

## 층상화합물을 이용한 악취 처리용 흡착분해제의 제조

김주희, 이희진\*, 조영상  
한국과학기술연구원 청정기술연구센터

### Preparation of Adsorption-decomposer Using Lamellar Compounds for Odor Treatment

Ju-Hee Kim, Hee-Jin Lee\*, and Young-Sang Cho\*  
Clean Technology Research Center, KIST

#### 서론

오늘날 각종 산업 활동 및 에너지 소비의 증가 등을 통하여 발생하는 환경 오염 물질의 증대는, 수질, 토양, 대기 구분할 것 없이 모든 차원에서의 오염의 심각성을 대두시키고 있다. 이러한 오염 물질의 하나인 악취 물질은, 약 200만 종에 달하는 지구상의 화합물 중 약 1만 여종에 이르며 다성분의 화학물질이 복합되어 발생한다. 악취 유발 물질은 화합물 분류에 따라 메르캅탄이나 벤젠과 같은 휘발성 유기화합물(VOC, volatile organic compound)과 암모니아, 황화수소 등과 같은 휘발성 무기화합물(VIC, volatile inorganic compound)로 나눌 수 있으며, 대부분 생분해성이 거의 없는 물질들이라 효율적으로 처리하기가 어려운 실정이다. 또한 악취 물질은 인체에 유해한 유해 대기오염물질(hazardous air pollutants)일뿐 아니라 특히 VOC의 경우 도시 광화학 스모그와 오존 생성의 원인 물질로도 잘 알려져 있기 때문에 제어 기술에 대한 연구가 절실히 요구되고 있다.

이러한 악취 유발 오염 물질을 제거하기 위한 방법으로는 흔히 활성탄, 실리카, 제올라이트, 벤토나이트 등의 흡착제가 이용되었다. 그러나 기존에 사용되던 이러한 흡착제의 물리적 흡착만으로는 다양한 악취 유발 오염 물질을 처리하는 데에 한계가 존재한다. 중금속이나 유기물을 흡착시키는 데에 있어 우수한 능력을 나타내는 것으로 알려진 벤토나이트의 흡착성은, 주요 성분인 몬모릴로나이트(montmorillonite)의 반응성에 기인한다. 이러한 벤토나이트는 비금속 광물자원인 층상화합물이기에 무기물이나 계면활성제를 이용하여 흡착성을 개선시키는 연구가 활발히 진행되고 있다.

또한 최근 들어 대기 중의 다양한 오염원들을 산화 반응(oxidation)을 통해 제거시키는 분야도 크게 주목받고 있다. 특히 촉매를 이용한 산화반응은 생분해성이 거의 없는 휘발성 유기화합물 및 악취 유발 화합물을 함유하는 폐기 배출 물질을 처리하는데 있어 적절한 방법으로 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는, 벤토나이트의 흡착 및 반응성을 증가시키기 위하여 다양한 금속 산화물의 주입을 통하여 악취 유발 오염 물질을 처리하고자 하였다. 즉 흡착 능력이 우수한 것으로 알려져 있는 층상화합물 벤토나이트를 기본으로 악취 물질 분해를 위한 산화 촉매를 분포시켜 흡착 능력을 향상시킴과 동시에 산화 반응을 통한 오염 물질의 분해 제거를 이루고자 하였다.

#### 본론

##### 1. 흡착분해제의 제조

###### 1-1. 사용 시약

반응에 사용한 주요 화합물은 표 1에서 보는 바와 같다. 기본 원료인 천연 층상화합물 벤토나이트(BN 90)는 국내산을 전처리하여 사용하였으며, 보조 원료인 알루미늄과 활성탄은 시약급으로 사용하였다. 원료에 주입시키기 위해 사용된 무기화합물들 또한 모

두 시약급으로 더 이상의 정제없이 그대로 사용하였다.

구분	사용물질
기본 원료	벤토나이트 (BN 90)
보조 원료	알루미나 (A), 활성탄 (C)
주입 촉매	SnCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O, Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O, Cu(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O, NiCl <sub>2</sub> ·9H <sub>2</sub> O, CoSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O, Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O, Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , CaCO <sub>3</sub> , ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O, Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O, FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O, MgSO <sub>4</sub> , Bi(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> VO <sub>3</sub> , (NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> ·4H <sub>2</sub> O

표 1. 반응에 사용된 시약

1-2. 제조 실험

전처리 한 BN 90을 기본 원료로 하여 알루미나와 활성탄 각각 그리고 알루미나와 활성탄을 함께 원하는 비율로 첨가한 후 0.0116인치 구멍의 체(meshes to the inch 48)로篩어 놓았다. 3차 증류수를 가하여 적당히 반죽한 후 다시 반죽기를 이용하여 완전하게 혼합하였다. 여기에 표 1에서 제시한 다양한 금속화합물을 고형분의 산화물 대비 각 1~10wt%로 계산하여 첨가하였다. 이를 다시 반죽하고 적당한 형태로 만들어 전기로에서 열처리한다. 열처리한 뒤 제조된 흡착분해제는 갈색 데시케이터에 보관하였다.

2. 약취 물질의 흡착분해 처리

2-1. 사용기기 및 시약

약취물질의 처리 확인은 기체 크로마토그래피(Hewlett Packard GC 5890)으로 하였으며, 이때 Chromosorb 101 컬럼과 TCD 검출기를 사용하였다.

2-2. 실험

흡착분해 실험에 사용된 장치는 다음의 그림 1에서 볼 수 있다. 약취 제거를 위한 실험은 실온에서 이루어졌다. 사용된 약취 물질인 아세알데히드는 특급 시약을 80% 수용액으로 만들어 공기를 버블링하여 3~30ml/min의 속도로 흘리며 흡착분해 성향을 관찰하였다.

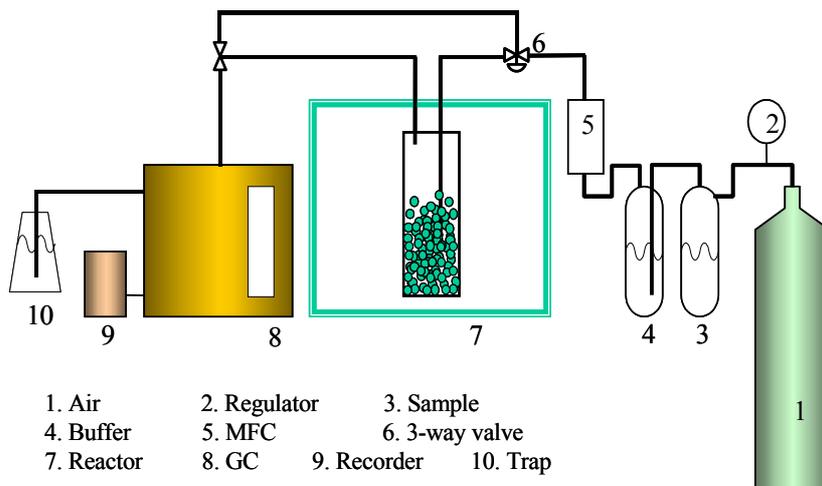


그림 1. 흡착분해 장치 개략도

**결론**

주원료인 층상화합물 BN 90에 보조 원료인 알루미늄을 적정 비율로 가하고 기공성 향상을 위해 활성탄을 사용하여 기본 흡착분해제를 제조하였다.

우선 기본 흡착분해제의 제조를 위하여 BN 90과 알루미늄의 비율을 다양하게 변화시켜 보았다. 활성탄의 첨가량은 고품질의 50%로 고정하여 제조한 후 실온에서 반응 처리한 결과를 다음의 그림 2에 나타내었다. 다양한 조성들 대부분에서 60% 이상의 아세트알데히드가 잔류하였다.

흡착분해 성능을 향상시키기 위하여 다양한 금속 산화물 촉매를 주입하였다. 악취 물질의 흡착이나 분해의 성능이 우수하다고 알려진 금속 산화물을 위주로 1~10wt%의 비율로 주입하였다. 그림 3에서 볼 수 있듯이 볼 수 있듯이 코발트 화합물을 사용할 경우 가장 좋은 흡착분해능을 보였다. 또한 스트론튬의 경우 3시간 처리 반응에서는 아세트알데히드가 점점 증가하는 양상으로 나타나, 추후 3시간 이상의 처리 반응을 실시하였으나 우수한 성능을 나타내지 않았다.

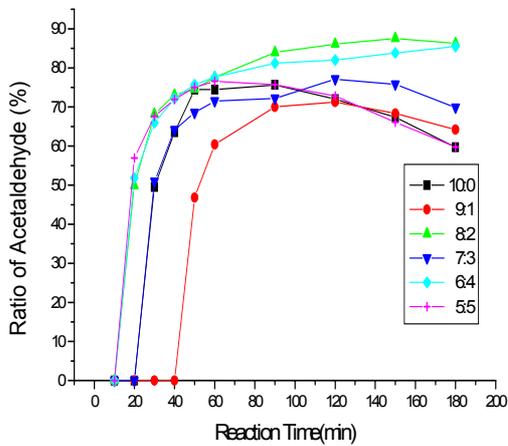


그림 2. BN 90과 알루미늄의 조성 비율에 따른 흡착분해능

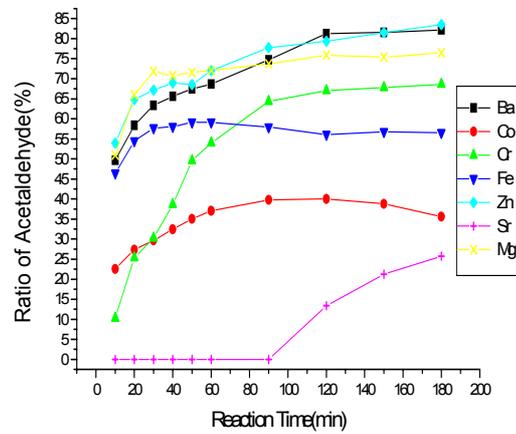


그림 3. 다양한 금속산화물 주입에 따른 흡착분해능

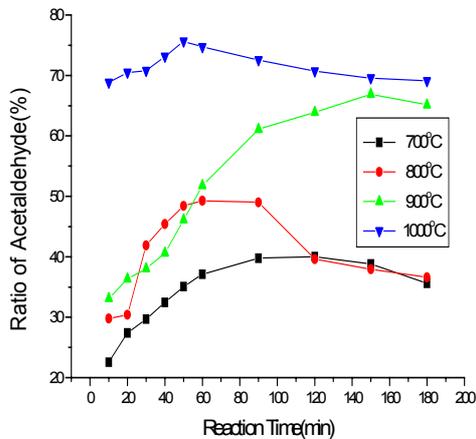


그림 4. 열처리 온도에 따른 흡착분해능

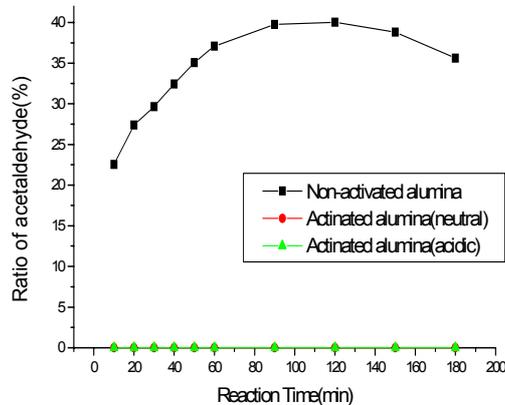


그림 5. 다양한 알루미늄 사용에 따른 흡착분해능

이렇게 코발트 산화물이 주입된 흡착분해제의 열처리하는 온도를 변화시켜 흡착분해능을 살펴보았다. 그림 4에서 볼 수 있듯이 고온보다는 700℃일 때 가장 안정된 양상을 나타내었다. 이는 보조 원료로 사용되는 알루미늄이  $\gamma$ 구조를 나타내는 온도로 기공성 향상과 관련된 것으로 인식되었다. 또한 활성탄의 조성 비율도 다양하게 변화시켜 보았으며 50% 첨가시에 가장 좋은 흡착분해능을 나타내었다.

가장 우수한 결과를 나타낸 코발트 산화물이 첨가된 흡착분해제를 바탕으로 다양한 알루미늄을 사용하여 제조하였다. 일부 활성 알루미늄의 경우에 실온에서의 3시간 처리 반응 결과 아세트알데히드가 나타나지 않는 우수한 흡착분해능을 나타내었다. 따라서 흡착분해능이 우수한 코발트계 흡착분해제를 이용한 장기간의 처리 반응이 이루어져야 할 것으로 사려되었다.

### 참고문헌

1. Sauer, M. L. and Ollis, David F.: "J. Catalysis," Academic Press, 149, 81(1994)
2. Masuda, S., et al.: "J. Electrostatics," Elsevier, 34, 415(1995)
3. Watanabe, N., et al.: "Applied Catalyst B: Environmental," Elsevier, 8, 405(1996)
4. Srinvas, S. T., et al.: "J. Mat. Sci.," Kluwer, 32, 965(1997)
5. Sinquin, G., et al.: "Applied Catalyst B: Environmental," Elsevier, 27, 105(2000)