



# SNAKZINE



## 국내 해변(해수욕장) 미세플라스틱 현황

글 : 중소조선연구원 김상호 책임연구원 / shk@rims.re.kr

우리가 일상적으로 일컫는 플라스틱의 기원은 1856년에 상아 당구공을 대신한 최초의 셀룰로이드 당구공으로 알려져 있다. 이후, 1909년에 미국발명가 베이클랜드가 포름알데히드와 페놀을 이용해 만든 합성수지 플라스틱(베이클라이트)의 개발을 계기로 많은 연구 및 개발이 진행되어 현재에 이르게 되었다고 알려져 있다.

현대 사회에서는 천연재료의 대체재로 가격경쟁력이 높아 활용도가 높아진 플라스틱이 다양한 분야에 적용되어 왔으나, 최근 자연 생태학적 환경뿐만 아니라 인체에도 악영향을 미치는 것으로 알려져 플라스틱의 소극적 사용과 적극적 회수 운동이 세계적으로 유행하고 있다. 그러나 재활용되는 플라스틱 보다 폐기되는 플라스틱의 양이 압도적으로 많으며, 대부분의 플라스틱은 비교적 비중이 낮아 육상에서 해양으로 흘러 들어가 해양을 떠돌다 결국 미세플라스틱으로 잘게 쪼개져 생태계에 영향을 주게 된다.

3면이 바다에 접하는 우리나라의 지리적 특성상 수산업은 필수 기초산업으로 발전되어 왔으며, 수산업에도 플라스틱은 널리 사용되고 있다. 그 중, 부표는 발포폴리스타이렌(Expanded Polystyrene, EPS)으로 제작된 일명 발포스티로폼(※폴리스타이렌으로 만든 발포스티로폼은 상품명임)이 널리 사용되고 있다. 발포스티로폼 부표는 상시 해수에 떠 있어 태양의 UV광선에 쉽게 노출되고 찢어지거나 부서지기 쉬운 PS(Polystyrene) 계열 재료적 특성상 미세플라스틱(1mm~5mm의 플라스틱)으로 변화되어

해안가에서 쉽게 관찰된다.

기존의 연구에 따르면 국내의 경우, 해변의 미세플라스틱은 대부분 EPS 계열로 나타났고, 그 비율은 약 98% 정도로 확인된 바 있고(김인성, 2015; 이종명, 2013, 해양과학기술원, 2015), 홍수연 등(2014)의 통영 13개 해변에서 조사한 EPS 비율은 약 92.6%를 차지하는 등 부표 발생으로 추정되는 EPS 미세플라스틱은 그 비율이 대단히 높다.

다양한 환경에서 발생된 미세플라스틱은 내분비교란물질 및 발암의심물질로 분류되고 있으며, 결국 먹이사슬을 통해 이동되어 인체내의 미세플라스틱 축적률을 높이기 때문에 많은 관심과 연구가 진행되고 있다.

이렇게 미세플라스틱의 위험성은 널리 알려져 있으나 현재 국내 해변 미세플라스틱의 현황자료, 발생기작 분석 및 대응방안에 대한 연구는 타 연구분야에 비해 비교적 부족한 실정이다.

### 국내 해변 미세플라스틱 조사

자연 모래 해변(해수욕장 포함)은 그 태생이 강에서 바다로 흘러 들어온 모래 혹은 작은 자갈 등이 해수의 이동과 지역적 해안선의 형태 등에 의해 자연스럽게 생긴 자연의 결과물이다. 바다 및 강에서 발생한 미세플라스틱의 경우도 이와 같은 해수의 이동으로 모래해변으로 자연스럽게 이동되어 해변에 축적되고 있다. 따라서 해변 미세플라스틱 분포는 인근 지역의 미세플라스틱 분포현황을 추측하는데 중요한 장소로 여겨져 해안가 미세플라스틱의 분포를 조사할 경우, 모래해변에서 이루어지는 경우가 많다.

이때, 모래해변에서 시료를 채취하는 방법 및 분석법에 대해서는 전세계적으로 규정된 바가 없어 획득되는 데이터의 체계화 및 정량화에 어려움이 있다. 예를 들어 해수욕장의 백사장에서 시료를 채취할 경우, 해안의 정선(해안선:육지와 해수면이 만나는 선)에 의한 해변의 길이와 폭이 모두 다르고, 각 지역마다 조석에 의한 정선의 시간적 변화, 계절적 변화 등 고려할 사항이 많아 샘플링한 시료를 대표값으로 선정하는데 상당한 고심이 필요하다. 이러한 문제점을 조금이나마 해결하고자 한국해양과학기술원(KIOST)에서 “모래 해변의 미세플라스틱 시료채취 및 분석 지침”을 제안(2017)한 바가 있다.

발표된 지침에서는 한 해변에서 12지점(후안:Backshore, 표착선:High strandline, 해안근접선:Water edge, 각 4지점)을 선정하고 1mm~5mm의 미세플라스틱이 혼입된 모래를 현장 채가름으로 채취하고 잔류시료(5mm 체를 통과하고 1mm체에 남은 시료)를 실험실 내로 운반하여 분석하는 방법을 제안하고 있다. 이때 깊이는 25mm로 제안하고 있으나 실제 백사장은 평탄한 모래면이 아니기 때문에 정확하거나 일정한 깊이의 시료를 채취하기란 대단히 곤란한 일이다. 또한 현장방문객이 백사장을 이용할 경우, 현장환경에 따라 백사장에서 조금만 뛰어도 5cm~10cm 정도의 모래뒤섞임은 흔히 있을 수 있는 일이기 때문에 좀 더 깊게 시료를 채취하는 것도 고려해 볼 수도 있다.

한편, 앞서 언급한 기존 연구결과에서는 지역적으로 한정된 해변의 조사결과를 제시하고 있으나 미세플라스틱의 풍후도가 지역적으로 다른 특성을 가질 수 있다. 이에 중소조선연구원은 2020년 전국 주요해수욕장 21개소에 대해서 1회성 간이 미세플라스틱 분포 현황을 조사하였다. 조사의 주목적은 특정 지역이 아닌 전국적으로 미세플라스틱의 분포 현황을 개괄적으로 파악하는

것이다. 많은 매체는 미세플라스틱의 현황을 보여주는 사진 혹은 영상 자료들에서 대부분 다양한 모양과 재료로 구성된 미세플라스틱을 자주 보여 주고 있다. 그러나 기존 연구자료에서는 국내의 경우, PS 계열이 대부분을 차지하고 있으므로 그 현황에 대해 간략하게라도 파악해 보고자 하였다.

전술한 바와 같이 KIOST에서 제안한 시료채취 방법을 고려하고 시료 채취시 가급적 균등한 양의 시료를 채취하고자 조사에 앞서 채취기를 제작하였다. 채취기 내부는 0.3×0.3×0.1(깊이)m 가 되도록 하였고 0.1m 이상의 시료가 혼입되지 않도록 격자형으로 바를 설치하여 채취용 삽의 깊이를 제한하여 가급적 균등한 시료량을 채취하고자 하였다. 다만, 모래 표면은 평탄하지 않는데 통일된 양의 시료를 채취하고자 표면을 평탄화 할 경우, 표면에 많이 분포하는 미세플라스틱의 유실이 우려되어 부분적인 시료의 양은 오차로 가정하고 모래 표면은 자연상태 그대로 채취하였다. 이에, 목표로 하는 0.009의 시료량은 지점별로 약간의 오차가 발생한다.



〈시료 채취 및 분류〉

채취된 시료는 무게를 측정한 후, 밀폐용기에 담아 연구실로 이송하여 실험실내에서 자연건조후 1-5mm의 체가름을 통해 미세플라스틱이 혼입된 모래시료를 확보하고, 무게와 부피를 측정하였다.

채취된 시료에서 1mm-5mm의 미세플라스틱을 분류하는 방법은 육안 분류가 일반적이거나 채취된 시료에서 미세플라스틱을 분류하는데 상당한 시간과 집중력이 필요하다. 시료가 많은 경우 방대한 분류 시간이 소요되는 것과 지역적 특성을 개략적으로 판단하기 위험이라는 조사 목적을 고려하여 각 해수욕장의 시료 채취는 해안근접선(Water-edge) 3곳, 표착선(High strandline) 3곳만을 선정하여 채취하였다.

조사 결과, 상위 4곳은 우리나라 남부 해안의 2곳과 제주해안 2곳으로 그 양은 다음 표와 같다.

장소	Water-Edge			High strandline		
	Total	EPS	Others	Total	EPS	Other
남부 1	47	46	1	138	130	8
남부 2	30	30	0	54	54	0
제주 1	168	163	5	96	85	11
제주 2	17	15	2	158	142	16

〈해변별 미세플라스틱 개수/약0.009m3〉

결과를 보면 기존의 연구내용과 동일하게 EPS 분포가 압도적으로 높게 나타나고 있다. 표의 4곳은 너무 잘 알려진 유명 해수욕장으로 백사장 전면에 양식장이 없어 많은 부표가 있지 않음에도 불구하고 EPS의 분포가 높다는 것은 다른 곳에서 유입된 결과라고 유추해 볼 수 있다.

그러나 EPS 분포의 신뢰성 있는 발생기작을 파악하고 현황을 분석하기 위해서는 최소 연간 분포현황, 주변 환경분석, 미세플라스틱 이외의 메조플라스틱과 마이크로 미세플라스틱 등의 분포 및 해변의 심도별 분포 등 다양한 조사가 동반되고, 미세플라스틱의 이동을 추측할 수 있는 부유사 유동해석, 연안역 파랑장 해석, 해변류 해석 및 수리모형시험 등 다방면의 검토가 필요하다. 다만, 이러한 조사 및 분석은 현장관측데이터 없이는 불가능하므로 정부 및 지자체 등의 지원과 관심을 기반으로 장기적인 조사가 필요할 것으로 생각된다.

## 맺음말

전국의 유명 해수욕장을 대상으로 간략 조사를 해 본 결과, 국내의 해안가 미세플라스틱은 결국 부표 등에서 부서진 미세플라스틱이 해수유동에 의해 다른 곳으로 이동해서 해변에 축적되고 있을 가능성이 높아 보인다. 이를 수거하는 방법이 1차적 대응이라면, 수거가 가능한 곳에서는 적은 양이라도 수거를 시행하는 방법 외에는 해변의 미세플라스틱이 다시 해양으로 이동하는 2차적 해양 오염은 불가피해 보인다. 수거 방안은 인력을 동원한 방법, 장비를 이용하는 방법, 수면에서 선제적으로 걸러내는 방법 등 다양한 방안이 있으나 최근 국내 연구진에서 해안가 미세플라스틱 수거장비를 개발하고 있고 곧 시제품이 제작될 예정이라 많은 연구자와 기관의 관심이 높다.

수거장비의 개발과 활용 이전에, 무분별한 플라스틱의 사용을 줄이고 사용한 플라스틱은 분리배출 및 재활용, 정책적 지원을 통해 발생을 최소화 해 나가는 것이 발생원을 제거하는 방법임은 자명하다. 또한 국내의 높은 EPS 풍후도의 원인이 되는 발포스티로폼의 부표를 대체하는 제품 사용이 시급하고 이를 위해 정부뿐만 아니라 산학연이 관심을 가지고 신속히 대응할 필요가 있다고 사료된다.

끝으로 해산물을 좋아하는 개인적인 입장에서는 생태학적 먹이사슬을 고려하면 육상보다는 해양의 미세플라스틱이 더 위험하다 여기고 있다. 육상기원 미세플라스틱은 적어도 먹을 일은 적기 때문이다. 해양과 관련한 연구를 하면서 삶을 영위하는 사람이라 더 이상 해양을 오염시키지 않도록 미약하나마 노력과 관심을 가져야겠다고 다짐해 본다.

## 참고문헌

- 김인성, 2015, “인천·경기연안 해변에 잔류하는 미세플라스틱의 공간분포 특성”, 석사학위논문, 인천대학교
- 안대한, 김정인, 2018, “미세플라스틱으로 인한 해양오염 방지 정책”, 환경정책 제26권 제3호, pp.77-102
- 이종명, 2013 “해변 플라스틱 쓰레기의 크기 그룹간 관계를 이용한 미세 플라스틱 오염평가”, 박사학위논문, 부경대학교
- 홍수연 등, 2014, “양식장 스티로폼 부자쓰레기로 인한 해변의 오염 평가”, 한국해양환경에너지학회지, 17(2), pp.104-115
- KIOST, 2017, “모래 해변의 미세플라스틱 시료채취 및 분석 지침”