

오존화 기체를 이용한 오존수 제조에 관한 연구

(A Study about Ozonized Water Making that Use O₃)

박현미*, 이창호, 이상근, 송현직, 윤병한, 임창호, 이광식

(Hyun-Mi Park, Chang-Ho Lee, Sang-geun Lee, Hyun-jig Song, Byng-Han Yoon, Chang-Ho Lim, Kwang-Sik Lee)

Abstract

It is research about special quality of ozone gas concentration and dissolved ozone concentration that show according to change of flow rate when liquefied ozone gas in water. If increase flow rate of ozone gas, ozone concentration increases being proportional and amount to fixed flow rate, dissolved ozone concentration was measured low.

When ozone concentration flow rate 1000 [ppm], dissolved ozone concentration smelted to flow rate 1.5[Q] for 28 [min] is 0.1740 ~ 0.8020 [mg/l]. Could know that half-life is most short by 3 minutes 8 seconds in flow rate 1.5 [Q]. And ozone smelted 20 minutes later after half-life measurement became disjointing all.

1. 서론

환경오염은 생태계뿐만이 아니라 인체에 대해서도 상당한 영향을 미치므로 산업의 발달과 함께 관심이 날로 증가하고 있다. 최근 우리나라에서도 삶의 질을 중요시하는 '웰빙' 트렌드와 휴식 안정을 필요로 하는 현대인이 늘어남에 따라 건강과 쾌적한 생활환경에 초점이 맞춰지기 시작했다.

이러한 관점에서 환경오염의 원인이 되는 오염물질의 제거나 발생저감을 위한 대책의 일환으로 전기적 방전 현상에 의해 발생하는 고도의 무공해 처리 기술인 오존의 활용이 크게 대두되고 있다.

오존은 자기분해의 과정에서 생기는 원자상태 산소의 작용에 의해 강력한 산화력을 유지하고 있기 때문에 미생물의 불활성화 및 화학반응 등에 널리 이용할 수 있다. 또한 오존기체를 수중에 용해시켜 오존수로서도 이용할 수 있기 때문에 다양한 목적으로 사용할 수 있는 이점을 가지고 있다.

채소, 과일등의 살균, 세척, 농약의 제거등에 사용되고 있는 오존수는 각 분야에서 적정 오존 농도가 다르므로 필요 이상의 오존수 농도가 투입되면 경제적, 환경적인 문제점을 가져오게 된다.

이런 관점에서 본 연구는 앞으로 가정에서 효

율적으로 쓰일 수 있는 저농도 오존수를 제조하기 위하여 소형오존발생기와 오존수 응용에 관한 기초 자료로 활용할 목적으로 오존화 가스의 유량, 오존수 농도 및 온도의 변화에 따른 제특성 등에 관한 것이다.

2. 본론

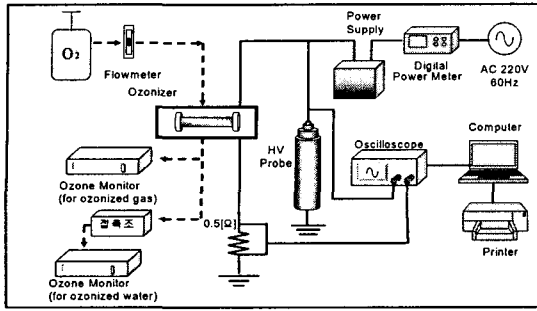
2.1 실험장치 및 방법

그림 1은 오존발생장치에서의 방전특성 및 오존생성특성을 연구하기 위한 실험장치의 배치도를 나타낸 것이다. 그림에서 실선은 방전특성을 조사하기 위한 전원장치와 계측장치들을 접속한 회로이며, 점선은 오존생성특성을 연구하기 위한 가스흐름선도로서 원료가스 공급장치 및 계측장치들을 흐르는 오존화 가스의 흐름을 나타낸 것이다.

원료가스로는 산소를 이용하였고 flowmeter로 유량을 측정후 오존발생기에 투입하여 오존화시킨 후 오존 접촉조에 투입 후 용해시킨다. 용매로는 일반 수돗물을 사용하였으며 오존을 좀더 빠르고 균일하게 용해시키기 위해 수중펌프(AC220V, 소비전력 10W)를 사용하였다.

매회 10회 측정하여 그 평균치를 채택하였으며, 오존발생기의 방전 공간 내에 존재하는 불순물을 제거하고, 방전환경을 일정하게 하기위해 전

압을 인가하지 않고 매 유량 마다 Q를 일정하게 하여 3분정도 강제 배기시킨 후 측정을 하였다.



2.2 실험결과 및 고찰

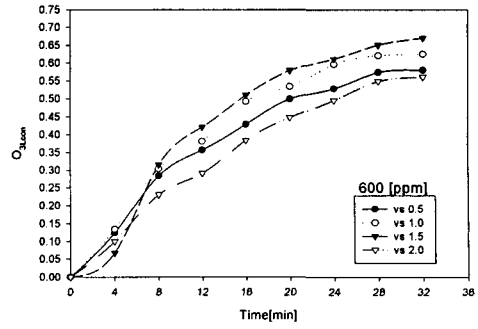
2.2.1 기상오존농도에 따른 용존오존농도 특성

그림 2와 그림 3은 온도 18~19[°C]를 유지시키고 접촉조에 20ℓ를 채운 후 기상오존농도를 변화시키고 유량을 변화시켰을 때, 시간 변화에 따른 용존오존농도특성을 나타낸 것이다.

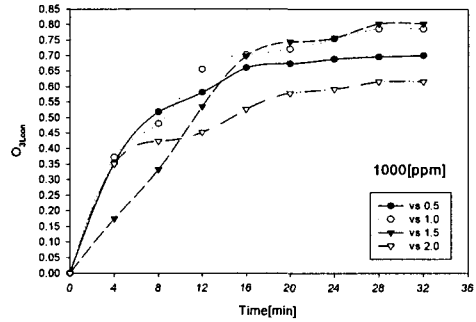
그림 2는 기상오존농도 600, 1000[ppm]에서 유량을 변화시킬 때, 시간상승에 따른 용존오존농도 특성을 나타낸 것이다.

(a), (b)에서 동일 유량에서 기상오존농도의 농도가 높은 것이 용존오존농도 역시 높은 것을 알 수 있다. 이는 동일 유량에서 농도가 높은 오존가스가 접촉조 내에 유입하게 되면 용해되는 오존농도 역시 증가하게 되므로 기상오존농도가 높을 때 용해되는 오존농도가 높게되며, 포화되는 시간도 (b)인 경우 즉 1000[ppm]의 오존화 가스로 투입시킨 경우가 더욱더 빠르게 나타났다. 고농도로 투입하게 되는 경우가 포화용액을 빠르게 제조할 수 있다는 것을 알 수 있다.

그러나 시간이 증가하여 일정시간이 되면 용해도 곡선이 완만해 지는 것을 볼 수 있다. 이렇게 투입시간이 26분 이상이 되면 그 특성이 포화하게 된다. 이것은 수중온도에 따라 어느 일정한 용해도로서 포화하게 되고 잔량의 O₃는 공기중으로 배기되기 때문이다. 이 시점 이후에는 수중에서 분해 오존량에 상당하는 오존량을 투입하게 하여 기중으로 비산하는 오존을 극소화 시키는 것이 오존에 의한 대기오염을 크게 줄일 수 있게 될 것이다.



(a) 기상오존농도 600 [ppm]

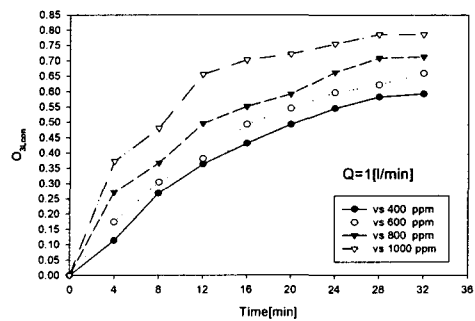


(b) 기상오존농도 1000 [ppm]

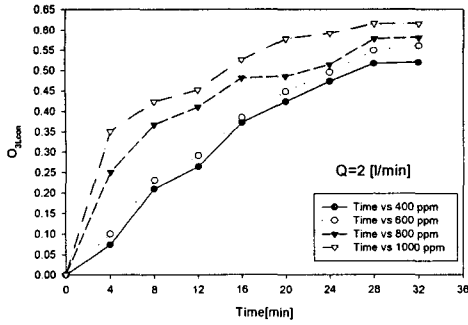
그림 2. 각 유량별 오존농도특성

그림 3은 유량 1.0, 2.0 [ℓ/min]에서 기상오존농도를 증가시킬 때, 시간상승에 따른 용존오존농도특성을 나타낸 것이다.

(a), (b)에서 동일 용존오존농도에서 유량이 증가할수록 용존오존농도 역시 증가하다가 2.0[ℓ/min]가 되면 용존오존농도가 낮게 측정되었다. 이는 본 연구에 사용된 오존발생기 유로의 단면적이 일정하므로 유량(Q)은 유속(U)에 비례하므로 일정 유속 이상이 되면 접촉조에서 포화되어 용해되지 않은 O₃로 공기중으로 배기되기 때문이다.



(a) 유량 1[ℓ/min]



(b) 유량 2.0[l/min]

그림 3. 기상오존농도에 따른 용존오존농도특성

2.2.2 유량에 따른 반감기 특성

용매 내의 오존의 안전성을 측정해 보기 위해서 오존의 농도가 일정하게 유지된 후 오존 공급을 중지하고 오존의 농도 변화를 측정하였다.

그림4는 기상오존농도 1000[ppm]을 18℃ 물에 35분 동안 용해시켰을 경우 유량에 따른 용존오존농도에 대한 반감기특성을 나타낸 것이다. 초기 오존의 분해 속도는 급격히 감소하며 반감기는 약6분으로 측정되었다. 오존공급 중지 후 약 21분 후면 수중 잔류 오존은 Monitor에 측정 되지 않을 정도로 거의 분해 됨을 알 수 있다.

수중용해농도가 높을 경우에는 O₃의 상호작용에 의하여 같은 반감기에 대량의 오존이 분해됨을 알 수 있고 이는 기중의 특성과 같음을 알 수 있다.

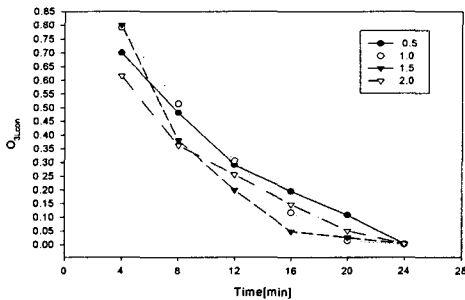


그림 4. 기상오존농도 1000[ppm]일 때 각 유량별 반감기 특성

3. 결론

본 논문에는 동축원통형 오존발생기를 제작하

여 오존화가스를 수돗물에 용해시켰을 때 용해가스농도와 투입유량의 변화에 따라 나타나는 용존오존농도의 특성에 대해 검토하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 동일 조건의 방전공간에서는 입력전압이 증가함에 따라 농도는 계속 증가한 후, 점차 포화하는 특성을 보인다.

(2) 원료가스의 유량을 증가시키면 오존농도는 반비례하여 감소한다.

(3) 기상오존농도 1000[ppm]인 경우 상승이 가장 큰 유량 1.5[l/min]인 경우 시간의 변화(4,8,12,16,20,24,28,32[min])에 따른 용존오존농도는 0.1740, 0.3320, 0.5350, 0.6980, 0.7450, 0.7580 및 0.8020, 0.8020[mg/l]의 측정값을 얻을 수 있었다.

(4) 오존화 가스의 유량을 증가시키면 오존농도는 비례하여 증가하다가 일정유량 이상이 되면 용존오존농도가 낮게 측정되었다.

(5) 기상오존농도 1000[ppm]을 18℃ 물에 35분 동안 용해시켰을 경우 유량에 따른 반감기는 유량 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0[l/min]에 따른 반감기는 6분8초, 6분 2초, 3분8초 및 6분4초로 측정되었다. 반면 가장 많이 용해된 유량 1.5[l/min]에서의 반감기가 가장 짧음을 알 수 있는데 이것에 대해서는 차후에 더 많은 실험이 필요하다고 생각한다.

반감기 측정 후 20분 뒤에는 용해된 오존이 모두 분해 되었다.

오존화 가스를 물에 용해시킬 경우, 온도에 관한 특성과 물의 양에 따른 특성 및 용매의 종류에 따른 특성을 향후 연구를 통해서 밝혀지로서 가정에서 효율적으로 쓸 수 있는 소형오존발생기 개발에 중요한 기초 자료로 활용이 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 이상근, 전병준, 박용권, 박원주, 이광식, 권혁한, 송현직, 박중협, "고주파 전압인가에 의한 무성방전형 오존발생기의 원료가스 온도특성에 관한 연구", 한국조명전기설비학회 논문지, Vol.15, No5, pp46~54, 2001
- [2] 김영배, 조국희, 서길수, 이형호, "수중 오존의 분해에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집 pp2041~2043, 2000
- [3] 한정훈, 박진구, 광영신, "초순수내에서의 오존의 용해도와 세정효과", 한국재료학회지, Vol 8, No. 6, 1998.
- [4] 한정훈, 박진부 "반도체 습식세정에서 오존이 첨가

- 된 초순수수에 대한 연구”, 공학기술논문집 Vol 5, NO.1 1997.
- [6] 전병준, 이상근, 송현직, 김영훈, 박원주, 이광식, “3상 전압인가형 중첩방전형 오존발생기의 오존생성 상승효과”, 대한전기학회 논문지, Vol, 49C, No.8, pp.486~476, 2000.
- [7] 전병준, 송현직, 김영훈, 최상태, 이광식, “3상 전압을 사용한 중첩방전형 오존발생기의 오존생성 및 방전잡음특성”, 한국조명전기설비학회 논문지, Vol, 14, No.2, pp.59~67, 2000.
- [8] Byung-Joon Chun, Sang-Keun Lee, Kwang-Sik Lee, “Ozone Generation Characteristics of a Piled Plate-Type Ozonize”, KIEE Intertional Trans. on EA, 12C, No.1, pp.33~37, 2002.
- [9] 李廣植, 李東仁, “氣體放電에 의한 오존생성과 그應用”, 大韓電氣學會 放電·高電壓(研), 學術發表會 論文集, pp.32 ~ 35, 1992.
- [10] Byung-Joon Chun, Hyun-jig Song, Kwang-Sik Lee, “Surface Contaminants Cleaning Characteristics of Etched Si Wafer in SF₆ ICP” 2003 IEEE International Conference On Plasma Science, pp.131 IC07, 2003.