

# 고도복합산화제를 이용한 건식고도산화법의 질소계 악취물질 저감 특성

오혁진, 유승열, 유자연, 이진영, 김용철<sup>1</sup>, 이태현<sup>1</sup>, 이태호, 류희욱\*

승실대학교 화학공학과, 신성플랜트<sup>1</sup>

## I. 연구배경

- ✓ 지속적인 악취관련 민원 증가
- ✓ 환경부에서는 악취물질 22종을 지정 악취물질 관리
- ✓ 악취에 노출 시 건강 문제: 호흡기 자극, 두통, 메스꺼움 등
- ✓ Ammonia와 trimethylamine(TMA)를 저감하는 방식으로 오존산화법, 세정법 등이 있지만 폐수 처리 등 추가적인 처리 필요
- ✓ 기존 고도산화제의 단점을 보완할 수 있는 고도산화제에 대한 연구가 활발히 진행중 sodium percarbonate(SPC)가 대표적
  - 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)를 포함하여 고체상의 과산화수소로 평가됨
  - 다양한 종류의 라디칼 및 활성산소종을 생성하여 다양한 오염물질 저감에 유리
- ✓ Permanganate 계열 산화제는 아민류를 산화시킨다고 알려져 있음
  - 토양에서 많이 사용되며 대기상 오염물질에 대한 연구 적음
  - Sodium permanganate는 potassium permanganate에 비해 높은 용해도로 고농도 필요시 사용
  - 과산화수소와 반응하여 Mn(II)를 생성
  - Ammonia는 저감하지 못한다고 알려져 있음

## II. 연구목적

- ✓ 고도복합산화제를 이용한 건식고도산화법을 적용하여 질소계 악취물질(암모니아, TMA)의 효과적인 저감 가능성 검증
- ✓ Sodium percarbonate(SPC)와 permanganate 계열 산화제(SPM, PPM)의 조합을 통한 고도복합산화제의 최적 혼합 몰비 도출
- ✓ 각 산화제 조합이 질소계 악취물질 저감에 미치는 시간별 저감 특성 분석
- ✓ 건식고도복합산화법의 기작을 심층적으로 분석하여 질소계 악취물질에 대한 효과적인 저감 방법론 제시

## III. 연구 재료 및 방법

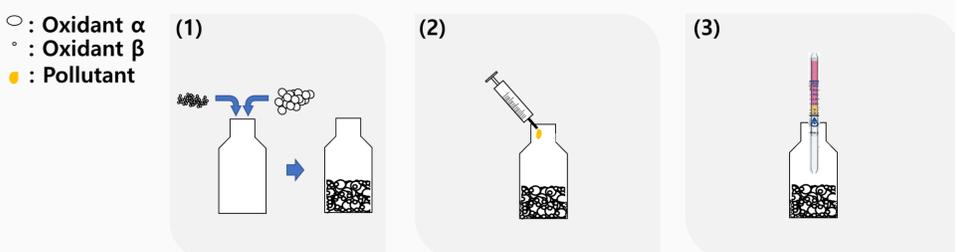
### 1. 사용 시약

- 산화제 (SIGMA-ALDRICH, USA)
- ✓ Sodium percarbonate(SPC)
  - ✓ Sodium permanganate(SPM)
  - ✓ Potassium permanganate(PPM)

- 질소계 악취물질
- ✓ Ammonia (28.0~30.0%)
  - ✓ Trimethylamine(~45wt%)

### 2. 연구 방법

#### 연구 방법 모식도



#### 연구 순서

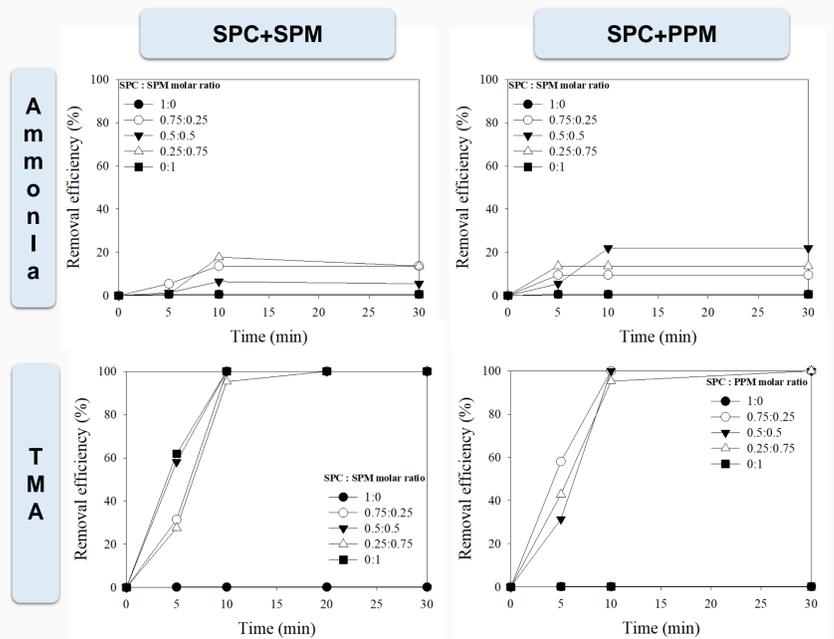
- (1) 혈청병에 산화제를 특정 몰비(0:1, 0.25:0.75, 0.5:0.5, 0.75:0.25, 1:0)로 혼합하여 약 64 mmol의 고도산화제 투입
- (2) 혈청병을 밀폐시킨 후 질소계 악취물질을 1 μL 투입
- (3) 검지관을 사용하여 시간에 따라 혈청병내 질소계 악취물질 농도를 측정

### 3. 분석

- ✓ 질소계 악취물질 농도 분석 :
  - 검지기 : GV-110(GASTEC, JAPAN)      - 검지관 : 3La(ammonia), 3M(TMA)

## IV. 연구결과

### 고도복합산화제를 이용한 질소계 악취물질 저감 특성



- ✓ 암모니아 저감 실험
  - SPC와 PM 단독 사용: 암모니아 저감 효과 미미.
  - SPC와 PM 혼합 사용: 30분 후 저감 효율이 5%p - 20%p 상승.
    - ➔ SPC+SPM: 몰비 0.25:0.75, 0.5:0.5, 0.75:0.25에서 17%p, 6%p, 13%p 상승.
    - ➔ SPC+PPM: 몰비 0.25:0.75, 0.5:0.5, 0.75:0.25에서 13%p, 20%p, 9%p 상승.
- ✓ TMA 저감 실험
  - SPC와 PPM 단독 사용: 저감 효율 1% 미만.
  - SPC+PPM 혼합 사용: 5분 후 42%, 31%, 58% 저감, 30분 후 완전 저감.
- ✓ 반응 메커니즘
  - SPC와 PM 혼합 사용 시, 질소계 악취물질 저감 효율이 크게 향상됨.
  - 이러한 효과는 radical 또는 ROS 생성에 기인한 것으로 분석됨. PM이 반응 과정에서 Mn<sup>2+</sup>를 방출하여 SPC의 radical 및 ROS 생성 메커니즘에서 촉매 역할을 함.
  - 이는 기존 연구들과 일치하며, 다양한 radical 및 ROS가 추가적으로 생성되어 단일 산화제보다 강력한 산화능을 발휘함.

## V. 결론

- ✓ SPC와 permanganate 계열 산화제 단독 사용 시 저감 성능
  - SPC 단독 사용: 암모니아와 TMA 모두 거의 저감되지 않음.
  - SPM 단독 사용: 암모니아의 저감 효과는 미미하지만, TMA는 완전 저감.
    - ➔ 이는 permanganate를 이용한 TMA 저감 연구와 일치.
  - PPM 단독 사용: 암모니아와 TMA 모두 저감되지 않음.
    - ➔ 이는 SPM과의 용해도 차이에 기인한 것으로 판단.
- ✓ 혼합 산화제의 저감 성능 향상
  - SPC+SPM (0.5:0.5 혼합 조건): 암모니아 저감효율 5%p 상승.
  - SPC+PPM (0.5:0.5 혼합 조건): 암모니아 저감효율 22%p 상승, TMA는 5분 내 58% 저감, 30분 후 완전 저감.
- ✓ 반응 메커니즘 분석
  - Permanganate는 Mn<sup>2+</sup> 방출, 이는 정촉매 역할을 통해 저감 효과 증대.
  - 이는 기존 연구와 일치하며, 과산화수소에 Mn<sup>2+</sup>를 정촉매로 사용하는 다른 연구와도 부합.
- ✓ 연구의 의의 및 향후 연구 방향
  - 건식고도산화법에서 SPC와 permanganate 계열 산화제 혼합은 질소계 악취물질 저감에 있어 효율성을 극대화함.
  - 산화제 혼합 비율과 촉매 효과를 고려한 최적 반응 조건을 찾기 위한 추가 연구가 필요함.

본 연구는 환경부의 녹색혁신기업 성장지원 프로그램(2022003160002)과 한국연구재단의 이공학 학술연구기반구축(2021R1A6A1A03044977)의 지원에 의해 수행하였습니다.