

## 수질-P10      환경호르몬물질의 오존반응성에 관한 연구(1) 페놀류 환경호르몬물질의 오존반응성

이종팔\*, 성락창<sup>1</sup>, 이성식<sup>2</sup>, 박현석<sup>3</sup>, 류병순<sup>3</sup>  
동아대학교 화학과, <sup>1</sup>환경공학과, <sup>2</sup>화학공학과  
<sup>3</sup>부산광역시 상수도사업본부

### 1. 서론

전세계적으로 산업이 고도화됨에 따라 현재 사용되고 있는 화학물질의 종류와 배출량이 증가하여 상수원수의 오염문제가 심각하게 대두되고 있다. 인간이 지금까지 만들어낸 화학물질은 약 10여 만종에 이르며, 낙동강유역에 현재 가동중이거나 조성중인 산업단지, 공단은 농공단지 외에 약 27개 수계로의 환경호르몬 물질로 의심되는 특정오염물질 유입 유무가 의문시되고 있다.

우리나라의 경우<sup>1)</sup> 전국 43개 수계에서 37개 물질군에 대한 조사결과 다이옥신을 제외하고 13개 물질이 검출되었고, 검출빈도가 높은 순서로는 비스페놀-A(100%), 노닐페놀(100%), 4-n-펜틸페놀(100%), 4-n-헵틸페놀(93%), DBP(54%)이었고 최고 검출 농도는 각각 0.97, 5.88, 0.36, 0.06, 3.63 $\mu\text{g}/\ell$ 로 나타났다.

물속에 존재하는 유기물질 및 무기물질의 오존산화반응에 관한 연구는 Hoigné<sup>2,3)</sup> 등에 의해 많이 연구된 바 있으나, 최근 산업발전에 따라 오염 가능성이 높은 내분비장애물질에 대한 오존산화반응에 관한 연구<sup>4)</sup>는 국내외적으로 아직도 부족한 실정이며, 따라서 산업용 화학물질 중 조사 물질을 선정하여 고도정수공정 중 오존처리 및 과산화수소/오존처리에 의한 산화반응속도를 측정하여 반응성을 비교하였으며, 오존반응에 의해 최종 생성되는 유기물질을 분석함으로써 반응메카니즘을 예측하였다. 또한 고도정수처리에 있어서 오존처리이후 입상활성탄여과처리공정에서 쉽게 흡착 및 미생물분해처리될 수 있는 물질로 전환되는지를 예측함으로써 고도정수처리의 중요한 기초자료를 확보하고자 한다.

### 2. 실험 및 기기

낙동강 수계에 노출되기 쉬운 환경호르몬물질 중 페놀류화합물을 선정하여 고도정수공정 중 오존처리 및 과산화수소/오존처리인 고도산화처리(AOP)에 의한 산화반응속도를 측정하여 반응성을 비교하였다. 오존반응속도를 측정은 일정농도의 환경호르몬물질을 유리로 제작된 1L 오존반응조에 넣고 국내 제작한 3.06~0.96g/hr 용량의 소형오존발생기에서 일정농도로 발생하는 오존을 주입한다. 이때 반응온도는 항온조로 일정하게 유지시키고 오존공기농도는 3~5mg/L로 연속적으로 주입시켜 반응시켰으며, 일정시간 간격으로 시료를 채취한 후 UV분광광도계로 일정과장에서의 흡광도변화를 측정하였다. 본 실험에 사용한 기기는 반응속도측정에 사용한 기기는 모델 CARY50인 UV-visible spectrophoto-

meter이다.

### 3. 결과 및 고찰

일정과장에서 측정된 흡광도 변화를 일차반응식인 Guggenheim식<sup>5)</sup>에 적용하여 유사 일차반응속도상수( $k_{obs}$ )를 구하고 상대적 반응성을 비교하였다.

본 실험조건은 pH 8, 16°C에서 5, 50ppm페놀류/50ppm과산화수소의 오존반응에 대한 흡광도변화를 시간변화에 따라 측정하였다. 이 측정값으로부터 페놀류 환경호르몬물질의 오존 및 오존/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>반응에 대한 유사일차반응속도상수( $k_{obs}$ )를 구하여 표 1에 나타내었다.

표 1. 페놀류화합물의 오존반응속도상수( $k_{obs}$  at 16°C)

물질명 구분	phenol (50ppm)	2,4-dichloro- phenol (50ppm)	benzophenone (50ppm)	4-octyl- phenol	bisphenol-A	4-t-butyl- phenol
오존	$6.05 \times 10^{-3}$	$11.5 \times 10^{-3}$	$1.96 \times 10^{-3}$	$3.09 \times 10^{-3}$	$10.9 \times 10^{-3}$	$25.4 \times 10^{-3}$
오존+ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$2.73 \times 10^{-3}$	$7.96 \times 10^{-3}$	$36.9 \times 10^{-3}$	$1.84 \times 10^{-3}$	$9.11 \times 10^{-3}$	$19.6 \times 10^{-3}$

페놀류화합물의 오존반응은 pH가 높은 수용액속에서 더 빠르게 진행되며, 오존단독 반응보다는 오존/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>반응이 약간 더 느리게 진행됨을 볼 수 있었는데 이는 페놀류의 초기 오존반응이 OH라디칼 반응보다는 오존삼입반응으로 진행됨을 예측할 수 있다.

### 4. 요약

페놀류화합물의 경우 오존단독반응에서 보다 오존/과산화수소반응이 더 속도가 느림을 알 수 있었는데 이는 Hoigné 등이 이미 제시한 ·OH라디칼반응보다 오히려 ortho위치의 오존삼입반응메카니즘으로 진행됨을 알 수 있으며, 반대로 benzophenone의 경우는 ·OH라디칼에 의한 산화반응이 더 잘 진행됨을 볼 수 있었다.

### 참고문헌

1. 환경부, “내분비계장애물질(환경호르몬)조사·연구 결과”, (2000).
2. Hoigné, J. and H. Bader. 1983a. Rate constants of reactions of ozone with organic and inorganic compounds in water. I. Non-dissociating organic compounds. *Water Res.* 17: 173-183.
3. Hoigné, J. and H. Bader. 1983b. Rate constants of reactions of ozone with organic and inorganic compounds in water. II. Dissociating organic compounds. *Water Res.* 17: 185-194.
4. 攢池一料, 素富功, 西川歎弘, “内分]泌攪亂作用か疑われるいくつかの化學物質の促進酸化處理”, Proceeding of 8th. Annual Conference on Ozone Science and Technology, in Japan, Kagoshima, (1999).