나노촉매이용 악취제거

정광덕 · 주오심 | 한국과학기술연구원
나노환경센터 선임연구원
E-Mail : jkdcat@kist.re.kr

1. 서 론

하수, 분뇨처리장, 공장폐수 및 축산폐수처리장, 매립지등 각종 환경기초시설로부터 석유화학단지를 비롯한 각종 산업시설, 그리고 농촌의 축사에 이르기까지 악취를 발생시키는 사업장은 우리 생활주변에 널리 분포되어 있다. 국내에서는 2000년에 악취방지법 및 이법의 시행규칙이 개정되었고 환경청도 기존의 악취대책을 강화하고 있다.

냄새가 나는 물질은 수 십만종에 이르는 것으로 알려져 있으며 우리 주변에도 실재로 많은 냄새가 존재하고 있다. 현재, 국내에서 그 배출기준은 대표적인 8가지종에 대해 집중되고 있으며 실제 사업장에서 배출되는 중요한 악취물질로는 황화수소, 메틸 메르캅탄, 및 암모니아를 들수가 있다. 처리해야할 물질의 종류가 많은 것에 비례해서 이들 악취물질들을 처리하는 기술도 매우 다양하게 개발되어 왔고 촉매산화법, 바이오필터법, 플라즈마법등이 활발하게 연구되고 있다.

나노촉매기술은 기존의 악취기술 중 산화촉매반응에 적용되는 분야라고 할 수 있다. 기존의 산화촉매반응은 통상 300℃ 이상의 고온에서 산화반응에 의해 악취물질을 분해하는 기술로 많은 에너지가 소요되고 있고 저온에서 높은 산화능력을 갖는 촉매기술의 개발이 중요한 과제가 되고 있다.

나노촉매란 원자, 분자 혹은 초분자로 이루어진 나노크기 혹은 그 이하의 분자활성능력을 갖는 입자체 혹은 세공 구조체 및 세공내의 나노분산체를 말하며 나노촉매이용 악취제거기술은 이러한 반응전환용 기능성 나노소재를 이용하여 악취를 제거하는 기술을 말한다. 이러한 관점에서 활발히 연구되는 악취제거분야중 하나인 나노광촉매기술을 먼저 언급하고 활성금속 및 금속산화물을 담지체에 나노크기로 담지시킴으로써 산화온도를 상온 또는 상온근처에서 가능하도록 하는 나노담지촉매에 의한 악취제거기술에 대한 논의를 하도록 하겠다.

2. 나노 광촉매에 의한 악취제거기술

2.1 광촉매에 의한 악취제거기술의 개념

오염원이 발생되었을 때 자연계는 태양에너지를 흡수하여 스스로 오염물질을 제거하여 정화하는 능력을 가지고 있으며 이와 같은 자연계의 자정작용의 근원은 태양광이다. 자정작용의 원리를 살펴보면 호수, 강, 바다 또는 대기중의 물방울에 많이 포함되어 있는 H_2O_2가 OH 라디칼을 발생시켜 흡수된 태양에너지를 이용해 오염원을 산화시켜 제거하는 것이다.

산업의 발달과 화석에너지 사용이 증가하면서 배출되는 오염물질이 자연계가 스스로 처리할 수 있는 한계를 넘어서면서 축적된 오염물질은 환경오염을 유발하고 있기 때문에 인위적인 반응을 통해 태

양에너지를 흡수하여 오염원을 제거하려는 노력이 증가하고 있다. 태양에너지를 흡수하여 광에너지에 의한 화학적 반응을 유도하기 위해서 보조물이 필요하고 이 반응의 초기 유발을 도와주는 물질을 광촉매라고 한다. 광촉매로 작용하는 반도체 물질들은 특정 띠간격(band gap) 이상의 광에너지를 흡수하면 전자와 정공(hole)의 전하쌍을 생성되고 이렇게 생성된 전하쌍은 재결합 반응을 통해 반도체 내부에서 열로 소모되거나 광촉매 표면으로 확산되어 유독성 물질과 만나 광화학 반응에 참여하게 된다. 즉, 광 촉매로 사용되는 물질의 특성파장의 광에너지가 광촉매에 의해 흡수되어 기체 상태나 액상에 용해되어 있는 분해대상 물질과 반응하여 무해한 생성물을 만든다. 표1에 오염물질을 처리할 수 있는 산화환원 작용물질(agents)들을 정리하였다. 표를 보면 hydrated electron의 환원력이 가장 세고 수산기 라디칼과 TiO_2 광촉매 정공의 산화력이 가장 크다는 것을 알 수 있다.

현재까지 알려진 반도체중에서 유기 물질의 분해

표 1. Redox power of agents for pollution abatement

Species	Standard reduction potential vs normal hydrogen electrode*
Hydrated electron	-2.90
Hydroxide radical, •OH	2.80
Superoxide radical, $O_2^{\bullet -}$	-0.33
Ozone, O_3	2.07
Hydrogen peroxide, H_2O_2	1.78
$e^-_{CB}(TiO_2)$	-0.5
$h^+_{CB}(TiO_2)$	2.70

효율을 비교해서 n형 반도체인 TiO_2가 가장 효율이 뛰어나고 ZnO의 경우 비슷한 활성을 가지지만 산이나 염기성 용액에 용해되기 때문에 실질적으로 활용되기 어렵다. 가장 효율이 높은 Anatase type의 TiO_2는 3.2eV의 띠간격 에너지를 가지며 이 물질의 한계파장은 380-410nm 범위이기 때문에 이 파장 이하의 광에너지를 흡수하면 가전자대(valence band)의 전자가 전도대(conduction band)로 여기된다. 즉 전자들로 채워져 있는 가전자대에 있는 전자가 광에너지를 흡수하여 전도대로 이동하면서 가전자대에 전공을 만들면서 전하쌍를 생성한다.

이렇게 전자가 여기된 광촉매가 수용액 중에서 반응할 경우 정공은 강력한 산화제인 OH 라디칼을 생성하여 유기물질을 분해하는 산화반응에 참여하고 전자는 환원반응에 활용된다. 현재까지의 연구결과에 의하면 광촉매의 활성은 수용액중에 포함된 유독성 물질의 특성에 따라 그 효율이 달라지며 광촉매의 효율은 이 공정비용과 직접 연결되기 때문에 효율개선의 노력이 필요하다.

광촉매 반응은 기상과 액상공정으로 활용할 수 있으며 각 공정이 가진 특성 때문에 처리하고자 하는 오염물질의 성질에 따라 선택적으로 사용되어야 한다. 대기중에 포함된 유기물질(VOC)을 처리할 수 있는 기상공정은 여러 가지 장점을 가졌다. 그 중 하나는 액상에서보다 유기물질의 물질전달 속도가 10배 이상 빠르기 때문에 반응속도가 높다는 것이고, 다른 장점은 산소와 같은 산화제의 공급이 원활하여 반응을 지연시키는 문제가 발생하지 않으며, 액상에 필수적으로 존재하는 제 3의 물질에 의한 촉매 표면에서의 반응 장애가 발생하지 않고, 사용 후 촉매 분리가 용이하다는 것이다. 반면, 슬러지 형태로 사용되는 액상촉매의 경우 촉매분리 문제가 발생한다. 위와 같은 장점외에 기상반응이 가진 단점은, trichloroethylene을 완전히 산화시킬

수 없으며, 광촉매가 활성을 잃었을 경우 수증기를 포함한 공기로 재생시켜야하고(대개는 재생 후 초기 활성을 회복함), 광촉매 표면에 반응의 중간체나 생성물의 흡착이 촉매활성을 저하시킬 수 있다는 것이다. 광촉매를 이용한 공정은 유기물의 특성이나 광원 또는 목적반응에 따라 여러 가지로 분류될 수 있으며 각 반응의 목적에 맞는 방향에서 접근하는 연구가 필요하다.

일반적으로 태양열을 직접 이용하는 경우(Solar-thermal process)에 광효율은 Carnot efficiency에 제한을 받지만 광촉매를 이용하여 광에너지를 흡수하여 바로 전기나 화학에너지로 전환하거나 또는 오염물질제거 반응을 수행할 수 있는 경우(Solar-photonic process)에 광흡수효율은 반도체 고유의 띠간격 에너지여기 및 이동에 관련된다. 띠간격(bandgap=Ug)보다 작은 에너지는 흡수되지 않고 띠간격 이상의 에너지만 흡수된다. 이 경우 띠간격보다 큰 에너지(U)에서 U-Ug 만큼의 에너지는 광촉매 내부에서 열로 흡수되어 열손실이 일어나게 된다. 그 외에도 전자나 정공의 이동 및 전해질과의 접촉에 의해 생기는 띠구부러짐 현상 또는 산화환원 반응에 걸리는 과전압에 의한 에너지 손실이 있다. 광촉매를 이용하는 시스템에 따라 에너지 손실에 차이가 있지만 기본적인 원리는 같다. 광효율을 측정하는 방법은 여러 가지가 있지만 대개는 IPCE value(Incident Monochromatic Photo-to-Current Conversion Efficiency)에 따른다.

IPCE는 입사하는 light photon의 수 대비 collected 전자(current)의 수의 비로 나타낸다. 광촉매를 사용하여 오염물질을 처리하는 공정에서의 광효율은 흡수된 광에너지대비 처리된 오염물질의 양으로 계산할 수 있다. 일정량의 빛을 흡수하여 처리할 수 있는 오염물질의 량이 증가하면 광효율이 증가한 것을 의미한다.

2.2 오염원의 제거를 위한 광촉매 활용기술

오염원 제거를 위한 광촉매 활용기술의 경우 대기, 수처리, 또는 토양처리 기술로 분류할 수 있으며 수처리의 경우 음용수의 살균 소독 및 여러 가지 산업체에서 발생되는 폐수의 정화 및 암모니아나 황화수소와 같은 악취 물질제거에 활용할 수 있는 기술이다.

광촉매 활용기술의 실용화 가능성을 뒷받침하는 기술로 표면적을 증가시킬 수 있는 다양한 광촉매 제조기술이 있으며, 전자와의 친화력이 강한 귀금속 촉매의 첨가로 전도대로 여기된 전자를 분리하여 전자-정공 재결합 반응을 억제하여 광분해 효율을 증가시키는 기술, 그리고 산화, 혹은 환원반응을 선택적으로 유발시키기 위해 반도체 특성을 갖는 다른 금속산화물과의 composite 구성 기술 등이 있다. 또한, 나노입자 크기의 광촉매가 구성되면 원래 금속이 가진 특성과는 전혀 다른 전기적 특성을 나타내기 때문에 나노입자를 이용해 악취제거 반응을 수행하고자 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 또한 이런 연구를 통해 보다 효율이 높은 광촉매의 개발이 가능하기 대문에 새로운 기술로 분류될 수 있다. 광촉매의 효율을 증가시키기 위해서는 빛 흡수효율을 증가시켜야 하고 여기된 전자-정공의 재결합을 억제하고 전자나 정공의 표면으로의 이동을 활성화시켜야 하는데 나노입자 크기의 광촉매를 사용할 경우 전하의 확산거리가 짧아지기 때문에 재결합보다는 산화,환원반응에 참여할 가능성이 커지는 장점이 있다.

2.3 광촉매의 나노사이즈 효과

광촉매의 입자크기가 작아졌을 때 나타날 수 있는 물리적인 현상은 촉매의 유효표면적이 증가하여 광촉매표면과 오염물질이 접촉할 수 있는 표면적이 증가하여 광효율이 증가하는 것이다. 그림1은 입자

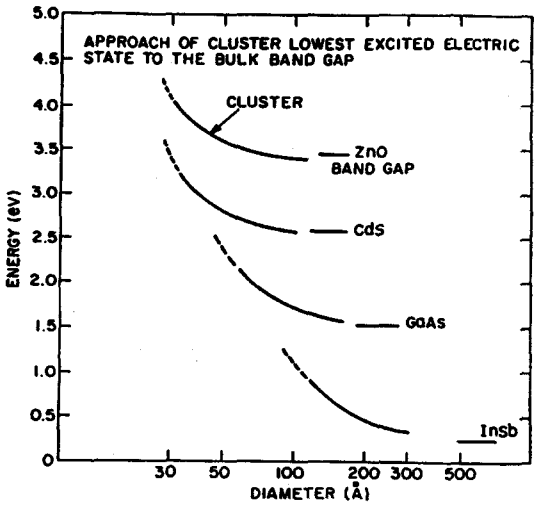

그림 1. 구형입자의 입경과 비표면적과의 관계

크기에 따른 촉매표면적의 관계를 나타내고 있는데 표면적이 증가하면 반응활성이 증가한다. 광촉매반응의 경우 광을 흡수하여 여기된 전자가 산화환원반응에 참여하기 때문에 입자크기는 광촉매의 흡수, 발광현상(luminescence), 빛의 산란등의 광학특성에 영향을 미치고 결국 광효율에 영향을 미치게 된다. 입자크기의 변화로 전기적인 특성에 영향을 미치게 되는데 이것은 전하의 이동, 띠간격위치, 전하들의 재결합 또는 페르미에너지 준위에 영향을 미치게 된다.

광촉매의 입자크기가 나노미터 사이즈로 작아졌을 때 관찰되는 가장 놀랄만한 현상은 그 광촉매의 흡수 스펙트럼이 크게 변하는 것이다. 이런 현상은 띠 간격에너지가 작은 반도체 물질에서 더욱 크게 나타난다. 반도체물질에서 전자들의 에너지상태는 띠를 구성하고 있는데 반도체 입자의 크기가 De Broglie wavelength 보다 작아지면 전자들의 에너지밀도가 감소하게 되어 입자가 클 때 연속적인 허용(allowed) 에너지상태들이 불연속적으로 변하게 된다. 이런 양자화(quantization) 효과가 나타나는 한계 입자크기는 전자의 유효질량(effective mass)에 따라 결정되며 반도체물질마다 전자의 유효질량은 다르다. Si(4.3nm), CdS(2.8nm), GaAs(12.5), 그리고 InP는 입자크기가 10nm가 되면 양자화효과가 나타난다. 양자화효과가 나타나면 반도체의 띠간격 에너지가 커지기 때문에 가전자대와 전도대의 깊이가 커지게 되고 이것은 산화,환원 반응활성에 영향을 미치게 된다. 양자화효과가 나타나는 입자크기와 띠간격에너지 관계를 그림2에 나타내었다. 광촉매로 가장 안정되게 사용되고 있는 TiO_2의 경우 전자의 유효질량이 커서 광촉매의 입자크기가 3nm가 되어야 양자화효과가 나타난다.

광촉매를 이용하여 악취물질을 제거하기 위해서는 광촉매가 빛을 받아 가전자대에 정공을 남기면서 전자가 전도대로 여기 되어야 한다. 이 때 광촉매는 악취물질을 산화시킬 수 있는 띠가장자리를 가져야 한다. 이런 띠 가장자리는 광촉매 입자크기가 충분히 작아지면 양자화 효과가 나타나면서 가전자대의 띠가장자리는 보다 양의 방향으로 전도대의 띠 가장자리는 보다 음의 방향으로 움직이기 때

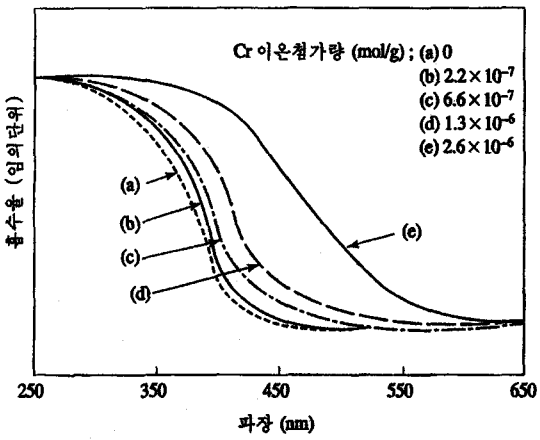

그림 2. 반도체 입자크기에 따른 띠간격에너지

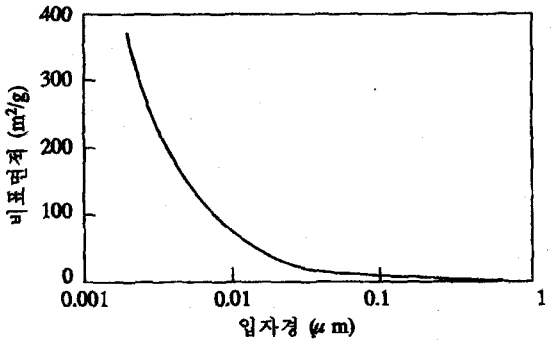

그림 3. 크롬을 이온주입한 분말 이산화티탄 광촉매의 광흡수 스펙트라

문에 광촉매의 입자크기가 작아지면 산화환원 활성이 나타날 수도 있다. 광촉매로 사용되는 반도체 물질의 가전자대의 깊이는 광촉매의 산화력의 강도를 나타내고 전도대의 높이는 환원력의 강도를 나타내기 때문에 광촉매의 입자가 nm 크기로 감소하면 가전자대와 전도대의 깊이가 깊어져 산화환원반응의 구동력이 커지게 된다.

광촉매반응의 광효율을 증가시키기 위해서 통상 다른 금속물질을 광촉매표면에 담지하여 사용하는데 이 경우 담지된 금속이 전자-정공의 재결합사이트를 제공하여 광효율을 감소시킨다는 연구결과들이 발표되었다. 일본 오사카부립대학의 안포교수는 이온주입방법으로 크롬을 TiO_2내부에 주입하여 가시광영역의 빛을 흡수하여 광촉매반응이 일어나는 것을 확인하였다. 안포교수의 경우 이온주입법에 의해 TiO_2 입자의 내부에 원자크기의 크롬을 균일하게 주입하는 것이 가능하여 전자-정공대의 재결합이 증가하지 않고 가시광을 이용하여 광반응을 할 수 있었다. 그림 3은 안포교수의 연구결과를 나타내고 있다.

3. 나노 담지촉매에 의한 악취제거기술

촉매의 활성은 활성성분의 표면적이 클 경우 높게 나타난 다는 것은 이미 잘 알려진 사실이고 이러한 관점에서 오랫동안 촉매연구자들은 나노란 개념이 도입되기 이전부터 활성 촉매입자를 가능한 한 작게 유지하려 노력해 왔다. 그러나 촉매작용이 단순히 크기만의 효과만으로 기인하지 않는 geometric effects, electronic effects, spill-over, synegistic effect 및 SMSI (strong metal support interaction)등 반응활성에 기여하는 많은 요소들이 강조되어 왔고 담지 활성금속의 크기에 따른 영향은 이들의 직접적인 효과들내에서 기술되어 왔다. 이러한 이유로 활성촉매의 크기가 작다고 해서 반응활성이나 촉매안정성을 제공하지는 않지만 이들 촉매작용을 촉진할 수 있는 필요조건이 되는 것이다.

이러한 나노촉매의 중요한 논의는 금을 담체에 나노크기로 담지하는 경우 높은 활성을 보이는 많은 결과들로부터 입증되고 있다[6].

촉매활성은 전이금속이 높으며 d 전자궤도가 차 있는 금이나 은등은 활성이 없는 것으로 알려져 왔다. 그러나 최근의 연구는 이들 금이 나노크기로 담지되는 경우 화학촉매나 환경촉매로 매우 높은 활성을 보이는 것이 발견되었다. 많은 연구들로부터 금이 나노크기로 담지된 촉매를 제조하여 여러 반응에 적용하여 왔고 그 결과를 요약하면 표 2에 나타낸 바와 같다.

특히, 금이 Fe_2O_3, Co_3O_4 나 TiO_2에 나노크기로 담지되는 경우 -70℃에서도 높은 CO 산화력을 보이고 있으며 담지된 금의 크기에 따른 반응활성은 그림 4에 나타낸 바와 같다. 그림에서 5 nm이상의 크기에서는 낮은 활성을 보이고 있지만 금이 3 nm 이하로 담지되는 경우 CO 산화반응의 활성은 현격히 증가하게 되는 것을 보여주고 있다. 일반적으로 산소는 defect가 없는 Au(110) 과 Au(111) 표면에서는 잘 흡착하지 않는 것으로 알려져 있다. 그러나

표 2 지지체로서의 금의 효과 및 촉매반응[6]

화학반응	지지체	비고
완전산화반응		
CO	TiO_2, Fe_2O_2, Co_3O_4, NiO	-70℃ 에서 활성
	$Be(OH)_2$, $Mg(OH)_2$	-70℃ 에서 활성
	Mn_2O_3	80℃에서 수소 선택성
CH_4	Co_3O_2	Pd 의 활성화
$(CH_3)_3N$	$NiFe_2O_4$	N_2 의 선택성
부분산화반응		
$CH_3CH=CH_2$ -> CHOCH CH_2	$Bi_2Mo_3O_{12}$	활성강화촉매
$CH_3CH=CH_2$ -> CH_3CH-CH_2 (O)	TiO_2	수소의 높은 선택성
C_3H_8 -> $(CH_3)_2CO$	TiO_2	수소의 선택성
j-C_4H_{10} -> $(CH_3)_3COH$	TiO_2	수소의 선택성
$C_5H_{11}OH$ -> C_4H_9CHO	boroyilicate glases	NO_2 -> NO
수소화반응		
CO_2, CO -> CH_3OH	ZnO, Fe_2O_3, ZrO_2	Cu의 활성
$H_2C=CH-CH=CH_2$ -> $H_3C-CH_2-CH=CH_2$	Al_2O_3	높은 선택성
환경적 측면		
NO + C_3H_5 + O_2 -> N_2	ZnO, TiO_2, Al_2O_3	N_2O에서 낮은 선택성
할로겐 물질들의 분해	Al_2O_3, Co_3O_4	Pt보다 긴 수명
Chlorofluorocarbons을 이용한 HCN합성	LaF_3	Pt보다 더 안정
광촉매를 이용한 수소 제조	TiO_2	Pt보다 70%정도 비활성
기타		
CH-CH + HCl -> CH_2-CHCl	$HAuCl_4/C$	가장 높은 촉매 활성

금이 고온처리 된 활성 산소와 접촉하게 되면 이들 산소는 해리 되어 산소원자가 형성되는 것으로 알려져 있다. 역으로 30 nm로 제조된 금 표면에서는 일산화탄소뿐만 아니라 산소가 금 표면에 흡착하게 되고 금에 흡착 된 산소는 브랜스테드산 (Bronsted acid)의 특성을 갖게 되고 0℃에서 일산화탄소와 반응하여 이산화탄소로 전환하게 된다. 금 클러스터 (gold cluster) 또한 상온에서 수소나 산소에 대한 반응활성을 갖게 된다. 더 나아가 원자상태의 금은 -263℃의 낮은 온도에서도 일산화탄소를 산화시키는 높은 산화력을 갖게 된다.

금을 나노크기로 담지된 촉매의 저온에서의 높은 산화력은 특히, 악취물질의 제거에 유용하게 사용될 수 있다. 특히, 금은 H_2S나 황화합물에 높은 흡

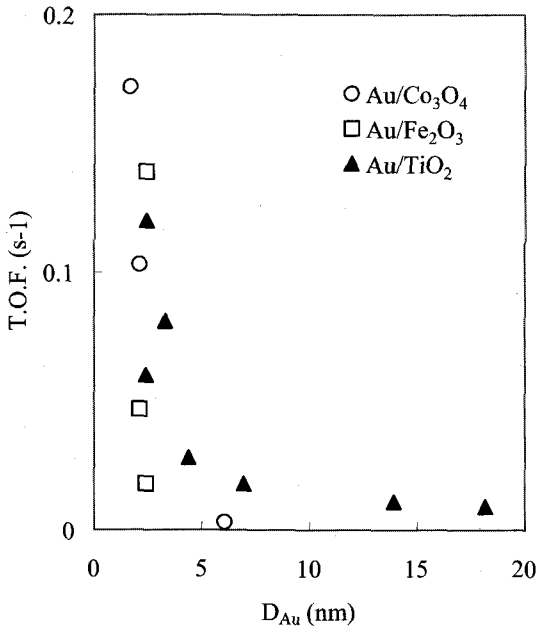

그림 4. CO 산화반응에서의 금 크기의 영향 (반응온도 0℃)

착능력을 가지고 있어 이들의 산화반응에 매우 효과적인 것으로 알려져 있고 이러한 이유로 Fe_2O_3에 담지된 나노금촉매는 일본에서 악취제거제로 상용화되어 시판되고 있다.

나노촉매의 다른 중요한 분야로는 담지체로 나노세공체를 사용하거나 나노세공체에 나노활성금속을 담지시키는 촉매를 들 수 있다. 이 경우 나노세공체에 담지되는 활성입자는 이온상태로 존재하기도 하며 클러스터를 형성하여 담지되기도 한다. 그림 에 나노세공체에 나노클러스터를 담지시킨 나노촉매에 대한 개념적인 그림을 그림 5에 나타내었다.

나노세공체를 이용한 촉매는 재래의 화학공업의 촉매로써 또는 막분리재료로써 사용되어 왔고 또한 악취물질의 흡착제로도 이용되어 왔다. 최근 Fe-zeolite는 NOx의 제거용 촉매[7]로써 수중의 유기물의 제거용 촉매로써 주목을 받아 왔다. 이들 촉매를 이용한 NOx 제거는 SCR (selective catalytic reduction)에 의해 진행되는 데 이를 위해 산화-환원반응 싸이클 (redox cycle)을 위한 철산화물의 구조에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다. 이러한 산화-환원 싸이클을 수행하는 활성구조로써 Fe_4O_4의 나노클러스터, oxygen-bridged binuclear ion complex $[HO\text{-}Fe\text{-}O\text{-}Fe\text{-}OH]^{2+}$, 그리고 Fe^{+3} ion 이 제시되었다. 분명한 것은 Fe_2O_3의 철 산화물은 NOx제거 활성이 낮으며 나노크기의 구조를 갖는 담지 철이 촉매활성을 보인다는 것이다. 제오라이트같은 나노세공체에 활성금속 또는 금속산화물을 나노크기로 담지시키는 일은 비교적 용이하며 이러한 이유로 많은 활성금속이 나노크기로 담지되는 경우 높은 활성을 보이고 있다. NOx 반응뿐 아니라 황화수소나 암모니아같은 대표적인 악취물질을 제거하는 중요한 반응은 산화-환원 (redox) 반응에 의해 진행되며 활성촉매성분이 나노크기로 될 경우 이러한 산화-환원반응이 촉진될 수 있는 것이다.

활성금속 또는 활성산화물을 이온크기 혹은 나노클러스터 크기로 담체에 담지 시키는 일은 제올라

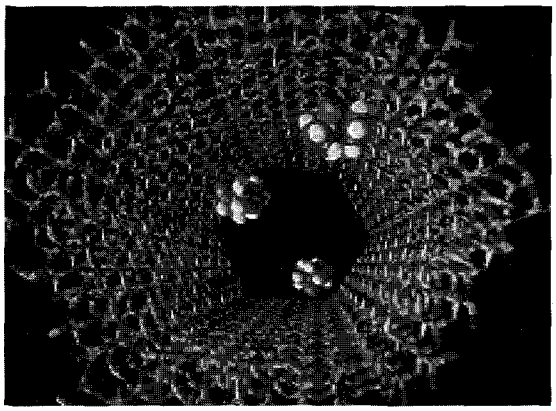

그림 5. 나노클러스터를 나노세공체에 담지시킨 나노촉매

이트같은 나노세공체로써만 가능한 것은 아니다.

일반적인 산화물에 나노활성물질을 담지시키는 일이 가능하다. 한 예로 철산화물이 산화마그네슘에 담지되는 경우 일반적인 담체인 알루미나나 실리카 또는 지르코니아에 담지하는 경우와는 매우 다른 활성을 보이는 것이 보고된 바 있다[8]. 산화철을 마그네슘이외의 다른 금속산화물에 담지시키는 경우 담지 된 산화철이 13 K의 저온에서 상자성(paramagnetic) 특성을 보이는 경우가 드물다. 그러나 산화철이 산화마그네슘에 담지되는 경우 대부분의 산화철이 13 K의 저온에서 상자성의 특성을 가지며 이는 철이 이온상태로 존재한다는 것을 의미하게 된다. 철이 비 균질계 촉매에서 이온상태로 존재하게 되는 경우 앞에서 언급한 산화-환원(redox) 반응에 효과적인 활성점이 될 수 있으며 이러한 이유로 이렇게 제조된 Fe/MgO 촉매는 대표적인 악취물질인 H_2S, NH_3에 대해 높은 처리효율을 보이며 악취처리에 적용한 대표적인 결과를 그림 6에 나타내었다[9]. 그림에서 보듯이 Fe/MgO 촉매를 이용한 악취처리기술은 황화수소나 암모니아에 대해 95% 이상의 높은 효율을 보여주고 있다. 이처럼 황화수소나 암모니아에 대한 높은 처리활성을 보이는 것은 이온특성을 가진 철이 산화-환원 반응작용을 촉진시킨 때문이다.

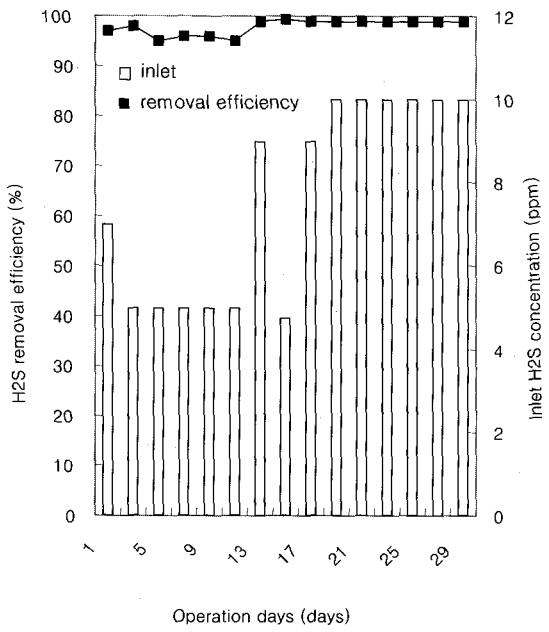

그림 6. 나노촉매를 이용한 악취실험

4. 결론

기존의 산화촉매기술은 고온에서 악취물질을 산화시키는 반응기술이다. 특히 악취물질은 황이나 염소등 촉매의 피독을 일으키는 물질이 많고 높은 반응온도는 촉매의 활성저하를 가져와 촉매기술을 적용할 수 있는 분야가 제한될 수 밖에 없다. 이 경우 나노촉매기술을 도입하게 되면 반응온도들 상온까지 낮추는 일이 가능하게 되며 더 나아가 영하의 온도에서도 높은 반응활성을 보이게 되며 촉매의 피독작용을 제한할 수 있을 것으로 기대된다. 아직 나노촉매에 대한 개념은 광촉매분야에서 특히 정립되어 있지 못하며 금속산화물이나 나노구조체의 경우에도 아직 연구가 초기단계에 있으나 최근, 이들 나노촉매기술이 실용화되거나 실용화단계에 진입한 결과들이 나오고 있다. 특히, 아주 제한적인 분야에만 적용되어 왔던 악취처리분야에 나노촉매기술은 그 이용영역을 크게 확보할 것으로 기대된다.

-참고문헌-

1. 다게우찌 고우지, "광촉매의 세계", 대영사, 옮긴이: 김영도, (2000)
2. Archer, M.D. and Bolton, J.R., J. Phys. Chem., 84 (1990) 8028.
3. Edited by Mario Schiavello, "Heterogeneous photocatalysis", Wiley (1997).

4. Rudiger Memming, "Semiconductor Electrochemistry", Wiley-VCH (2001).
5. Edited by Gary Hodes, "Electrochemistry of nanomaterials", Wiley-VCH (2001).
6. Haruta, M., Catalysis Today, 36 (1997) 153
7. Chen, H-Y, El-Malki, El-M, Wang, X, van Santen, R.A., Sachtler, W.M.H., J. Mol. Catal., 162 (2000) 159.
8. Jung, K.D., ACS meeting, August, 2000.
9. 정광덕, 조성훈, 주오심, 한성환, 촉매, 17(1) (2001) 39.

투고 환영

계간 「공기청정기술」지는 클린룸 업계의 발전을 위하여 보다 많은 클린룸 관련 기술자 여러분의 투고를 기다리고 있습니다.

각종 기술자료를 보내주시면 엄선하여 본 연구조합 기술지에 게재하여 드리고 소정의 고료를 보내드리겠습니다. 또한 본 기술지는 95년도부터는 "업계동정"란을 신설하여 업계의 단신을 수시로 접수, 게재코저하오니 우리 모두의 업계를 가꾼다는 마음으로 사소한 소식이라도 송부하여 주시기 바랍니다.