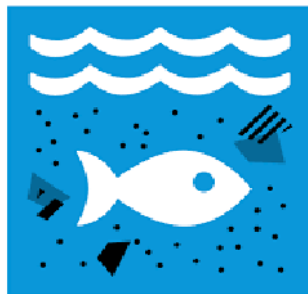


(재)여시재 지속가능연구 시리즈_황해오염_1

황해오염과 미세플라스틱

여시재 지속가능성 연구팀/대표 저자 **윤성혜**
(원광대학교 한중관계연구원 연구교수)



여시재
Future Consensus Institute

저자_윤성혜

중국정법대(中国政法大学)에서 국제경제법을 전공하고, 법학박사를 취득했다. 현재 원광대학교 한중관계연구원에서 연구교수로 근무하고 있다. 중국과의 비관세장벽 등 통상법적 문제, 한중 간 경제협력에 있어 법적 문제, 그리고 중국의 기후변화 정책, 유전자원공유의 법적문제 등에 대해서 깊이 있게 연구하고 있다. 또한 인터넷 신문 <프레스이안>에 정기적으로 한중간 법률문제 및 중국의 법률동향에 관한 시사칼럼을 게재하고 있다. 주요 게재논문으로는 “중국의 국제통상법률전쟁 수행방식”(국제경제법연구), “중국의 해양 미세플라스틱 오염관리 법제에 관한 고찰”(환경법연구), “중국의 ‘생물유전자원 접근 및 이익공유(ABS)’ 입법안에 대한 고찰”(중국법연구) 등 20여 편이 있다.

발행일 ; 제1판 2020년 2월 12일

지은이 ; 여시재 지속가능성 연구팀/윤성혜

발행인 ; 이광재

편집인 ; 이명호

펴낸곳 ; (재) 여시재 _ 서울특별시 종로구 백석동길 224

전화 ; +82-70-4280-1298 팩스 ; +82-2-762-5300

이메일 ; e-book@fcinst.org

홈페이지 ; www.yeosijae.org

이 책 내용의 전부 또는 일부를 재사용하려면

반드시 저작권자와 (재)여시재 양측의 동의를 받아야 합니다.

목 차

편집자의 글

1. 1. 서론

2. 황해와 오염

2.1 개관

2.2 황해의 중요성

2.3 황해오염의 현황

2.4 중국을 중심으로 한 황해오염의 전망

3. 황해오염과 미세플라스틱

3.1 개관

3.2 중국의 미세플라스틱 오염 현황과 대응

3.3 우리나라의 미세플라스틱 오염 현황과 대응

4. 결론

한반도의 서쪽에 위치해 있고 중국과 접해 있는 황해는 수심이 얇은 바다로 갯벌과 다양한 해양생물이 풍부한 바다이다. 한반도의 한강, 금강 및 영산강과 중국 황하 및 양자강으로부터 매년 막대한 퇴적물과 유기물들이 유입되어 바다물이 혼탁하고 영양분이 많아 세계에서 손꼽히는 수산자원의 보고이다. 그러나 최근 서해의 꽃새우가 폐플라스틱에 오염되어 식재료로 적합하지 않다는 문제가 제기되면서 해양오염의 심각성이 드러나고 있다. 다양한 해양생물의 서식지인 황해가 육지에서 유입되는 쓰레기와 오염물질에 몸살을 앓고 있다.

한국과 중국의 산업화는 주로 황해와 접한 연안지역을 중심으로 진행되어, 많은 공장 시설들이 각종 오염 물질과 플라스틱 폐기물을 황해로 배출하고 있다. 특히 최근에 심각한 문제로 등장한 것은 미세플라스틱이다. 플라스틱 폐기물 가운데 크기가 5mm 이하인 미세플라스틱은 먹이 섭취과정에서 해양생물의 체내에 축적되어 세포 내 미토콘드리아에 영향을 주고, 다른 물질에 의한 독성을 증폭시키는 것으로 나타났다. 특히 황해 연안은 높은 미세플라스틱 농도를 보여주고 있으며, 황해의 생태계를 위협하는 한편, 우리의 식탁과 건강까지도 심각한 위협을 초래할 수 있다는 우려가 높아지고 있다.

산업화 과정 속에서 방치됐던 황해 오염의 심각성은 우리의 상상을 초월하는 범위와 심각성을 보여주고 있다. 중국의 양자강에서 배출되는 플라스틱 폐기물의 양이 세계 10대강의 나머지 9개 강에서 배출되는 양보다 3배 이상 많은 것으로 나타났다. 저자는 황해를 공유하고 있는 한국, 중국이 얼마나 많은 오염물질을 배출하고 있는지에 대한 실태를 고발하면서, 미세플라스틱이 얼마나 우리 인체에 위험한지를 경고하고 있다.

황해를 둘러싼 중국과 한국, 북한이 책임지고 해양 배출 폐기물을 감축하지 않으면 태평양은 물론 전세계 바다가 오염될 수 있는 인류의 문제가 되고 있다. 일방적인 가해자와 피해자 구도가 아닌 미래 먹거리 안전과 생존을 위한 공통의 관심사로 더 늦기 전에 해양에 유입되는 플라스틱 폐기물 문제 해결에 나서야 한다.

1. 서론

대표적인 국민 간식인 ‘새우깡’의 주원료를 서해에서 잡히는 국내산 꽃새우에서 수입산 새우로 대체하기로 하였다가 철회하는 사건이 있었다. 그런데 원료 대체의 주 원인이 가격이 아닌 폐플라스틱 때문이라는 점이 눈에 띈다. 플라스틱 때문에 우리 과자도 국내 원료를 쓸 수 없다는 것인가?

우리가 서해라고 부르는 황해는 평균 수심이 40미터 정도의 얇은 바다로 해양수산부에 따르면 총 2,218종의 생물이 서식하고 있는 풍부하고 다양한 수산자원의 공급원이다. 또한 중국, 북한 등과 공유하고 있는 반폐쇄성 해역으로 오염에 취약한 특성을 지니고 있다. 실제로 육상기인 해양오염물질로 인해 수질악화가 급속히 진행되고 있다. 최근에는 기후변화 등으로 인해 해양생태계 유해생물이 대량 발생하고 있는 것으로 조사되고 있다. 이에 황해 해양생태계의 보전과 관리가 지역 협력 현안으로 대두되고 있다.¹

2016년 우리나라 해안 쓰레기 모니터링 결과에 따르면 수거된 쓰레기는 약 11.8톤이며, 이 가운데 플라스틱류가 무게로는 38.6%, 부피로는 34.4%를 차지하였다. 이 밖에 스티로폼이 무게로는 20.3%를, 부피로는 36.9%를 차지하여 플라스틱과 스티로폼이 상당 부분을 차지하는 것으로 나타났다.² 또한 외국 기인 쓰레기는 무게로는 전체에서 6.9%, 부피로는 6.7%를 차지하고 있으며, 이 가운데 96%가 중국산으로 대부분 제주에서 가장 많이 발견되었고 서남해안에서 발견되었다. 또한 이 가운데 55%가 플라스틱 음료수병이었으며, 플라스틱 부표가 18%를 차지하였다.

특히 이러한 플라스틱 폐기물 가운데 5mm 이하를 미세플라스틱(Micro-plastic)이라고 하는데 치약, 연마제, 세안제 등에 사용되는 생산단계부터 작게 만들어진 플라스틱(1차 미세플라스틱)과 사용, 소모 또는 폐기과정에서 작아진 플라스틱(2차 미세플라스틱)을 모두 포함하는 개념이다. 최근 한국생명공학연구원 정진영 박사의

¹ 출처 : 해사신문(<http://www.haesanews.com>)

² 해양수산부·해양환경관리공단, 2016년 국가해안쓰레기 모니터링 최종보고서, 2007, 58면.

연구결과에 따르면 이와 같은 미세플라스틱은 먹이 섭취과정에서 해양생물의 체내에 축적되게 되는데 세포 내 미토콘드리아에 영향을 주고, 다른 물질에 의한 독성을 증폭시키는 역할을 하는 것으로 나타났다.

우리나라 연안의 미세플라스틱 오염이 심각한 것으로 나타났으며, 특히 우리나라의 황해와 남해 연안의 오염이 상대적으로 매우 높게 나타났다. 더욱이 작년 3월 영국 맨체스터대 연구팀이 '네이처 지오사이언스(Nature Geoscience)'에 발표한 논문에 따르면 인천·경기 해안과 낙동강 하구의 미세플라스틱 농도는 세계에서 2번째, 3번째로 높은 것으로 분석되었다. 이처럼 국내 연안의 미세플라스틱이 높은 원인은 양식용 부표로 쓰이는 '스티로폼'이 주된 원인으로 지목되고 있다. 더욱 심각한 것은 우리가 마시는 수돗물 역시 안전하지 않다는 점이다. 2017년 11월 환경부 조사 결과에 따르면 24개 정수장 중 3 곳의 정수장에서도 미세플라스틱이 검출되는 한편, 천일염 등에도 유럽보다 높은 수준의 미세플라스틱이 함유되어 있는 것으로 나타났다.³

외국의 경우에는 미세플라스틱의 상당 부분이 육상에서 발생되어 해양으로 유출되는 경로를 보이고 있다. 특히 우리와 황해를 공유하고 있는 중국의 경우, 2010년 기준으로 플라스틱 폐기물 해양유입 상위 20개국 가운데 압도적인 1위를 차지하고 있다. 전 세계 10대강의 해양으로 유입되는 플라스틱 폐기물에 관한 2017년 연구를 살펴보면 중국의 양자강에서 배출되는 양이 나머지 9개 강에서 유입되는 양보다 3배 이상 많은 것으로 나타났다.⁴ 우려가 되는 것은 중국의 양자강을 통해 배출된 플라스틱 폐기물의 상당 부분이 해류를 따라 황해에 유입된다는 점이다. 결과적으로 중국과 우리나라 연안에서 발생된 미세플라스틱은 황해의 생태계를 위협하는 한편, 우리의 식탁과 건강까지도 심각한 위협을 초래할 수 있다.

³ "환경부, 수돗물 중 미세플라스틱 함유실태 조사결과 발표", 환경부 2017년 11월 24일 보도자료.

⁴ 한국과학기술한림원, 「플라스틱 오염현황과 그 해결책에 대한 과학기술 정책」, 2018, 25-26면.

2. 황해와 오염

2.1 개관

1) 황해의 명칭과 범위

국립국어원의 표준국어대사전에 따르면 ‘황해’는 한반도와 중국에 둘러싸인 바다를 일컫는 지명이다. 서해는 ‘서쪽에 있는 바다’라는 의미와 함께 지명으로서 우리나라의 서쪽에 있다는 뜻으로 ‘황해’를 이르는 말로 소개돼 있다. 국립해양조사원에 따르면 황해 명칭은 지난 1961년 4월 22일 국립지리원 지명위원회의 의결에 따라 고시됐다. 이후 1965년 개최된 문교부, 외무부, 건설부, 법무부 등 관련 부처간 합동회의 결과 황해로 표기하기로 결정했다. 이때부터 교과서에도 황해로 표기하도록 했다.

국제수로기구(IHO)는 이보다 앞서 1953년 발간한 ‘바다와 해양의 경계(Limits of Oceans and Seas)’에서 한반도의 서쪽 바다를 황해(Yellow Sea)로 표기했다. 이는 서해의 국제적인 지명이 황해가 되는 기준이 됐다. 국내에서는 서해라는 명칭 역시 일상적으로 사용 중이다.⁵

한반도와 중국으로 둘러싸인 반폐쇄성 해역(semi-enclosed sea)⁶인 황해는 남북 길이 약 1,000km, 동서 길이 약 700km에 이르며, 총 면적은 380,000km², 평균 수심은 44m이다. 황해의 남쪽 경계는 한국의 진도 서단, 제주도, 중국의 양자강 하구를 연결하는 선으로, 이를 통해 남쪽의 동중국해(East China Sea)와 구분된다. 황해의 북쪽 경계는 산둥반도와 요동반도를 잇는 선으로, 북쪽의 발해만과 구분된다. 황해는 약 1만 8,000년 전의 최종 빙하기 이후 해침에 의해 형성되었으며, 이후 한반도의 한강, 금강 및 영산강과 중국 황하 및 양자강으로부터 매년 막대한 퇴적

⁵ 황해라는 명칭의 유래는 중국 황하의 토사가 바다로 흘러들어 바다색에 영향을 준 것에서 사용되기 시작했다는 설과 우리나라의 황해도에서 유래했다는 설이 있다.

⁶ 폐쇄해 또는 반폐쇄해는 2개 이상의 국가로 둘러싸이고 좁은 출구를 통해 다른 해양에 연결되거나, 전체 또는 대부분이 2개 이상의 연안국 영해 및 배타적 경제수역으로 구성된 만, 내만 또는 바다를 의미한다(유엔해양법협약 제122조).

물이 계속 유입되어 두꺼운 퇴적층이 황해의 지질을 이루고 있다.

2) 황해의 자연환경

황해는 한반도와 중국대륙 사이, 제주도와 양쯔강 입구를 잇는 직선의 북쪽 해역으로 남쪽으로 제주도와 중국의 양쯔강 하구를 잇는 선에 의해 동중국해와 구분되며, 북쪽으로는 산둥반도와 요동반도를 연결하는 선에 의해 발해만과 구분되는 해역이다.

황해는 서쪽으로는 황하강과 양쯔강 등의 큰 강이 위치하고 있으며, 동쪽으로는 한국 주변의 복잡한 섬들이 연안을 형성하고 있다. 약 60여 개 이상의 크고 작은 강들을 통해 황해로 유입되는 담수와 부유물량은 각각 1.5조 톤 및 16억 톤에 달하며, 수많은 도서로 둘러 싸여 바람과 해류의 영향을 적게 받으며, 외양수와의 혼합 및 교환이 느려 오염물질의 유입과 확산이 쉬운 지형조건을 지닌다. 하계 최고 수온은 25~27°C이며, 동계 최저수온은 2~8°C를 유지하고 있으며, 수심이 얕아 기상변동에 민감하고 조석운동이 큰 반면, 수온과 염분의 차로 해수교환이 느린 특징을 보인다. 리아스식 해안으로 만과 조간대가 발달하였다.

황해를 포함하는 우리나라 서해안은 임해 도시 및 공업단지의 증가로 인해 각종 육상기인 오염물질의 영향을 직접적으로 받고 있다. 인구밀도가 높은 중국 또한 급격한 공업화로 인해 오염 증가에 대한 우려가 높아지고 있다.

중국은 황해 및 동중국해를 접하는 연안지역에 인구 및 공업지역이 밀집하고 있어 황해로 유입되는 각종 오염물의 부하가 가중되고 있으며, 특히 중국의 양쯔강과 우리나라의 수도권을 관통하는 한강은 황해로 유입되는 오염물질 통로로 작용하고 있다. 더욱이 중국 대륙의 대하천은 대부분 동쪽으로 향하고 있어 황해로 유입되는 구조를 이루며, 한반도의 하천은 대부분 서쪽으로 향해 역시 황해로 유입되는 구조를 보인다. 즉, 지형적 특성으로 볼 때, 지각풍화물질과 오염물 등 육상기원 및 인위적 오염물질이 하천을 통해 대량으로 황해로 유입될 수밖에 없는 지형적 특성을 가지고 있다.

황해는 빙하기 이후 침수된 대륙붕의 얇은 부분으로, 대부분의 퇴적물은 육지기원으로, 이들은 대체로 강과 바람에 의해 운반된다. 발해만으로 유입되는 미세한 알갱이 모양의 암석 부스러기는 연간 약 10억 톤에 달하며 이러한 퇴적물의 90% 이상은 황해를 통해 운반되고 있다. 양쯔강을 제외하고 한반도에서 흘러드는 강들로부터 상당 양의 거친 알갱이 모양의 물질들을 포함한 퇴적물이 강에 의해 직접 황해로 유출되고 있는데, 이들은 약 5천만 톤으로 추정된다. 육상기인 퇴적물은 조류와 연안류, 파도와 황해 난류에 의해 분포되며, 미세한 퇴적물은 해류가 가장 약한 곳에 쌓이게 된다. 이러한 결과로 미립자 표층 퇴적물은 황해 중심구역과 중국 연안, 한국 남서해안과 남해안 등지에서 찾아볼 수 있다.

황해에는 크고 작은 하천들이 영양염이 풍부한 육지의 오수를 운반하고 있는데 이는 황해 부영양화의 가장 큰 요인으로 작용하며, 또한 적조로 이어진다. 연안의 인구밀집 지역이나 산업시설 밀집지역으로부터 흘러 들어오는 공업폐수로 인한 해양환경 오염의 문제도 심각하다.

3) 황해의 지역적 현황

황해는 중국의 랴오닝, 산둥, 장쑤 등 연안의 발달된 도시와 한국의 경기, 인천 등 임해도시, 북한의 평양 등 비교적 발달된 도시들을 끼고 있는 해역이다. 황해 관련국인 한국, 중국, 북한의 연안 해역에 직접적으로 영향을 미치는 연안 인구 비율은 한국이 가장 높고, 중국이 가장 낮으며, 거주인구는 중국이 약 3억 명으로 가장 많다.⁷

황해 연안에는 주로 염전산업, 조선산업, 양식업 등이 성행하고 있으며, 연안 지역을 따라 발달된 항구는 국내에서 주요 연안 항구로 자리 잡고 있다. 중국의 단둥, 다롄, 웨이하이, 칭다오, 르쑤오, 상해 등의 항구와 한국의 인천항, 평택항, 당진항

⁷ 중국 쪽 황해 연안지역의 인구밀도는 1996년 기준 431명/㎢으로, 중국 전체의 인구밀도인 132명/㎢의 3배를 초과하고 있다. 남정호·강대석, “황해 해양환경보전을 위한 협력관리체제 구축방안”, 해양정책연구 제20권 2호, 7면.

등의 주요 물류 항구와 북한의 남포항 등이 위치하고 있다.

황해는 국민의 여가선용 및 심미적 이용가치가 높은 해역으로 역사적으로는 동아시아 문명의 주요 교역로였다. 또한 황해 연안 지역의 관광산업은 큰 비중을 차지하고 있으며 특히 중국의 경우 랴오닝, 산둥, 장쑤 등의 성에서 황해 동서부에 위치한 도서지역에서 활발하다. 황해는 중국과 한반도의 서부해안과 요동지방을 하나로 연결하면서 인접국들의 공동 활동의 장(場)이 되어 왔다.

한편 황해는 한국, 중국, 북한 등 정치체제가 다른 세 나라가 역학적으로 연결되어 정치, 외교, 군사 등 다양한 요인에 의해 협력과 갈등이 반복될 수 있는 해역으로 지정학적으로 상당한 의미를 지닌 해역이다. 특히 황해는 인접 연안국의 진출 통로로, 해상운송 및 군사적으로도 중요한 의미를 지니고 있다. 이러한 요인으로 인해 황해를 이용하고 보전하기 위한 지속적인 협력과 연구 활동에 제약이 발생하기도 한다.

2.2 황해의 중요성

1) 생물자원

황해는 수산자원과 해저광물자원의 보고이다. 전 지구 64개 광역해양생태계(LME; Large Marine Ecosystems)⁸ 중 하나로 국제식량농업기구(FAO; Food and Agriculture Organization) 자료에 따르면 황해에서는 전 세계 해양 어획량의 약 5%인 연 3백만 톤이 어획된다. 더욱이 우리나라 황해 연안은 총 2,218종의 생물이 서식하는 것으로 알려져 있다. 그러나 최근 각종 해양환경 사고와 지구온난화

⁸ 황해는 Kenneth Sherman 박사의 제안으로 미국 해양대기청(NOAA)이 선정한 광역해양생태계(Large Marine Ecosystem)의 한 곳으로 지정되어 있다. 광역해양생태계는 수심, 수로, 일차생산력, 해당지역에서 생산되는 먹이에 의존하는 생물집단 등의 기준으로 구분되는 해양생태계 단위이며, 지형학적으로는 연안·하구지역으로부터 대륙붕과 외해지역 일부를 포함한다. 현재 지구 전역에서 64곳 이상의 광역해양생태계가 파악되었는데 이곳에서 전 세계 해양수산자원의 약 95%가 생산된다.

등으로 환경오염과 생태계 파괴가 심각한 수준에 도달해 있으며, 해양환경 오염과 수산자원 남획으로 인하여 생물자원이 급격하게 감소하고 있다.

한국, 중국, 북한 3국이 공유하고 있는 황해광역해양생태계는 다양한 어류, 무척추동물, 해양 포유류 및 조류의 주요 서식지이지만, 해양오염, 수산자원 남용, 연안 서식지 파괴 등 인간의 활동과 개발로 인해 가장 큰 영향을 받는 지역 중 한 곳으로 인식되고 있다. 이러한 문제의식을 바탕으로 2005년부터 2011년까지 UNDP·GEF 황해광역해양생태계 보전사업이 실시된 바 있다.

한편 황해는 세계자연보호기금이 선정하는 ‘글로벌 200 생태지역’으로도 지정되어 있다. 세계자연보호기금은 1997년부터 전 세계의 멸종위기종과 이들의 서식지가 점차 빠른 속도로 파괴되는 것을 막기 위해 생물다양성을 대표하고, 생태적 가치가 뛰어나거나 생태적으로 취약한 지역 등을 대상으로 생태지역을 선정하여 보호프로그램을 추진하고 있다. 생태지역은 대규모의 육지 또는 담수·해수 안에 생물종, 자연환경 및 조건 등이 지리적으로 독특한 특성을 띠는 지역으로 정의된다. 생물다양성은 지구 전역에 걸쳐 고르게 나타나지 않고 기후, 지질, 지구의 진화 역사 등에 따라 매우 복잡한 형태로 존재하기 때문에 생태지역의 경계는 고정되어 있지 않으며 생태과정과 진화과정이 상호 밀접하게 작용하는 곳으로 인식된다.

황해는 글로벌 200 생태지역 중 온대지역 대륙붕·바다(Temperate Shelf and Seas)를 대표하며, 광역해양생태계와 마찬가지로 반폐쇄성 해역, 얕은 수심, 높은 생산성 등이 주요 특징으로 나타나고 있어 남획과 서식지 파괴가 가장 큰 위협으로 인식되고 있다.⁹

2) 서식지 및 산란지

한국·북한·중국을 둘러싸고 있는 황해 갯벌의 면적이 1만2620km²에 달해 세계 최대 규모라는 분석이 나왔다. 한국의 갯벌은 2140km², 북한은 2300km², 중국은 8180km²인 것으로 집계됐다. 세 나라 갯벌을 합한 면적은 세계적으로도 관리·보호가 철

⁹ <http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/g200/g203.html>.

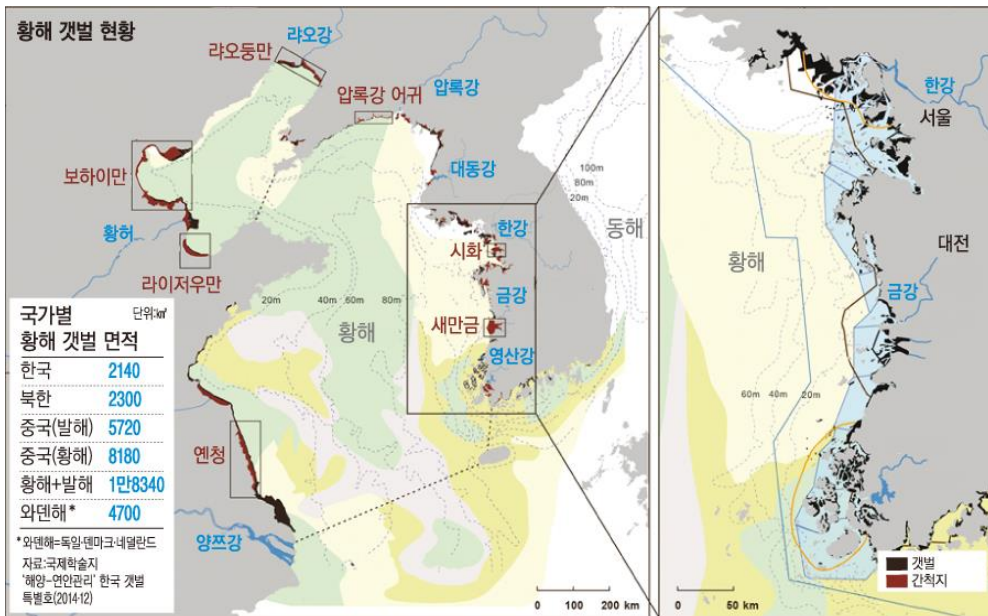
저하계 이뤄지고 있는 와덴해(Wadden Sea) 갯벌 면적 4700㎢의 2.7배에 달한다. 와덴해는 덴마크, 독일, 네덜란드 등 세 나라에 걸쳐 있는 바다를 말한다. 바다위원회는 “갯벌과 인근 바다를 갯벌바다(Getbol Sea)라고 이름 붙이고, 전체를 보호 구역으로 지정해 보호해야 한다”고 제안했다.

‘해양-연안관리’ 한국 갯벌 특별호의 편집인을 맡은 서울대 지구환경과학부 고철환 명예교수는 기자회견에서 “황해 갯벌 중에서도 한국의 서남해안 갯벌은 경관과 생태적 기능 측면에서 특별한 가치를 지니고 있다”며 “한국 갯벌은 산지와 접해 있는 특수성을 지녀 철새들의 먹이활동 공간인 동시에 양식어업 등 삶의 터전으로 기능하는 것도 주목해야 할 부분”이라고 설명했다. 세계 5대 갯벌은 캐나다 동부 해안, 미국 동부 해안과 북해 연안, 아마존강 유역과 한국 서남해안 갯벌을 말한다.

실제 지난해 12월 발간된 국제학술지 ‘해양-연안관리(Ocean and Coast Management)’의 한국 갯벌 특별호를 보면 한국·북한·중국의 황해와 보하이(渤海·발해)의 갯벌을 합한 면적은 1만8340㎢로 파악됐다. 와덴해 갯벌 4700㎢의 4배에 가깝다. 고 교수는 “황해 갯벌 면적은 세계 최대 규모”라며 “이렇게 광대한 갯벌이 형성된 것은 황해와 주변 지역 전체가 하나의 거대한 만을 이루고 있기 때문”이라고 설명했다. 지금 현재도 황해에서는 조류가 끊임없이 움직이면서 ‘바다의 테두리’라 할 수 있는 한국·북한·중국 해안에 모래흙과 펄을 옮겨놓고 있다. 황해로 흘러 들어온 바닷물이 품고 있던 입자들을 쏟아내고, 한국·중국의 강에서 쓸려온 모래흙이 하구에 쌓여 갯벌을 만드는 구조다. 결국 반폐쇄성의 만 구조를 갖고 있는 황해에 한국에서 한강·금강·영산강, 북한에서 대동강·압록강, 중국에서 창장(長江·양쯔강)·황허(黃河)와 같이 큰 강이 흘러내리는 지형이 오랜 기간 세계 최대의 갯벌을 구축해놓은 셈이다. 고 교수는 “조석 차이가 인천은 9m, 목포는 5m 가량 차이 날 정도로 엄청난 양의 물이 들어오고 다시 나가는 것도 넓은 면적의 갯벌이 드러나는 데 영향을 미친다”고 설명했다.

이처럼 광대한 갯벌은 술한 저서생물과 조개류가 살아가는 터전이다. 물이 살짝 고여 있던 선재도 갯벌의 모래와 개흙에도 갯지렁이가 들어앉아 있는 구멍이 셀 수 없을 정도로 많이 뚫려 있었다. 먹잇감을 찾는 새들도 갯벌 여기저기를 쉼 없이 날아다녔다.

그림 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.. 황해 갯벌 현황



2.3 황해오염의 현황

1) 중국 황해 연안의 오염 현황

중국은 급속한 경제발전과 도시화로 인해 오폐수의 배출 규모가 급속도로 증가하고 있다. 통계에 따르면 지난 10년간 40%이상 증가한 것으로 나타났다. 이에 따라 중국 국내 주요 하천 및 근해 해역의 수질오염이 매우 심각한 상황이다. 《2017년 중국해양생태환경현황공보(2017年中国海洋生态环境状况公报)》에 따르면, 하구, 해안, 간척지, 습지, 산호초, 맹그로브 등 해양생태계를 조사한 결과, 4곳의 해양생태계만이 건강한 상태를 유지하고 있으며 14곳은 보통, 2곳은 건강하지 못한 상태를 보였다. 2017년 국가해양국은 66개 국가급 해양보호구역에 대해 조사를 실시했는데, 대부분의 보호구역의 보호대상 상태가 대체로 안정적이라고 밝혔다.¹⁰

¹⁰ 中国海洋报, 详解《2017年中国海洋生态环境状况公报》, 2018.04.03.

그럼에도 불구하고 내륙에서 유입되는 해양오염물질로 해양오염 및 해양생태계의 안정성을 낙관할 수 없는 상황이다. 2017년 해양으로 흘러 들어가는 11개의 강 줄기에 대해 검측을 실시했는데, 55개 하류의 수질이 갈수기 44%, 풍수기 42% 그리고 평상시 36%로 5류(类) 지표수 수질표준 보다 낮았다.¹¹ 《중화인민공화국 지표수환경질량표준(中华人民共和国地表水环境质量标准)》에 따르면, 중국의 지표수의 수질은 총 5개로 분류하며, 1류는 수원, 국가 자연보호구역, 2류는 생활음용수 지표수원지 1급 보호구역, 3류는 생활음용수 지표수원지 2급 보호구역, 4류는 공업용, 5류는 농업용이다. 371개 해양오염 유입 출구 중 29%는 공업 오염물 배출구, 43%는 시정부 오수 배출구, 24%는 오염된 하류 그리고 나머지 4%는 기타 종류의 오염배출구이다.

표 1. 2018년 중국관할해역의 1류 수질 표준에 미치지 못하는 해역 면적

(단위: 평방제곱킬로미터)					
해역	2류 수질 해역 면적	3류 수질 해역 면적	4류 수질 해역 면적	4류 이하 수질 해역 면적	합계
보하이	10830	4470	2930	3330	21560
황해	10350	6890	6870	1980	26090
동해	11390	6480	4380	22110	44360
남해	5500	4480	1950	5850	17780

출처: 중화인민공화국 지표수환경질량표준

중국의 육지가 많은 부분 바다와 접해 있음에도 불구하고, 육지의 오염물질이 대체적으로 해양으로 흘러 들어가는 곳은 동부 연안 지역에 집중되어 있다. 따라서 동부 연안의 보하이, 황해, 동해의 오염은 장기적 관점에서 낙관하기 매우 어려운 상황이다.

표 1에서 보는 바와 같이 황해 해역 중 4류 이상의 낮은 수질의 면적이 다른 해역보다 낮지만, 4류 수질해역의 면적이 다른 3개 해역에 비해서 월등히 높은 것을

¹¹ 新华网, 国家海洋局: 海洋生态环境稳中向好, 入海河流水质不溶, 2018.03.19.

알 수 있다. 현재 수치상 가장 오염도가 높은 동해에 이어 바다로 유입되는 육지의 오염이 통제되지 않는다면, 앞으로 가장 오염도가 심화될 확률이 높은 해역은 황해가 될 가능성이 높다.

2) 우리나라 서해 연안의 오염 현황

우리나라의 서해안 연안은 한강, 동진강 등 주요 하천을 통한 육상기인 오염물질의 유입뿐만 아니라 다양한 오염원에 의해 위협받고 있다. 2007년 태안에서는 허베이스피리트(HEBEI SPIRIT) 유류 유출로 인한 심각한 해양오염사고를 겪기도 하였고, 서해안에 밀집된 석탄화력발전소와 산업단지들을 통해 끊임없이 오염물질의 유입이 이루어지고 있다. 또한 시화호 매립이나 새만금 간척사업 등을 통해 해양을 정화하는 갯벌의 면적이 축소됨으로써 조류뿐만 아니라 다양한 해양생물의 서식환경에도 영향을 미치고 있다.

수산자원의 남획과 어구의 관리 소홀 등으로 인해 연안의 플라스틱 오염도 심각한 수준에 이르고 있다. 특히 2009년 7월에는 ‘국민과자’ 새우깡이 48년 동안 원료로 쓰던 국산 새우를 포기하면서 서해 오염이 심각해진 탓에 폐플라스틱 등 각종 폐기물이 섞인 새우가 납품되는 사례가 늘어 식품 제조에 부적합하다고 결정함으로써 사회적 이슈가 되기도 하였다.

3) 황해의 오염 현황 자료의 부재

우리나라와 중국에 의해 황해 공동조사가 이루어지고 있으나, 중국 및 북한지역 오염원에 대한 객관적 자료 정보체계의 미비로 원활한 자료교환이 이루어지지 않고 있다. 황해와 밀접한 관련을 맺고 있는 북한의 경우 공식적인 논의구조에 참여하지 않고 있으며, 북한자료에 대한 접근도 어려운 실정이다. 북한지역의 간척, 매립, 공단건설 등 연안개발은 지속가능한 발전의 관점이 고려되지 않은 상태에서 이루어지고 있어 향후 통일과정에서 막대한 환경비용이 발생할 우려가 있다.

더욱이 중국의 발해만, 북한의 남포, 우리나라 시화호를 대상으로 한 연안통합관

리 프로그램을 지원하고 있는 GEF/UNDP/IMO 동아시아 지역해 관리 프로그램 (PEMSEA)은 우리나라, 북한, 중국이 모두 참여하고 있지만, 황해 전체를 대상으로 한 종합적인 관리체제는 아니다. 또한 UNDP 주관 하에 황해 광역생태계 관리 프로그램(YS LME)이 운영되고는 있지만 이는 국제기구의 독자적인 사업형태로 진행되고 있어, 각국의 역할과 책임, 향후 관리방향에 대한 관련국의 합의도출 및 역량 강화를 목적으로 하고 있지 않다.

발해만은 황해를 오염시키는 오염원(hot spot)으로 기능하고 있는데, 발해만 기인 오염물질이 우리나라와 북한의 서해환경 및 자원에 영향을 미칠 것으로 전망된다. 해안선 길이가 3,700km인 발해만에 유입되는 오염물질은 연간 70만톤으로 중국 오염물질 총량의 47.7%를 차지하고 있다. 해수오염이 표준치를 넘어선 지역은 4만 3천km²로 발해만 수면의 56%에 해당한다. 1995년 기준 유입 오염물질은 연간 28억톤으로, 이 중 70~80%는 정화처리를 거치지 않고 직접 해양으로 유입된다. 근해 수질은 해표면에 유막이 형성되고, 악취가 나는 Ⅲ급수 또는 초Ⅲ급수를 유지하고 있으며, 이로 인해 발해만 전체면적의 10분의 1이상은 회복이 불가능한 상태를 보이고 있다.

다만, 황해오염조사와 관련하여 한 중 황해 공동연구사업은 1993년 11월 한 중 환경협정 및 제2차 한 중 환경협력공동위원회(1995년 5월)에서 공동사업으로 선정된 이후 1997년부터 조사가 시작되어 현재까지 진행되고 있다. 동 사업은 한국의 해양수산부와 중국의 환경보호총국의 협의에 따라 조사수행기관을 지정하여, 한국의 국립수산물연구원 서해수산연구소와 중국의 환경과학원이 주체가 되어 수행되고 있다. 이와 함께 황해 퇴적물 이동현상 및 퇴적환경 연구, 황해 연안오염 저감대책 사업이 한국해양연구원과 중국 제1해양연구소에 의해 수행되고 있다.

2.4 중국을 중심으로 한 황해오염의 전망

1) 중국의 수질 및 해양오염 현황

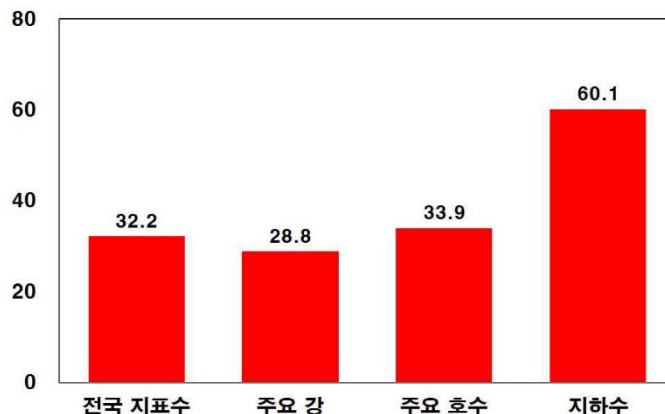
물에 대한 총체적 관리부족은 중국의 지속가능한 발전을 위협하는 단계에 와있

다. 《중국환경현황공보(中国环境状况公报)》에 따르면, 2016년 기준으로 전국 지표수의 32.2%, 지하수의 60.1%가 식수에 부적합하다([그림 2] 참고). 2016년 수리부(水利部)의 《지하수동태월보(地下水动态月报)》에 따르면, 2015년 송랴오(松辽) 평원, 황화이하이(黄淮海) 평원, 산시(山西) 및 서북(西北)지역 분지와 평원, 장한(江汉) 평원 등 2,103개 지하수를 모니터한 결과, 총체적으로 수질이 비교적 좋지 않으며, 1급 수질이 없는 것으로 나타났다.

이에 따른 물 부족도 심각한 것으로 나타났다. 제일재경일보에 따르면 실제 전국 660여개 도시 중 400여개에서 높은 상수도 누수율, 수자원 재활용 미흡 등으로 물 부족 현상이 발생하고 있다.

장기적 발전 단계의 관점에서 보면, 중국은 과거 환경을 희생하며 발전을 중시했던 기초에서 완전히 벗어나 ‘지속가능한 녹색발전’, ‘생태문명의 건설’이라는 새로운 단계에 진입했다. 이에 따라 중국은 생태문명 건설과 녹색발전은 발전에 있어 자원의 절약, 환경보호, 생태복구 및 보호를 보다 중시하고 있다. 특히 물과 관련하여서는 수자원 보호, 물 환경 관리, 물 생태계 회복 등에 각별한 노력을 기울이고 있다.

그림 2. 식수 부적합 비율(%)



출처: 2016中国环境状况公报

이는 앞서 언급한 바와 같이 중국의 급속한 경제 성장 이면에 나타나는 문제, 즉 수질오염, 수자원 부족 등이 지속가능한 발전의 추진뿐만 아니라 중국인들의 건

강과 생태계를 위협하고 있기 때문이다. 경제발전에 따른 급속한 도시화의 추진은 중국 도시의 인구 집중현상을 야기했고, 그에 따른 생활용수 또한 급증했다. 이는 한편으로 미래에 수자원 사용량이 매우 높다는 것을 의미한다. 중국이 세계 2번째 경제 대국임에도 불구하고 담수자원은 전 세계 겨우 6%를 차지하고 있을 뿐이다. 그나마도 생활용수 및 공업, 농업용수의 효율이 매우 낮고 수자원의 재생능력 또한 세계 평균에 미치지 못한다. 물 사용에 대한 효율을 혁신적으로 높이지 못 한다면, 중국의 지속가능한 발전은 크게 위협 당할 것이 자명하다. 이에 더해 물 오염은 위생과 관련하여 중국인의 신체 건강과 생존을 위협하고 있으며, 산업발전의 한계와 습지 감소 등 생태계 파괴 문제를 낳고 있다.

2) 중국의 해양오염 현황

중국은 2012년 제18차 당대회 보고에서 ‘해양강국’ 전략을 최초로 언급하면서 해양생태환경보호에 대한 새로운 비전을 제시했다. 해양생태환경은 국가 사회경제 발전의 중요한 기반이며, 동시에 중국이 해양강국으로 가는 지름길을 천명했다. 이에 따라 해양생태환경을 보호하고, 관련 법제의 효율적 이용을 위하여 관련 법률, 법규, 관리제도 등을 지속적으로 정비해 오고 있다. 그럼에도 불구하고 개혁개방에 따른 경제발전으로 희생된 생태환경을 회복 및 복구시키기에는 여전히 더 많은 시간이 소요되어야 할 것으로 판단된다.

《2017년 해양생태환경현황공보(2017年中国海洋生态环境状况公报)》에 따르면¹², 2012년 대비 2017년 중국의 해수 수질은 전체적으로 개선되었고, 해양생태계 또한 안정적으로 유지되고 있다¹³. 그럼에도 불구하고 해양으로 유입되는 하류의 수질을 낙관하기 힘든 상황이다. 이는 육지에서 기인한 오염물의 유입이 여전히 심각

¹² 中华人民共和国自然资源部网站, 2017年中国海洋生态环境状况公报, 2018.06.06.

<http://gc.mlr.gov.cn/201806/t20180619_1797652.html>(방문일자: 2019.07.11)

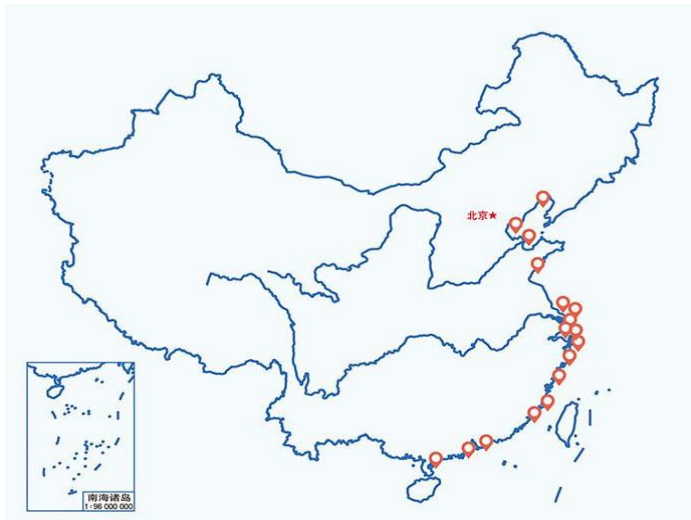
¹³ 2012년 1-2류에 속하는 청정수질의 해수면적은 약 287.73만㎢이었으며, 2017년에는 292.07만 ㎢로 증가했다. 반면, 4류에 해당하는 오염수질의 면적은 9.25만㎢에서 11만㎢로 감소했다.

한 상황이기 때문이다.

2017년 중국의 육지에서 바다로 흘러 들어가는 하류를 검측 한 결과, 110개 하류 중에 55개가 5류 지표수질표준에 조차 미치지 못 했다. 또 100km² 이상 면적을 가진 44개 해역(海湾) 중 16개 해역의 1년 평균 해수의 수질이 4류에도 미치지 못 했다.

앞서 살펴본 바와 같이 2018년 중국의 해양생태환경은 대체적으로 양호한 수준을 유지하고 있으나, 근해역의 오염은 여전히 심각한 것으로 판단된다. 더욱이 위의 그림에서 보는 바와 같이 오염된 근해역이 동남부 연안에 집중적으로 분포되어 있다. 특히 한국의 서해와도 근접해 있는 지역의 오염이 개선되지 않거나 더 심각해질 경우, 해류의 영향으로 한국 해역에도 직간접적 영향을 미칠 것으로 예상된다.

그림 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.. 오염이 심각한 16개 해역



출처: CNR网站, 2018中国海洋生态环境状况公报, 2019.05.31. <http://news.cnr.cn/native/gd/20190531/t20190531_524634409.shtml>(방문일자: 2019.07.24.)

3. 황해오염과 미세플라스틱

3.1 개관

1) 미세플라스틱의 정의

바다표면을 떠다니는 작은 플라스틱 조각은 1970년대 초반부터 학계에 보고되기 시작하였으나, 2000년대 초반까지는 미세플라스틱에 대한 명확한 정의는 없었으며, 2000년대 후반에 기준이 제시되었다. 통상적으로 현미경으로 관찰할 수 있는 정도의 크기를 지칭하는 용어로 사용되었고, 밀리미터 크기에서 그 이하의 미세한 크기까지의 플라스틱 조각을 말한다. ‘미세플라스틱(Microplastics)’이라는 용어는 2004년 영국의 Thompson이 현미경 수준에서 식별되는 미세플라스틱의 양이 해양환경에서 증가하고 있다는 연구결과를 Science 지에 발표하면서 처음으로 사용되기 시작하였다(Thompson et al., 2004).

플라스틱(plastic)은 그리스어 플라스티코스(plastikos)에서 유래한 것으로, ‘조형이 가능한’ 또는 ‘금형으로 가공이 가능한’이라는 의미를 지니고 있다(진정일, 2013). 원하는 모양으로 가공이 가능한 물질을 뜻하는 것으로 인류가 오랫동안 사용해 왔던 전통적인 소재인 돌, 나무, 금속, 유리에 비해 가공성이 뛰어났기 때문에 이러한 명칭이 사용된 것으로 보인다.

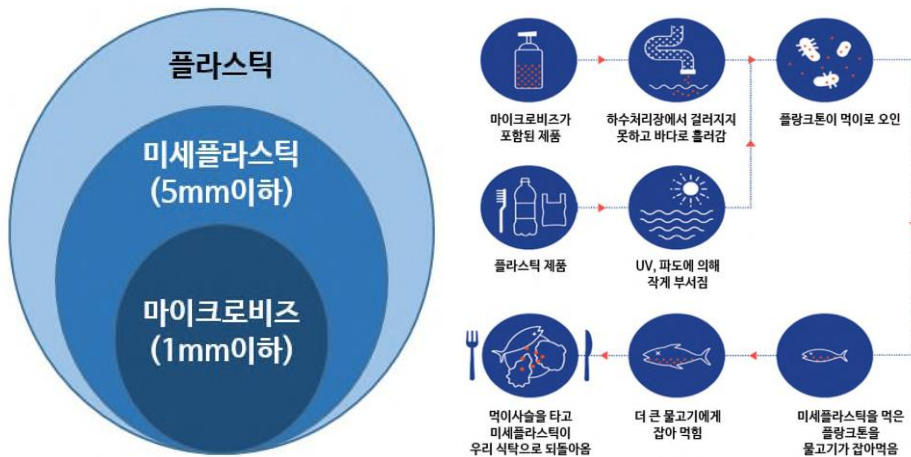
플라스틱은 탄화수소 혹은 바이오매스(biomass)¹⁴를 원료로 가공공정을 거쳐 제조한 유기합성고분자화합물(synthetic polymer)을 통칭하는 광의의 개념으로 사용되기도 하고, 협의의 개념으로 합성고분자화합물 중 합성수지(synthetic resin) 혹은 합성수지와 합성섬유만을 지칭하는 개념으로 사용되기도 한다. 해양의 미세플라스틱 오염 등을 지칭할 경우 플라스틱은 합성수지와 합성섬유를 포괄하는 개념으로 사용되고 있다¹⁵.

¹⁴ 태양에너지를 받은 식물과 미생물의 광합성에 의해 생성되는 식물체 및 균체와 이를 섭취하는 동물체를 포함하는 생명체의 양. 나무와 농산물, 사료작물, 농산폐기물, 해양생물 등에서 추출된 재생가능한 재료로서 에너지로의 전환이 가능한 유기물질을 말한다.

¹⁵ 해양에서 검출되는 미세플라스틱 종류로 폴리에스테르 섬유까지 포괄하고 있다.

미세플라스틱 크기에 대한 정의는 2008년 미국 해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)에서 주최한 바다 미세플라스틱 영향에 대한 국제 워크숍에서 처음으로 논의되었으며, 생물군에 의해 쉽게 섭취될 수 있고, 다양하게 생태계에 위협을 가할 수 있는 플라스틱 조각 크기의 기준으로 5mm 미만이 채택되었다(GESAMP, 2015)¹⁶.

그림 4 플라스틱의 종류 및 특징



출처: “미세플라스틱, ‘마이크로비즈’를 아십니까?”, 슬로우뉴스(2016.07.21.)

일반적으로 미세플라스틱은 제조되었거나 또는 기존 제품이 조각나 미세화된 크기 5mm 이하의 합성 고분자화합물을 말하는데 쉽게 말해 크기가 5mm 이하인 플라스틱을 말한다. 미세플라스틱은 발생기인(origin)에 따라 1차 미세플라스틱(primary microplastics)과 2차 미세플라스틱(secondary microplastics)으로 구분된다. 그 구별은 입자가 원래 그 크기로 제조되었는지(1차) 또는 원래보다 더 커지거나 분해된 것인지(2차)의 여부에 근거한다. 1차 미세플라스틱은 세정용으로 사용되는 알갱이, 플라스틱 성형에 사용되는 플라스틱 분말, 화장품에 사용되는 마이크로비드, 산업용으로 다양하게 사용되는 나노입자들, 플라스틱 제품의 원료가 되는

¹⁶ 미세플라스틱 크기 기준에 대해서 학술적으로 엄격한 기준을 설정하기 어렵기 때문에 실용적(pragmatic) 관점에서 임의적(arbitrary)으로 설정되었다. (GESAMP, 2016 ; UNEP, 2018)

펠렛을 말한다. 2차 미세플라스틱은 플라스틱이 환경에 노출되면서 작은 입자로 쪼개진 것을 말하며, 플라스틱 폐기물이 환경에 노출되었을 때 햇빛, 미생물 등의 작용에 의해 쪼개지면서 발생한다(GESAMP, 2015).

이와 같이 2차 미세플라스틱의 경우, 광분해가 주된 원인인데 주로 해수 보다는 해변에서 심하게 일어난다. 문제는 미세플라스틱이 해양 쓰레기의 60~80%를 차지하고 해양생물체 내의 농축되어 내분비계 교란물질로 유전독성이나 생기능 장애 등을 유발하고, 중금속의 흡착을 가속화시킨다는 점이다. 그 결과 미세플라스틱 오염이 해안이나 도서지역, 극지방 등 전 지구적으로 널리 분포하고 있다는 점에서 전 지구적인 환경 이슈로 부각되었다.

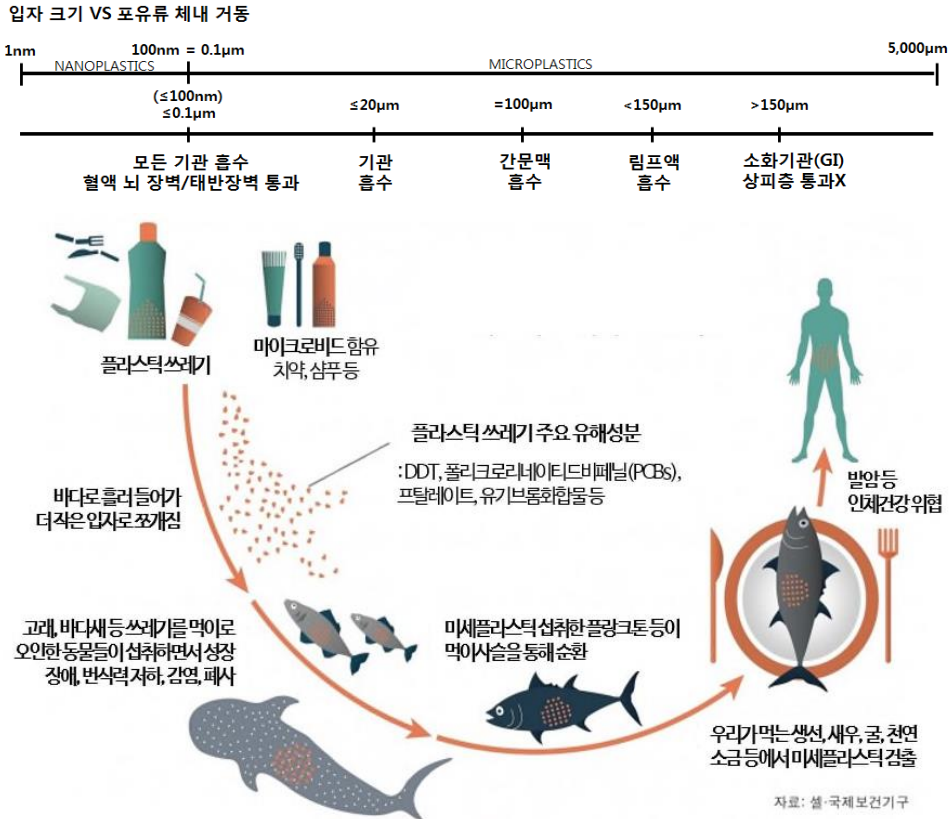
2) 플라스틱의 위해성

플라스틱 소비와 관련된 인체 유해성 논란은 플라스틱에 가소제 등 첨가제로 사용되는 프탈레이트(Phthalates), 노닐페놀(Nonylphenol), 비스페놀A(BPA), 브롬계 난연제 (BFR) 등이 원인이 될 것으로 보인다. 이들 첨가제는 환경 호르몬이라고 불리는 내분비계 교란물질 혹은 발암물질(Carcinogenic)로 확정이 되거나 논란 중에 있기 때문이다. 내분비계 교란물질이 유방암, 당뇨병, 대사증후군, 심혈관 및 생식장애와 연관이 있다는 역학조사 결과가 있고, 산모의 내분비계 시스템에도 영향을 미쳐 태아의 뇌 발달에 이상을 초래할 수 있다. 임신기간 중 특정 프탈레이트에 노출될 경우 남자아기의 신경활동 장애와 연관이 있다는 연구결과도 있다(UNEP, 2018).

플라스틱과 관련하여 최근에 새롭게 부각되고 있는 환경문제는 해양플라스틱 폐기물 및 미세플라스틱 문제이다. 초기에는 환경에 투기된 플라스틱 폐기물이 바다로 유출되어 바다 표면을 떠돌면서 해양생물의 피해를 야기하는 문제가 부각되었으나, 점차 연구가 진행되면서 작은 조각으로 쪼개진 미세플라스틱이 생태계 먹이사슬을 따라 생체조직에 광범위하게 축적되고 있고, 인체 이상을 일으킬 수 있다는 사실이 알려지면서 문제의 심각성이 드러나고 있다. 해양을 비롯하여 환경에 광범위하게 투기된 플라스틱 폐기물은 미세화가 진행되면서 인간이 기술적으로 관리할

수 있는 범위를 넘어섰기 때문에 기존의 방법으로는 대응하기 어려운 상황이다.

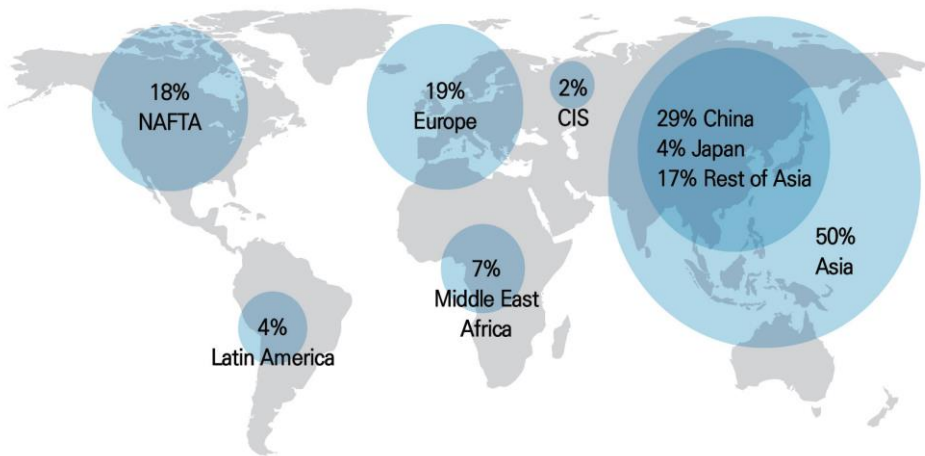
그림 5. 미세플라스틱의 생태계 순환



3) 미세플라스틱 발생 현황

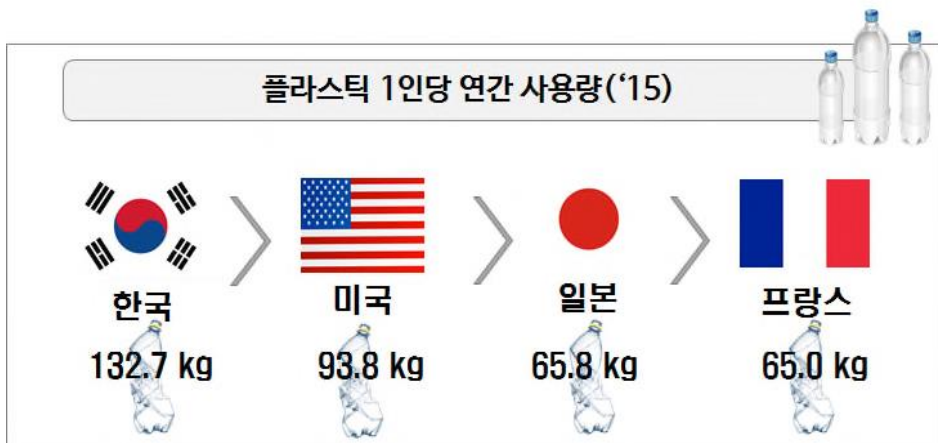
2016년 기준 지역별 플라스틱 원료 생산현황을 보면(열가소성 수지 및 폴리우레탄 수지만을 대상으로 집계), 아시아 지역에서 전 세계 생산량의 50%를 차지하고 있으며, 특히 중국이 전 세계 생산량의 29%를 생산하고 있다. 국내 합성고분자화합물 원료 사용량은 2016년 기준으로 11.2백만 톤이며, 이 중 플라스틱(합성수지) 원료 사용량은 6.2백만 톤이다(한국석유화학협회, 2017).

그림 6. 2016년 기준 지역별 플라스틱 원료 생산현황



출처: 한국석유화학협회(2017)

그림7. 플라스틱 1인당 연간 사용량

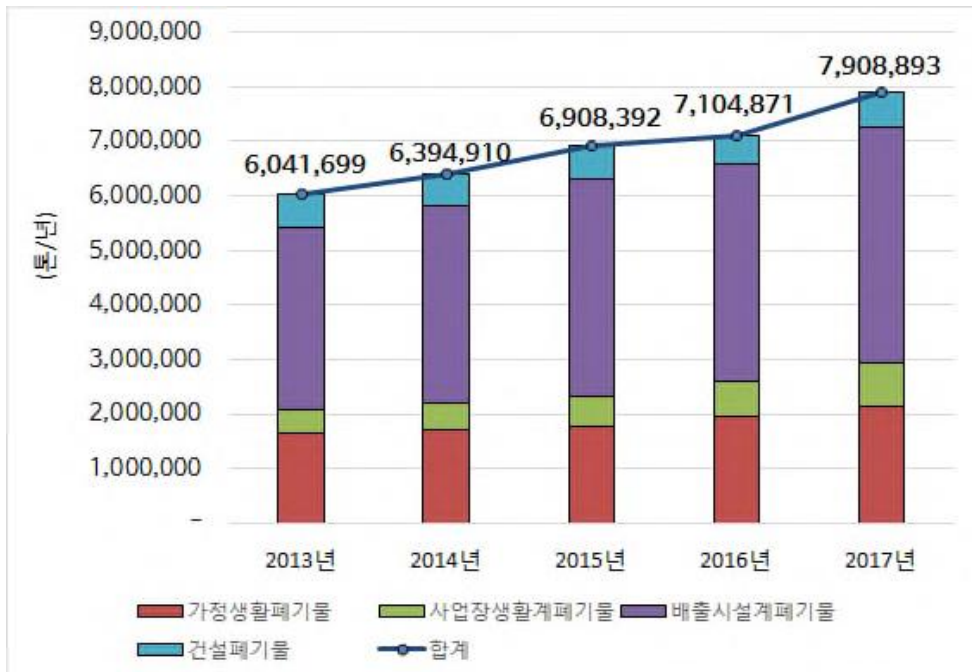


자료: EUROMAP(2016), Plastic Resin Production and Consumption 63 Countries Worldwide.

국내 합성고분자화합물 원료 소비량은 전 세계 사용량의 약 3%를 차지하고 있다. 2015년 기준으로 국내 1인당 연간 플라스틱 원료 소비량은 132.7kg으로 세계

최고 수준(EUROMAP, 2016)이지만, 이것은 국민 1인당 최종 플라스틱제품의 소비량을 의미하는 것이 아니라 플라스틱 원료를 사용하는 생산자의 원료 소비량을 말한다. 플라스틱 원료로 플라스틱 최종제품(플라스틱 제품, 자동차, 전자제품 등)을 생산한 후 수출하는 양이 많기 때문에 이를 감안하면 플라스틱 최종제품이 국내에서 소비되는 양은 미국, 일본 등과 비교하여 높지는 않을 것으로 판단된다.

표 2. 연도별 폐플라스틱 발생현황(2013-2017) (단위 : 톤/년)



출처: 한국석유화학협회(2017)

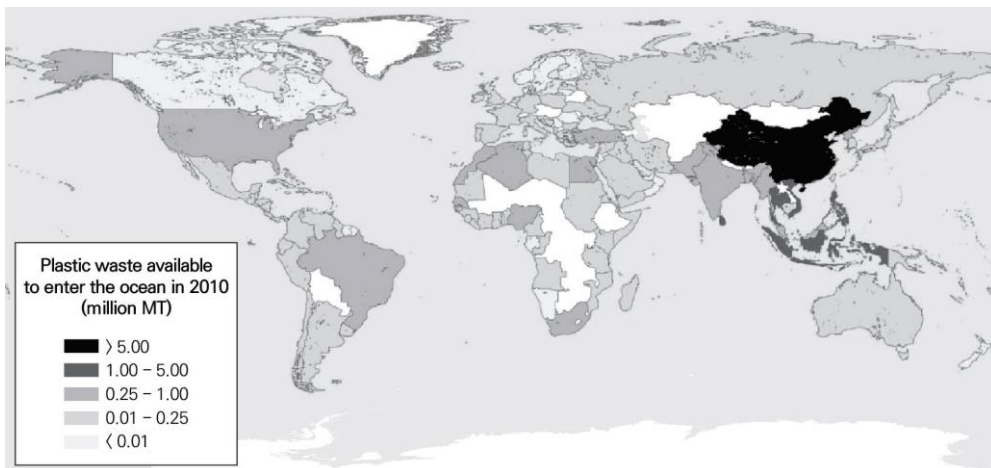
3.2 중국의 미세플라스틱 오염 현황과 대응

1) 해양의 플라스틱 및 미세플라스틱 오염 실태

Jambeck et al.(2015)의 연구에 의하면 2010년 기준으로 해양으로 유입되는 플라스틱 폐기물의 양이 4.8백만~12.7백만 톤에 달하는 것으로 추정하였다. 바다와 접하고 있는 192개 해안가에서 50킬로미터 이내의 주거지역에서 발생하는 플라스

틱 폐기물의 양이 99.5백만 톤이며, 이 중 31.9백만 톤이 제대로 관리되지 않고 투기되고 있는 폐기물이며, 이 중 4.8백만 톤에서 12.7백만 톤이 해양으로 유입되고 있다고 추정하였다. 연간 해양으로 유입되는 플라스틱 폐기물의 양은 192개 국가에서 발생하는 플라스틱 폐기물 총량의 1.7%~4.6%를 차지하는 양이다. 해양으로 유입되는 플라스틱 폐기물 상위 20개 국가를 보면, 중국이 압도적으로 많고, 중국을 비롯하여 인도네시아, 필리핀, 베트남, 스리랑카 등 동남아시아국가가 상위 5위까지 차지하고 있다.

그림 8. 해양으로 유입되는 플라스틱 폐기물의 양



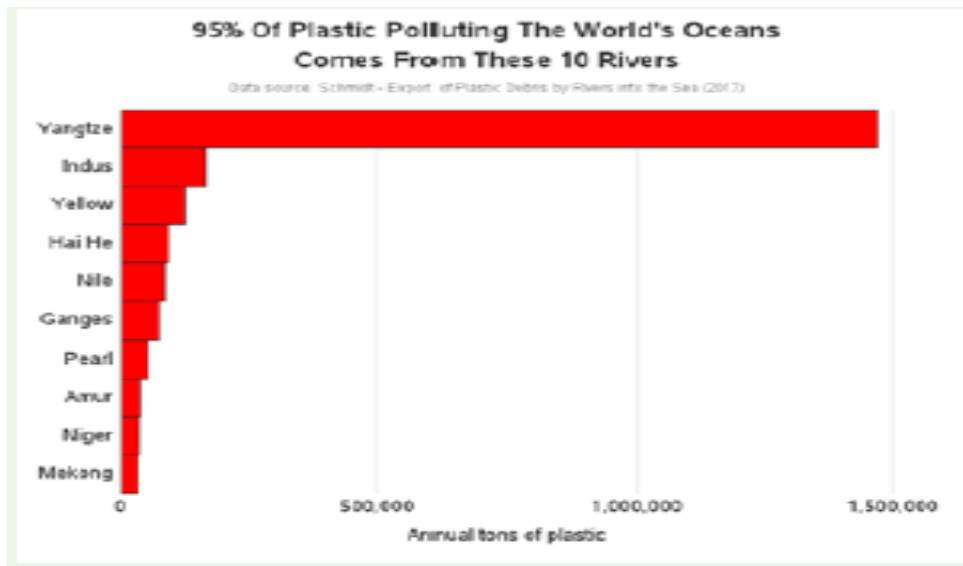
출처: Jambeck et al.(2015)

Schmidt et al.(2017)은 전 세계 10개의 큰 강을 대상으로 강에서 해양으로 유입되는 플라스틱 폐기물의 양을 추정하였는데, 특히 2010년 기준으로 중국의 해양유입 플라스틱 폐기물은 연간 132만톤에서 353만 톤으로 전 세계 최고 수준을 보이고 있으며, 세계 10대 강을 통해 해양으로 유입되는 플라스틱 폐기물에 있어서도 양쯔강이 연간 150만 톤으로 다른 9개 강에서 유입되는 양보다도 3배 이상 많은 것으로 나타났다.

해양으로 유입된 폐기물은 연안지역의 플라스틱 폐기물 오염도를 높이지만, 해류를 따라 떠돌면서 전 세계 해양을 오염시키고 있다. 특히 비중이 가벼운 플라스

틱 폐기물(비중 1 미만의 PE, PP, EPS 등 재질의 플라스틱 폐기물)의 경우에는 바다 표면을 떠다니면서 파편화되어 미세플라스틱 문제를 야기하고 있다.

그림 9. 세계 10대강의 해양 유입되는 플라스틱 폐기물의 양



출처: Schmidt et al.(2017)

해안가에서 해양으로 플라스틱 폐기물을 대량으로 배출하는 중국 및 동남아시아 국가 연안의 경우에는 미세플라스틱의 농도가 가장 높은 고위험군에 속한다(그림 8. 참조). 육상에서 배출된 플라스틱 폐기물은 해류를 따라 순환하면서 해양의 미세플라스틱의 농도를 높일 뿐만 아니라 확산시키기도 한다(GESAMP, 2015). 북태평양 지대에 형성되어 있는 거대한 폐기물 지대(해양 내 플라스틱 폐기물 밀도가 높은 지대, Great Pacific Garbage Patch, GPGP)는 면적이 160만㎢로 대한민국의 약 16배이며, 8만 톤의 플라스틱 폐기물이 있고, 1.8조 개의 미세플라스틱이 떠돌고 있는 것으로 추정된다(Lebreton et al., 2018).

민간단체인 Orb Media가 2017년 세계 주요 권역별로 14개의 나라를 임의로 선정하여 159개 지역 수돗물 속 미세플라스틱을 조사한 결과, 전체 83%에서 미세플

라스틱이 검출되었다. 미국은 94%, 레바논은 90% 이상이 오염된 것으로 확인되었다(Orb Media 홈페이지). 수돗물뿐만 아니라, 병에 들어 판매되는 생수에서도 미세 플라스틱이 발견되었으며, 일회용 및 PET로 만든 재사용 병과 유리병에서 미세 플라스틱이 발견되었다(Oßmann et al., 2018).

2) 중국 미세플라스틱 오염 현황

중국 해양 쓰레기는 대부분 플라스틱이며, 해양 쓰레기의 80%가 육지에서 기인한 것이다.¹⁷ 특히 최근 관심이 급증하고 있는 미세플라스틱은 중국 국내의 강, 호수, 심지어 토양에서까지 발견된다. 현재 중국 강이나 호수 등 담수의 미세플라스틱 오염은 매우 보편화 된 것으로 나타나고 있는데,¹⁸ 이는 자연스럽게 흘러 해양으로 유입된다. 보해(渤海), 황해(黄海), 동해(东海), 남해(南海)의 해역 수면에 떠 있는 미세플라스틱의 밀집도는 각 0.08개/m³, 0.33개/m³, 0.07개/m³ 그리고 0.01개/m³이다. 한편, 해안의 모래사장 내 플라스틱 밀집도는 약 245개/m²이며, 최고 504개/m²로 나타났다. 해양 플라스틱 오염은 역시 16개 오염 해역에서도 황해의 산둥성 르자오(日照), 보해의 랴오닝 후루다오시(葫芦岛市)에 집중되어 있다.

중국 내에서도 2015년 산샤(三峡)댐의 미세플라스틱 오염에 관한 논문이 발표되면서, 담수의 미세플라스틱 오염 문제가 최초로 알려졌으며, 담수 미세플라스틱 오염의 원인은 유역주변에서 플라스틱 제품의 사용과 사후 처리가 되지 않는 것에서 기인한 것으로 나타났다. 특히 양쯔강의 미세플라스틱 오염이 가장 심각한 것으로 나타났다.

¹⁷ 中华人民共和国生态环境部网站, 生态环境部2018年11月例行新闻发布会实录, 2018.12.
01. <http://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk15/201812/t20181201_676865.html>

¹⁸ 중국 대륙에서 남부지역의 젓줄이라 할 수 있는 장강(양쯔강, 长江) 전역에서 미세플라스틱 오염이 매우 심각하게 나타났다. 吴辰熙, 地球的一半: 长江里的微塑料去了哪里澎湃微网站, 2019.01.11. <https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_2840981>

그림 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다. 플라스틱이 바다로 유입되는 양
이 가장 많은 강 세계 비교



출처: 模型预测的世界微塑料输海排名前十河流通量对比, 根据Christian Schmidt等2017年发表在《环境科学与技术 (Environmental Science & Technology)》上的论文《Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea》绘制。

3.3 우리나라의 미세플라스틱 오염 현황과 대응

1) 국내 미세플라스틱 오염 현황

우리나라의 해안폐기물 모니터링 결과에 따르면, 플라스틱류가 56%를 차지하고, 항목별로 보면 페트병과 비닐봉투, 마개, 밧줄, 스티로폼 부표 등이 비율이 높은

것으로 나타났다.¹⁹

한국해양과학기술원(Korean Institute of Ocean Science & Technology, KIOST)은 낙동강 하구와 인접한 거제 동부의 내·외 해역의 21개 정점에서 해수표면의 미세플라스틱의 분포를 조사하였고, 전국 18개 해변가의 미세플라스틱 분포를 조사하였다. 조사결과 해수표면의 미세플라스틱 분포의 경우 거제 동부 연안의 풍도(abundance)가 외국의 결과와 비교했을 때 유사하거나 상대적으로 높은 값을 보였다. 18개 해변의 플라스틱 폐기물 분포의 경우 중대형 플라스틱 폐기물은 외국과 비슷하였지만, 소형 플라스틱 폐기물의 풍도는 매우 높은 수준으로 나타났다. 이것은 다른 플라스틱에 비해 파편화가 매우 잘되는 어업용의 스티로폼 입자에 의한 영향으로 나타났다. 따라서 해양으로 배출되는 스티로폼을 수거하지 않는 한 풍화를 통해 끊임없이 파편화 될 수 있기 때문에 새로운 스티로폼 폐기물의 유입을 완전 차단한다고 하더라도 환경 중의 미세플라스틱은 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.²⁰

한국해양과학기술원의 국내 패류 내 미세플라스틱 잔류 실태 결과에 따르면, 굴에서 0.07 ± 0.31 개/g, 담치에서 0.12 ± 0.10 개/g, 바지락에서 0.34 ± 0.31 개/g, 가리비에서 0.08 ± 0.08 개/g이 검출되었으며, 바지락이 다른 3종의 패류에 비해 유의미하게 높은 값을 보였다. 검출된 미세플라스틱은 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리프로필렌, 폴리에스테르 4종이었다. 이번 조사결과는 국외에서 보고된 값보다는 상대적으로 낮은 값을 보였다. 패류 4종의 체내에 함유된 미세플라스틱 양과 최근 3년간(2013~2015년) 국민 2만여 명을 대상으로 한 건강영양조사 상의 4종의 패류 평균 섭취량을 종합하면 패류 4종을 통한 1인당 연간 미세플라스틱 섭취량은 212개로 산정되었다.²¹

환경부의 수돗물 미세플라스틱 실태조사결과에 의하면 국내 정수과정을 거치지 않은 원수 12곳 중에서 인천 수산정수장 1곳의 원수에서 1리터당 1개의 미세플라

¹⁹ 이종명(2018), “해양쓰레기 현황과 대응과제”, 해수욕장 이용문화 개선 토론회, 해양수산부, 해양환경공단.

²⁰ (한국해양과학기술원, 2015)

²¹ (한국해양과학기술원, 2017)

스틱이 검출되었고, 24개 정수장 중 서울 영등포, 인천 수산, 용인 수지 등 3개 정수장의 정수 과정을 거친 수돗물에서 1리터당 각각 0.4개, 0.6개, 0.2개의 미세플라스틱이 검출되었다.²²

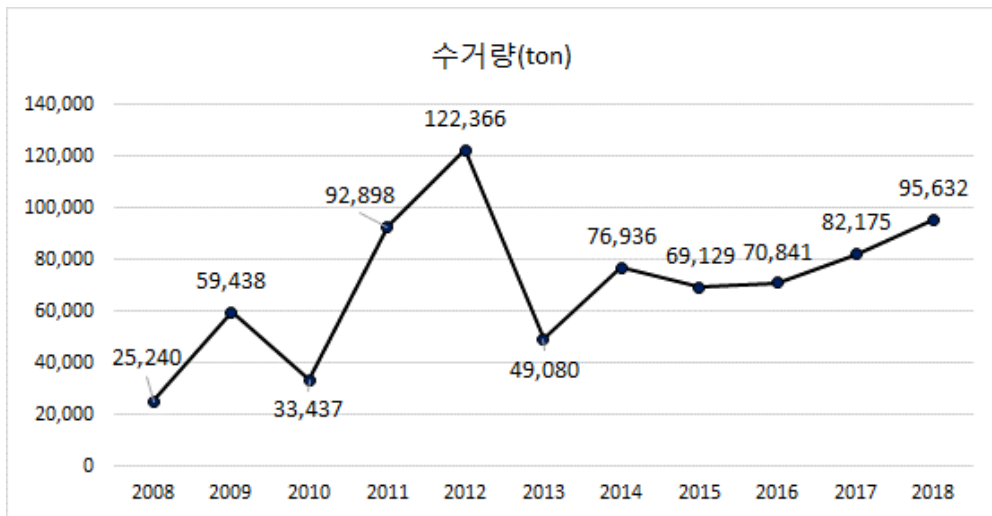
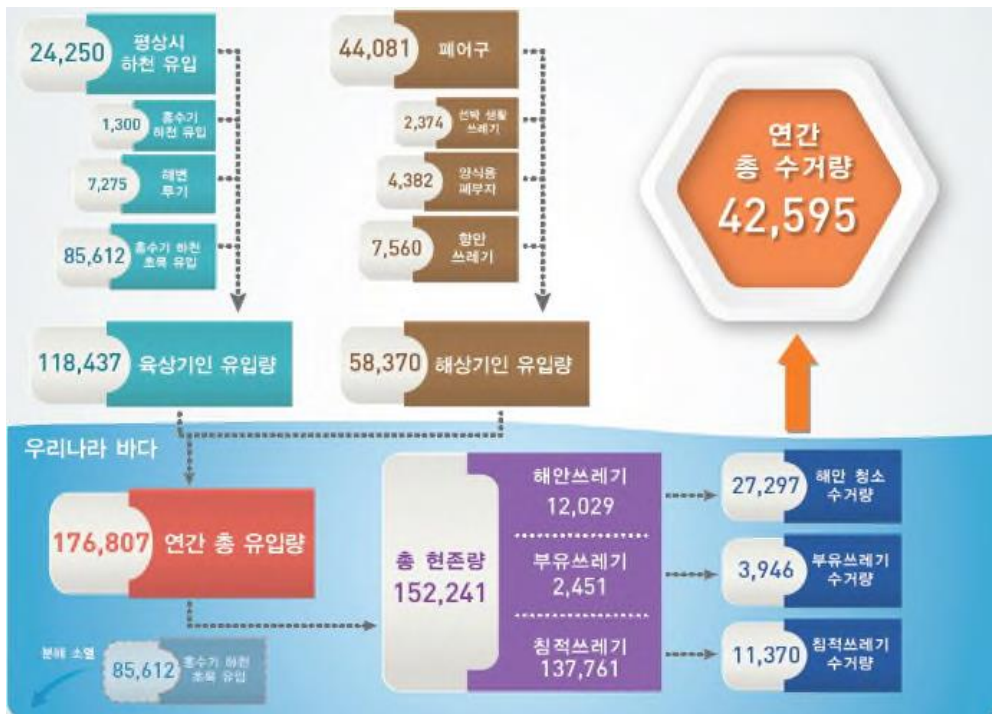
해양수산부가 목포대에 의뢰하여 2017년부터 2018년 초까지 국내에 시판 중인 천일염 내 미세플라스틱 잔류실태를 조사한 결과에 따르면 조사 대상 6개 천일염에서 모두 미세플라스틱이 검출되었다. 프랑스산 천일염에서는 100g당 최대 242개, 중국산 천일염에서는 17개, 국내산 천일염에서는 28개가 검출되었다(MBC 뉴스데스크, 2018년 9월 3일 보도).

2) 해양쓰레기 중 플라스틱 폐기물 현황

우리나라 바다로 들어오는 해양쓰레기의 총량은 연간 177천 톤으로 추정된다. 이 가운데 육상기인이 67%, 해상기인이 33% 정도로 나타났다. 육지에서는 홍수 때 하천을 따라 들어오는 양이 제일 많고 바다에서는 수산업에서 발생한 폐어구가 해양폐기물 발생의 주된 원인으로 지목되고 있다.

²² (환경부 보도자료, 2017)

그림 11. 해양쓰레기 유입 및 수거 현황



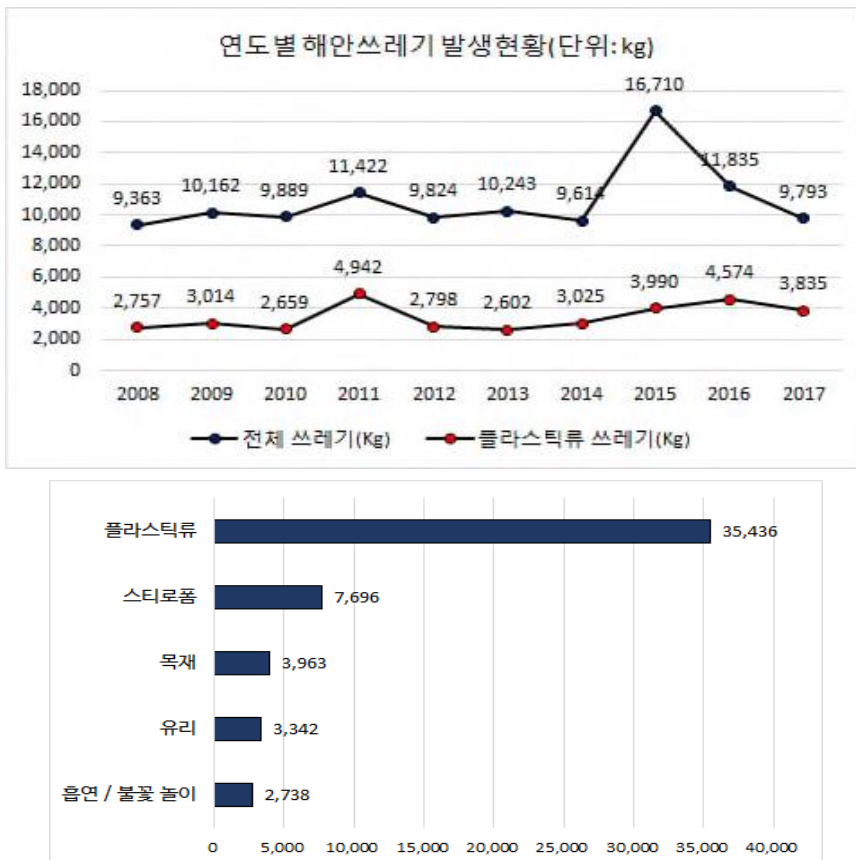
자료: 해양쓰레기통합정보시스템

3) 해안쓰레기 중 플라스틱 폐기물 현황

국내 해안쓰레기 2017년 기준 9,793kg이 발생하였으며, 이 가운데 플라스틱 폐기물 58%를 차지하는 것으로 나타났다.

해안쓰레기의 전체 발생량은 2015년 16,710kg에서 2016년 11,835kg, 2017년 9,793kg으로 줄어들고 있는 추세를 보이고 있으며, 해안쓰레기의 플라스틱류 쓰레기 발생량은 2016년 4,574kg까지 증가하였다가 2017년 3,835kg으로 감소하였다. 플라스틱 외에 스티로폼이 13%, 목재 7%, 유리 5%, 흡연이나 불꽃놀이가 4% 순으로 나타났다.

표 3. 연도별 해안쓰레기 발생현황 및 2017년 상위 5개 항목



자료: 해양쓰레기통합정보시스템

4. 결론

황해 오염은 단순히 바다의 오염으로 인해 해양생물을 위협하는 수준이 더 이상 아니다. 나아가 우리의 생명과도 연결되어 있다. 황해 수산자원의 지속가능한 이용, 미래의 식탁의 안전을 담보하기 위해서는 황해를 둘러싼 어느 한 나라의 노력만으로 이를 달성할 수 없다. 무엇보다 플라스틱 황해를 방지하기 위해서는 중국과 한국, 북한 등 황해를 둘러싼 주변국 모두가 책임있는 노력을 경주하여야 할 것이다. 더욱이 미세플라스틱 이슈는 비단 황해를 중심으로 한 중국이나 우리나라와 일본의 문제만은 아니다. 플라스틱 폐기물은 황해는 물론 태평양을 거쳐 전세계 바다를 오염시킬 우려가 있다. 이에 유네스코의 정부간해양위원회(UNESCO-IOC)는 2010년에 4대 중기전략 목표 중 하나인 ‘해양 생태계의 건강보호’ 분야에서 미세플라스틱을 4대 주요 이슈 중의 하나로 선정했으며, 유엔환경계획(UNEP)은 2014년에 갱신한 국제환경 현안에 미세플라스틱을 포함하는 ‘플라스틱 해양폐기물’을 포함시켰다. 또한 2014년에 개최된 국제연합환경총회(UNEA)에서 미세플라스틱에 관한 결의안이 채택되었으며, 향후 미세플라스틱을 포함한 플라스틱 폐기물 오염 이슈가 국제협약으로 발전할 가능성도 높아 보인다.

이러한 점에서 황해의 미세플라스틱 오염 문제에 대응하기 위해 우리나라와 중국 모두의 공통의 노력이 필요하며, 특히 육상 기인 플라스틱 폐기물의 규제와 더불어 수산관련 어구 등을 통한 플라스틱 폐기물 발생을 줄이기 위한 공동의 기술 개발이나 제품기준을 마련할 필요가 있다. 특히 2018년 중국의 플라스틱 폐기물 수입 제한에 따른 우리나라의 플라스틱 대란이 재발하지 않도록 일방적인 가해자와 피해자 구도가 아닌 미래 먹거리 안전과 생존을 위한 공통의 관심사로 해양에 유입되는 플라스틱 폐기물 문제해결에 머리를 맞댈 때이다.