

# 요 약 문

## I. 연구개요

본 연구 ('부산지역 안경렌즈 연마가공폐수 내 마이크로플라스틱과 발암성 VOCs의 배출특성 및 광분해 연구')는 안경렌즈 제조 시 발생하는 연마폐수 내 유해화학물질 (VOCs, 중금속) 발생 특성을 조사하고, 연마폐수 내 미세플라스틱 및 유해화학물질 분석 방법에 대한 Protocol을 정립하여, 안경연마폐수 관리 방안을 제시하고자 함.

## II. 연구의 필요성 및 목적

안경용 렌즈 가공 시 부산 1,100 개 안경점에서 약 870톤의 폐수가 발생하지만 그에 대한 관리의 사각지대에 있음. 안경렌즈 연마가공폐수는 유해성분 및 독성을 포함하며, 고농도의 미세플라스틱 함유하지만 현행법상 규제대상에서 제외되고 환경부의 관리 가이드라인 없음. 따라서, 안경연마폐수는 작업자의 건강문제와 공공환경문제라는 동시접근이 필요한 새로운 환경이슈임.

## III. 연구의 내용 및 범위

1. 안경렌즈 제조 시 발생하는 연마폐수 내 유해화학물질 (VOCs, 중금속) 발생 특성 조사
  - 부산지역 안경 연마 폐수에 대하여 기본 수질 항목 분석 : pH, COS, SS
  - 연마폐수 내 발암성 VOC에 대한 종류, 농도, 배출원 단위 조사 : GO auto-sampler와 head space법으로 분석 - 디클로로메탄, 벤젠, 톨루엔, 1,4-dioxane
  - 중금속 (구리, 비소, 납) 분석
2. 안경렌즈 연마폐수 내 마이크로플라스틱(microplastics) 발생 특성 조사
  - 마이크로플라스틱 입자 크기별 분포량 측정 : Particle size analyzer로 10 nm 까지 분석 가능.
  - 마이크로플라스틱 종류 (qualification) 및 농도 (quantification) 측정 : 고집적 FT-IR로 25 um 수준까지 분석.
3. 마이크로플라스틱의 광분해에 의한 VOCs 및 온실가스발생량 평가  
Lab scale 밀폐반응조 이용하여 가혹조건에서 VOCs, 메탄가스 배출 등 분해 특성 평가
4. 연마폐수 내 마이크로플라스틱 및 유해화학물질 분석 방법에 대한 protocol 정립

## IV. 연구결과

- 기본 수질항목 분석 결과, 안경연마폐수의 주요 구성 물질은 미세플라스틱으로서, 미세플라스틱에 대한 특성 및 환경에 미치는 영향을 중심으로 본 연구를 진행해야할 것임.

- 대표적인 VOCs- Dichloromethane, Chloroform, Benzene, Toluene, Styrene이 모두 검출되었으며, Dichloromethane과 Toluene의 경우 배출허용기준을 초과하였다.
- 부산시 5개 지점의 안경연마폐수에 존재하는 중금속 농도를 측정한 결과, 비소와 납은 배출허용기준을 초과하였으며, 특히 비소의 경우, 일부 안경점에서는 허용기준의 5 ~ 10 배 이상이 검출되었다.
- Particle size analyzer를 이용하여, 안경연마폐수 D와 E에 대한 particle size distribution을 분석하였다. 그 결과는 그림 4.5 에서 볼 수 있다. Sample D의 경우, 마이크로플라스틱 입자는 0.5 ~ 300  $\mu\text{m}$ 의 분포를 나타내었으며, 마이크로플라스틱 입자의 평균 값은 27.58  $\mu\text{m}$ 이고 중간값(Median,  $d_{50}$ )은 15.59  $\mu\text{m}$ 로 나타났다.
- 마이크로플라스틱의 광분해에 따른 VOCs 및 메탄가스 ( $\text{CH}_4$ ) 발생량을 평가하였으며, 메탄가스는 2019.06.25.부터 현재(08.20)까지 발생하지 않았다. VOCs-Chloroform, Benzene, Trichloroethylene, Toluene, Styrene의 발생량을 측정한 결과, 5가지 물질 중 Styrene만 발생하는 것으로 조사되었다

## V. 연구결과의 활용계획

내용(계획)	활용기관	활용가능기간/대상
안경 연마폐수 배출기준관련 신규규제 및 기준 재설정	환경부	과제종료 후/환경부
안경 연마폐수 관리방안 및 가이드라인 마련 (정책제안)	부산광역시	과제종료 후/환경부, 부산시 등
안경 연마 작업 시 배출되는 VOCs 등으로부터 작업장 안전대책 마련	부산광역시	과제종료 후/안경점, 보건환경연구원
안경연마폐수 처리장치 개발 (미세플라스틱)	부산지역 중소기업	과제종료 후/부산지역 수처리기업
연마폐수내 유해화학물질 Data base 구축	환경부, 부산광역시	과제종료 후/환경부, 지자체 유해화학물질관리부서, 관련 제품개발기업
미세플라스틱 분석 매뉴얼	부산시, 환경부	과제종료 후/ 환경부, 지자체 유해화학물질관리부서, 관련 제품개발기업

내용(계획)	활용기관	활용가능기간/대상
안경 연마폐수 배출기준관련 신규규제 및 기준 재설정	환경부	과제종료 후/환경부
안경 연마폐수 관리방안 및 가이드라인 마련 (정책제안)	부산광역시	과제종료 후/환경부, 부산시 등
안경 연마 작업 시 배출되는 VOCs 등으로부터 작업장 안전 대책 마련	부산광역시	과제종료 후/안경점, 보건환경연구원
안경연마폐수 처리장치 개발 (미세플라스틱)	부산지역 중소기업	과제종료 후/부산지역 수처리기업
연마폐수 내 유해화학물질 Data base 구축	환경부, 부산광역시	과제종료 후/환경부, 지자체 유해화학물질관리부서, 관련 제품개발기업
미세플라스틱 분석 매뉴얼	부산시, 환경부	과제종료 후/ 환경부, 지자체 유해화학물질관리부서, 관련 제품개발기업