

석탄회 기반 제올라이트와 이를 개질하여 제조된 수처리용 매질을 이용한 독성중금속 제거 연구(2차년도\_기술개발연구)

< 연구내용 및 결과 >

○ 연구의 필요성 및 목적

- 시화반월산단 중소영세업체에서 배출되는 폐수로 인해 시흥천의 중류 및 하류에서 특정유해물질인 Cu(II)와 Cr(VI)의 농도가 해양환경기준을 초과함.
- 현재 단순 매립처리되고 있는 화력발전소에서 배출되는 석탄회(비산재)를 시화산단 영세사업장에 적용가능한 수처리용 매질로 개발하고자 함.

○ 연구내용

- 시화반월산단 중금속 배출 및 처리현황 조사
- 화력발전소에서 발생하는 석탄회(비산재)의 채취 및 물리화학적 특성분석
- 석탄회 기반 제올라이트 및 이를 개질한 제올라이트의 최적 제조조건 도출 및 특성평가
- 개발된 제올라이트를 이용한 시화반월산단 오염폐수 연속식 처리능력 평가
- 시판되는 상업용 제올라이트와의 성능 및 경제성 비교 평가

○ 연구결과

- 영흥화력발전소내 전기집진기에서 석탄회(비산재) 기반 제올라이트 제조
  - 연구를 통해 합성한 Na-A, Na-X 제올라이트는 시판용과 비슷한 수준의 Cu(II) 제거 성능을 가지며 흡착제로써의 경쟁력이 있음을 확인함.

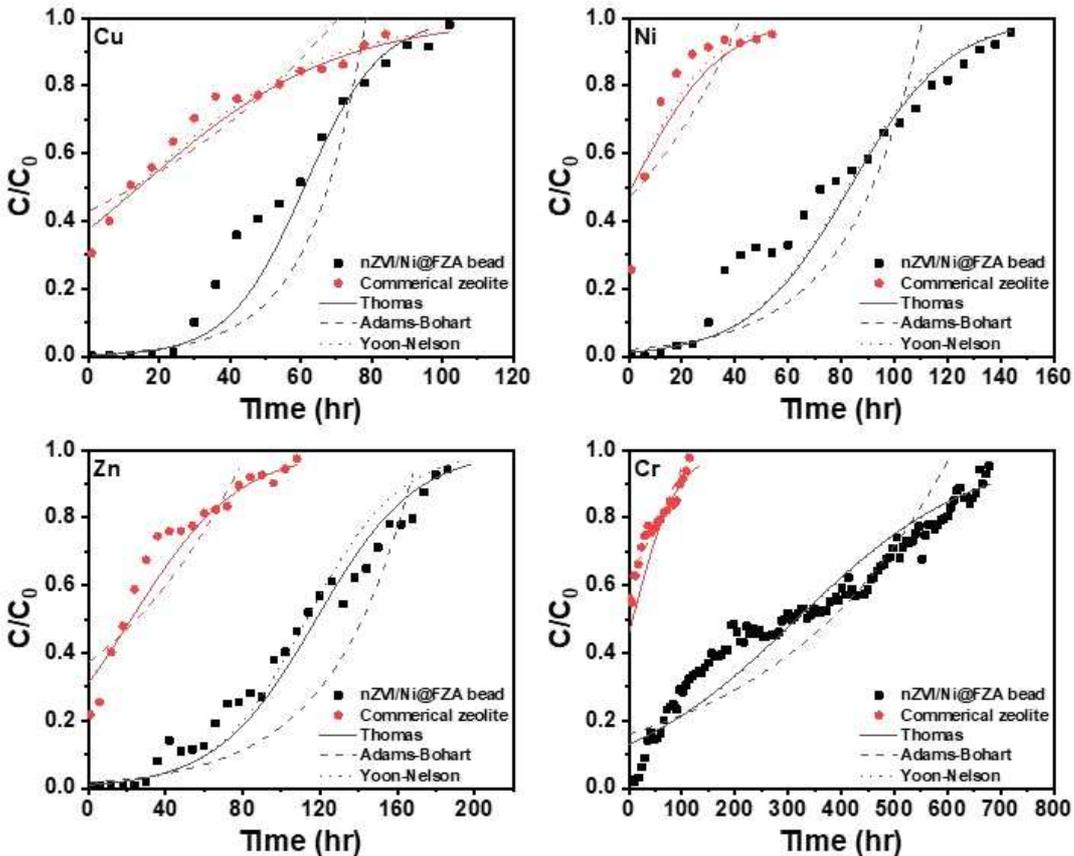


[제올라이트 합성 과정]

- 시화반월산단 소재 2개 도금업체에 합성제올라이트 적용 테스트 결과
  - 본 연구를 통해 합성한 제올라이트의 성능이 최대 98.1% 인 것을 확인
  - 합성제올라이트는 2가 양이온 중금속 및 Cr(II)를 높은 효율로 동시에 제거 할 수 있으며 실제 폐수처리에서도 그 성능이 확인되어 현장적용 가능성이 매우 높은 물질로 판단됨.

원소 (배출허용기준치)	A업체			B업체		
	처리 전	처리 후	처리효율	처리 전	처리 후	처리효율
Cr (2ppm)	6.73	0.45	93.3%	4.48	0.09	98.0%
Cu (3ppm)	16.34	2.32	85.8%	-	-	-
Ni (3ppm)	135.6	66.63	50.9%	-	-	-
Zn (5ppm)	19.92	0.37	98.1%	-	-	-

- 안산도금단지에 위치한 A업체의 폐수를 이용한 연속식 실험 결과
  - nZVI/Ni@FZA bead의 구리, 니켈, 아연, 구리에 대한 흡착 성능이 상업용 천연 제올라이트에 비해 각각 약 9, 157, 13, 53배 더 높은 것으로 계산됨



[상업용 천연 제올라이트와 nZVI/Ni@FZA bead를 이용한 A도금업체 폐수의 연속식 처리 결과]

< 기대성과 >

○ 환경적 효과

- 도금폐수 중 Cr 및 대부분의 2가 양이온 중금속 농도를 배출허용기준치 이하로 저감가능함.
- 실제폐수 적용테스트 결과 Cu(II) 85.8%, Cr(VI) 93.3% 처리효율 달성

○ 경제적 효과

- A업체 적용시 폐수처리비용 1,673,640원/일 절감(한달에 약 5천만원 절감)

항목	기존 제올라이트	개발 제올라이트
1kg 가격	5,000원	29,269원
중금속 흡착 성능	0.46mg/g	10.47mg/g
오염폐수 1톤 처리에 필요한 흡착제 양 (중금속 농도의 합이 10mg/L인 도금 폐수)	약 21.74kg	약 0.96kg
흡착제 가격	108,700원	28,098원
환원제(sodium metabisulfite) 가격	3,080원	-
1ton 처리 단가	111,780원	28,098원

\* A도금업체 20톤/일 배출 기준

○ 기타 성과

- SCI급 논문 『Facile synthesis of economical feasible fly ash based zeolite supported nano zerovalent iron and nickel bimetallic composite for the potential removal of heavy metals from industrial effluents』 Chemosphere(10.1016.chemosphere.2020.128889) 등 2편 논문게재
- 우수논문발표상 수상(한국지하수토양환경학회, 2020년 추계학술대회)
- 특허출원 2건 『나노 영가철/니켈 이원금속이 담지된 비산재 기반 제올라이트 흡착제 및 그 제조방법』 (10-2019-0163366\_2019) 및 『나노 영가철/니켈 이원금속이 담지된 비산재 기반 입상 제올라이트 흡착제 및 그 제조방법』 (10-2020-0172727)