

# 동해안 해수욕장 백사장 안전성 조사

최수원·김상호·정미옥·박현영·이수미·김수진·손하린·김영란

## 토양폐기물과

- 환경안전관리기준에 따른 동해안 해수욕장 모래의 중금속 환경 관리 유지
- 경북 동해안 해수욕장 이용객의 건강 보호 및 청정 경북의 환경보전에 기여

### 1. 조사개요

- 법적근거 : 해수욕장의 이용 및 관리에 관한 법률(2024. 5. 1. 시행)
- 조사기간 : 2024년 해수욕장 개장 전(1회)
- 조사대상 : 4개 시·군(포항, 경주, 영덕, 울진) 25개 지정 해수욕장

표 1. 조사지점 및 시료의 종류

| 조사지역 | 개수 | 해수욕장  |
|------|----|---|
| 계    | 25 |   |
| 포항시  | 7  | 구룡포(구룡포읍), 도구(동해면), 영일대(항구~두호동), 칠포(흥해읍), 월포(청하면), 화진(송라면), 신창(장기면) |
| 경주시  | 5  | 오류(감포읍), 전촌(포읍), 나정(감포읍), 봉길(양북면), 관성(양남면)                          |
| 영덕군  | 7  | 장사(남정면), 남호(남정면), 하저(강구면), 오보(영덕읍), 경정(축산면), 대진(영해면), 고래불(병곡면)      |
| 울진군  | 6  | 나곡(북면), 후정(죽변면), 봉평(죽변면), 망양정(근남면), 구산(기성면), 후포(후포면)                |

## II. 조사사업

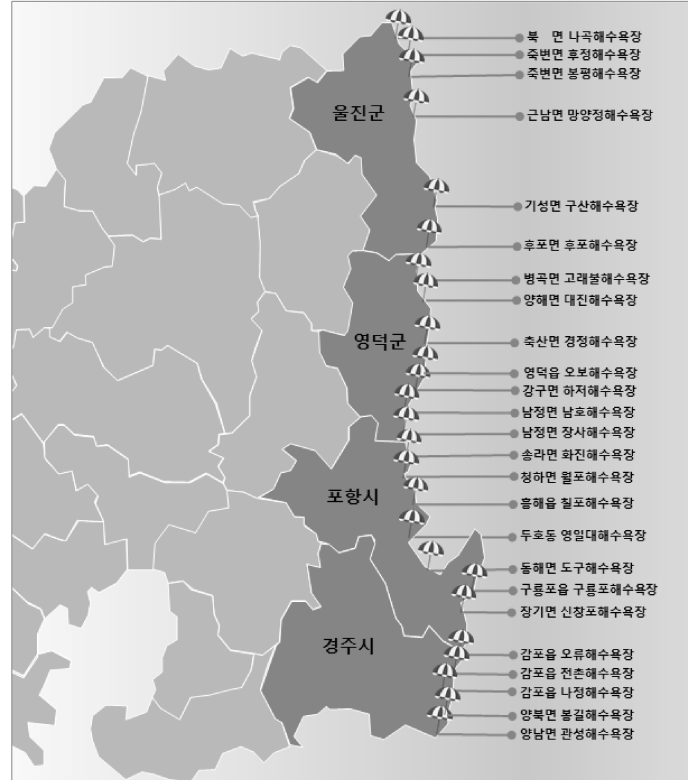


그림 1. 해수욕장 백사장 조사지점

### 2. 조사방법

- 시료채취
  - 해수욕장의 이용 및 관리에 관한 법률 시행령 제2조(시설 및 환경기준) 준용
- 시료 전처리
  - 토양오염공정시험기준에 따른 전처리법
- 조사항목 : 중금속 5개 항목(납, 카드뮴, 6가크롬, 수은, 비소), 미세플라스틱
- 분석방법
  - 납, 카드뮴(유도결합플라즈마-원자발광분광법, ICP-OES)
  - 수은, 비소(원자흡수분광광도법, AA-VGA)
  - 6가크롬(자외선가시선 분광법, UV/VIS spectrometer)
  - 미세플라스틱(Fourier-transform infrared spectroscopy[μ-F'TIR])

### 3. 조사결과

#### ○ 항목별 중금속 농도

2024년도 경북 동해안 4개 시·군 25개 지정 해수욕장 모래의 개장 전 중금속 함유량에 대한 분석결과는 표 2와 같다. 납은 평균 4.87(0.0~19.0)mg/kg으로 측정되어 백사장 모래의 환경안전관리기준 200mg/kg에 비해 2.44% 수준이었다. 비소의 평균값은 4.17(0.47~14.47)mg/kg으로 측정되어 환경안전관리기준인 25mg/kg의 16.68% 수준이었다. 카드뮴, 6가 크롬, 수은은 모든 지역에서 검출되지 않았다.

#### ○ 지점별 중금속 농도

최근 5년간 지점별 백사장 모래의 납과 비소의 농도는 그림 2, 3과 같다. 그림 2와 같이 납은 봉길, 봉평 해수욕장의 2024년 이전 평균값이 각 20.5mg/kg, 16.3mg/kg 순으로 높았으며, 2024년 기준 두 지점의 농도값은 5.7mg/kg, 2.9mg/kg으로 모두 낮아졌음을 확인하였다. 비소는 그림 3과 같이 화진, 월포 해수욕장 순으로 높았으며 각각 평균값이 10.18, 10.12mg/kg으로 검출되었다.

#### ○ 최근 5년간 조사결과

카드뮴, 6가 크롬, 수은 항목은 환경안전관리기준이 각각 4, 5, 4mg/kg으로, 5년간 조사결과 불검출로써 안전한 것으로 확인되었다.

납과 비소의 경우 환경안전관리기준과 비교해 보면 납의 지점별 중앙값 평균이 9.0 mg/kg으로 환경기준치의 4.5% 수준이며, 비소는 6.0 mg/kg으로 환경기준치의 23.9%의 낮은 수준으로 나타났다. 일부 지점에서는 납의 최대치가 39.0 mg/kg, 비소의 경우 15.07 mg/kg으로 관측되었으며, 납의 최저치는 0.0 mg/kg, 비소는 0.5 mg/kg으로 환경안전기준 범위 내에서 다양하게 나타났다. 또한 시간에 따른 농도변화가 일정하게 확인되지 않았는데 이는 모래의 특성상 비균질성을 가지고 측정치의 편차가 크기 때문이다. 연속성 있고 정확한 조사결과를 얻기 위해서는 시료채취 시 대표성 있는 모래 채취가 우선 되어야 한다.

#### ○ 항목별 미세플라스틱 조사결과

경북도 내 해수욕장 중 장사 해수욕장과 영일대 해수욕장의 미세플라스틱 분포조사를 실시하였다. 미세플라스틱의 입자크기 범위는 20~5000 $\mu$ m이며, 밀도분리 및 유기물 제거의 전처리

## II. 조사사업

---

과정을 거친 후 적외선 분광기( $\mu$ -FTIR)를 사용하여 분석을 진행하였다. 조사결과는 그림 4, 5, 6과 같다. 장사 해수욕장의 경우 미세플라스틱이 검출되지 않았으며, 영일대 해수욕장의 경우 PP 재질의 미세플라스틱이 여지 1/4부분에서 1개가 검출되어 총 4개가 검출되었다. 미세플라스틱의 판정 여부는 유사도 40%, 관련도 40% 이상의 입자에 관하여 확인하였으며, 크기가  $20\mu\text{m}$  이하 및 여지를 벗어난 입자에 관해서는 제외시켰다.

### 4. 결과조치 및 활용방안

- 해수욕장 이용객의 건강보호 및 쾌적한 휴양공간 제공
- 해수욕장 모래 중 중금속 및 미세플라스틱 성분파악으로 청결한 백사장 유지
- 시·군에 신속한 정보 제공 및 청정 해수욕장 관리를 위한 기초자료 확보

표 2. 경상북도 해수욕장 개장 전 백사장 모래 오염 조사결과(2024년도)

(단위 : mg/kg)

| 조사지역             | 해수욕장 명 | 분석항목 |     |       |     |       |
|------------------|--------|------|-----|-------|-----|-------|
|                  |        | 납    | 카드뮴 | 6가 크롬 | 수은  | 비소    |
| 포항시              | 구룡포    | 불검출  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 3.06  |
|                  | 도구     | 3.4  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 4.20  |
|                  | 영일대    | 7.0  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 4.95  |
|                  | 칠포     | 5.3  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 4.50  |
|                  | 월포     | 19.0 | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 11.30 |
|                  | 화진     | 15.8 | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 14.47 |
|                  | 신창     | 12.9 | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 2.66  |
| 경주시              | 오류     | 2.6  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 0.50  |
|                  | 전촌     | 3.8  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 0.70  |
|                  | 나정     | 3.0  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 0.83  |
|                  | 봉길     | 5.7  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 2.19  |
|                  | 관성     | 1.8  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 0.47  |
| 영덕군              | 장사     | 5.2  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 9.67  |
|                  | 남호     | 4.8  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 5.12  |
|                  | 하저     | 2.2  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 3.00  |
|                  | 오보     | 2.0  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 3.03  |
|                  | 경정     | 6.2  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 4.33  |
|                  | 대진     | 2.5  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 3.79  |
|                  | 고래불    | 1.9  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 3.30  |
| 울진군              | 나곡     | 3.9  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 3.46  |
|                  | 후정     | 2.2  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 3.66  |
|                  | 봉평     | 2.9  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 3.82  |
|                  | 망양정    | 3.1  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 4.52  |
|                  | 구산     | 2.3  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 3.59  |
|                  | 후포     | 2.2  | 불검출 | 불검출   | 불검출 | 3.16  |
| 평균값              |        | 4.87 | -   | -     | -   | 4.17  |
| 최대값              |        | 19.0 | -   | -     | -   | 14.47 |
| 최소값              |        | 0.0  | -   | -     | -   | 0.47  |
| 백사장 토양 환경안전관리 기준 |        | 200  | 4   | 5     | 4   | 25    |

## II. 조사사업

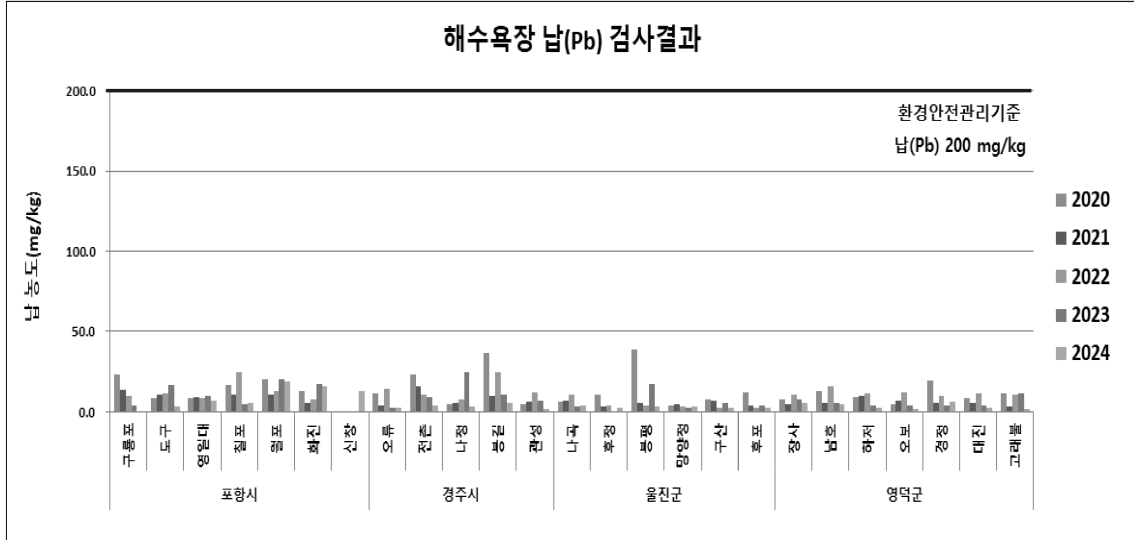


그림 2. 해수욕장 납(Pb) 검사결과

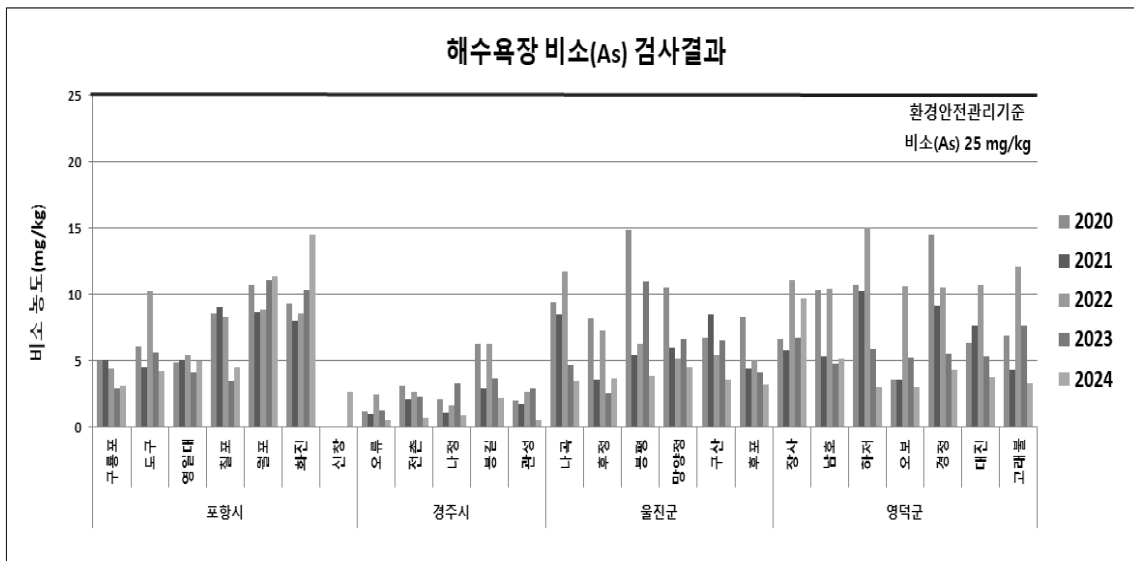


그림 3. 해수욕장 비소(As) 검사결과

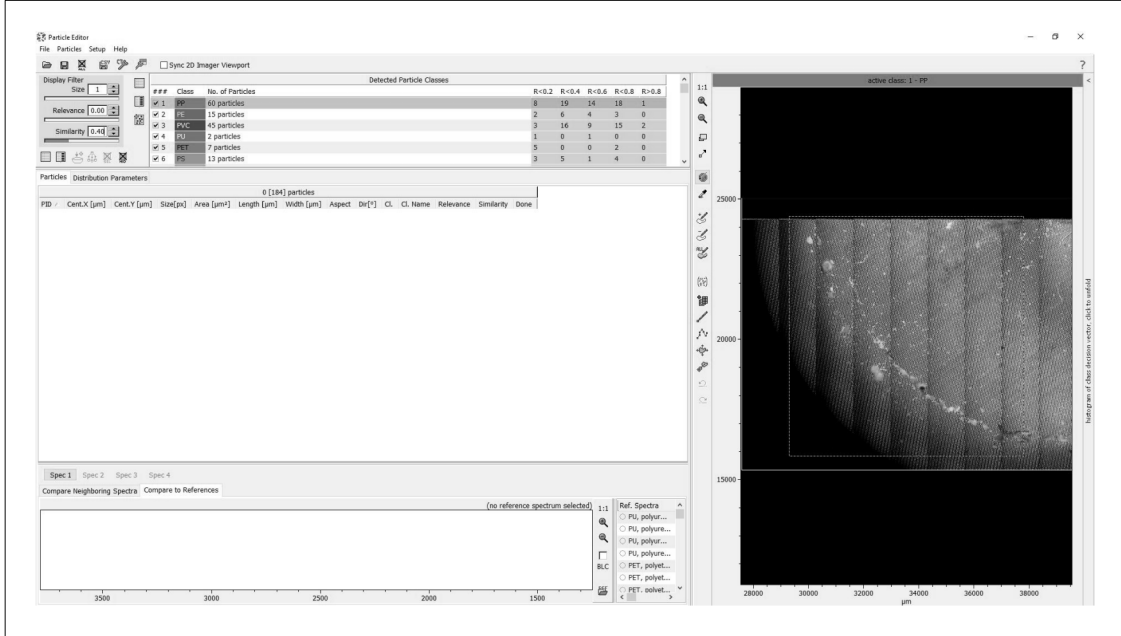


그림 4. 장사 해수욕장 미세플라스틱 검사결과

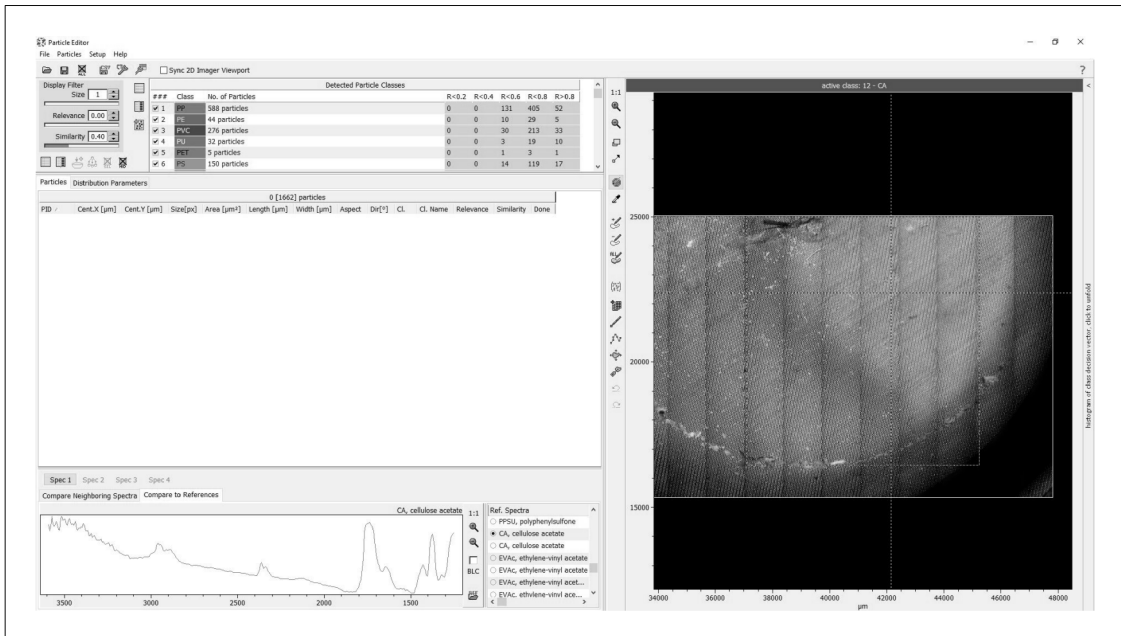


그림 5. 장사 해수욕장 미세플라스틱 검사결과

## II. 조사사업

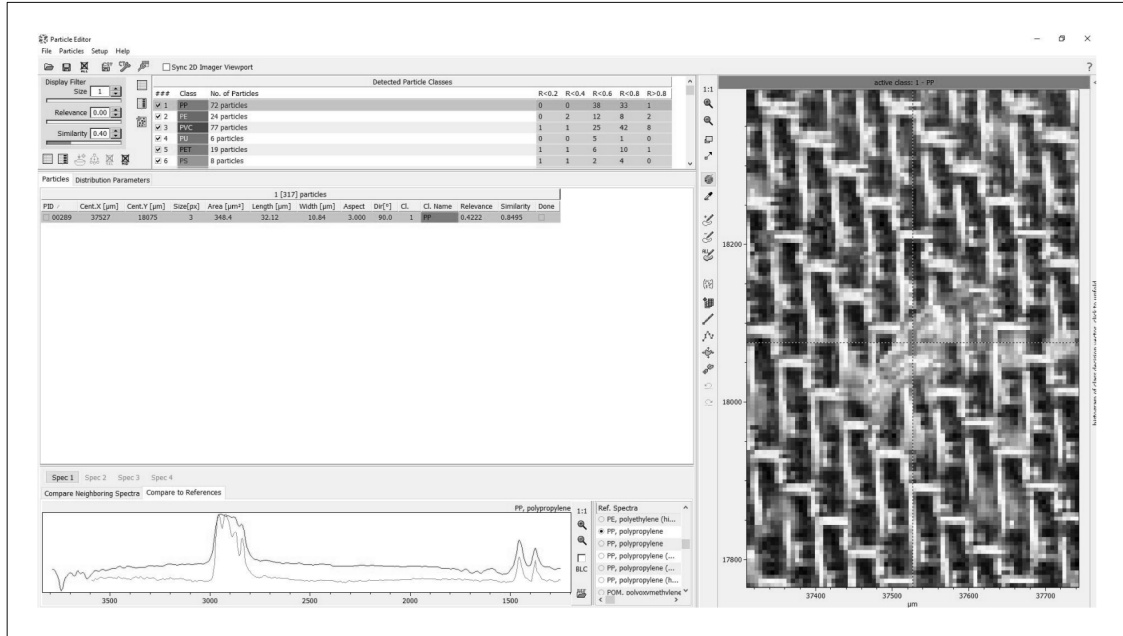


그림 6. 영일대 해수욕장 미세플라스틱 검사결과