배출하는 특정 경유차를 특별 관리하고 있다. 배출가스 저감장치(DPF<sup>19</sup>, PM-NOx 동시저감장치 등) 부착, 조기 폐차를 추진하였고, 현재 조기폐차는 전국 17개 시·도로 관리를 확대하였다.

그 외에도 대형버스·화물차에 미세먼지-질소산화물(NOx) 동시 저감장치를 부착하고, 휘발유·가스차에는 삼원촉매장치 교체를 추진하여 운행차의 오염물질을 줄이는 노력을 계속 보완할 계획이다.

운행차 검사기준도 강화한다. 경유차의 경우 기존에는 미세먼지만 관리했으나 새롭게 출시되는 경유차부터는 운행차 검사시 질소산화물(NOx)을 추가 관리할 것이다. 운행차 탄화수소(HC) 배출허용기준도 미국 등 선진국 수준으로 강화하였다.

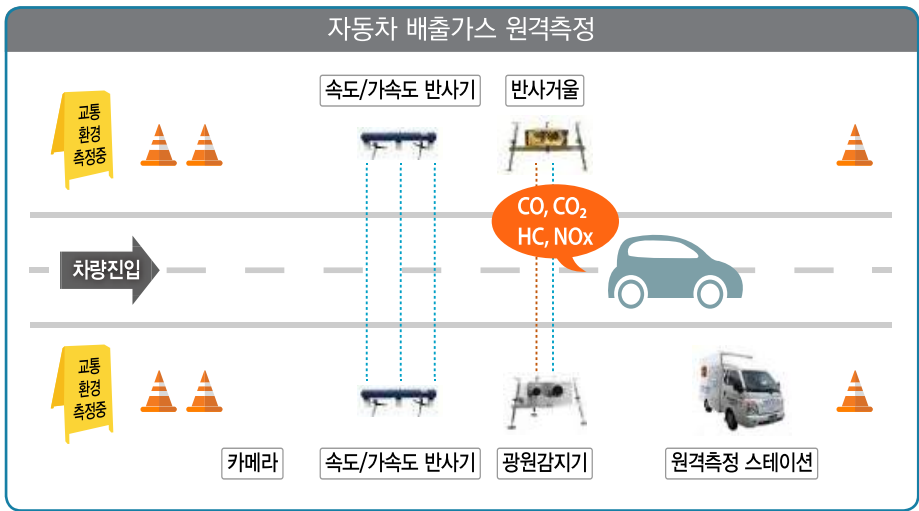
한편, 관리가 잘 이루어지지 않았던 이륜자동차, 건설기계, 선박 등 비(非)도로 오염원에 대한 관리도 강화하고 있다. 2014년부터 260cc를 초과한 대형 이륜차에 대해 정기검사를 실시하고, 건설기계, 농기계, 선박에 적용되는 배출허용기준을 강화하였다. 특히, 선박의 경우 2016년부터 국제해사기구 기준 중 가장 높은 수준을 적용하였으며, 이에 따라 질소산화물(NOx) 배출량이 줄어들 것으로 기대된다.

19) 디젤 입자상 물질 여과장치(DPF)란 Diesel Particulate Filter의 약어로 디젤 엔진의 배기가스 중 입자상 물질을 물리적으로 포집하고 연소시켜 제거하는 배기가스 후처리장치의 일종임

## 자동차 배출가스 단속

자동차 배출가스도 과속 단속 카메라처럼 원격 측정이 가능하다. 도로 위에서 자동 원격 측정기를 이용하여 자동차의 매연을 실시간으로 단속한다. 그동안은 대기오염을 일으키는 차량의 배출가스를 측정하려면 차를 세워야 했다. 하지만 2014년부터는 달리는 자동차에 자외선과 적외선을 쏘아 일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물(NOx)의 농도를 측정하고, 측정기에 달린 카메라에 차량 번호가 자동으로 찍힌다. 자동차를 멈추고 배출가스를 측정하는 것이 아니기 때문에 교통 흐름에 방해가 되지 않는다. 또한 하루에 측정할 수 있는 자동차 수도 60대에서 2,500대로 크게 늘었다.

원격 측정 결과, 배출가스가 허용기준을 넘어서면 측정 농도와 기준치가 적힌 개선명령서를 보낸다. 그러면 차주는 15일 안에 정비와 점검을 받아야 한다. 개선명령을 따르지 않으면 10일 이내의 기간 동안 자동차를 운행할 수 없다. 이러한 운행정지 처분도 따르지 않았을 때는 고발처리 된다.



## 자동차 배출가스 줄이기 생활 속 노력

수도권처럼 인구 밀도가 높고 자동차가 많은 지역은 자동차 운행을 줄여야 오염 물질을 줄일 수 있다. 따라서 자가용 이용을 줄이는 노력이 필요하다.

9월 22일 세계 차 없는 날(Car-Free Day)

### '승용차 없는 날'이란? Car-Free Day

어떤 날을 정하여 하루 종일 또는 일시적으로  
상당한 숫자의 승용차를 도시의 가로 또는 어떤 특정 목표 지역 또는  
근린(neighborhood)에서 줄이는 공통된 목표를 지닌 행사



또한 지하철, 버스 등 대중교통의 편리성을 높여 이용자가 많아지도록 유도하는 것도 필요하다. 아울러, 직장과 학교의 통근·통학버스 운영을 적극 활성화해야 한다. 선진국처럼 전기차 등 친환경 자동차를 공동으로 이용하는 카 셰어링(Car-Sharing)도 확대할 수 있다.



통학버스



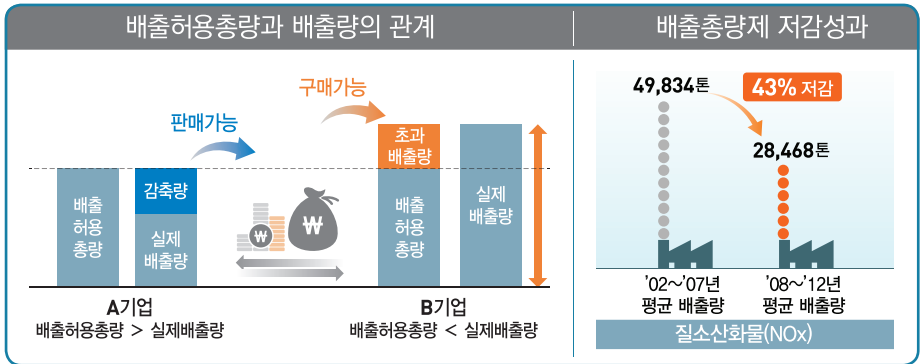
카 셰어링(그린카)



## 공장 배출가스 ‘할당된 만큼만’

과거에는 사업장 굴뚝에서 배출되는 오염물질을 농도로 규제하였으나 현재는 배출되는 양으로 규제하고 있다.

수도권 사업장에 연도별로 질소산화물(NOx), 황산화물의 배출허용총량을 할당하고, 할당량 이내로 오염물질 배출을 허용하는 총량관리제도를 도입한 것이다. 할당량을 준수하여 남은 양은 다른 사업장에 판매할 수도 있다. 할당량을 넘어서면 초과부과금을 내고, 다음연도 할당량이 더 줄어들기 때문에 사업장이 오염물질 배출량을 점점 줄이게 된다.



새롭게 대기관리 권역에 포함되는 지역의 사업장과 3종 사업장 중 연간 4톤 이상 배출하는 사업장을 배출 총량제 대상으로 확대 관리한다. 배출허용총량은 단계적으로 무상할당에서 유상할당으로 바꿀 예정이다.





## 생활 속의 오염물질 줄이기

도시화로 인해 자동차, 사업장이 아닌 생활 속에서도 많은 양의 대기오염물질이 배출되고 있다. 수도권만 보더라도 오존을 발생시키는 휘발성 유기화합물(VOCs) 배출량의 약 15%가 주유소, 인쇄소, 세탁소 등 생활주변 시설에서 배출된다.

특히, 유조차가 주유소 저장탱크에 기름을 저장하거나 자동차에 주유할 때 미세한 기름방울인 유증기가 공기 중으로 새어나온다. 유증기에는 벤젠 등 발암물질이 포함되어 있으므로, 이를 회수하는 설비를 설치하도록 관리하고 있다.



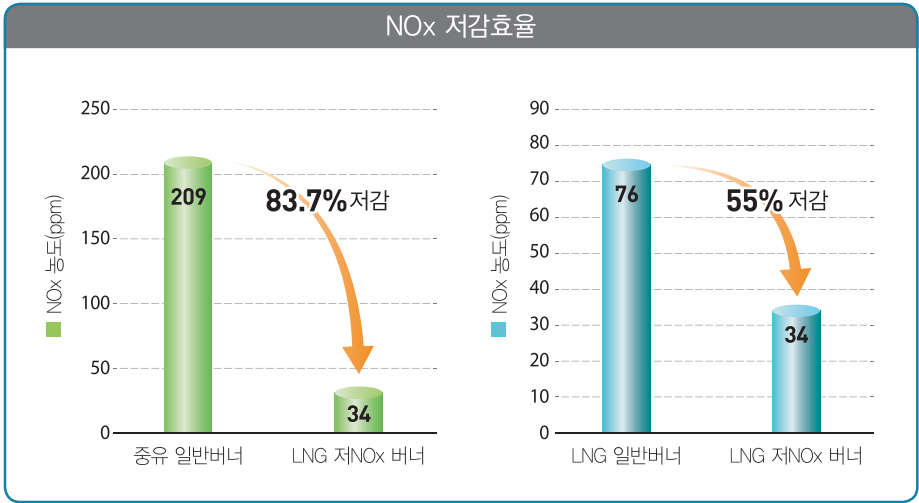
인쇄업은 휘발성 유기화합물(VOCs) 규제 업종으로 정하여 포집기준, 처리시설기준 등 구체적인 관리기준을 마련할 것이다. 이외에도 세탁소의 휘발성 유기화합물(VOCs)을 줄이기 위해 2015년부터 친환경 드라이클리닝 용제 개발·보급, 친환경세탁소 인증제도 등을 추진하고 있다.

휘발성 유기화합물(VOCs) 관리업종을 확대하여 처리시설기준 등 구체적인 관리기준을 마련할 계획이다. 접착제, 화장품, 유성 도료 등 생활 소비재에서 발생하는 휘발성 유기화합물(VOCs)을 줄이기 위해 2015년부터 제품의 휘발성 유기화합물(VOCs) 함유기준을 단계적으로 마련하고 있다.

또한 2015년부터 가정용 보일러를 저NOx보일러로 교체하는 가정을 지원한다. 교체에 드는 비용에 보조금을 지원하여 2020년까지 총 60만 대를 저NOx보일러로 바꿀 예정이다.

저NOx 버너 설치 효과			
저NOx 버너를 설치할 경우 대기오염물질 저감 및 연료 사용 절감에 따른 온실가스 감축 효과			
연료종류 (버너종류)	NOx 저감량 (kg/년)	CO <sub>2</sub> 저감량 (kg/년)	연료비 절감액 (원/년)
중유(일반) → LNG(저녹스)	968	204,000	4,167,000(5.2%)
경유(일반) → LNG(저녹스)	313	190,000	92,177,000(55%)
LNG(일반) → LNG(저녹스)	186	7,000	1,977,000(2.5%)

\* 1톤/hr 보일러 64% 부하율, 연간 3,600시간 운전 기준  
 \* 저NOx 버너 보급 시범사업 성과평가('07년 국립환경과학원) 참조



## 2. 인접국가와의 오존 저감 협력

대기오염물질은 바람을 타고 장거리를 이동하여 광범위한 피해를 줄 수 있다. 국제 사회에서는 이를 해결하기 위해 대기오염의 장거리 국경이동에 관한 제네바 협약<sup>20)</sup>(LRTAP, 1979)을 체결하고 공통으로 대응책을 모색 중이다.

우리나라가 위치한 동북아시아 지역은 편서풍대에 속하므로 서쪽에 위치한 지역에서 배출된 대기오염물질에 영향을 받는다. 대기 중에 오래 머물면서 장거리를 이동할 수 있는 대기오염물질에는 석탄, 석유 등 연소에 의해 직접 배출되는 1차 오염물질도 있고, 이 물질들이 이동 중에 화학반응 등을 통해 생성되는 2차 오염물질도 있다.

반응성이 큰 오존은 일반적으로 장거리 이동을 하지는 않지만 1차 오염물질인 질소산화물(NOx)이 이동하며 오존 생성에 기여한다. 따라서 국내 오존 저감 대책 추진과 함께 주변 국가들과 협력하여 장기적인 저감 방안도 마련해야 한다. 환경부는 중국, 일본과 협력하여 동북아 지역의 오존 농도를 낮추기 위한 국제 협력을 강화하고 있다.

### 한·중·일 협력

한·중·일 3국은 서로 지리적, 기상적 영향을 받는다. 이 같은 견지에서 동북아 지역의 환경협력을 위해 우리나라의 제안으로 1999년부터 매년 한·중·일 3국이 교대로 환경장관회의를 개최하고 있다. 황사, 미세먼지 장거리 이동 대기오염물질을 줄이기 위한 공동실행계획을 마련하는 등 환경 현안에 공동으로 대응하고 있다.

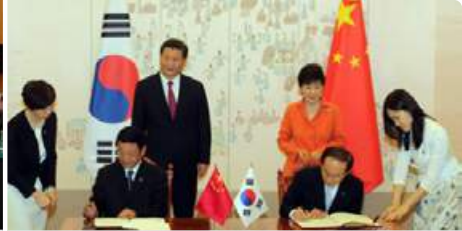
한·중 양국의 대기오염을 저감하기 위해 환경부는 2014년 중국의 환경보호부와 한·중 환경협력에 대한 양해각서(MOU)를 체결하였다. 2015년에는 중국 베이징에 위치한 중국환경과학연구원에 한·중 대기질

20) The Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, Geneva 1979

공동연구단을 발족하였다. 연구단은 한국의 국립환경과학원과 중국의 환경과학연구원 소속 연구원 등 각 5명씩 총 10명으로 구성하였다. 한·중 공동연구단은 초미세먼지 발생원인 규명, 중국의 배출량 통계 조사 등 대기질 개선을 위한 공동 연구를 진행하고 있다.



한·중·일 환경장관회의 개최(2015년 4월)



한·중 환경협력 양해각서 체결(2014년 7월)

또한 2015년 12월부터 한국의 3개 시·도와 중국의 35개 성·시에 설치된 대기오염 측정소에서 오존, 미세먼지 등 6개 오염물질의 실시간 측정 자료를 전용선(FTP)을 활용해 상호 공유하고 있다.

#### 대기질 측정자료 공유 대상지역

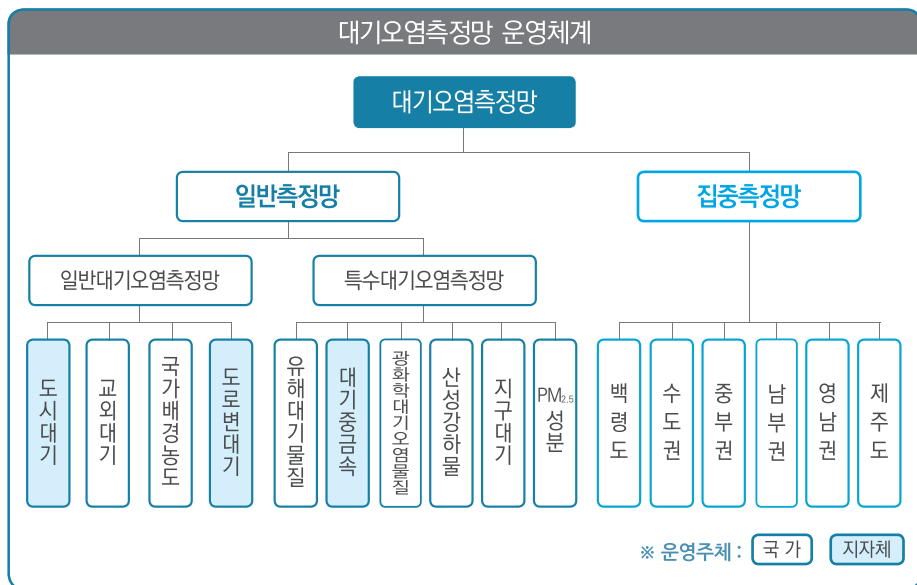


# 3. 오존 오염도의 실시간 공개

## 오존 농도 측정

2016년 6월 기준 전국 345개 측정소에서 실시간으로 오존 농도를 측정한다. 환경부와 지방자치단체에서 운영 중인 총 11개 종류의 측정망<sup>21)</sup> 중 도시대기, 교외대기, 국가배경농도, 도로변대기, 광화학대기오염물질 측정망 및 집중측정망(백령도, 수도권, 남부권, 중부권, 제주권, 영남권)에서 오존을 측정하고 있다.

## 측정망 체계



21) 도시대기, 도로변대기, 산성강하물, 국가배경농도, 교외대기, 대기중금속, 유해대기물질, 광화학대기오염물질, 지구대기, PM<sub>2.5</sub>, 대기오염집중 측정망

특히, 광화학대기오염물질 측정망은 총 4개 유형으로 구축하여 운영 중이다. 이를 통해 도시지역 오존 생성의 원인물질인 휘발성 유기화합물(VOCs)의 농도를 측정하고, 오존 발생 원인을 규명하며, 오존 예보를 위한 기초자료를 파악하고 있다.

광화학대기오염물질 측정소 유형	
구분	내용
제1유형	오존 배경농도 지역
제2유형	오존 생성원인물질의 배출량이 최대인 지역
제3유형	최고 오존 농도 발생 가능 지역
제4유형	오존 및 생성원인 물질이 영향을 미치는 대상지역 밖

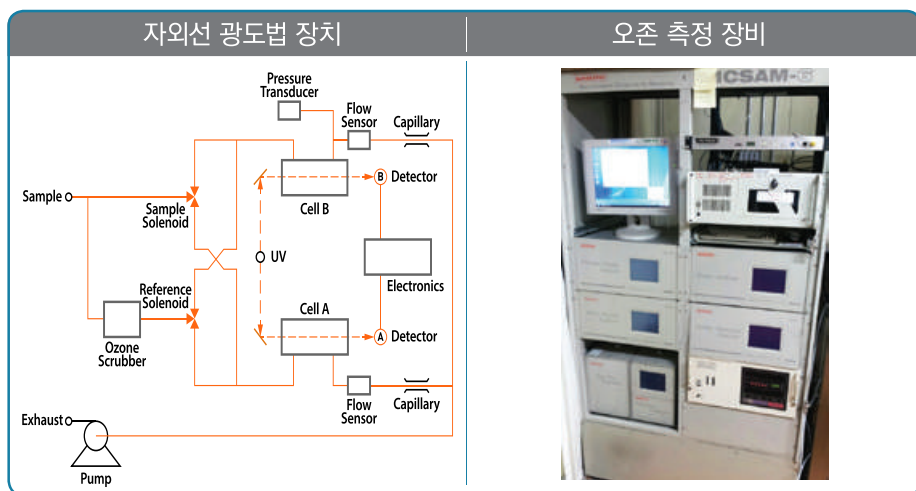
전국 측정소에 자동연속측정장치를 설치하여 대기 중 오존의 1시간 평균농도를 매시간 측정한다. 또한 측정된 자료는 실시간으로 한국환경공단에서 운영하는 ‘국가대기오염 정보관리시스템(NAMIS)’에 전송·저장된다. 이를 바탕으로 국민들에게 실시간 대기오염도 정보를 제공하게 된다.



## 오존 측정장비 및 방법

대기 중 오존물질은 자외선 광도법(U.V Photometric Method)으로 측정한다. 이는 파장 254nm부근에서 자외선 흡수량의 변화를 측정하여 대기 중 오존농도를 연속적으로 측정하는 방법<sup>22)</sup>이다. 대기 중 오존에 대한 빛의 투과율( $I_t/I_0$ )을 측정하고, Beer-Lambert 법칙<sup>23)</sup>을 사용하여 오존 농도를 계산한다.

오존 농도를 정확하게 측정하기 위해 측정소에 설치하는 장비의 규격과 성능을 법령<sup>24)</sup>으로 정하고 있다. 기준에서 정한 성능을 보유한 장비만이 오존을 측정할 수 있다. 또한 매년 한국표준과학연구원서 정도검사를 실시해 측정 자료의 신뢰도를 높이고 있다.



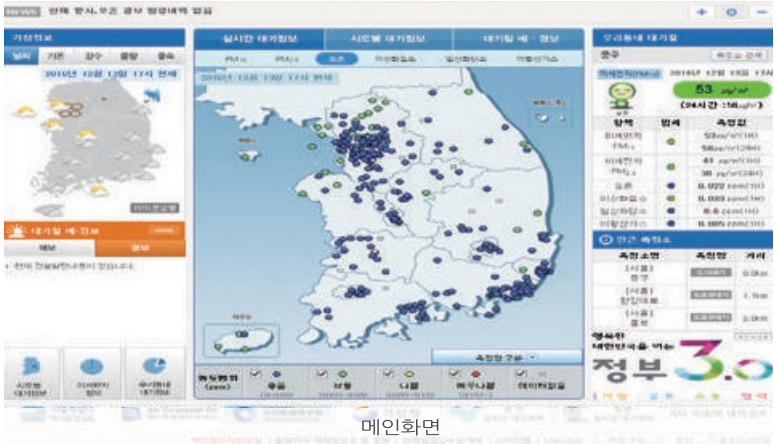
## 실시간 오존 농도 공개 서비스

환경부는 오존을 비롯한 전국 대기오염도 정보를 제공하기 위해 전국 실시간 대기오염도 공개 홈페이지인 ‘에어코리아(www.airkorea.or.kr)’를 운영하고

- 22) 모든 형태의 가스 분자는 고유의 흡수스펙트럼을 가지고 있음. 흡광광도법의 기본원리인 Beer-Lambert 법칙을 근거로 한 분석원리로서, 오존의 고유 흡수파장에 대하여 농도에 비례한 빛의 흡수 정도로 농도를 측정할 수 있음  
 23)  $I_t = I_0 \times 10^{-\epsilon C \ell}$ ,  $I_0$ 는 입사광의 광도,  $I_t$ 는 투사광의 광도,  $\epsilon$ 는 흡광계수,  $\ell$ 은 시료 Cell 길이,  $C$ 는 오존의 농도를 말함  
 24) 환경분야 시험·검사 등에 관한 법률 등

있다. 이를 통해 오존 예보와 경보 상황도 알람 서비스 형태로 신속하게 제공 중이다.

### 대기오염 실시간 공개시스템(에어코리아)



- 전국의 실시간 대기오염도를 지도상에 색깔로 표시
- 지역별 측정소 검색, 미세먼지, 오존 등 대기질 정보제공
- 오존 예·경보 현황을 실시간으로 제공
- 대기오염도와 함께 날씨 등 기상정보 제공

### ‘우리동네 대기질’ 모바일앱 서비스

에어코리아 홈페이지의 주요 내용을 언제 어디서나 스마트폰에서도 확인할 수 있도록 모바일 어플리케이션을 2014년 5월부터 제공 중이다.

### ‘우리동네 대기질’ 모바일앱 서비스



스마트폰 앱스토어에서  
‘우리동네 대기질’  
검색하여 설치



사용자 위치에 기반한  
오존 농도, 기온 등  
정보제공



실시간 대기 정보,  
예·경보 알람 설정 등  
사용자 맞춤형 기능 제공



대기질 예보,  
지역별 경보  
발령현황 제공



## 4. 오존 예·경보제 시행



오존으로부터 국민건강 보호 필요

### 오존 예보제

오존 예보제는 전날의 대기오염 측정자료, 기상 예보자료와 오염물질 배출량 정보에 모델링을 활용하여 다음날 오존농도를 예측하고, 그 결과를 국민에게 방송, 인터넷 등으로 전달하여, 오존으로 인한 국민 건강 피해를 최소화하기 위한 제도이다.

오존 예보는 2014년까지 서울시 등 개별 지자체를 중심으로 운영되어 왔다. 1998년 서울, 부산, 대구, 대전, 인천 등 5대 도시에서 오존 예보를 시작한 이후 2005년 광주, 울산으로, 2014년에는 서울 등 8개 시·도로 확대되었다. 2015년부터는 2013년 개정된 대기환경보전법에 따라 전국의 오존 예보를 환경부(국립환경과학원 대기질 통합예보센터)에서 수행하고 있으며, 2016년 7월 현재 전국을 19개 권역으로 세분화<sup>25)</sup>하고, 오존 발생이 높은 하절기(매년 4월 15일~10월 15일) 매일 4회<sup>26)</sup> 국민들에게 예보결과를 제공하고 있다.

### 오존 예보절차

오존 예보절차는 ‘관측→모델→예측→전달’의 4단계로 이루어진다. 첫째, ‘관측’은 기상과 대기질을 감시하고 추세를 파악하는 단계이다. 기상 관측망과 국내·외 실시간 오존 측정자료가 이에 활용된다.

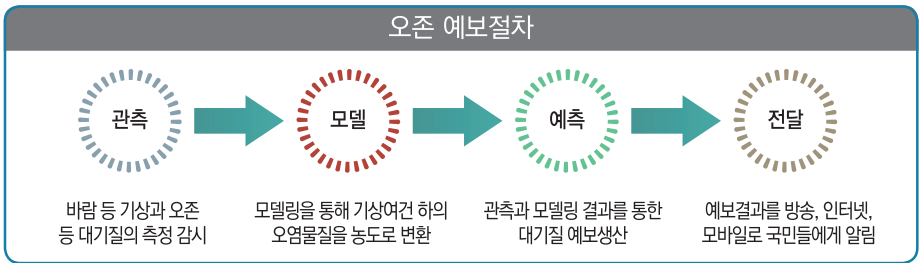
25) 서울, 인천, 경기북부, 경기남부, 강원영서, 강원영동, 대전, 세종, 충북, 충남, 부산, 대구, 울산, 경북, 경남, 광주, 전북, 전남, 제주

26) 오늘예보(05,11시), 내일예보 및 모레예보(17,23시) 실시. 단, 특이사항 발생시 17시에 오존정보 발표

둘째, ‘모델’은 다양한 기상 조건에서 오염물질 배출량을 대기 중 농도로 변환하는 과정이다. 기상·배출처리·대기화학·수송 등의 요소로 구성된다.

셋째, ‘예측’은 관측자료와 모델 결과에 예보관의 지식·경험·노하우를 더하여 예보를 생산하는 과정이다.

마지막으로, ‘전달’은 생산된 오존 예보결과를 TV, 라디오, 홈페이지(에어코리아), 문자, 모바일 앱(우리동네 대기질) 등을 통해 국민에게 알리는 것이다.



오존 예보도 미세먼지와 같이 4등급으로 나누어 예보하고 있으며, ‘나쁨’ 이상이 예보될 경우에는 행동요령에 따라 적절한 조치를 하는 것이 좋다.

**오존 예보등급과 행동요령**

예보구간		등급			
		좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
예측농도 (ppm)	O <sub>3</sub>	0~0.030	0.031~0.090	0.091~0.150	0.151 이상
행동요령	민감군*	-	실외활동시 특별히 행동에 제약을 받을 필요는 없지만 몸상태에 따라 유의하여 활동	장시간 또는 무리한 실외활동 제한	가급적 실내 활동
	일반인	-	-	장시간 또는 무리한 실외활동 제한, 특히 눈이아픈 증상이있는 사람은 실외활동을 피해야 함	실외에서의 활동을 제한, 실내생활 권고

\* 민감군 : 어린이, 노인, 천식 같은 폐질환 및 심장질환을 앓고 있는 어르신



## 해외의 오존 대기질 현황과 예보

미국은 환경보호청(EPA)에서 오존 예측농도를 대기환경지수(Air Quality Index)로 만들어 제공한다. 인구 35만 명 이상의 대부분의 주요도시는 오존 농도 현황을 홈페이지, 지역방송, 이메일 등으로 대중에게 공개한다.

연방정부와 주정부에서는 오존 농도가 경보 기준을 초과하고, 다음날에도 기준 초과가 예상되면 경보를 발령하고 자동차 운행자제, 외출자제 등을 홍보한다.

영국 환경식품농무부(DEFRA)는 오존을 비롯한 대기오염물질의 예측 농도를 10단계로 나눈 대기질 지수(DAQI, Daily Air Quality Index)를 홈페이지를 통해 공개한다.

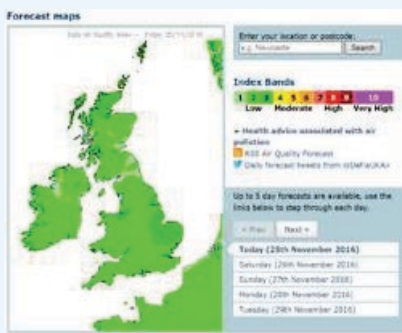
일본에서는 대기오염방지법을 기초로 도·도·부·현 지역 단위로 광화학 옥시던트(Oxidant)를 상시 관찰하며, 환경성(국설 산성우 측정소)과 기상청도 오존을 측정하고 있다.

호주 AAQ NEPM(National Environment Protection Measure)은 시간당 0.01ppm, 4시간당 0.008ppm으로 오존 기준을 설정하였으며, 2008년부터 기준 초과 일수가 1년에 1일 이하가 되도록 목표를 설정한 바 있다.

### 미국의 대기질 현황과 예보



### 영국의 대기질 현황과 예보

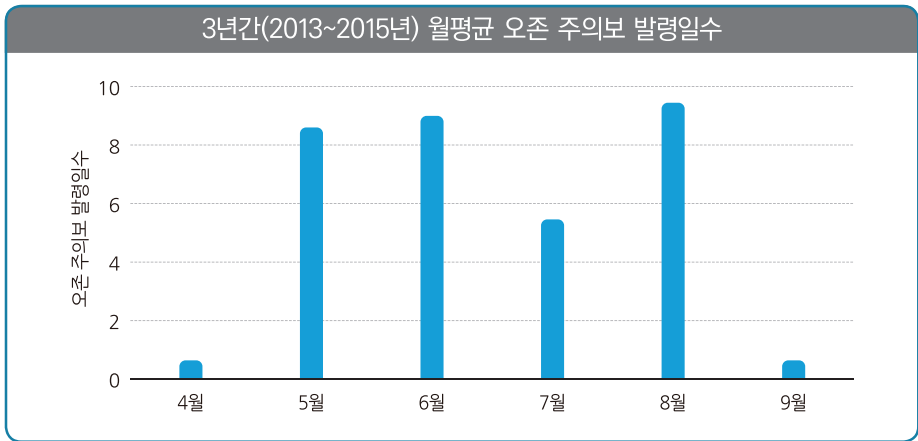


## 오존 경보제

오존 경보제는 고농도 오존이 발생하였을 때 이를 신속하게 국민에게 알려 오존 대응 행동요령이나 조치사항을 실천하도록 함으로써 오존으로 인한 피해를 줄이기 위한 제도이다.

오존 예보가 미래의 오존 농도를 예측하여 발표하는 것인 반면, 오존 경보는 실제 발생한 오존 농도가 인체에 유해한 수준인 경우 경보를 발령함으로써 주민들의 건강과 생활환경상의 피해를 최소화하기 위해 실시하는 제도이다.

오존경보제는 1995년 7월 서울에서 시범실시한 이후 2016년 7월 기준 전국 66개 권역에서 시행 중이다. 오존 경보는 대기 중에서 오존이 많이 생성되는 4월부터 10월에 발령된다.<sup>27)</sup> 대도시의 기온과 오존 농도가 전반적으로 높아지면서 오존 주의보 발령이 늘어나고 있다.



대기환경보전법령에 따라 해당 지자체장은 실제 오존 농도가 일정 기준을 초과하는 경우 대기오염경보를 발령할 수 있도록 하고 있다.

27) 서울·부산 등 일부 지자체는 지역특성을 고려하여 기간조정 시행

한편 오존 경보를 발령한 이후 오존 농도가 경보 발령단계 미만으로 낮아지는 경우 오존 경보 발령을 해제하거나 더 낮은 단계의 경보로 대체 발령할 수 있다.

오존 경보 발령 및 해제기준			
대상물질	경보 단계	발령기준	해제기준
오존	주의보	기상조건 등을 고려하여 해당지역의 대기자동측정소 오존농도가 0.12ppm 이상인 때	주의보가 발령된 지역의 기상조건 등을 검토하여 대기자동측정소의 오존농도가 0.12ppm 미만인 때
	경보	기상조건 등을 고려하여 해당지역의 대기자동측정소 오존농도가 0.3ppm 이상인 때	경보가 발령된 지역의 기상조건 등을 고려하여 대기자동측정소의 오존농도가 0.12ppm 이상 0.3ppm 미만인 때는 주의보로 전환
	중대경보	기상조건 등을 고려하여 해당지역의 대기자동측정소 오존농도가 0.5ppm 이상인 때	중대경보가 발령된 지역의 기상조건 등을 고려하여 대기자동측정소의 오존농도가 0.3ppm 미만인 때는 주의보로 전환



## 오존 경보 발령 시 조치사항

오존 주의보나 경보가 발령되면 해당 지자체장은 주민에게 현재 대기질 상황에 유의하도록 안내하고 실외활동을 자제하는 등 행동요령을 알린다. 대기오염물질 배출 사업장, 차량 운전자에게는 오존 농도를 줄이는 행동에 참여하도록 독려한다.

오존 경보단계별 대상별 조치사항			
경보내용	시민	차량운전자(소유자)	사업장
주의보	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 노천 소각금지 요청</li> <li>· 대중교통 이용 권고</li> <li>· 주민 실외활동 및 과격운동 자제 요청</li> <li>· 노약자, 어린이, 호흡기환자, 심장질환자의 실외활동 자제 권고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 경보 지역 내 차량운행 자제 권고(카풀제 시행)</li> <li>· 대중교통 이용 권고</li> <li>· 불필요한 자동차를 사용하지 않도록 권고</li> </ul>	-
경보	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소각시설 사용제한 요청</li> <li>· 주민의 실외활동 및 과격 운동 제한 요청</li> <li>· 유치원, 학교 등 실외학습 제한 권고</li> <li>· 노약자, 어린이, 호흡기환자, 심장질환자의 실외활동 자제 권고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 경보지역 내 자동차 사용자제 요청</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 연료 사용량 감축 권고</li> </ul>
중대경보	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소각시설 사용중지 요청</li> <li>· 주민의 실외활동 및 과격 운동 금지 요청</li> <li>· 유치원, 학교 등 실외학습 중지 및 휴교 권고</li> <li>· 노약자, 어린이, 호흡기환자, 심장질환자의 실외활동 중지 권고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 경보지역 내 자동차 통행금지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 조업단축</li> </ul>



## 생활 속의 오존, 이렇게 대응해요

오존 높은 날 생활 수칙  
오존 저감을 위한 실천사항

# 1. 오존 높은 날 생활 수칙

## 오존 예보가 ‘나쁨’ 이상인 경우

오존은 맑고 더운 날, 바람이 없고 건조한 날씨에 심해진다. 하루 중 기온이 가장 높은 오후 2~5시에 오존 농도가 최고로 높아진다. 따라서 야외 활동을 해야 한다면 이 시간대를 피하는 것이 좋다.

오존에 반복적으로 노출되면 눈, 기관지, 폐에 피해를 입게 된다. 가슴 통증, 기침, 메스꺼움이 나타나거나 기관지염, 천식을 악화시킬 수 있다. 따라서 호흡기 질환자, 어린이, 노약자는 오존 농도가 높은 날에는 특별히 조심해야 한다.

## 오존 경보(주의보·경보·중대경보)가 발령된 경우

지자체에서는 지역 주민들에게 현재의 대기질 상황을 신속하게 전한다. 또한, 실외활동 자제 등 건강보호에 필요한 조치사항을 알린다.

대기 오염물질 배출사업장은 조업시간과 연료사용을 줄이는 등 오염물질을 낮추는 노력에 동참해야 한다. 시민들은 오존 경보 발령상황을 인터넷, 방송, 모바일앱 등을 활용하여 수시로 확인하고, 대중교통을 이용하는 것이 좋다.

### 오존 높은 날 건강 생활 수칙



오존 예·경보 발령 상황을 확인한다.



실외활동과 과격한 운동을 자제한다.  
특히 노약자, 어린이, 호흡기 질환자, 심장질환자는 주의를 기울인다.



어린이집, 유치원, 학교 등에서는 실외활동을 자제 또는 제한한다.



승용차 사용을 자제하고 대중교통을 이용한다.



스프레이, 드라이클리닝, 페인트칠, 신나 사용을 줄인다.



한낮의 더운 시간대를 피해 아침이나 저녁에 주유한다.



## 2. 오존 저감을 위한 실천사항

### 1. 걸기, 자전거 타기, 대중교통 이용하기



- 휘발유 자동차를 31분 동안 운행할 때 오염물질의 40% 이상이 시동을 건 후 125초 이내(약 2km)에 배출된다. 가까운 거리는 걸거나 자전거를 이용하고 먼 거리는 대중교통을 이용한다.
- 승용차 이용을 자제하고 승용차 함께 타기를 생활화한다.

### 2. 자동차 운행 시 불필요한 공회전 금지



- 불필요한 공회전은 연료 낭비와 대기오염을 야기한다. 자동차 엔진을 원활하게 작동시키는 데 필요한 공회전은 여름철에는 15~30초, 겨울철에는 2분(경유차 5분) 이내면 충분하다.
- 따라서 여름철에는 다음과 같은 습관을 피해야 한다.
  - 차량 시동을 걸어놓은 채 30초 이상 대기하는 것
  - 원격조정 장치를 이용하여 시동을 걸어 놓은 채 장시간 방치하는 것
  - 시동을 켜 채 주유하는 것
  - 택시가 승강장에서 시동을 켜 채 오랜 시간 손님을 기다리는 것
  - 화물운송 차량이 시동을 켜 채 짐을 싣거나 내리는 것
  - 버스가 차고지나 정류장에서 시동이 켜진 채 오랜 시간 차량이 방치되는 것

### 3 차량운행 시 경제속도 지키고 급출발·급제동 줄이기



- 자동차는 경제속도(60~80km/h)에 맞추어 일정한 속도로 주행해야 한다. 급출발, 급가속, 급감속은 연료소비에 직접적으로 영향을 미치기 때문이다.
- 속도를 급격하게 변경하면 연료 소비량이 20%까지 증가하게 되지만, 과속을 피하면 속도가 10km/h 낮아질 때마다 연료가 10% 절감된다.

### 4 타이어 공기압 적절하게 유지하기



- 타이어 공기압을 적절하게 유지하면 연비가 8~10% 높아진다. 연료 사용량이 줄어들기 때문에 대기오염물질 배출도 줄어든다.

### 5 자동차 정비하기



- 엔진오일, 에어필터, 연료필터, 점화플러그 교환 등 간단한 정비만으로도 오존 원인 물질 배출을 상당량 줄일 수 있다.
- 자동차를 잘 정비하면 연비가 8~12% 높아져 연료비용도 줄어들므로 정기적으로 점검하는 것이 좋다.

## 6. 과적하지 않기



- 적재량이 많아지면 오염물질 배출량도 늘어난다. 따라서 과적하지 말고, 불필요한 물건이나 짐은 차에 싣고 다니지 않도록 한다.

## 7. 낮 시간을 피하여 주유하고, 불법 유사연료 사용금지



- 기온이 낮은 아침이나 저녁에 주유하면, 주유할 때 배출되는 휘발성 유기화합물 (VOCs)의 양을 줄일 수 있다.
- 또한 대기 중으로 유실되는 양이 줄어들어 연료비도 절약\* 할 수 있다.
- 휘발유보다 가격이 낮다는 이유로 불량 휘발유를 사용해서는 안 된다. 불량 휘발유에 포함된 방향족 탄화수소는 오존을 많이 만들고, 유해가스를 배출할 가능성이 크기 때문이다.

\* 휘발유 40L 주유할 때, 약 천원 절감

## 8. 자동차 에어컨 사용 줄이기



- 에어컨을 세게 틀수록 대기오염물질 배출은 늘어나고, 연비는 줄어든다. 따라서 자동차 에어컨 사용은 가급적 최소화하는 것이 좋다.

## 9. 에너지 절약 실천하기



- 에너지 소비효율이 높거나 절전마크가 붙은 전기기구를 사용하고, 창가 쪽 전등은 가급적 꺼둔다.
- 에어컨을 사용할 때는 실내온도를 26~28℃로 유지한다. 냉방온도를 적정하게 유지하면 전기료도 절약되고, 전기를 만들 때 발생하는 대기오염물질도 줄일 수 있다.
- 불필요한 전등은 반드시 끄고, 세탁이나 식기세척은 한꺼번에 모아서 하는 것이 좋다. 전기사용량이 많은 낮 시간을 피해 전기기구를 사용하는 것도 에너지 절약에 도움이 된다.

## 10. 유성페인트, 스프레이 사용 줄이기



- 유기용제를 사용하는 유성페인트 대신 수성페인트를 사용한다.
- 도장작업 시에도 스프레이보다 붓이나 롤러를 사용하면 휘발성 유기화합물(VOCs)의 배출을 줄일 수 있다.

## 부 록



1. 오존 바로알기 O X 퀴즈
2. 관계기관 소개

Q.1 | 오존은 인체에 해로우므로 나쁜 물질인가요?



오존은 공장 굴뚝에서  
가장 많이 배출되지요? | Q.2

Q.3 | 미세먼지처럼 대기가 안정적인  
이른 아침 시간대에  
오존 농도도 높아지나요?

오존 농도가 높아도  
마스크를 착용하면 안전하죠? | Q.4

Q.5 | 에너지 사용량을 줄이면  
오존 저감에 도움이 될까요?

☞ 정답과 해설은 64page에 있습니다.

부록  
2

## 관계기관 소개

### 중앙행정기관(소속·산하기관)

기관명	부서	비고
환경부	기후대기정책과	- 오존 등 대기오염 대책 총괄
	국립환경과학원	- 오존 등 대기질 예보
		- 대기환경연구과
	한국환경공단	- 대기오염측정 및 자료 관리
교육부	학교안전총괄과	- 국가대기오염정보시스템(NAMIS) 운영(대기오염측정망 자료 관리)
		- 실시간 오존 농도 공개(에어코리아), 모바일 앱(우리동네 대기질) 운영
보건복지부	보육기반과	- 학교안전 관리(오존 예·경보 상시 확인, 유치원 및 각급학교 차원 대응)
질병관리본부	보육기반과	- 보육시설 관리(오존 예·경보 상시 확인, 어린이집 차원 대응)
	감염병관리과 (기후변화대응TF)	- 오존으로 인한 건강 영향

### 지방자치단체

기관명	부서	비고
지방자치단체	대기관리과, 기후대기과, 환경정책과 등	- 도시대기측정망의 설치·운영, 오존 등 대기오염도 측정
	보건환경연구원	- 오존 경보제 운영(경보 발령 및 해제)과 단계별 조치사항 이행

## 오존 바로알기 O X 퀴즈 ... 정답과 해설



### A.1

대기 중의 오존은 자극성이 있어서 관리가 필요한 물질이지만, 성층권의 오존은 인간에게 좋은 역할을 하며 살균 목적으로 오존을 사용하는 경우도 있으므로 무조건 '나쁜 물질'로 볼 수는 없습니다.

성층권 내의 오존은 지상으로부터 20~30km에 밀집하여 오존층(Ozone layer)을 형성하고 있습니다. 오존층은 햇빛 중에서 피부암, 백내장 등을 일으키는 생명체에 해로운 자외선(UV-B 등)을 95~99% 정도 흡수하기 때문에 지구상의 인간과 동·식물의 생명을 보존하게 하는 보호막 역할을 합니다.



### A.2

오존은 공장이나 자동차에서 대기 중으로 직접 배출되는 오염물질이 아니라, 자동차 배기가스, 산업 활동에 따른 질소산화물, 휘발성 유기화합물(VOCs) 등 1차 오염물질이 태양 빛과 광화학 반응을 하여 생성되는 2차 생성물질입니다. 이렇게 오존 생성에 기여하는 1차 오염물질을 오존 전구물질이라고 하며, 질소산화물(NOx)은 자동차, 휘발성 유기화합물(VOCs)은 유기용제 사용이 주된 배출 원입니다.



### A.3

오존은 여름철, 한낮 등 태양 빛이 강할 때 농도가 높아지기 때문에 미세먼지 농도가 높아지는 조건과 차이가 있습니다. 특히, 계절적 영향으로 미세먼지는 겨울과 봄에 고농도 현상이 많이 나타나며 오존은 온도가 높은 한여름에 고농도 현상이 발생할 가능성이 높습니다.



### A.4

입자상 물질인 미세먼지와는 달리, 오존은 가스상 물질이므로 마스크로 차단되지 않습니다. 그렇기 때문에 오존 주의보나 경보가 발령되면 호흡기 질환자 등 폐기능이 약한 사람이나 어린이, 노약자들은 가능한 실외 활동을 자제하는 것이 좋습니다.



### A.5

오존 전구물질인 질소산화물(NOx), 탄화수소류는 화석연료를 연소하는 과정에서 발생하므로, 대중교통을 이용하고 전기에너지를 절약하면 오존 발생을 줄일 수 있습니다.











ISBN 978-89-93652-31-4

발 행 : 환경부 대변인실(044-201-6061)  
30103 세종특별자치시 도움6로 11

정책담당 : 환경부 기후대기정책과(044-201-6872)

© 2016 Copyrights Ministry of Environment. All Rights Reserved.

본 책자는 「저작권법」 제53조에 따라 어문저작물로 등록된 저작물로서 저작권법의 보호를 받으며,  
교육, 홍보 등의 목적으로 사용하시고, 책자내용을 인용하는 경우 출처를 명시하여 주시기 바랍니다.