

몇가지 휘발성 유기화합물의 저온 플라즈마 반응

Non-thermal Plasma Reaction of Some Volatile Compounds

양성봉 · 김영우 · 이성화* · 신수연*
울산대학교 화학과, *LG전자 생활시스템 연구소

최근, 자동차나 공장등에서의 NO_x, SO_x 및 VOCs와 같은 유해 가스의 배출과 밀폐된 공간에서의 먼지, 세균 및 내부시설등이 온습도의 상승과 기류의 정체로 발산되는 악취는 심적인 불쾌감을 유발할 뿐만 아니라 인체에 치명적인 해를 주는 등 심각한 문제를 불러일으키고 있다.

유해가스 성분의 처리법으로 오존에 의한 산화, 활성탄이나 약품에 의한 흡착 등의 여러 가지 방법이 연구되고 있다.

특히, 강력한 펄스코로나방전(Intense Pulsed Electrical Corona Discharge)의 물리화학적 작용을 이용한 SO_x, NO_x 및 VOCs 등의 환경 유해 가스의 분해 및 산화 제거기술이 크게 각광을 받고 있다.

이와같은 강력한 펄스코로나방전(Intense Pulsed Electrical Corona Discharge) 즉 저온플라즈마(Nonthermal Plasma)의 전기물리화학적 작용을 이용하여 SO_x, NO_x 및 VOCs 등을 제거하는 기술은 비교적 최근인 1985년에 일본(東京大學, 豊橋技術科學大學)에서 제안 되었으며, 그이후 일본(エネルギー-綜合工學研究所), 이탈리아(Italian National Electricity Board, ENEL), 미국(EPA), 캐나다(McMaster Univ), 러시아 등에서 구체적인 연구를 주도해오고 있다. 이들에 의하면 저온 플라즈마를 SO_x, NO_x 및 VOCs 제거기술로서 이용하는 경우 종래의 화학적방법에 비해 저가화(低價化)가 가능할 뿐만 아니라 실내환경유해가스 제거를 위한 차세대 신기술로서 평가 된바 있으며, 현재 일본 등의 선진국에서는 많은 적용연구가 수행되고 있는 정도이다. 따라서 우리나라에서도 이에 대한 조직적이고 구체적인 연구가 수행됨이 바람직하며, 앞으로 다가올 선진국의 기술패권 시대에 적극적으로 대비함이 매우 필요할 것으로 사료된다.

또한, 공기 청정기술(Gas Cleaning Technology)로써 저온플라즈마 장치를 이용한 유해가스의 정화 방법은 자동차나 공기 청정기 등에 효과적으로 응용될수 있다.

이 방법은 플라즈마 화학을 이용한 방전 등에 의해 생성된 라디칼에 의해 유해가스 성분이 분해 제거 되고 인가 전압이 상승함에따라 오존이 발생하여 오존에 의한 산화반응이 일어나는 것으로 잘 알려져 있다.

지금까지 SO_x, NO_x, acetaldehyde, Freon 가스, Aromatic hydrocarbons등과 같은 몇가지 화합물 들은 효과적으로 제거될수 있는 것으로 알려져 있지만 mercaptans, amines, aldehyde, styrene 등의 법적 규제 물질중에서 몇가지 악취성분들에 대한 연구는 거의 없었다. 또 기존의 연구방향 은 수백~수천 ppm의 고농도의 상황에서 연구가 진행되었지만 실질적으로 일반 대기에서나 가정 및 공장지대에서 배출되는 유해가스의 농도는 최대 수ppm에서 최소 수ppb의 아주 저농도로 발생 한다.

따라서, 본 연구는 실제 대기 분위기에서 발생할수 있는 수십ppb에서 1ppm의 저농도에서 n-Hepane, acetaldehyde, Trimethylamine, Dimethyl disulfide, Acetic acid, Ammonia, Styrene 및 담배취를 표준가스로 실험을 실시하였다.

실험을 위해 제작된 저온 플라즈마 장치의 성능 및 인가전압, 유속에따른 오존 발생량을 측정하였으 며, 또한 실험방법상에서도 기존의 방법과는 달리 AeroTrap-GC/FID의 장치로 저온 흡착법에 의해 유해가스의 제거율을 확인 하였고, AeroTrap-GC/MSD 및 FT-IR로 이차 생성물(by-products)

을 확인 하였다.

그 결과, 일정한 인가전압 이하(<4KV)에서는 오존이 거의 발생하지않지만 인가전압이 증가하고 유속이 감소수록 오존의 발생량은 증가한다. 그리고 모든 표준가스에 대해서도 인가전압이 증가하고 유속이 감소할수록 그 제거율 역시 증가한다.

반응에 의한 이차생성물은 오존에 의한 산화반응보다는 저온 플라즈마에 의해 그의 대부분이 H₂O, CO₂, N₂O 등의 단순분자(Sample molecule)가 생성된다.

이로써, 저온 플라즈마 반응은 유해 가스의 제거에 효과적임을 밝혔다.