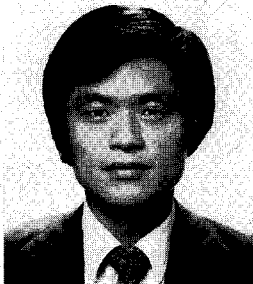


# 탄산가스

대기중의 CO<sub>2</sub>농도가 현재의 2배가 되면 대기온도는 3.8°C 상승한다고 한다. 그러나 CO<sub>2</sub>가 대기중에서 증가하고 도시온도의 증가로 인한 green house effect와 분진농도가 증가하여 dust dome을 형성하게 되고 또 분진은 구름의 핵을 형성하므로 구름이 많아지면 기온이 내려간다. 대기의 혼탁도가 2배가 되면 기온은 3.4°C 내려간다고 하며 일사량이 1% 감소해도 지표의 평균 기온은 5°C 내려가고 15% 일사량이 감소하면 기온은 9°C 떨어진다.



金潤信  
(한양대 의과대학 부교수)

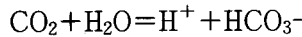
## 1. 서론

탄산가스(CO<sub>2</sub>-이산화탄소)는 대기중의 정상 성분으로서 인간이나 동물의 호흡기로 배출되고 연료가 연소되면서 생성되는 물질이다. 한편 식물은 광합성(photosynthesis)에서 탄산가스를 이용하기 때문에 대기중의 탄산가스의 농도는 일정한 수준을 유지하여 왔다. 일반적으로 탄산가스는 농도가 높은 생태계에서 다른 유해가스의 발생을 동반하여 냄새를 발생시키는 예가 많다.

한편 탄산가스 농도는 측정방법이 비교적 용이하고 측정방법의 종류가 다양하여 탄산가스의 농도는 실내공기오염의 대표적 지표로서 이용되고 있다.

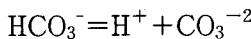
## 2. 성질

탄산가스(CO<sub>2</sub>)의 밀도는 1.976g/l(0°C, 1atm), 임계온도는 31°C이다. 무색, 무취, 무미의 기체로 물에 녹인 약산성을 나타낸다.



$$\text{평형상수 } K_1 \text{ 은 } K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$$

$$= 4.45 \times 10^{-7}$$



$$\text{평형상수 } K_2 \text{ 는 } K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]}$$

$$= 4.69 \times 10^{-11}$$

CO<sub>2</sub>는 H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, 지방산 등과 같이 물에 녹아 수질오염이 되어 산도(acidity)를 나타내고 수중에 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, OH<sup>-</sup> 등이 녹아있으면 약염기성을 나타낸다.

CO<sub>2</sub> 가스의 분자량은 44.01로 보통 공기의 분자량이 28.8이므로 CO<sub>2</sub>가스는 같은 양의 공기에 비해 약 1.5배 무겁다고 할 수 있다. 탄산가스의 허용농도와 유해농도를 보면 표1과 같다.

탄산가스농도의 표시법은 %, ppm(백만분의 1), m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> 등이 있으나 이것의 관계식은 1 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = 100% = 1,000,000ppm이다. 일반적으로 대

기중의 탄산가스의 농도는 각종 배기가스의 증가로 350-400ppm에 달하여 필요환기량의 검사가 요청되고 있다.

우리나라의 실내환경기준은 공중위생법의 건축위생관리법에 의해 CO<sub>2</sub>가스의 함유량이 1000ppm=0.1%=0.001m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> 이하로 유지되어 있다.

표 1. CO<sub>2</sub>의 허용농도 및 유해농도

농도(Vol. %)	정 의
0.07	다수의 사람이 계속적으로 실내에 머물 경우의 허용농도
0.10	일반적 허용농도
0.15	환기계산에 사용되는 허용농도
0.2-0.5	쾌 불량
0.5 이상	매우 불량
4-5	호흡중추신경을 자극, 호흡시간이 길수록 위험
-8-	10분간 호흡시에 매우 호흡곤란, 두통 발생
18이상	치명적

### 3. 지구온난화 현상

대기중에 320ppm의 CO<sub>2</sub>양은 인체에 해롭지는 않으나 과량의 CO<sub>2</sub>는 12μ-18μ의 장파장을 흡수하여 이것을 지구에 방사하여 지구의 온도를 높이는 효과가 생기는데 이것을 온실효과(green house effect)라고 한다. 대기 중의 CO<sub>2</sub>농도는 Paris에서 1891-1900년 중 평균농도는 320ppm이고 1901-1909년 중 평균농도는 321ppm으로 거의 증가는 없었다. 그러나 1954-1964년의 평균농도는 351ppm으로 1891-1909년사이의 평균농도보다 30ppm증가하였고 5년 평균으로 보면 2.7ppm 증가하였다.

대기중의 CO<sub>2</sub>농도가 현재의 2배가 되면 대기 온도는 3.8°C상승한다고 한다. 그러나 CO<sub>2</sub>가 대기중에서 증가하고 도시의 온도의 증가로 인한 green house effect와 분진농도가 증가하여 dust dome을 형성하게 되고 또 분진은 구름의 핵을 형성하므로 구름이 많아지면 기온이 내려간다. 대기의 혼탁도가 2배가 되면 기온은 3.4°C내려간다고 하며 일사량이 1% 감소해도 지표의 평균 기온은 5°C내려가고 15% 일사량이 감소하면 기온은 환경관리인, 1992.3

9°C감소한다.

지구온난화의 주범으로 알려진 이산화탄소는 여러 형태의 화석연료를 연소시키는 과정에서 발생하며, 연료별 발생량을 보면 화석은 0.366g/kcal, 천연가스는 0.211g/kcal에 이어 화석을 100으로 할때, 석유 81, 천연가스는 58이 된다. 이에 따라 지구환경문제에 대한 인식이 고조되면서 천연가스수요의 증가는 불가피할 것이고 이러한 국제 천연가스시장의 변화에 사전적으로 대응하는 노력이 필요할 것이다.

지구온난화는 과거부터 누적된 온실가스의 방출에 기인한 것으로, 선진제국들이 경제성장과정에서 방출시켜 온 이산화탄소의 양을 감안할 때, 이들의 일차적인 책임을 면키 어려울 것 같다. 이러한 점이 지구환경문제를 둘러싼 선진국과 개도국간의 이행상충을 야기시키고 있다. 현 시점에서의 주요국의 이산화탄소 방출량을 보면, 전세계 연간 방출량 50여억톤(탄소화산가스)중 1위가 미국으로서 연간 11억톤, 2위는 소련 9억톤, 3위가 중국의 4억톤, 4위가 일본의 2.3억톤, 5위는 서독의 1.8억톤으로 나타나 이들 5개국의 전세계방출량의 55%를 상회하는 것을 알 수 있다. 우리나라도 단일국가로는 만만치 않은 0.5억톤(1988년기준) 정도를 방출하고 있다.

환경문제	원 인	파 급 효 과
지구온난화 (온실효과)	탄산가스, 메탄, 프론, 오존, 수증기 등이 원인 탄산가스가 원인의 50% 차지 공해효과는 발전소와 자동차 지표에서 방출되는 적외선 흡수	현 추세라면 2030년에는 지구온도가 1.5-4.5°C, 해면수위가 20-140cm 상승할 전망 산림과 경작지의 황폐화, 기상이변 등으로 생활, 산업, 생태계에 심각한 영향 초래 가능

### 4. 대책

#### 1) 지구환경

최근 지구환경 회의중 지구온난화에 대한 세계인의 경종을 울려준 것은 1988년 6월 「캐나다」의 「토론토 정상회담(Toronto Summit)」 직후에 개

최된 「기상변화 : 지구환경보전에의 의미」 제하의 국제회의 선언문이었다. 이 선언문은

· 지구전체의 기온상승과 이산화탄소 등 온실가스의 대기중 온도간에 높은 상관관계가 있으며,

· 현재와 같은 온실가스의 배출이 유지될 경우, 21세기 중반이전에 기온을 섭씨 1.5-4.5도, 해수면은 30-150cm정도 상승할 것을 경고하고,

· 지구대기보전을 위한 국제협약, 세부기준설정 등을 위한 협력, 관련국내법 제정을 요청하면서,

· 대기중 이산화탄소농도의 안정화를 위해 배출량의 50% 이상을 소멸해야 하며, 이를 위한 1단계 조치로 2005년까지 이산화탄소 배출량을 1988년수준의 80%로 소멸(10%는 에너지이용효율개선, 10%는 연료전환, 재생에너지/원자력의 확대이용으로) 할 것.

등을 제시하고 있다. 그 중 마지막 사항, 절 2005년까지 1988년 수준의 80%선으로 감축하자는 내용에 대해서는 많은 논란이 있으나, 아직도 대표적인 기준안으로 다루어지고 있다는 점에서 중요한 의미를 갖고 있다.

## 2) 실내공기의 대책

연소기구를 사용하지 아니할 경우 탄산가스 농도를 증가시키는 원인은 인간의 호흡에 의해 배출된다고 볼 수 있다. 한편 탄산가스를 부유분진과는 달리 휘टना 여과장치를 실내탄산가스의 농도를 허용치로 유지하기 위하여는 외기를 유입시켜 실내공기를 희석시키는 방법이 최선의 방법이라 할 수 있다. 이 경우 필요한 외기의 유입량은 실내에 머무는 사람의 수에 따라 매우 차이가 있을 수 있다. 따라서 탄산가스 농도를 허용치 이하로 유지하기 위해 필요한 외기의 유입량은 다음의 식으로 계산한다.

$$Q(\text{m}^3/\text{시간. 명}) =$$

$$\frac{M(\text{m}^3/\text{h. 명})}{\text{실내허용 CO}_2\text{농도 } C_1(\text{m}^3/\text{m}^3) - \text{외기 CO}_2\text{농도 } C_0(\text{m}^3/\text{m}^3)}$$

$$\text{여기서 } M=20(1/\text{h, 명})$$

$$=20 \times 10^{-3}(\text{m}^3/\text{h, 명})$$

$$C_1=1000\text{ppm}=10^{-3}(\text{m}^3/\text{m}^3),$$

$$C_0=300\text{ppm}=0.3 \times 10^{-3}(\text{m}^3/\text{m}^3)\text{을 대}$$

입하면

$$Q = \frac{20 \times 10^{-3}}{10^{-3} - 0.3 \times 10^{-3}} \\ = \frac{20 \times 10^{-3}}{0.7 \times 10^{-3}}$$

$$=28.6(\text{m}^3/\text{h, 명})\text{이 된다.}$$

여기서 1명당 탄산가스의 발생량인 20(1/h, 명)은 안정시의 양으로 이 수치보다 사무실에서는 많을 수가 있고 외기탄산가스 농도인 300ppm도 도시에서는 꽤 작은 수치라고 가정할때 보통 실내 탄산가스의 농도를 1,000ppm으로 유지하는데 필요한 외기의 유입량(1명당)은 30(m<sup>3</sup>/h) 정도라고 할 수 있다. 예로서 어느 사무실에서 20명이 회의중일 경우 탄산가스 농도를 700ppm이하로 유지하기 위해 회의시 1명당 탄산가스 발생량의 흡연을 고려하여 35(1/h, 명)로 하고 유입되는 탄산가스 농도는 350ppm으로 할때 실내공조용 송풍공기중에 유입되는 외기량은 다음과 같이 계산된다.

$$Q = \frac{M}{C_1 - C_0}\text{에서}$$

$$M=35(1/\text{h, 명}) \times 20\text{명} \times 10^{-3}(\text{m}^3/1)$$

$$=0.7(\text{m}^3/1)$$

$$C_1=700\text{ppm}=0.0007(\text{m}^3/\text{m}^3)$$

$$C_0=350\text{ppm}=0.00035(\text{m}^3/\text{m}^3)$$

$$Q = \frac{0.7}{0.0007 - 0.00035} = 2000\text{m}^3/\text{h}$$

즉 외기로부터 유입되는 공기량은 1시간당 2000m<sup>3</sup>가 필요하다고 할 수 있다. ◻

# 내가 가진 환경풍토 후손들이 본 받는다