

해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방안

A Study on Improving the Management System
for River Waste Flowing into the Sea

이윤정 • 최수빈 • 정세미 • 육근형

2020. 12.



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	이윤정, 최수빈, 정세미, 육근형, 이종명, 이종수, 정호승
연구진	연구책임자 이윤정 한국해양수산개발원 해양연구본부 전문연구원 공동연구원 최수빈 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구원 공동연구원 정세미 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구원 공동연구원 육근형 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구위원
외부연구진	이종명 동아시아바다공동체오션 연구소장 이종수 동아시아바다공동체오션 책임연구원 정호승 동아시아바다공동체오션 연구원
연구기간	2020. 1. 1. ~ 2020. 10. 31.
보고서 집필내역	
연구책임자	이윤정 연구총괄, 제1장, 제2장 일부, 제3장 일부, 제4장 일부, 제6장, 제7장
내부연구진	최수빈 제3장 일부, 제5장 일부 정세미 제2장 일부, 제5장 일부 육근형 제5장 일부
외부연구진	이종명 제4장 일부 이종수 제4장 일부 정호승 제4장 일부
산·학·연·정 연구자문위원	김경미 그린에코스 박사 이상고 부경대학교 교수 권석재 한국해양과학기술원 연구위원 류재나 한국환경정책평가연구원 연구위원 류호돈 미국환경보호청 박사 신경희 한국환경정책평가연구원 선임연구위원 이상은 국토연구원 안전국토연구센터장 명상순 해양수산부 해양보전과 사무관

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

해양쓰레기의 60~80%는 육상에서 발생한 것으로 알려져 있으며, 여러 연구에서 집중호우시기 유출수, 하수관로 등을 육상기인 해양쓰레기의 발생원으로 지목하였다. 우리나라 역시 해양쓰레기 중 육상기인이 많은 부분을 차지하며, 하계에 강우가 집중되는 기후 특성상 하천을 통해 유입되는 쓰레기가 많다.

올해는 강우가 한강 이남으로 집중되면서 금강 하구의 서천군, 영산강 하구의 목포시, 섬진강 하구의 여수시, 낙동강 하구의 사하구 해안가가 쓰레기로 뒤덮였다. 2019년에는 부산시 수영강 하구에 인접한 광안리해수욕장이 집중호우 후 밀려온 육상쓰레기로 피해를 입었다. 최근 집중호우의 강도는 더 세지고 기간은 더 길어지는 추세여서 앞으로 하천쓰레기로 인한 해안가 피해가 더 커질 수 있어서 우려된다.

해양으로 유입되는 하천쓰레기를 줄이기 위한 본 연구는 이러한 상황에서 매우 시기적절하게 실시된 것으로 보인다. 우리나라 하천 정비 및 관리는 국토교통부, 호소 및 하천 수질 관리는 환경부, 해양쓰레기 관리는 해양수산부가 각각 담당하고 있다. 이에 연구진은 「하천법」, 「물환경보전법」, 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」과 관련 제도 및 사업을 분석하여 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방안을 제시하였다.

우리나라의 해양 유입 하천쓰레기 관리정책은 5대강 중심으로 이루어졌다. 하지만 본 연구에서 중·소규모 하천인 수영강, 길산천에서 현장 조사를 실시하여 5대강 이외 하천으로도 쓰레기가 유입되고 있음을 보였다. 그리고 하수관로와 중소규모 하천의 관리청인 연안 시도 주도의 해양 유입 하천쓰레기 관리를 제시하였다.

본 연구에서 제시된 해양 유입 하천쓰레기 관리방안은 2019년 12월 3일에 제정된 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」에서 규정한 하천으로부터 유입되는 폐기물의 차단조치를 실현하는 데 기여할 것이다.

마지막으로 본 연구를 수행한 해양연구본부 이윤정 전문연구원과 연구진, 하천쓰레기 현장조사에 참여한 (재)동아시아바다공동체 오션의 노고에 깊은 감사를 표한다. 하천, 하수도, 하천·하구쓰레기 관리정책 자문을 해주신 국토연구원의 이상은 박사, 미국 환경보호청 류호돈 박사, 한국환경정책·평가연구원의 류재나 박사와 신경희 박사께도 감사의 마음을 전한다. 아울러 연구의 품질 제고를 위하여 성심성의껏 도와 주신 한국해양수산개발원 최재선 박사, 김종덕 부원장, 남정호 본부장, 한국해양기술연구원 권석재 박사, 부경대학교 이상고 교수, 해양수산부 해양보전과 명상순 사무관께 감사의 인사를 드린다. 본 연구가 해양 산업과 연안 지역의 지속적인 발전과 청정한 바다를 즐기는 국민의 여가 생활에 기여하길 기대한다.

2020년 12월
한국해양수산개발원
원장 장 영 태

목차

요 약	i
-----	---

Executive Summary	vii
-------------------	-----

제 1장 서 론	1
----------	---

제1절 연구 배경 및 필요성	1
제2절 연구 목적 및 주요 내용	3
1. 연구 목적	3
2. 연구의 범위 및 내용	4
제3절 선행연구 분석	7
1. 선행연구	7
2. 선행연구와의 차별성	12
제4절 연구 수행방법 및 방법론의 한계	14
1. 연구방법 및 체계	14
2. 연구방법론의 한계	17

제 2장 해양 유입 하천쓰레기 현황 분석	19
------------------------	----

제1절 해양 유입 하천 현황	19
1. 하천 분류방법	20
2. 기본 현황	22
3. 유형 구분	26
4. 유역 현황	32
제2절 해양 유입 하천쓰레기 발생 및 수거	44
1. 해양 유입 하천쓰레기 양 추정	44
2. 하천쓰레기 수거 현황	47
3. 해양 유입 하천의 특징 및 쓰레기 유입 가능성	56

제 3장 해양 유입 하천쓰레기 관리여건 분석 63

제1절 해양 유입 하천쓰레기 관련법	64
1. 해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법	65
2. 물환경보전법	67
3. 하천법	68
4. 물관리기본법	71
제2절 해양 유입 하천쓰레기 관리계획	72
1. 해양쓰레기 관리 기본계획	73
2. 5대강 유역 하천·하구 쓰레기 관리 기본계획	76
3. 물환경관리 기본계획	80
4. 하천정비계획	82
5. 국가 물관리기본계획	85
제3절 해양 유입 하천쓰레기 관리제도 및 사업	88
1. 해양 유입 쓰레기 차단막 설치사업	88
2. 유역 쓰레기 처리비용 분담제도	90
3. 댐 및 상류 쓰레기 관리	92
4. 하천관리청의 쓰레기 관리	94
제4절 해양 유입 하천쓰레기 관리의 문제점	98
1. 중소규모 해양 유입 하천쓰레기 관리 소홀	98
2. 해양 유입 하천쓰레기 성상 및 발생량 정보 부족	99
3. 하천관리청의 쓰레기 관리사항 불명확	100
4. 상류, 정수역, 하천변 쓰레기 관리규정 미흡	101
5. 수거사업 중심의 해양 유입 하천쓰레기 관리	102
6. 해양 유입 하천쓰레기의 단절적 관리	104
7. 상류 및 하류 사·도 간 갈등 조정기구 부재	106

제 4장 해양 유입 하천쓰레기 실태조사 107

제1절 실태조사 방법	108
1. 실태조사 대상지 선정	108
2. 조사방법	111
제2절 수영강 실태조사	113

1. 기본 현황	113
2. 해양 유입 하천쓰레기 현장조사	122
3 관리 주체 및 사업	137
제3절 길산천 실태조사	141
1. 기본 현황	141
2. 해양 유입 하천쓰레기 현장조사	146
3. 관리조직	151
제4절 실태조사 시사점	152
1. 하천쓰레기의 해양 유입 실태	152
2. 해양 유입 하천쓰레기 관리의 한계점	155
3. 관리여건 분석결과와 비교	158

제 5장 주요국의 해양 유입 하천쓰레기 관리사례 161

제1절 미국 우수 쓰레기 관리사례	162
1. NPDES의 쓰레기 배출 허가제도	162
2. 쓰레기 총량관리제	166
제2절 유럽 BLASTIC 프로젝트	172
1. 목표 및 추진 절차	172
2. 하천쓰레기 모니터링	174
3. 해양쓰레기 발생원 및 경로 분석	177
4. 관리대상 선정	182
5. 제도 및 관리수단 마련	183
제3절 일본 하천쓰레기 관리사례	183
1. 하천쓰레기 관리 개요	183
2. 하천쓰레기 조사	185
3. 지역 주도의 쓰레기 관리	187
4. 해외 사례의 시사점	194

제 6장 해양 유입 하천쓰레기 관리 개선방안 197

제1절 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방향	198
1. 대규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선	199

2. 중소규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선	200
제2절 하천쓰레기 해양 유입 차단방안	202
1. 하천관리청 쓰레기 관리	202
2. 하수관로 유출·입 쓰레기 관리	205
3. 호소 및 하천 쓰레기 수거 강화	211
4. 하천쓰레기 해양 유입 차단막 성능 개선	214
5. 시·도 단위의 해양 유입 하천쓰레기 관리계획(가칭) 수립	216
제3절 관계 부처 및 시·도 간 협력 강화	218
1. 상·하류 비용 부담률 산정 지침 개발	218
2. 해양 유입 하천쓰레기 통합 관리기구 설립	220

제 7장 결론 및 정책제언 221

제1절 요약 및 결론	221
제2절 정책제언	223
1. 해양 유입 하천쓰레기 기초자료 확보	223
2. 시·도 단위 해양 유입 하천쓰레기 관리 강화	227
3. 해양 유입 하천쓰레기 관련법 개정	228

참고문헌 231

부 록 239

부록 1. 해양쓰레기 모니터링 분류	240
부록 2. 해양 유입 하천 현황	242

표목차

〈표 1-1〉 국내 선행연구의 목적 및 방법론	9
〈표 1-2〉 해외 선행연구의 목적 및 방법론	12
〈표 1-3〉 주요 선행연구와 본 연구의 차별성	13
〈표 2-1〉 해양 유입 하천의 기본 현황	22
〈표 2-2〉 등급별 해양 유입 하천	22
〈표 2-3〉 지방청별 관리대상 해양 유입 하천	23
〈표 2-4〉 다수 하천으로 구획되는 해양 유입 하천	25
〈표 2-5〉 해양 유입 하천과 지류 하천	25
〈표 2-6〉 해양 유입 하천의 분포	26
〈표 2-7〉 대규모 해양 유입 하천의 현황	27
〈표 2-8〉 5대강 본류의 행정구역 및 관리주체	28
〈표 2-9〉 중규모 해양 유입 하천의 현황	29
〈표 2-10〉 소규모 해양 유입 하천의 현황	31
〈표 2-11〉 유형별 해양 유입 하천의 유역면적	32
〈표 2-12〉 5대강의 유역면적	34
〈표 2-13〉 2018년 5대강 부유쓰레기 발생량 추정결과	46
〈표 2-14〉 육상기인 해양쓰레기 추정결과	47
〈표 2-15〉 댐 부유쓰레기 발생 현황	49
〈표 2-16〉 하천·하구 쓰레기 정화사업 예산	50
〈표 2-17〉 하천·하구쓰레기 수거 실적	51
〈표 2-18〉 하천·하구·해안쓰레기 관련 사업	52
〈표 2-19〉 해양폐기물 정화사업 수거 실적	53
〈표 2-20〉 주요 항만의 연도별 해양 부유쓰레기 수거 실적	54
〈표 2-21〉 해안쓰레기 수거 실적	55
〈표 2-22〉 재해쓰레기 수거 및 처리 예산집행 결과	56
〈표 2-23〉 유형별 해양 유입 하천 기초 현황	57
〈표 2-24〉 연안 유역의 시가화 건조지역과 산림지역 비중	60
〈표 3-1〉 해양 유입 하천쓰레기 관련법	64
〈표 3-2〉 오염물질 등의 배출행위 금지 규정	69
〈표 3-3〉 하천쓰레기 관련 하천관리청의 업무	70

〈표 3-4〉 ‘제3차 해양쓰레기 관리 기본계획’의 개요	74
〈표 3-5〉 ‘5대강 유역 제2차 하천·하구 쓰레기 관리 기본계획’의 개요	77
〈표 3-6〉 ‘제2차 물환경관리 기본계획’의 개요	81
〈표 3-7〉 ‘하천기본계획 수립 지침(2018년)’의 개요	84
〈표 3-8〉 하천 생활환경기준에서 부유물질(SS) 기준	85
〈표 3-9〉 ‘통합물관리 1년 성과 및 향후 중점과제’의 개요	87
〈표 3-10〉 비용분담 협약 현황	90
〈표 3-11〉 하천관리청의 하천시설 유지·관리 업무	96
〈표 3-12〉 「보 관리규정」 제18조	97
〈표 3-13〉 국토교통부-한국수자원공사 간 다기능 보 위·수탁 계약 주요 내용 ..	97
〈표 3-14〉 국토교통부-한국수자원공사 간 아라천 위·수탁 계약 주요 내용	98
〈표 3-15〉 해양 유입 하천쓰레기 관리 주제	105
〈표 4-1〉 우리나라와 주요국의 해양쓰레기 분류체계 비교	112
〈표 4-2〉 수영강 기초 현황	113
〈표 4-3〉 수영강 하천 밀도	114
〈표 4-4〉 수영강 유역 행정구역 및 인구 현황	116
〈표 4-5〉 수영강 유역 행정구역 및 인구 현황	117
〈표 4-6〉 광안리해수욕장 수해쓰레기 수거 현황	120
〈표 4-7〉 수영강 수중쓰레기 현장조사 방법	124
〈표 4-8〉 우동항 수중쓰레기 현장조사 방법	125
〈표 4-9〉 우동항 수중쓰레기 현장조사 방법	125
〈표 4-10〉 1차 조사, 수중쓰레기 개수 및 무게	128
〈표 4-11〉 2차 조사, 수중쓰레기 개수 및 무게	130
〈표 4-12〉 우동항 수면쓰레기 개수 및 무게	133
〈표 4-13〉 우동항 슬립웨이 쓰레기 개수 및 무게	135
〈표 4-14〉 수영강 분류 및 지류 관리조직	137
〈표 4-15〉 수영강 하천 개수 현황	138
〈표 4-16〉 회동수원지 및 댐 관리조직	139
〈표 4-17〉 회동수원지 댐 현황	139
〈표 4-18〉 기관별 관리대상 하천쓰레기 및 관리조직	140
〈표 4-19〉 길산천 기초 현황	141
〈표 4-20〉 길산천 유역 행정구역 및 인구 현황	143
〈표 4-21〉 길산천 토지이용 현황	144
〈표 4-22〉 길산천 해양 유입 하천쓰레기 현장조사 방법	146

〈표 4-23〉 차단막 설치기간 군산기상청 월별 강수량	147
〈표 4-24〉 길산천 차단막 인공쓰레기 개수 및 무게	149
〈표 4-25〉 길산천 관리조직	151
〈표 5-1〉 청정수법에서 정의하는 오염물질	164
〈표 5-2〉 캘리포니아 교통국과 각 시에 할당된 기준 쓰레기 허용부하량	172
〈표 5-3〉 해양쓰레기의 발생원과 경로 지도화를 위한 체크리스트 주요 항목	179
〈표 5-4〉 해양쓰레기의 발생원과 경로 지도화를 위한 체크리스트 요약	180
〈표 5-5〉 일본 쓰레기 지도에서 불법 투기물의 종류와 양 표시	185
〈표 6-1〉 해양 유입 하천의 유형별 관리방향	198
〈표 6-2〉 대규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선(안)	200
〈표 6-3〉 중소규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선(안)	201
〈표 6-4〉 하수관로의 쓰레기 유출·입 차단방안	207
〈표 6-5〉 장치형 비점오염물질 저감시설 종류	208
〈표 6-6〉 수면관리자 쓰레기 관리 지침의 주요 내용	212
〈표 6-7〉 상·하류 간 비용 부담률 산정 지침의 주요 내용	219

그림 목차

〈그림 2-1〉 하천 분류용 참고 이미지	21
〈그림 2-2〉 사도청 관리 해양 유입 하천	24
〈그림 2-3〉 5대강 본류와 지류	27
〈그림 2-4〉 중규모 해양 유입 하천의 총연장(본류+지류)	30
〈그림 2-5〉 5대강 유역 현황도	33
〈그림 2-6〉 4대강의 보 현황	34
〈그림 2-7〉 연안 유역의 토지 이용 현황	35
〈그림 2-8〉 인천 연안 유역의 토지 이용 현황	36
〈그림 2-9〉 강원 연안 유역의 토지 이용 현황	37
〈그림 2-10〉 경북 연안 유역의 토지 이용 현황	38
〈그림 2-11〉 경남 연안 유역의 토지 이용 현황	38
〈그림 2-12〉 충남 연안 유역의 토지 이용 현황	39
〈그림 2-13〉 전북 연안 유역의 토지 이용 현황	40
〈그림 2-14〉 전남 연안 유역의 토지 이용 현황	40
〈그림 2-15〉 제주 연안 유역의 토지 이용 현황	41
〈그림 2-16〉 부산 연안 유역의 토지 이용 현황	42
〈그림 2-17〉 울산 연안 유역의 토지 이용 현황	42
〈그림 2-18〉 경기 연안 유역의 토지 이용 현황	43
〈그림 2-19〉 2018년 지역 직접 유출량	45
〈그림 2-20〉 2015~2019년 댐별 쓰레기 수거 실적	48
〈그림 2-21〉 2012~2015년 지자체별 하천·하구쓰레기 수거 실적	51
〈그림 2-22〉 해양폐기물 정화사업 폐기물 수거	53
〈그림 2-23〉 2015~2019년 지자체별 항만 부유쓰레기 수거 실적	54
〈그림 2-24〉 하천쓰레기 종류별 유입량	58
〈그림 2-25〉 국가 해안쓰레기 모니터링 사업결과	59
〈그림 3-1〉 관련 부처의 해양 유입 하천쓰레기 관리 개요	63
〈그림 3-2〉물관리위원회 구성도	72
〈그림 3-3〉 해양 유입 하천쓰레기 관련 법정계획	73
〈그림 3-4〉 수립 주체별 하천정비계획	83
〈그림 3-5〉 물관리기본계획의 공간적 및 내용적 범위	86
〈그림 3-6〉 해양 유입 하천쓰레기 관리 제도 및 사업	88

〈그림 3-7〉 2020년 금강 재해쓰레기 사진	94
〈그림 3-8〉 우리나라 하천관리의 변화	95
〈그림 3-9〉 댐·저수지 및 하천에 떠내려온 쓰레기 처리실적	103
〈그림 4-1〉 해양 유입 하천쓰레기 실태조사 연구체계	107
〈그림 4-2〉 해양 유입 하천쓰레기 실태조사 방법	108
〈그림 4-3〉 실태조사 대상 하천 위치도: 도시형	109
〈그림 4-4〉 실태조사 대상 하천 위치도: 농촌형	110
〈그림 4-5〉 수영강 현황도	114
〈그림 4-6〉 수영강 유역 토지이용 현황도	118
〈그림 4-7〉 우동항, 광안리해수욕장 위치도	119
〈그림 4-8〉 우동항 유입 하천쓰레기 사진	120
〈그림 4-9〉 수영구청 공공쓰레기 수거자 대상 설문 결과 1	121
〈그림 4-10〉 수영구청 공공쓰레기 수거자 대상 설문 결과 2	121
〈그림 4-11〉 수영강 모니터링 위치	122
〈그림 4-12〉 수영강 수중쓰레기 현장조사 위치 및 통발 설치 모식도	123
〈그림 4-13〉 수중쓰레기 위치별 개수 분포	127
〈그림 4-14〉 수중쓰레기 시료 채취 현장 사진	127
〈그림 4-15〉 1차 조사, 수중쓰레기 사진	128
〈그림 4-16〉 2차 조사, 수중쓰레기 사진	129
〈그림 4-17〉 1차와 2차 조사결과 비교	131
〈그림 4-18〉 우동항 수면쓰레기 사진	132
〈그림 4-19〉 우동항 슬립웨이 조사 정점 모습	134
〈그림 4-20〉 1차와 2차 조사결과 비교	136
〈그림 4-21〉 부산조종면허시험장 인근 수면쓰레기 사진	137
〈그림 4-22〉 길산천 현황도	142
〈그림 4-23〉 길산천 유역 토지이용 현황도	145
〈그림 4-24〉 길산천 해양 유입 하천쓰레기 현장조사 위치	146
〈그림 4-25〉 길산천 차단막 쓰레기 현장조사 사진	148
〈그림 4-26〉 길산천 차단막 쓰레기의 개수비율(좌)과 무게비율(우)	150
〈그림 4-27〉 길산천 차단막 쓰레기의 유형별 개수비율(좌)과 파편 개수비율(우) ..	150
〈그림 4-28〉 길산천 차단막 쓰레기 종류	151
〈그림 4-29〉 강우 시 유입된 초목류 쓰레기	153
〈그림 4-30〉 수영강 하구 쓰레기와 붉은바다거북 위장 속 플라스틱 비교	154
〈그림 4-31〉 관리여건 분석과 실태조사 결과 비교	159
〈그림 5-1〉 주요국의 해양 유입 하천쓰레기 관리 사례조사 개요	161

〈그림 5-2〉 샌프란시스코 지역 쓰레기 배출량 구분	165
〈그림 5-3〉 우수 쓰레기 포집장치	168
〈그림 5-4〉 로스앤젤레스강 유역	169
〈그림 5-5〉 BLASTIC 프로젝트 프로세스	174
〈그림 5-6〉 부유쓰레기 차단막	175
〈그림 5-7〉 그물망 연결형 차단막	175
〈그림 5-8〉 투르크시 모니터링	176
〈그림 5-9〉 일본의 1급 하천 쓰레기 지도 작성 현황	184
〈그림 5-10〉 아라아케강 개별 출장소 단위 쓰레기 지도 사례	187
〈그림 5-11〉 야마가타현 해안쓰레기 관리 목표	188
〈그림 5-12〉 야마가타현 해안쓰레기 관리 대책의 주요 내용	189
〈그림 5-13〉 오사카만 해저 해양쓰레기 조사결과	191
〈그림 5-14〉 요도가와강 수계 내 쓰레기 조사결과	192
〈그림 5-15〉 하천 내 미세플라스틱 조사결과(위: 평산시, 아래: 홍수 시)	193
〈그림 6-1〉 해양 유입 하천쓰레기 관리방안의 주요 내용	197
〈그림 6-2〉 하천환경 정비 시범사업 추진사례: 오산천	202
〈그림 6-3〉 폐천부지 환경문제 발생 사례	204
〈그림 6-4〉 합류식 관로와 분류식 관로 개념도	206
〈그림 6-5〉 미국 환경보호청의 하수관로 쓰레기 유출입 차단시설 예시	209
〈그림 6-6〉 사·도별 하수도 배제방식(2018년 기준)	210
〈그림 6-7〉 호소 및 하천쓰레기 수거 및 포집시설 설치	213
〈그림 6-8〉 해양 플라스틱 유형별 비중 및 수영강 하천쓰레기	214
〈그림 6-9〉 수면 및 수중 하천쓰레기 차단막 예시	215
〈그림 6-10〉 해양 유입 하천쓰레기 관리계획(가칭)의 위상 및 주요 내용	217

약어 목록

※ 알파벳 순

BBN (국가관할권 이원 지역의 생물다양성): Marine Biodiversity in Areas Beyond National Jurisdiction

NPDES (국가오염물질배출규제제도): National Pollutant Discharge Elimination

TMDL (오염총량관리제): Total Maximum Discharge Permits

EPA (미국 환경보호청) Environmental Protection Agency

IMDCC (정부 간 해양쓰레기 조정위원회): Interagency Marine Debris Coordinating Committee

LID (저영향개발기법): Low Impact Development

BMP (Best Management Practices): 최적관리기법

CWA (청정수법): Clean Water Act

SSD (Storm Sewer Discharges): 유출수

CSO (Combined Sewer Overflows): 합류관의 월류수

NOAA (해양대기청): National Oceanic and Atmospheric Administration

MDMAP (해양쓰레기 모니터링 및 평가 사업): Marine Debris Monitoring and Assessment Project

CSIRO (호주 연방과학산업연구기구): The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation

요약

해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방안

1. 연구의 목적

- ▶ 본 연구는 하천을 통해 바다로 유입되는 쓰레기 현황 및 특성, 관리 여건을 종합하여 해양 유입 하천쓰레기를 효과적으로 관리하기 위한 방안을 제시하는 데 목적이 있음

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구의 방법

- ▶ 해양에 인접한 하천과 그 유역 현황을 파악하기 위하여 하천일람, 토지피복, 인구 등으로 공간분석을 실시함
- ▶ 해양 유입 하천쓰레기 특성을 분석하기 위해 현장조사와 지역 공무원 면담조사를 실시함

- ▶ 해양 유입 하천쓰레기 관리여건을 분석하고 주요국의 하천쓰레기 관리 사례를 조사하기 위하여 문헌조사와 전문가 자문을 실시함

2) 연구의 특징

- ▶ 중규모 해양 유입 하천을 대상으로 수면과 수중으로 이동하는 쓰레기를 조사함으로써 기존 연구의 한계를 극복하고자 하였음
 - 기존 연구에서 다루지 않은 중규모 해양 유입 하천을 대상으로 수면과 수중에서, 우기와 비가 오지 않은 평일에 현장조사를 실시
- ▶ 해양수산부, 환경부, 국토교통부 등 해양 유입 하천쓰레기 관계부처 소관 법, 제도, 사업을 종합적으로 검토하여 현행 제도의 한계를 도출하였음
- ▶ 주요국의 해양 유입 하천쓰레기의 발생원 및 이동경로 관리, 모니터링 사례를 조사하여 사전예방적이고 일상적인 관리가 가능하도록 개선방안을 제시하였음

3. 연구결과

1) 연구결과 요약

- ▶ 육상에서 발생한 쓰레기가 바다로 이동하는 경로가 되는 해양 인접 하천은 463개소, 4,632km이고, 5대강을 제외한 대부분은 연안 시·도를 유역으로 하는 중소규모 하천임
 - 5대강은 2,400여 개의 지류와 6.8만km²의 유역면적을 지니고 있으며, 이는 우리나라 전체 하천과 국토면적의 약 2/3에 해당

- 연안 시·도 경계를 넘지 않는 중소규모 하천은 458개소이며, 대부분은 연안 시·도가 관리
- 연안 유역의 토지피복 현황을 분석하여 해양 유입 하천쓰레기가 많은 것으로 예상되는 시가지 발달지역과 산림 발달지역을 제시
- ▶ 실제 도시형 해양 유입 하천과 농촌형 해양 유입 하천의 하구에서 하천쓰레기를 조사한 결과, 도시형 하천을 통해 비닐 등 플라스틱류와 초목류 쓰레기가 바다로 유입되고 있음을 확인하였음
- 도시형 해양 유입 하천인 부산 수영강 쓰레기 현장조사 결과, 우기에는 수면 위로 초목류가 다량으로 유입, 수중으로는 플라스틱류가 우기뿐만 아니라 평상시에도 유입
- 반면, 농촌형 해양 유입 하천인 충남 서천군 길산천 하구에 약 6개월 동안 설치한 차단막에 걸린 쓰레기는 대부분 나뭇가지 등 초목류 쓰레기였고, 인공 쓰레기는 34개, 3.3kg에 불과
- ▶ 2019년에 제정된 「해양폐기물법」에서 하천 관리자가 하천쓰레기의 해양 유입을 차단하도록 의무화하였으나, 「하천법」과 「물환경보전법」은 하천쓰레기 관리에 대한 사항을 명시적으로 규정하고 있지 않음
- 하천의 지정, 관리, 보전에 관한 사항을 규정하는 「하천법」과 그 하위 법령에 하천쓰레기 관련 규정은 부재하여 하천 유지·관리 업무 또는 정비사업 수행 시 쓰레기가 고려되지 않고 있음
- 「물환경보전법」에 호소(湖沼) 안 쓰레기의 수거 및 관리 규정은 있으나 하천쓰레기 관리에 관한 규정은 부재
- 법정계획인 해양폐기물 기본계획, 물환경관리 기본계획, 하천정비

기본계획은 상호 연계성이 부족하고, 5대강 하천·하구 쓰레기 관리
기본계획은 법정계획이 아니어서 실행력이 부족

- ▶ 미국, 일본, 유럽 등 주요국은 육상쓰레기에서 발생한 쓰레기가 하천으로 이동하는 경로를 관리하고 있으며, 도시를 관류하는 하천을 통해 유입되는 플라스틱 쓰레기를 줄이기 위해 노력하고 있음
 - 미국은 도시에서 발생하는 쓰레기가 강을 통해 바다로 유입되는 것을 막고자 뉴욕시와 샌프란시스코만 유역에서 NPDES(National Pollutant Discharge Elimination)를 활용하고, 로스앤젤레스강의 도시 구간에서 TMDL(Total Maximum Discharge Permits)을 실시
 - 유럽 발트해 주변국은 바다로 유입되는 하천쓰레기를 저감하는 지역 차원의 실행계획 수립을 지원하고자 2016년부터 3년 동안 BLASTIC 프로젝트를 실시하여 해양 유입 도시 플라스틱 쓰레기의 발생지점 및 이동경로 지도화 및 모니터링 방법을 개발하고, 모범 관리사례를 조사하여 발표
 - 일본은 하천관리청에서 유지·관리 업무를 수행하면서 하천쓰레기 지도를 작성하고, 광역자치단체인 현(県)에서 해양쓰레기 관리계획을 수립하여 실행
- ▶ 우리나라 역시 지방자치단체가 해양 유입 하천쓰레기의 수거뿐만 아니라 발생원, 이동경로를 관리하되, 내륙 지역에서 발원하는 5대강의 경우 상·하류 지자체 간 협력을 강화하는 방향으로 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선안을 제시함
 - 시·도가 수행하는 하천 정비, 하천 유지·관리, 하수도 정비 업무를 통해 하천쓰레기 발생원 및 이동 경로를 관리하고, 이를 종합한 시도 단위의 해양 유입 하천쓰레기 관리 기본계획을 해양쓰레기 관리

기본계획의 하위 계획으로 수립

- 5대강 하천은 유역쓰레기 비용 분담률 산정 지침을 개발하여 상·하류 지자체 간 갈등을 줄이고 제도를 안정적으로 운영하는 데 기여
- ▶ 그리고 하수관로로 이동하는 도시 쓰레기 관리, 하천관리청의 하천 쓰레기 관리, 하천쓰레기 수거 또는 차단에 필요한 과제를 제시함
- 도시 플라스틱 쓰레기가 하천으로 이동하는 것을 예방하기 위해 하수관로에 쓰레기 차단시설 설치, 바다에 접한 우수토구의 중점관리 지정 및 관리
- 하천정비사업을 통한 하천쓰레기 직방류 예방, 하천쓰레기 조사 지침 개발 및 집중호우기 전후 쓰레기 관리 강화
- 하천 및 호소 쓰레기 수거 강화를 위해 수거사업 지침 개발, 차단시설 설치, 해양 유입 차단막의 성능 개선사항

2) 정책대안 제시내용 및 정책화 활동

- ▶ 해양 유입 하천쓰레기 관리체계를 개선하기 위해 필요한 하천쓰레기 정보 조사, 사·도의 하천쓰레기 관리 강화, 법·제도 개선이 필요함
- 하천쓰레기에 관한 기초정보를 파악하기 위하여 하천쓰레기 발생량 추정 및 하구쓰레기 모니터링 방법 개발, 하천쓰레기 통계 통합 관리 지침 개발을 하여야 함
- 시·군·구 간 비용 분담제를 도입하여 하천쓰레기 수거비용을 마련하면서 상류 시·군·구의 하천쓰레기 수거 및 예방활동을 유인하고, 해양 유입 하천쓰레기 관리계획의 연차별 이행평가체계를 개발하여 실효성을 제고하여야 함

- 「해양폐기물법」을 개정하여 해양 유입 하천쓰레기 관리계획 수립 및 예산 지원 근거를 마련하고, 하천의 유지·관리 및 안전점검에 관한 규칙에 하천관리청의 쓰레기 조사 및 관리 업무를 추가하고, 「물환경보전법」에 하천·하구 쓰레기 관리 근거를 마련하여야 함

3) 정책적 기여 등 기대효과

- ▶ 기존 정책에서 소외되었던 수영강 등 중소규모 하천을 통해 바다로 유입되는 쓰레기를 저감하는 데 기여
 - 현장조사를 실시하여 중소규모 하천을 통해서 쓰레기가 바다로 유입되고 있음을 확인하고, 시·도 주도의 관리체계를 제시
- ▶ 환경부, 국토교통부, 해양수산부, 연안 시·도 등 해양 유입 하천쓰레기 관계기관의 역할을 구체화하여 협력적 정책 추진에 기여

A Study on Improving the Management System for River Waste Flowing into the Sea

Yoon-Jung Lee · Su-Been Choe · Se-Mi Jeong · Keun-Hyung Yook

1. Purpose

- ▶ The purpose of this study is to present measures to effectively manage river debris entering the ocean by comprehensively analyzing the present status, features and managerial conditions of debris flowing from rivers to the ocean.

2. Methodology and Feature

1) Methodology

- ▶ A spatial analysis was conducted by utilizing a book of Korean River Information, land coverage and population to identify the present status of rivers adjacent to the ocean as well as surrounding areas.
- ▶ The study conducted on-site investigation and interviews with

regional public officials to analyze the features of river debris entering the ocean.

- ▶ A literature review and consultation with experts were carried out to analyze managerial conditions of river debris flowing into the ocean and cases of river debris management by major countries.

2) Feature

- ▶ This study intends to overcome the limitations of existing studies by targeting middle-sized rivers flowing to the ocean while investigating debris both on the surface of the river itself as well as those under water.
 - Targeting middle-sized rivers flowing to the ocean, a topic not covered in existing studies, this study included an on-site investigation by monitoring debris on the surface of rivers as well as under water on weekdays during both the rainy season as well as regular days without rain.
- ▶ A comprehensive review of relevant laws, systems and projects related to river debris entering the ocean under the jurisdictions of the Ministry of Oceans and Fisheries (MOF), the Ministry of Environment (MOE) and the Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MLIT) enabled extracting limitations of current systems.
- ▶ This study analyzed a number of case studies from major countries including sources of river debris entering the ocean,

monitoring of its movement routes and specific monitoring cases. Based on this analysis, this study gave rise to a number of improvement measures which allow for preemptive and business-as-usual management.

3. Results

1) Summary

- ▶ The number of rivers adjacent to the ocean through which land-based waste flows into the ocean is 463 within South Korea, with an accumulative length of 4,632km. Most of the rivers excluding the 5 major rivers in South Korea are small to medium sized rivers bordering coastal cities and provinces as river basins.
 - Korea's 5 major rivers have approximately 2,400 tributaries with a total basin coverage of 68,000km², which accounts for about 2/3rdsofthetotalsizeofriversandland.
 - There are 458 sites of small-to-medium-scale rivers which do not cross the boundaries of coastal cities and provinces. Most of them are managed by coastal cities and provinces.
 - After analyzing the present status of land coverage in coastal basins, this study focused on urbanized areas and forest areas in which a large amount of debris was expected to enter the ocean.
- ▶ This study analyzed waste in 'urban-type rivers' and 'rural-type

rivers' flowing into the ocean. The results of the analysis indicated that plastic waste including those made of vinyl as well as vegetative waste commonly flow through urban-type rivers, eventually entering the ocean.

- Having conducted an on-site investigation on river waste at Suyeong River, an urban-type river which flows into the ocean, this study found that a large quantity of vegetative waste enters the ocean on the surface of the river during the rainy season, while plastics flowing under the water are present not only during rainy season but on regular days as well.
- On the other hand, a barrier was installed at the mouth of Gilsan stream of Seocheon gun in Chungnam province for a period of 6 months. Most of the waste caught in the barrier was vegetative waste such as tree branches with only 34 pieces of man-made waste being caught and weighing a mere 3.3kg.
- ▶ Enacted in 2019, the Marine Waste Act mandates river management authorities to prevent waste from rivers entering oceans. However, the River Act and the Water Environment Conservation Act do not explicitly stipulate specific criteria on the management of river debris.
- The River Act, which regulates matters regarding the designation, management, conservation, etc. of rivers, and its subordinate laws do not specify regulations on river debris. Due to the absence of such regulations, waste is not considered when carrying out the process of management and maintenance of rivers.
- The Water Environment Conservation Act includes a provision

for collecting and managing waste within lakes, but does not specify regulations in regards to the management of river debris.

- Statutory plans including the Marine Debris Basic Plan, the Water Environment Management Basic Plan and the River Maintenance Basic Plan do not systematically relate to each other. The Waste Management Basic Plan for Korea's 5 Major Rivers and Estuaries is not a statutory plan, resulting in a lack of enforcement.
- ▶ Major countries including the US, Japan and Europe are managing the movement routes of land-made waste flowing to rivers, while making efforts to reduce plastic waste which has run through cities and enter the rivers.
- The US has adopted the National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES) in New York City and San Francisco bay areas to prevent city originated waste from enter the sea through rivers and implemented the Total Maximum Discharge Permits (TMDL) in city areas of the Los Angeles River.
- Neighboring countries in the Baltic Sea of Europe have carried out the Blastic Project for 3 years since 2016 to support the establishment regional-level action plans for reducing river waste flowing into the ocean. The project provides a methodology for mapping the sources and pathways of marine plastic litter and monitoring litter in rivers and coastal water, while investigating and demonstrating exemplary cases.
- In Japan, the River Administrative Agency conducts the role of maintenance, drawing a map of river debris. The management plan for marine debris is established and implemented at the Prefecture level, which is a local autonomous entity.

-
- ▶ In South Korea, local governments collect river debris entering the oceans as well as management of the sources and pathways of litter. However, this study proposes improvement measures for the management of the 5 major rivers originating from inland areas that local governments between headwaters and estuaries should strengthen cooperation.
 - Work including river restoration, river management/maintenance and sewage maintenance carried out by cities and provinces allow the management of sources and pathways of river debris flowing into the ocean. The River Debris Management Plan, which summarized this work, should be established under a subordinate plan of the Marine debris Management Plan.
 - A guideline should be established in regards to the 5 major rivers for calculating the rate of cost sharing in regard to river debris. This will contribute to the reduction of conflict between local governments between headwaters and estuaries as well as contributing to the stabilization of the operations of the system.
 - ▶ This study also proposes a list of tasks necessary for the management of urban waste moving through sewage ducts, the management of river debris carried out by river management agencies and the collection and prevention of river debris.
 - A barrier system should be installed at sewage ducts to prevent urban-based plastic waste from flowing into rivers. Moreover, it is necessary to designate and operate primary management areas for storm overflow mouths bordering the ocean.

- River maintenance projects enable the prevention of river debris from direct discharge. A guideline for surveying river debris should be developed to strengthen the management of waste especially before and after seasons of heavy rainfall.
- The following tasks are required to reinforce the collection of marine debris in rivers and lakes; developing a guideline for waste collection, installing barrier systems and improving the function of barriers which prevents marine litter from entering the ocean.

2) Policy suggestions and relevant activities

- ▶ It is necessary to survey information on river debris whereby there is a need to improve the management system of river debris entering the oceans, together with strengthened management of river debris by cities and provinces and improved laws and systems.
- It is essential to develop a methodology for estimating the amount of river debris generated which allows for the identification of basic information on river debris, while developing a monitoring method of river debris as well as a guideline for the integrated management of statistics on river debris.
- Introduction of a cost sharing system between regional units of cities, guns and gus will generate the cost for collecting river debris which also induces the collection and prevention of river debris by local governments in upstream areas. In addition, it is necessary to develop an annual implementation assessment

system for the river debris management plan, enhancing its effectiveness.

- The Marine Waste Act should be amended to provide a legal foundation for establishing and allocating a budget for the river debris management plan. In addition, work regarding inspection and management of debris by river management agencies should be included in the Regulation on the Maintenance, Management and Safety Inspection of Rivers. Moreover, a provision in regards to the waste management of rivers and lakes should be established in the Water Environment Conservation Act.

3) Expected benefits including policy contribution

- ▶ This study contributes to the reduction of river debris flowing through middle-sized rivers such as the Suyeong River into the ocean, which has been neglected in preceding studies.
- Having identified the fact that wastes are entering the ocean through small and middle scale rivers based on on-site investigation, the study proposed a city and province-driven management system.
- ▶ This study contributes to the implementation of cooperative policies by specifying the roles of organizations relevant to river debris flowing into the ocean, such as the MOE, the MLIT the MOF, coastal cities and provinces.

제 1 장

서론

제1절 연구 배경 및 필요성

일반적으로 해양쓰레기의 과반은 육상에서 기인한 것이다. 해양수산부의 제1~3차 해양쓰레기 관리 기본계획에서도 연간 해양쓰레기의 65~70%는 육상 기인이고, 나머지 30~35%가 해상에서 기인한 것으로 추정된 바 있다. 해안에 방치된 쓰레기를 조사하는 ‘국가 해안쓰레기 모니터링’에서도 동일한 결과를 확인할 수 있었다. 육상에서 발생한 것으로 추정되는 포장재와 각종 생활용품이 61%를 차지하였다. 반면 해상 기인으로 분류되는 어업 및 해양용품의 비중은 29%에 불과하였다.¹⁾

제2차 하천·하구 쓰레기 관리 기본계획 수립을 위한 연구에서는 하천쓰레기의 대부분이 강수량이 많은 6~8월에 집중 발생하고, 초목류와 플라스틱의 비중이 높다는 사실을 확인한 바 있다.

1) 나머지 10%는 발생원을 확인할 수 없는 쓰레기였다.

비단 4대강뿐만 아니라 모든 하천은 육상에서 발생한 쓰레기를 바다로 이동한다. 그래서 바다와 연결된 하천에 인접한 연안은 집중호우시기에 쓰레기로 인한 피해를 입을 수 있다. 예를 들어, 수영강²⁾ 하구에 위치한 우동항은 매년 비 온 뒤 수영강을 따라 내려온 쓰레기 때문에 피해를 입고 있었다. 특히, 연안 가까이 양식시설이 밀집해 있는 전남, 그리고 해수욕장이 다수 분포한 강원도, 충남, 부산은 해양쓰레기로 인한 경제적 피해가 클 것으로 예상된다. 2019년 부산 광안리해수욕장은 하계 휴가객이 몰리는 7월에 수해쓰레기가 파도에 떠밀려오면서 잠시 해수욕장을 닫았다.³⁾ 최대 성수기에 이런 상황이 발생한다면 지역 경제가 입는 피해는 클 것이다.

우리나라는 5대강 상·하류 지자체 간 비용분담 협약을 체결하여 하천·하구 쓰레기를 수거하고 있다. 하지만 비용분담제도로는 수영강 등 5대강 외 하천에서 유입된 쓰레기 문제에 대응할 수 없다. 뿐만 아니라 해양 유입 후 수거하기 때문에 피해를 저감하는 데 한계가 있다. 육상 기인 쓰레기에 대응하는 가장 효과적인 방안은 해양으로 들어오지 못하도록 차단하는 것이다. 하지만 하천관리 주무부처인 환경부와 국토교통부의 관리 목표에 쓰레기 발생 저감이나 해양 유입 차단은 없다. 해양수산부는 하천의 하단부에 쓰레기 차단막 설치사업을 추진하지만, 집중호우기에 제 기능을 발휘하지 못한다.

이러한 상황에서 2019년에 제정된 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」에 해양 유입 차단에 관한 규정을 마련한 것은 의미가 크다. 하천관리청으로 하여금 폐기물의 해양 유입을 차단하는 조치를 취하도록 하고, 이를 이행하지 않는 관리청에 해양수산부가 조치 이

2) 수영강은 하천연장이 30km 미만의 중소규모 하천이며, 2019년까지 지방하천이었다.

3) 연안뉴스(2019. 7. 21), 「태풍에 거대 쓰레기장 된 광안리해수욕장... 아쉬운 피서객들」.

행을 요청하는 법적 근거를 마련한 것이다. 하지만 하천관리청이 실시해야 할 쓰레기 유입 차단 조치가 불명확하다는 한계가 있다.

한편 미국 환경보호청(EPA: Environmental Protection Agency)은 하천을 통해 육상의 쓰레기가 해양으로 이동하지 않도록 관리한다. 관리수단으로 Trash Free Water 프로젝트, 이동경로인 하수관거를 관리하는 국가오염물질배출규제제도(National Pollution Discharge Elimination System의 Stormwater Permits for Trash) 등이 있다.

유럽은 최근 육상쓰레기의 해양 유입 차단 정책을 개선하였다. 유럽 집행위원회(European Commission)는 2018년 육상에서 해양으로 유입되는 주요 제품을 지정하고, 제품별 대응조치를 규정한 지침⁴⁾을 마련하였다. 모니터링 결과를 토대로 면봉, 빨대, 비닐 봉투 등 유럽 해안가에서 흔히 발견되는 품목을 대상으로 하여 해양쓰레기 발생 예방 효과가 클 것으로 기대된다.

우리나라 역시 육상기인 해양쓰레기를 관리하기 위한 구체적인 수단이 필요하다. 특히 하천을 매개로 해양으로 유입되는 쓰레기를 예방할 구체적인 방안을 마련하기 위한 연구가 필요하다.

제2절 연구 목적 및 주요 내용

1. 연구 목적

하천은 육상쓰레기가 해양으로 이동하는 주된 경로이다. 하천을 통한 쓰레기의 해양 유입 차단은 해양쓰레기 예방 정책의 핵심이다.

4) Directive on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment.

하지만 연안, 바다에 관한 정책을 담당하는 해양수산부의 근원적 한계로 인하여 이제까지 실천 가능한 관리수단이 부족하였다.

본 연구는 하천을 통해서 해양으로 유입되는 육상쓰레기 저감 방안을 제시하는 데 목적이 있다. 이는 곧 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」 제11조에서 규정한 하천관리청이 취해야 하는 육상쓰레기의 해양 유입 차단조치를 구체화하는 것이다. 그리고 이를 이행하기 위해 필요한 관리체계, 제도적 개선사항을 도출하고자 한다.

육상기인 해양쓰레기는 육상에서 이루어지는 인간의 활동에 의해 발생하고, 하천은 이동경로이다. 따라서 해양 유입 차단조치는 이동경로뿐만 아니라 발생지점 혹은 발생원에 대한 관리를 포함한다.

하천, 그리고 쓰레기 발생지점 혹은 발생원 관리는 환경부, 국토교통부, 지방자치단체의 관리 영역에 속한다. 이에 본 연구를 통해서 해양쓰레기 관리 관련 부처 간, 그리고 중앙부처와 지자체 간 협력을 통해 육상기인 해양쓰레기 관리 정책의 실효성을 높이하고자 한다. 그리고 정부가 추진하는 ‘깨끗한 바다, 풍요로운 어장’, ‘누구나 살고 싶은 복지 농산어촌 조성’에도 기여할 것이다.

2. 연구의 범위 및 내용

1) 연구의 범위

본 연구는 육상에서 발생하여 하천을 통해서 해양으로 유입되는 쓰레기를 대상으로 한다. 여기서 하천은 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」 제11조에서 규정한 해양에 접하는 하천을 의미한다. 연구 대상이 되는 해양에 접하는 하천 목록은 아직 부재하다. 이에

본 연구에서는 국토교통부가 발간하는 하천일람 자료를 토대로 공간 분석을 실시하여 해양에 접하는 하천을 구분하였다.

하천을 통해 바다로 유입되는 쓰레기 관리를 위해서는 유역(流域)에 기반한 관리가 필요하다. 본 연구의 범위는 해양 유입 하천과 그 유역을 포함한다.

쓰레기의 해양 유입을 차단하려면 육상의 발생지점 및 발생원, 그리고 해양으로 이동하는 경로를 관리하여야 한다. 이에 본 연구는 해양수산부뿐만 아니라 환경부, 국토교통부의 관련 제도와 사업도 검토하였다.

2) 연구의 내용

본 연구에서 첫째, 하천일람을 분석하여 본 연구 대상이 되는 해양에 접하는 하천을 구분하여 목록화하였다. 이어서 해당 하천과 그 유역에 대한 현황을 파악하였다.

둘째, 하천을 통해서 해양으로 유입되는 쓰레기 수거사업을 분석하였다. 여기에는 해양으로 유입되기 전에 하천의 상·하류에서 수거하는 사업, 그리고 해양으로 유입된 이후에 수거하는 사업으로 나뉜다. 해양으로 유입된 쓰레기는 부유하거나 해안가로 떠밀려온다. 따라서 해양으로 유입된 쓰레기 수거사업은 해양수산부가 주관하는 부유쓰레기, 해안가쓰레기 수거사업을 대상으로 하였다. 분석결과는 현재 육상기인 해양쓰레기 관리의 한계와 개선방안 도출을 위한 기초자료로 활용하였다.

셋째, 하천을 통해 해양으로 유입되는 육상기인 해양쓰레기 관리 제도를 분석하였다. 관리제도는 쓰레기 발생원 혹은 발생지점, 이동

경로 관리를 포함한다. 여기에는 해양수산부, 환경부, 국토교통부의 관련법 및 제도, 사업이 해당된다.

넷째, 미국과 유럽연합에서 실시하거나 개선을 추진 중인 육상기인 해양쓰레기 관리제도 또는 사업을 조사하였다. 그리고 우리나라에 적용할 수 있는 시사점을 도출하였다.

다섯째, 해양 유입 하천을 대상으로 사례연구를 실시하였다. 어떤 쓰레기가 하천을 통해 해양으로 유입되는지, 그리고 발생지점이나 발생원에 대한 실제 정보를 파악하였다. 그리고 지자체에서 해양 유입 쓰레기 차단을 위해 현재 어떤 노력을 취하는지 확인하였다.

여섯째, 앞에서 수행한 연구결과를 토대로 하천관리청, 특히 연안지자체가 하천을 통해 해양으로 유입되는 쓰레기를 차단하기 위한 적절한 관리수단과 제도적 개선사항을 제시하였다.

본 연구는 총 7개의 장으로 구성되었다. 제1장은 서론으로 연구의 필요성 및 목적, 연구범위 및 내용, 선행연구 분석을 실시하였다. 제2장에서는 해양 유입 하천 및 유역 현황, 쓰레기 발생 및 수거 현황을 분석하였다. 제3장에서는 해양 유입 하천쓰레기 관리에 관한 사항을 규정한 법을 검토하고, 해양수산부, 국토교통부, 환경부의 관련 계획과 사업을 조사하였다. 제4장에서 도시형 하천과 농촌형 하천을 대상으로 하천쓰레기 실태조사를 실시하였다. 이를 통해 우리나라 유입 하천쓰레기의 발생 특성과 관리의 문제점을 제시하였다. 제5장에서는 주요국의 해양 유입 하천쓰레기 관리사례를 조사하여 시사점을 도출하였다. 이를 종합하여 제6장에서 해양 유입 하천쓰레기 관리 개선방안을 제시하였다. 마지막 제7장에서는 연구내용을 요약하고, 하천관리청을 중심으로 한 육상기인 해양쓰레기 관리를 위한 정책을 제언하였다.

제3절 선행연구 분석

1. 선행연구

1) 국내 연구

이제까지 우리나라에서는 한강, 금강, 낙동강 등 5대강을 중심으로 하천을 이동경로로 해서 바다로 유입되는 쓰레기에 대한 연구·조사를 실시하였다. 연구의 목적은 바다로 유입된 쓰레기를 수거하기 위한 비용을 마련하고자 상·하류 간 비용분담 방안을 마련하는 데 있었다.

인천시(1998)⁵⁾는 인천 연안 부유쓰레기 양을 산정하기 위하여 연안 5개 지점에 그물을 12시간 동안 설치하였다. 이를 6회 실시하여 총 137.5kg, 평균 23kg/회 쓰레기를 수거하였다.

한국환경정책·평가연구원이 2001년에 실시한 연구⁶⁾ 역시 한강 상·하류 지자체 간 비용분담 방안을 마련하는 데 목적이 있다. 이를 위해 상류 팔당호, 한강 하구로 유입되는 한강과 임진강, 그리고 인천 연안쓰레기 양과 성상을 조사하였다. 조사 방법은 청소선, 청소인력을 동원하여 쓰레기를 수거하여 양과 성상을 조사하는 것이었다. 그 결과를 토대로 쓰레기 수거 및 처리비용을 산정하고, 상·하류 간 비용분담 방안을 제시하였다.

농어촌연구원(2006)⁷⁾은 새만금으로 유입되는 쓰레기 관리방안을 마련하기 위한 연구를 실시하였다. 이 연구에서 수자원공사가 관할

5) 인천광역시(1998), 『인천앞바다 해양오염 영향인자 조사 및 해양환경관리방안 연구』.

6) 한국환경정책·평가연구원(2001), 『한강수계 쓰레기처리사업 비용분담방안 연구』.

7) 농어촌연구원(2006), 『새만금 유입 쓰레기 효율적 관리방안에 관한 연구』.

하는 14개 다목적 댐의 쓰레기 수거량 정보를 활용하여 유역면적에 기초한 부유쓰레기 발생량 추정방법을 제시하였다.

경남발전연구원(2007)⁸⁾이 수행한 『육상기인 해양쓰레기 관리 분담 방안』 연구는 낙동강 유역의 육상기인 해양쓰레기 관리 분담방안을 제시하는 데 목적이 있다. 낙동강유역의 쓰레기 양 및 성상 자료는 해양수산부(2005)의 조사결과를 활용하였다. 해양수산부는 5~10월 동안 낙동강 하구언 수문 및 인접 상부에 설치한 디지털카메라와 캠코더의 영상자료를 수집 및 분석하였다.

한국환경정책·평가연구원(2013)⁹⁾은 집중호우 시 다량으로 하천·하구로 유입되는 쓰레기를 관리하기 위해 쓰레기 발생량 조사, 처리비용 지자체 간 분담, 재정지원 방안 등을 내용으로 하는 관리계획을 수립하였다. 이 연구에서는 유효강우량, 유역 기초정보를 활용하여 시·군·구별로 강우 시 하천으로 유출되는 쓰레기양을 산정하였다.

한국해양수산개발원(2018)¹⁰⁾은 「제3차 해양쓰레기 관리 기본계획」 수립을 위한 기초정보로 육상기인 쓰레기의 해양유입량을 추정하였다.¹¹⁾ 이 역시 양적 정보가 중심으로, 기본계획은 하천·하구 쓰레기 수거사업, 유입 차단막 설치 등 기존에 추진 중인 사업을 크게 벗어나지 못했다. 다만, 육상기인 해양쓰레기 관리의 필요성을 인식하여 ‘강·하천 유역 쓰레기 총량 관리제’ 도입을 선언적으로 제시하였다. 하지만 계획에는 도입 일정, 예산 등이 제시되어 있지 않다.

8) 경남발전연구원(2007), 『낙동강 상하류 지자체간 비용부담방안 마련』.

9) 한국환경정책·평가연구원(2013), 『제2차 5대강 유역 하천하구 쓰레기 관리 기본계획 수립을 위한 연구』.

10) 한국해양수산개발원(2018), 『제3차 해양쓰레기 관리 기본계획 수립 연구』.

11) 평산시, 홍수기를 구분한 후 기존 연구결과를 적용하여 추정하였다. 즉, 평산시 유입량은 인천시(1998년) 연구결과를, 홍수기 유입량은 2011년 7월 낙동강 폭우 시 추정된 해양쓰레기 유입량 정보를 활용하였다.

충남연구원(2019)¹²⁾은 해양쓰레기의 발생원별 발생량 및 시공간별 현존량 조사를 실시해 지역 여건에 맞는 관리정책을 수립하기 위한 연구를 하였다. 여기서 발생원을 해상, 육상, 외국으로 구분하였고, 발생원별로 해양 유입량을 추정하였다. 육상기인 해양쓰레기는 금강 하굿둑에 설치한 CCTV 촬영조사와 하굿둑에서의 목시조사를 실시하였다. 두 방법 모두 해양유입량 추정을 목적으로 한다.

〈표 1-1〉 국내 선행연구의 목적 및 방법론

구 분	연구 목적	연구 방법론
인천시(1998)	인천 연안 부유쓰레기 양 조사	연안 5개 지점에 그물을 설치하여 양을 조사
한국환경정책·평가 연구원(2001)	한강 상·하류 간 비용분담 방안 마련	한강 상류, 한강 및 임진강 하류, 인천 연안에 청소선 및 인력을 동원하여 쓰레기 양 및 성상을 조사
농어촌연구원 (2006)	새만금 유입 쓰레기 관리방안 마련	수자원공사 관할 14개 다목적 댐의 수거량, 유역면적으로 도출한 경험식을 적용하여 쓰레기량을 추정
경남발전연구원 (2007)	낙동강 상·하류 지자체 간 비용부담 방안 마련	해양수산부(2005)의 낙동강 하구연 영상 촬영자료를 분석하여 해양유입량을 추정
한국환경정책·평가 연구원(2013)	5대강 하천·하구 쓰레기 관리 기본계획 수립	지자체 및 관계기관 수거량과 주요 인자 정보를 경험식에 적용하여 시·군별 하천 쓰레기 유출량을 추정
한국해양수산개발원 (2018)	해양쓰레기 관리 기본계획 수립	기존 자료를 활용하여 평상시 쓰레기 유입량(인천시, 1998), 홍수기 유입량(2011)을 추정
충남연구원(2019)	충남 지역 오염원별 관리방안 수립	발생원(육상, 해양, 외국)별 발생량 모니터링 결과를 토대로 유입량, 현존량 추정

자료: 저자 작성

12) 충남연구원(2019), 『인천앞바다 해양오염영향인자 조사 및 해양환경 관리방안 연구』.

기존 국내 연구는 모두 하천을 통한 해양 유입 쓰레기량을 추정하였다. 추정결과는 해양으로 유입된 쓰레기를 수거하기 위한 비용을 마련하거나, 유입 차단 방안을 마련하는 데 활용하였다. 하지만 쓰레기 성상별 발생원, 이동경로, 관리여건 등에 기초한 구체적인 육상기인 해양쓰레기의 예방 정책 및 사업은 제시하지 않았다.

2) 해외 연구

최근 하천을 매개로 한 육상쓰레기의 해양 유입에 대한 연구는 하천의 특성, 폐기물 처리시스템, 유역의 인구 및 소득수준 등에 관한 정보를 활용하여 실시한다. 해양유입량을 추정하는 연구가 주류를 이루었지만, 최근 발생원, 이동경로에 대한 연구도 실시되고 있다.

Jambeck et al.(2015)¹³⁾은 전 세계 육상기인 플라스틱 쓰레기 해양 유입량을 연안 인구, 소득수준, 폐기물 발생 및 관리 수준 등을 활용하여 국가별로 추정하였다. Jambeck et al.은 후진국의 경우 폐기물 배출-운반-처리 시스템 부재 및 관리 미흡이 해양쓰레기가 바다로 유입되는 주요 요인으로 보았다. 반면, 폐기물 처리 시스템이 잘 갖춰진 선진국은 길가, 공원 등에 버려진 쓰레기를 육상기인 해양쓰레기로 간주하였다. 연구에서는 연안 50km 내 거주인구에 미국에서 조사한 길가 및 공원 쓰레기 발생량 등을 적용하여 추정하였다.

McKinsey 비즈니스 및 환경 센터·Ocean Conservancy(2015)¹⁴⁾에 의하면 쓰레기 처리 시스템이 잘 갖춰진 국가는 부적절한 쓰레기 관리로 인해 해양으로 유입되는 비중이 높다. 반면 개발도상국의 경우

13) Jambeck et al.(2015), "Plastic waste inputs from land into the ocean", Science, Vol. 347.

14) McKinsey Center for Business and Environments & Ocean Conservancy(2015), Stemming the Tide : Land-based strategies for a plastic-free ocean.

폐기물 수집-운반도 문제지만, 해안가 혹은 하천에 인접한 덩펍 매립지에서 유출되는 쓰레기양이 더 많다고 밝혔다. 우리나라는 폐기물 매립 및 처리시설이 우수하므로 매립지에서 유출되는 쓰레기는 거의 없을 것으로 예상된다.

Lebreton et al.(2017)¹⁵⁾은 폐기물 관리, 인구 밀도 및 수문 정보를 기반으로 강에서 바다로 플라스틱 투입의 글로벌 모델을 제시하였다. 연구에서 하천의 퇴적물과 지표수를 조사하였고, 하천 유역별 플라스틱 유입량을 추정하였다. 그리고 하천을 통한 쓰레기의 해양 유입은 강수량 패턴, 토양 특성, 강 유체 역학적 특성에 따라 달라질 수 있음을 강조하였다.

Willis et al.(2017)¹⁶⁾은 도시화가 해양쓰레기 발생에 미치는 영향을 조사하고자 호주 테즈메이니아에서 해안 224개소, 주요 2개 하천의 하류 67개소에서 모니터링을 실시하였다. 그 결과 해안가 쓰레기는 도시의 해안가에서 직접 유출되거나 우수관로를 통해서 유출되고, 해류·파도 등에 의해서도 해변으로 유입되어 발생한다는 것을 밝혔다.

Mathews and Stretz(2019)¹⁷⁾는 육지, 하구, 바다는 연속된 공간이므로 육상에서 폐기물이 발생하는 지점부터 하천을 통해 바다로 이어지는 전 과정을 통합적으로 관리할 수 있는 방안을 제시하였다. 이를 위해 육상 발생지점에서 해양까지 전 과정에서 문제를 식별한 후 문제 해결을 위한 절차를 구체화하였다.

15) "River plastic emissions to the world's oceans", Nature Communications, Volume 8, Article number: 15611.

16) Differentiating littering, urban runoff and marine transport as sources of marine debris in coastal and estuarine environments, Sci. Rep. 7, 44479; doi: 10.1038/srep44479.

17) Source-to-Sea Framework for Marine Litter Prevention: Preventing Plastic Leakage from River Basins.

〈표 1-2〉 해외 선행연구의 목적 및 방법론

구분	목적	방법론
Jambeck et al. (2015)	해양 유입 플라스틱 양을 추정	OECD 통계 정보를 활용하여 인구, 폐기물 발생 및 처리 정보, 소득수준 등을 토대로 추정모델 개발
McKinsey Center for Business and Environments & Ocean Conservancy(2015)	주요 5개국의 해양 유출 쓰레기를 65% 줄이기 위한 방안 마련	중국, 인도네시아, 필리핀, 베트남, 태국의 폐기물 수집, 운반, 처리 시스템을 분석
Lebreton et al. (2017)	전 세계 주요 하천별 플라스틱 유입량 추정	미관리 플라스틱 발생량, 인구, 하천·유역 특성정보로 추정모델 개발
Willis et al. (2017)	육상쓰레기의 해양 유입 메커니즘 확인	해안 224개소, 주요 2개 하천의 하류 67개소에서 모니터링 실시
Mathews and Stretz (2019)	육상-바다에 이르는 전 주기 관리방안 개발	하천·해양 특성화, 이해관계자 분석 등 실시

자료: 저자 작성

2. 선행연구와의 차별성

육상기인 쓰레기, 특히 ‘하천’을 이동경로로 해서 바다로 유입되는 쓰레기에 대한 기존 연구는 유입량 추정에 집중되었다. 하지만 바다로 유입된 후 수거는 비용이 많이 소요되는 정책이며, 유입을 예방하는 것이 효과적이다. 이를 위해서는 쓰레기 유입량 및 성상뿐만 아니라, 쓰레기의 발생원과 관리여건 등에 대한 파악이 필요하다.

본 연구는 첫째, 하천 쓰레기를 통해 바다로 유입되는 쓰레기 성상에 대한 모니터링을 실시하여 발생원, 이동경로 관리에 필요한 정보를 파악한다. 그 결과를 토대로 하천 및 유역 특성, 유역 지자체의 관리조직 및 관리여건을 분석한다. 이를 통해 하천을 통한 쓰레기의 유입 예방 수단을 제시하고, 필요한 제도개선 및 기술 개발사항을 도출하고자 한다.

둘째, 기존 연구에서 간과하였던 지자체의 하천쓰레기, 해양쓰레기 관리주체를 파악하여 관리주체 간 협력을 위한 개선사항을 도출하고자 한다. 한편 「물관리기본법」이 2018년 제정되면서 물관리 정책의 변화가 있었다. 환경부, 국토교통부, 농림축산식품부, 해양수산부 등 7개 부처 장관이 당연직 위원으로 참여하는 국가물관리위원회가 대통령 직속으로 2019년에 출범하였다. 유역면적이 넓은 5대강은 변화한 제도를 반영하여 상·하류 지자체 간 협력방안을 제시하고자 한다.

셋째, 지금까지 우리나라는 5대강 중심으로 해양 유입 하천쓰레기의 관리방안을 제시하였다. 하지만 5대강 이외 중소규모 하천에서 내려오는 쓰레기로 인한 지역의 피해도 발생하고 있어서 이들 하천을 대상으로 한 관리방안을 마련하고자 한다.

〈표 1-3〉 주요 선행연구와 본 연구의 차별성

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
주요 선행 연구	1 • 과제명: 한강수계 쓰레기처리사업 비용분담방안 연구 • 연구자(년도): 한국환경정책·평가연구원 (2015) • 연구목적: 한강 하구 및 연안 쓰레기 수거·처리비용의 분담체계 구축	• 문헌조사 • 육상기인 해양쓰레기 발생량 조사 • 해외 사례조사	• 상류, 하류, 연안 쓰레기 조사 • 해외 하천쓰레기 관리 사례 조사 • 비용분담 방안 제시
	2 • 과제명: 해양오염물질 발생원 모니터링 및 관리방안 수립 연구 • 연구자(년도): 충남연구원·(사)동아시아바다공동체 오션(2019) • 연구목적: 금강을 통해 유입	• 해양쓰레기 유입량 추정 • 금강하구 유입 쓰레기량 조사 • 해안가 쓰레기 분포 조사	• 발생원별 발생량 및 시공간별 현존량 조사 실시 • 지역 여건에 맞는 체계화된 해양쓰레기 관리 정책 제시

구 분		선행연구와의 차별성		
		연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
		되는 육상기인 해양쓰레기 양 및 영향 저감을 위한 관리 방안 마련		
	3	• 과제명: Source-to-Sea Framework for Marine Litter Prevention • 연구자(년도): Mathews, R.E. & Stretz, J. (2019) • 연구목적: 육상 발생지점부터 전 과정을 포괄하는 쓰레기 관리방안을 제시	• 문헌조사 • 사례연구 • 이해관계자 분석 • 전문가 자문	• 하천을 통한 해양 유입 쓰레기 관리방안 제시 • 해양쓰레기, 이해관계자 분석 • 전 주기 관리계획 및 이행 및 투자계획 방안 제시 • 모니터링 및 평가 방안 제시
	본 연구	• 과제명: 연안유역 폐기물의 해양 유입 관리방안 • 연구자(년도): 이윤정 외 (2020) • 연구목적: 연안 지자체가 지역에서 발생하는 육상폐기물의 해양 유입을 막기 위한 관리제도를 마련	• 해양에 접한 하천의 수계 분석 • 국내 법제도 분석 • 국내 사례지 쓰레기 모니터링 실시 • 해외 선진관리 사례에 대한 문헌조사	• 하천관리청의 쓰레기 해양 유입 차단방안 • 상·하류 지자체 간 협력방안 • 해양 유입 차단 기술개발 방안 제시 • 해양폐기물법 개정사항 제시

자료: 저자 작성

제4절 연구 수행방법 및 방법론의 한계

1. 연구방법 및 체계

1) 연구방법

본 연구에서는 하천 분석, 사례연구, 쓰레기 모니터링, 국내외 문헌조사, 전문가 자문 등을 주요 연구방법으로 활용하였다.

(1) 하천 수계 분석

해양에 접하여 쓰레기의 이동경로가 되는 하천의 수계는 국토교통부의 하천일람 자료와 하천 공간정보를 활용하여 분석하였다. 이를 통해 해양에 접한 하천 및 유역의 기초 현황을 파악하였다. 그리고 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」 제11조에서 규정한 해양 유입 차단 조치를 취해야 할 하천관리청을 확인하였다.

(2) 국내 사례연구

우리나라는 하천을 통해 유입된 쓰레기 종류, 성상에 대한 정보가 부족하다. 이에 실제 해양 유입 하천을 선정하여 사례연구를 실시하여 육상쓰레기의 해양 유입, 이로 인한 피해, 연안 지자체의 관리실태 등을 파악하였다.

(3) 쓰레기 현장조사

국내 실태조사 대상지인 충남 서천군 길산천과 부산시 수영강을 대상으로 해양으로 유입되는 하천쓰레기 모니터링을 실시하였다. 모니터링은 첫째, 길산천 말단에 설치한 쓰레기 차단막에 걸린 쓰레기를 대상으로 하였다. 길산천은 유역면적이 작고, 쓰레기 발생이 많지 않은 농경지 주변을 관류하고 있어서 집중호우 직후에도 하천을 통해 이동하는 쓰레기가 많지 않다. 이러한 하천은 장기 설치가 가능한 차단막이 쓰레기 모니터링에 유용하다.

둘째, 수영강을 통해 바다로 유입되는 쓰레기는 집중호우 직후에 실시하였다. 현장조사 위치는 하천쓰레기가 바로 유입되는 수영강 하구에 위치한 우동항과 인근 하천변을 대상으로 하였다. 모니터링

은 강수량이 많은 장마철에 실시하고자 한다.

셋째, 우기에 내려오는 쓰레기가 많고, 유량이 많은 수영강의 경우 수중으로 떠내려오는 쓰레기를 조사하기 위하여 스프링 통발을 설치하여 실시하였다.

모니터링은 하천을 통해 바다로 유입되는 쓰레기의 종류와 양을 조사하여, 그 결과를 토대로 쓰레기의 주요 발생원과 이동경로를 추정하고자 한다. 발생원과 이동경로는 육상기인 쓰레기의 해양 유입 예방 방안을 마련하기 위해 필요한 기초정보이다.

(4) 전문가 자문

우리나라 육상기인 해양쓰레기 관련 법, 제도, 사업 등 관리여건 분석은 문헌조사를 1차 실시하고, 환경부, 국토교통부의 제도 및 정책 동향을 파악하기 위하여 전문가 자문을 실시하였다.

미국은 2000년대 초반부터 육상기인 해양쓰레기 관리를 실시하여 관련 제도가 발달하였다. 1차 문헌조사를 실시한 후 미국 환경보호청 전문가에게 자문을 의뢰하여 사례분석의 전문성을 제고하였다.

(5) 문헌조사

하천쓰레기를 모니터링하여 발생원과 이동 경로를 파악하고, 이를 관리하기 위한 제도를 제시한 BLASTIC 프로젝트에 대한 문헌연구를 실시하였다.

2. 연구방법론의 한계

본 연구에서는 하천쓰레기의 해양유입량을 추정하지 못하였다. 해양 유입 하천쓰레기량은 기존 연구결과 및 수거량을 통해 간접적으로 확인하였다. 수질 오염물질이 강우 시 유입되는 요인 및 영향에 대한 연구는 많이 이루어졌으나, 고형쓰레기를 대상으로 한 연구는 이루어지지 않았다. 향후 쓰레기가 육상과 하천으로 유입되는 강우 조건 및 요인에 대한 연구가 필요하고, 이를 위한 데이터를 구축하여야 할 것이다.

국내 사례 연구에서는 해당 하천을 대상으로 해양으로 유입되는 쓰레기를 모니터링하였다. 현재 하천쓰레기 모니터링을 실시하기 위한 방법론은 개발되어 있지 않다. 그리고 경비 및 시간적 한계로 인하여 이용 가능한 현장조사 방법도 한계가 있었다. 해외 사례나 기초 연구를 통하여 우리나라에 적합한 하천쓰레기 현장조사 방법론과 장비를 개발한다면 보다 양질의 정보를 얻을 수 있을 것이다.

제 2 장

해양 유입 하천쓰레기 현황 분석

제1절 해양 유입 하천 현황

해양 유입 하천이란 하천의 종점이 바다와 접하는 하천으로 「해양 폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법(이하 해양폐기물법)」 제11조18)에서 규정한 해양에 접하는 하천을 의미한다. 하천과 바다가 연결된 해양 유입 하천은 육상에서 발생한 쓰레기가 바다로 이동하는 주된 경로이다. 이러한 이유로 육상기인 해양쓰레기를 줄이기 위해서 해양 유입 하천의 관리가 필수적이다.

이 절에서는 해양 유입 하천의 현황을 파악하고자 한다. 첫째, 「해양폐기물법」에 의거하여 하천쓰레기 해양 유입 차단의 의무가 있는 하천관리청이 관할하는 하천을 파악하였다.

18) 제11조(폐기물의 해양유입 차단조치) ① 해양에 접하는 하천을 관리하는 중앙행정기관의 장 및 시·도지사(이하 "중앙행정기관의 장등"이라 한다)는 관할 하천으로부터 폐기물이 해양에 유입되지 아니하도록 유출방지시설의 설치 등 필요한 조치를 하여야 한다.

둘째, 하천연장을 기준으로 해양 유입 하천의 유형을 구분하였다. 하천연장은 정보가 풍부하지 않은 상황에서 유형을 구분하기에 가장 합리적인 요소이다.

셋째, 해양 유입 하천의 유역을 조사하였다. 5대강 유역은 국토면적의 약 2/3를 차지할 정도로 넓고, 보, 댐, 저류시설, 주민 레저시설 등 해양 유입 하천쓰레기에 영향을 미치는 다양한 요소들이 존재한다. 이를 파악하는 것은 이 연구의 범위를 벗어나므로 5대강 유역은 면적과 쓰레기 이동을 차단하는 횡단시설인 보를 살펴보았다.

해양 유입 5대강을 제외한 연안 유역은 환경부의 토지피복도를 활용하여 토지 이용 현황을 조사하였다. 유역의 이용행위에 따라서 하천으로 유입되는 쓰레기 성상이 달라지기 때문이다.

1. 하천 분류방법

해양 유입 하천은 국토교통부가 발간하는 하천일람¹⁹⁾을 이용하여 분류하였다. 먼저, 본류하천과 지류하천을 구분하고, 본류하천 중에서 종점이 바다로 연결된 하천을 공간정보를 통하여 확인하였다.

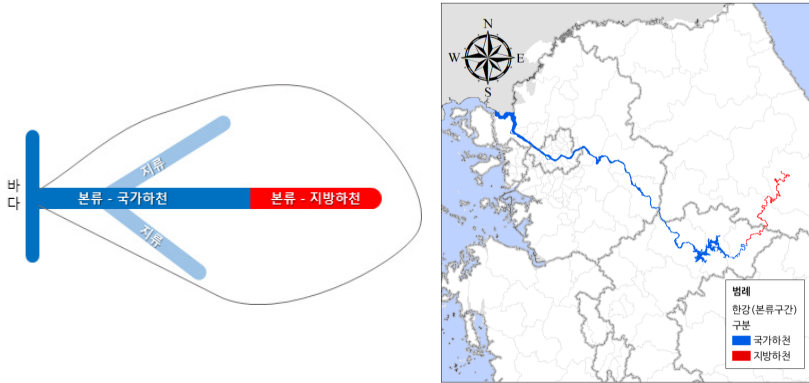
한편 한강을 포함한 일부 해양 유입 하천은 다수 하천으로 구획된다. 한강은 [그림 2-1]과 같이 강원도에 위치한 기점부터 125.8km 구간은 지방하천 한강이고, 그 외 하류 구간은 국가하천 한강이다. 본 연구에서는 「하천법」에 따라 지방하천 한강과 국가하천 한강을 구분한 후, 국가하천 한강만을 해양 유입 하천으로 분류하였다.

하지만 하천 쓰레기는 등급 구분과 상관없이 이동하므로, 본 보고

19) 개별 하천별로 공간정보, 관리주체에 대한 정보를 수집할 수 있기 때문이다. 하천일람은 2014년 12월에 작성된 것이 공개된 가장 최신 자료이다.

서에서는 다수 하천으로 구획되는 15개 하천은 기점에서 종점에 이르는 전 구간의 연장을 별도로 제시하였다.

〈그림 2-1〉 하천 분류용 참고 이미지



자료: 저자 작성

일부 하천은 [그림 2-1]에서 보듯이 본류와 연결된 지류가 있으며, 지류에서 발생한 쓰레기 역시 바다로 유입된다. 한강을 예로 들자면, 해양 유입 쓰레기를 차단하기 위해서는 국가하천 구간 265.16km과 지방하천 구간 125.8km, 그리고 본류와 연결된 지류를 포함한 수계²⁰⁾ 전체를 관리하여야 한다. 이에 본 연구에서는 해양 유입 하천과 연결된 지류도 제시하였다.

해양 유입 하천쓰레기 관리에서 또 다른 중요한 개념은 ‘유역(流域)’이다. 유역은 강수가 하천으로 유입되는 구역을 의미한다. 유역 특성에 따라서 하천쓰레기 성상과 양이 달라진다. 본 연구에서는 토지피복도를 이용하여 유역의 토지이용 현황을 파악하였다.

20) 수계는 지표수가 모여서 한 물줄기를 이루며 흐르는 하천의 본류나 지류의 계통으로 정의된다.
<https://dic.daum.net/word/view.do?wordid=kkw000149452&supid=kku000187834>(검색일: 2020. 6. 1).

2. 기본 현황

1) 하천연장 및 등급

「하천법」에 의거하여 지정 및 관리되는 하천은 총 3,873개소, 29,787km이다. 이 중 하천 종점이 바다에 접하는 해양 유입 하천은 전체 하천의 12%에 해당하는 463개소이다. 하천 연장은 전체 하천 연장의 17.1%에 해당하는 4,632km이다.

〈표 2-1〉 해양 유입 하천의 기본 현황

우리나라 하천		해양 유입 하천		비중	
개소수	연장(km)	개소수	하천 연장(km)	개소수	연장(km)
3,873	29,787	463	4,632	12%	17.1%

주: 삼교천, 동진강, 양양남대천, 삼척오십천, 강릉남대천 등 지방1급, 지방2급으로 나누어져 있는 하천은 「하천법」 개정으로 단일 지방하천으로 분류하였음

자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

해양 유입 하천의 등급을 살펴보면 〈표 2-2〉와 같다. 국가하천은 15개소에 불과하지만, 해양 유입 하천 길이의 66.2%를 차지한다. 지방하천은 448개소이며, 하천연장은 3,066km이다. 육상기인 해양쓰레기 관리에 있어서 지방하천 역시 중요한 관리대상이다.

〈표 2-2〉 등급별 해양 유입 하천

해양인접 하천		국가하천		지방하천	
개소수	연장(km)	개소수	연장(km)	개소수	연장(km)
463 (100%)	4,632 (100%)	15 (3.2%)	1,566 (33.8%)	448 (96.8%)	3,066 (66.2%)

자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

2) 관리주체

「하천법」에서 규정한 하천관리청은 국토교통부와 광역지자체 장이다. 하천관리청은 육상기인 해양쓰레기 관리에 있어서 중요한 기관이다.

(1) 국토교통부

국토교통부가 관리하는 해양 유입 하천은 국가하천 15개소, 1,566 km이다. 개소수 기준으로는 해양으로 유입되는 하천의 3.2%, 하천연장 기준으로는 33.8%를 차지한다. 실제 하천관리 업무는 5개 지방국토관리청이 위임받아 시행한다.

〈표 2-3〉 지방청별 관리대상 해양 유입 하천

구분	개소수	하천연장	하천명
지방 국토 관리청	서울	3	215.8km 한강, 안성천, 아라천
	원주	1*	105.6km 한강*
	부산	5	459.2km 낙동강, 서낙동강, 가화천, 태화강, 형산강
	익산	5	392.5km 섬진강, 영산강, 동진강, 만경강, 탐진강
	대전	2	392.6km 금강, 삽교천
합계	15	1565.7km	

주: *한강은 서울 지방국토관리청과 원주 지방국토관리청이 나누어 관할하고 있음

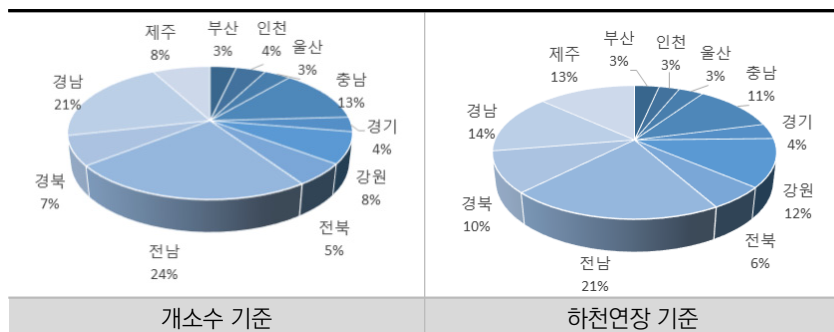
자료: 각 지방국토관리청 홈페이지

(2) 시도

해양 유입 하천의 96.8%에 해당하는 448개소는 연안에 위치한 11개 시·도청이 관리한다. 이들 하천의 연장은 2,982km이다.

특히, 전남도청은 개소기준으로, 하천연장 기준으로도 가장 많은 해양 유입 하천을 관리한다. 이어서 경남도청, 충남도청도 관리하는 하천이 많은 편이다.

〈그림 2-2〉 사도청 관리 해양 유입 하천



자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

3) 본류 및 지류

해양 유입 하천의 수계(水系)는 바다로 연결된 하천의 본류와 지류로 구분된다. 본류는 기점에서 종점에 이르는 하천의 전 구간으로, 〈표 2-4〉에서 제시한 임의로 구획된 하천 구간을 추가하여야 한다.

〈표 2-4〉와 같이 15개 하천은 관리 편의를 위해 2~3개 하천으로 구획하여 관리한다.²¹⁾ 이를 포함한 해양 유입 하천의 본류 구간은 481개소, 5,085km이다.

해양 유입 하천의 본류와 연결된 지류는 3,409개소, 25,155km이고, 본류와 지류는 합하면 우리나라 하천 전체가 된다. 하지만 해양 유입 쓰레기를 차단하기 위해 우리나라 하천 전체를 관리해야 한다면 비용 측면에서 효율적이라 할 수는 없다.²²⁾

21) 2019년 말에 국가하천 구간과 지방하천 구간으로 구획된 수영강은 제외하였다.

22) 현재 환경부가 하천을 대상으로 실시하는 '수질오염총량제'에서 쓰레기는 오염물질에 해당하지 않는다.

〈표 2-4〉 다수 하천으로 구축되는 해양 유입 하천

구분	하천 개소수			하천연장(km)			비고
	합계	국가하천	지방하천	합계	국가하천	지방하천	
한강	2	1	1	391	265	126	5대강
낙동강	3	1	2	469	383	86	
금강	2	1	1	393	361	32	
섬진강	2	1	1	212	173	39	
영산강	2	1	1	117	112	6	
만경강	2	1	1	77	54	23	
안성천	2	1	1	58	37	21	
형산강	2	1	1	57	36	21	
삽교천	3	1	2	54	32	23	
탐진강	2	1	1	54	34	20	
삼척 오십천	2	-	2	48	-	48	
동진강	3	1	2	48	19	29	
태화강	2	1	1	41	11	30	
영덕 오십천	2	-	2	39	-	39	
양양 남대천	2	-	2	37	-	37	
합계	33	12	21	2,097	1,518	579	

자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

〈표 2-5〉 해양 유입 하천과 지류 하천

구분	해양 유입 하천	해양 유입 하천 수계		
		본류	지류	합계
개소수	463	481	3,409	3,873
하천 연장(km)	4,632	5,085	25,155	29,787

자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

3. 유형 구분

해양 유입 하천은 하천연장을 기준으로 100km 이상을 대규모, 10~100km 미만을 중규모, 10km 미만을 소규모로 구분한다(표 2-6 참조).

대규모 하천은 5개에 불과하나 하천연장은 1,294km로 전체 해양 유입 하천의 27.9%를 차지한다. 중규모 하천은 95개, 1,707km로 하천연장이 가장 긴 유형이다. 소규모 하천은 363개로 전체 해양 유입 하천의 78.4%를 차지한다.

하천연장이 길수록 하천쓰레기의 양도 증가할 것이므로 해양으로 유입되는 육상쓰레기를 줄이기 위해서는 대규모 하천뿐만 아니라, 중규모, 소규모 하천도 관리대상에 포함하여야 한다.

〈표 2-6〉 해양 유입 하천의 분포

유형 분류	분류 기준	개소수		하천연장	
		개소수	%	km	%
대규모 하천	100km 이상	5	1.1	1,294	27.9
중규모 하천	10~100km 미만	95	20.6	1,707	36.8
소규모 하천	10km 미만	363	78.4	1,631	35.2
합계		463	100.0	4,632	100.0

자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

1) 대규모 해양 유입 하천

(1) 개소수 및 연장

하천연장이 100km인 대규모 하천은 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강이다. 5대강 중 지방하천으로 구분, 관리하여 구간을 포함할 경우 5대강의 하천 개소수는 11개소, 연장은 1,582km이다. 그리고 5대강과 연결된 지류는 2,423개, 1만 9,755km이다.

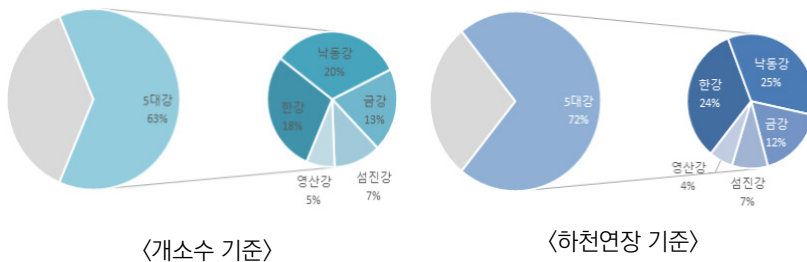
〈표 2-7〉 대규모 해양 유입 하천의 현황

하천명	해양 유입 하천 연장(km)	본류		지류	
		개소수	연장(km)	개소수	연장(km)
한강	265	2	391	702	6,716
낙동강	383	3	469	786	6,836
금강	361	2	393	484	3,327
섬진강	173	2	212	282	1,721
영산강	112	2	117	169	1,155
합 계	1,294	11	1,583	2,423	19,755

자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

쓰레기는 본류, 지류의 구분 없이 흐르기 때문에 5대강을 통하여 해양으로 유입되는 쓰레기를 관리하기 위한 공간적 범위는 본류와 지류를 포함한 2,434개 하천, 2만 1,338km이다. 이는 우리나라 하천의 개소수 기준으로는 63%, 하천연장 기준으로는 72%에 해당한다.

〈그림 2-3〉 5대강 본류와 지류



자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

즉, 대규모 해양 유입 하천을 통해서 해양으로 유입되는 쓰레기를 관리하려면 우리나라 하천의 대부분을 공간적 범위로 설정하여야 한다. 하지만 비용이 많이 소요되므로, 현재와 해양으로 유입되기 전

하천 말단부 혹은 하구에서 쓰레기를 수거하는 것이 오히려 비용 효과적일 수 있다. 혹은 통합 물관리 대상으로 쓰레기를 포함하거나, 중점관리구역을 설정하여 사전 예방사업을 추진할 수 있을 것이다.

(2) 관리주체

해양 유입 하천 중 한강, 낙동강, 금강, 섬진강, 영산강은 국토교통부가 관리한다. 한편 상류 구간에 해당하는 지방하천은 관류 지역을 관할하는 시·도청이 관리한다. 따라서 5대강을 통해 바다로 유입되는 쓰레기를 줄이기 위해서는 5대강 관리청인 국토교통부와 관류 지역 지자체 간 협력이 필요하다.

〈표 2-8〉 5대강 본류의 행정구역 및 관리주체

구분		행정구역(시·도)	관리주체	비고
한강	국가하천	강원, 경기, 충북, 서울	서울 지방청, 원주 지방청	복수관할
	지방하천	강원, 충북	강원도청, 충북도청	복수관할
낙동강	국가하천	경북, 경남, 부산, 대구	부산 지방청	-
	지방하천	강원, 경북	경북도청	-
금강	국가하천	대전, 전북, 충남, 충북	대전 지방청	-
	지방하천	전북	전북도청	-
섬진강	국가하천	전남, 전북, 경남	익산 지방청	-
	지방하천	전북	전북도청	-
영산강	국가하천	광주, 전남	인산 지방청	-
	지방하천	전남	전남도청	-

자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리지정보시스템, 2014년 12월 기준

2) 중규모 해양 유입 하천

(1) 개소수 및 연장

하천연장이 10~100km 미만인 중규모의 해양 유입 하천은 95개소, 1,646km이다. 이 중 10개 하천은 기점에서 종점에 이르는 전 구간을 하나의 하천이 아닌 2~3대 하천으로 구분하여 관리하고 있다. 이를 포함할 경우 중규모 해양 유입 하천은 107개소, 1,875km이다.

한편, 쓰레기 이동을 막기 위해서는 지류를 포함하여야 한다. 중규모 해양 유입 하천의 지류는 830개소, 4,469km이다. 대규모 해양 유입 하천과 비교하여 지류가 많지 않음을 알 수 있다.

〈표 2-9〉 중규모 해양 유입 하천의 현황

하천관리청	해양 유입 하천		본류		지류	
	개소수	연장(km)	개소수	연장(km)	개소수	연장(km)
국토교통부	10	288	19	454	497	2,841
사·도	부산	1	15	1	15	3
	인천	0	0	0	0	0
	울산	2	50	2	50	23
	경기	4	49	4	49	8
	강원	15	243	17	286	23
	충남	8	135	8	135	65
	전북	5	87	5	87	53
	전남	11	199	11	199	86
	경북	11	185	12	205	34
	경남	7	112	7	112	25
	제주	21	283	21	283	15
	소계	85	1,358	88	1,421	333
합 계	95	1,646	107	1,875	830	4,469

자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

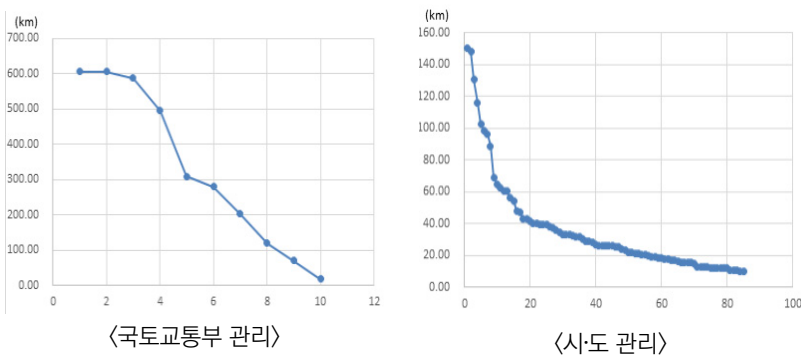
중규모 해양 유입 하천의 본류와 지류를 포함한 관리대상 하천은 937개소, 6,344km이며, 이는 우리나라 하천의 개소수 기준으로는 24.2%, 하천연장 기준으로는 21.3%에 해당한다.

(2) 관리주체

중규모 해양 유입 하천 중 국토교통부가 관리하는 국가하천은 10개소, 288km이다. [그림 2-4]에서 보듯이 국토교통부가 관리하는 하천의 대부분은 시·도가 관리하는 하천보다 연장이 길다.

시·도가 관리하는 지방하천은 85개소, 1,358km이고, 개소수 기준으로는 중규모 해양 유입 하천의 89.5%, 하천연장 기준으로는 82.5%를 차지한다. 지역별로는 제주도가 관리하는 하천이 21개소로 가장 많고, 강원 15개소, 전남과 경북 11개소, 경남 7개 순으로 많다. 이 중 제주와 강원에는 지류가 연결되지 않는 단일 하천이 다수 분포하고 있다. 반면 전남(86개소), 충남(65개소), 전북(53개소) 등은 지류가 다수 분포하여 수계 관점의 통합적 관리가 필요하다.

〈그림 2-4〉 중규모 해양 유입 하천의 총연장(본류+지류)



자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

3) 소규모 해양 유입 하천

(1) 개소수 및 연장

하천연장이 10km 미만인 소규모의 해양 유입 하천은 363개소, 1,629km이다. 이 중 282개소는 지류가 존재하지 않는 단일 하천으로 관리가 용이한 편이다. 한편, 소규모 해양 유입 하천의 지류는 144개소, 474km이다.

(2) 관리주체

소규모 해양 유입 하천은 모두 지방하천으로 시·도가 관리한다. 특히 전남 96개소, 경남 88개소, 충남 50개소 순으로 많이 분포한다.

〈표 2-10〉 소규모 해양 유입 하천의 현황

하천관리청		해양 유입 하천		본류		지류	
		개소수	연장(km)	개소수	연장(km)	개소수	연장(km)
국토교통부		0	0	0	0	0	0
시·도	부산	14	63	14	63	10	27
	인천	18	83	18	83	4	8
	울산	13	42	13	42	4	12
	경기	12	62	12	62	4	9
	강원	19	119	19	119	4	24
	충남	50	207	50	207	14	37
	전북	18	75	18	75	7	19
	전남	96	420	96	420	53	164
	경북	21	115	21	115	0	0
	경남	88	331	88	331	34	119
	제주	14	223	14	223	10	55
	소계	363	1,629	363	1,629	144	474
합 계		363	1,629	363	1,629	144	474

자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

4. 유역 현황

하천을 통해 해양으로 유입되는 쓰레기의 상당수는 강우 시 하천으로 유입된다. 따라서 해양 유입 쓰레기를 차단하려면 강우가 하천으로 유입되는 집수구역을 의미하는 유역(流域)²³⁾ 관리가 필요하다.

해양 유입 하천의 본류와 지류를 포함하여 산정하는 유역은 <표 2-11>과 같다. 대규모 해양 유입 하천에 해당하는 5대강 유역은 전체 유역면적의 74.2%로 매우 넓다. 중규모 해양 유입 하천의 유역면적은 전체 유역면적의 19.7%를, 소규모 해양 유입 하천의 유역면적은 6.1%를 차지한다.

〈표 2-11〉 유형별 해양 유입 하천의 유역면적

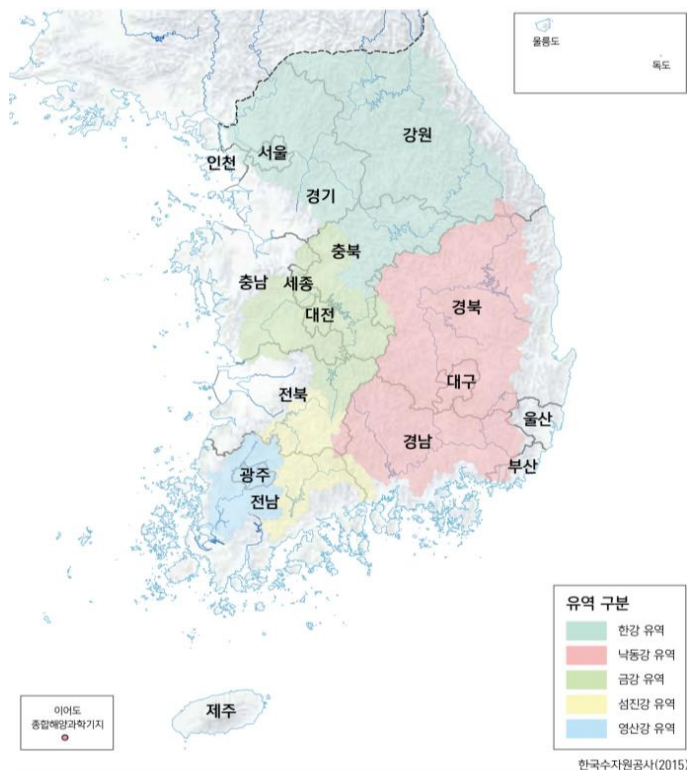
유형	해양 유입 하천 개소수	본류		지류		유역면적	
		개소수	연장(km)	개소수	연장(km)	km ²	%
대규모	5	11	1,583	2,423	19,755	67,630	74.2%
중규모	95	107	1,873	830	4,469	17,967	19.7%
소규모	363	363	1,629	144	475	5,529	6.1%
합계	463	481	4,632	3,409	25,155	91,126	100.0%

자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

[그림 2-5]에서 보듯이 대규모 해양 유입 하천, 즉 5대강 유역은 일부 연안을 제외한 국토의 대부분을 차지한다. 그 외 연안 지역은 중 소규모 해양 유입 하천의 유역이다. 여기서는 해양 유입 하천의 유역을 5대강 유역과 연안 유역으로 구분하여 살펴보았다.

23) 유역(流域, drainage basin)이란 어느 강이 빗물이나 눈 등의 강수가 모이는 범위이다(위키백과 사전, <https://ko.wikipedia.org/>(검색일: 2020. 4. 1)).

〈그림 2-5〉 5대강 유역 현황도



자료: http://nationalatlas.ngii.go.kr/pages/page_94.php?(검색일: 2020. 2. 14)

1) 5대강 유역

대규모 해양 유입 하천, 즉 5대강은 2천여 개의 하천과 연결되어 있어 유역면적이 9만 1,126km²로 매우 넓다. 특히 한강과 낙동강의 유역면적은 각각 2.6만km², 2.4만km²로 매우 넓고, 이어서 1만km²의 금강, 5천km²의 섬진강, 3.5천km²의 영산강 순으로 유역면적이 넓다.

〈표 2-12〉 5대강의 유역면적

구분	한강	낙동강	금강	섬진강	영산강	합계
본류 및 지류 (개소수)	704	789	486	284	171	2,434
유역면적(km ²)	25,954	23,384	9,912	4,912	3,468	67,630

자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

한강, 낙동강, 금강, 영산강에 설치된 16개의 보는 평상시 하천을 통한 쓰레기의 이동을 차단하는 역할을 한다. 하지만 보의 수문을 개방하는 태풍이나 집중호우기에는 하천쓰레기의 해양 유입을 차단하기 어렵다.

〈그림 2-6〉 4대강의 보 현황



하천명	보 현황	
	개소	명단
한강	3	이포보, 여주보, 강천보
낙동강	8	상주보, 낙단보, 구미보, 칠곡보, 강정고령보, 달성보, 합천창녕보, 창녕함암보
금강	3	세종보, 공주보, 백제보
영산강	2	승촌보, 죽산보

자료: http://water.nier.go.kr/bo/downTabList.do?menuIdx=7_1(검색일: 2020. 8. 2)

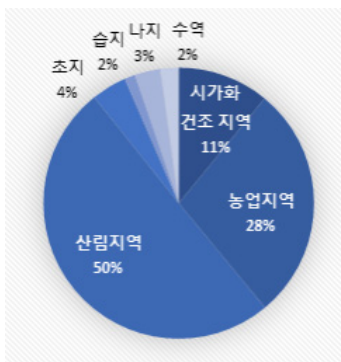
5대강은 유역면적이 넓은 만큼 하천쓰레기의 발생과 이동에 영향을 미치는 다양한 요소들이 존재할 것이다. 5대강 하천쓰레기를 관리하려면 5대강뿐만 아니라 2천여 개에 이르는 지류의 하천관리청과 유역의 지자체 간 협력이 필요하다.

2) 연안 구역

5대강을 제외한 458개 중소규모 해양 유입 하천이 위치한 연안 구역의 면적은 23,211km²이다. 이 중 12개²⁴⁾ 하천은 2개 이상의 시·도를 관류하지만, 그 외 446개 하천은 시·도 경계를 넘지 않는다. 즉 대부분의 중소규모 해양 유입 하천의 구역은 연안 시도를 기준으로 구분 가능하다. 여기서 개소수가 많은 중소규모 하천은 시·도를 기준으로 연안 구역을 분석하였다.

[그림 2-7]에서 보듯이 연안 구역은 산림지역, 농업지역, 시가화 건조지역이 대부분을 차지한다. 특히 인천은 시가화 건조지역이 발달하여 그 비중이 평균치를 상회한다. 충남, 전북, 전남, 제주는 농업지역, 강원, 경북, 경남은 산림지역이 상대적으로 발달해 있다. 부산과 울산은 시가화 건조지역과 산림지역의 비중이, 경기도는 시가화 건조지역과 농업지역의 비중이 상대적으로 높다.

〈그림 2-7〉 연안 구역의 토지 이용 현황



- ▶ 시가지 발달지역: 인천
- ▶ 산림 발달지역: 강원, 경북, 경남
- ▶ 농업 발달지역: 충남, 전북, 전남, 제주
- ▶ 복합지역: (시가지, 산림) 부산, 울산
(시가지, 농업) 경기

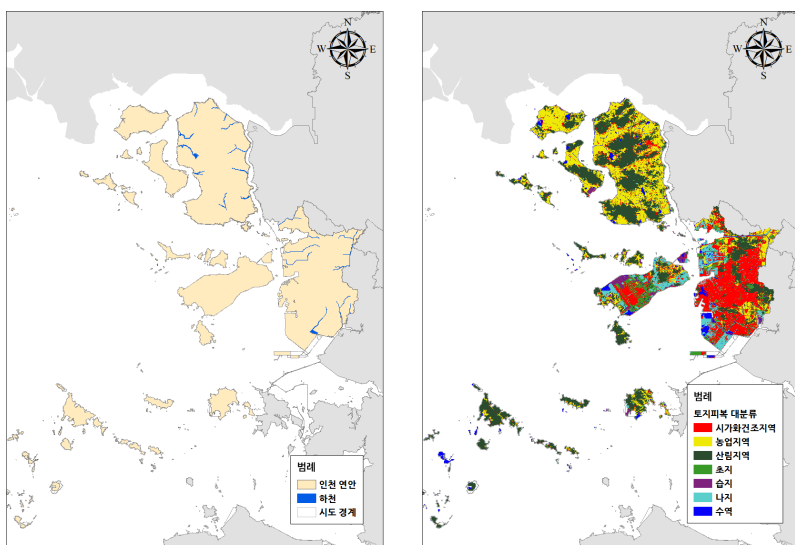
자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

24) 2개 이상의 시·도를 관류하는 12개 하천은 안성천, 형산강, 회야강, 와탄천, 수영강, 아라천, 서낙동강, 구암천, 효암천, 검단천, 자룡천, 송정천이다.

(1) 시가지 발달지역

인천 연안 유역은 시가지화 건조지역이 20.4%로 넓게 분포해 있다. 시가지가 발달한 남동구, 연수구, 서구 등으로 19개 중소규모의 해양 유입 하천이 흐른다. 시가지를 관류하는 하천은 유역에서 발생한 생활쓰레기의 이동경로가 된다.

〈그림 2-8〉 인천 연안 유역의 토지 이용 현황



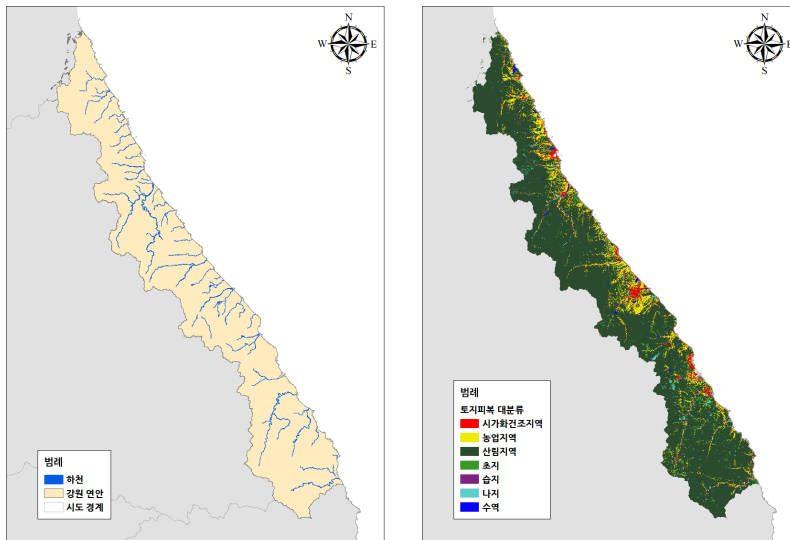
자료: 환경부 토지피복도 2013년 기준

(2) 산림 발달지역

강원, 경북, 경남 연안 유역은 산림지역의 비중이 각각 82%, 74%, 64%로 상당히 높다. 이 지역은 중소규모의 하천도 많이 발달하여, 강원 연안 유역에는 34개소, 경북 연안 유역에는 33개소, 경남 연안 유역에는 95개소의 하천이 있다. 산림지역을 관류하기 때문에 집중호우 시기에 잔가지를 비롯한 초목류의 이동이 많을 것이다.

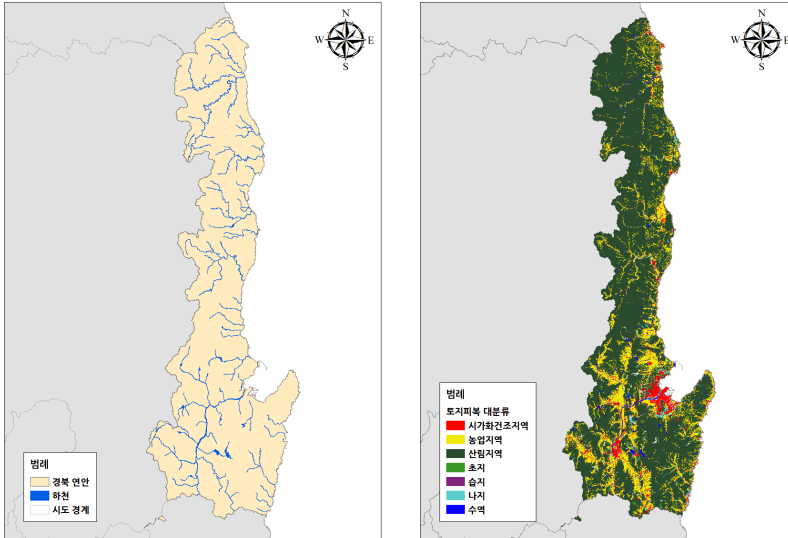
[그림 2-9]~[그림 2-11]에서 보듯이 일부 중규모 해양 유입 하천은 주변으로 시가지가 발달해 있다. 예를 들어, 강원도 강릉 남대천, 경북 포항시 형산강, 경남 사천시 사천강 등이 그러하다. 창원시에 위치한 덕곡천 등 일부 소규모 해양 유입 하천도 유역으로 시가지가 매우 발달해 있다. 시가지를 관류하는 이러한 하천은 생활쓰레기의 이동경로가 된다.

〈그림 2-9〉 강원 연안 유역의 토지 이용 현황



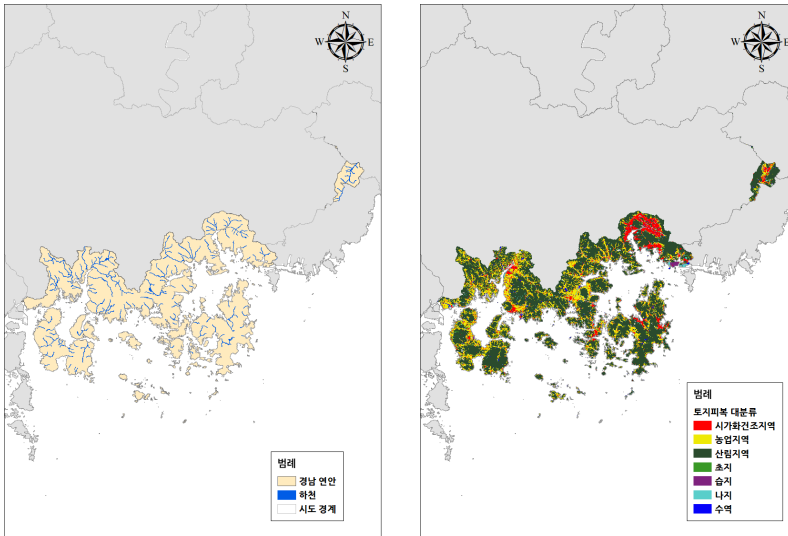
자료: 환경부 토지피복도 2013년 기준

〈그림 2-10〉 경북 연안 지역의 토지 이용 현황



자료: 환경부 토지피복도 2013년 기준

〈그림 2-11〉 경남 연안 지역의 토지 이용 현황



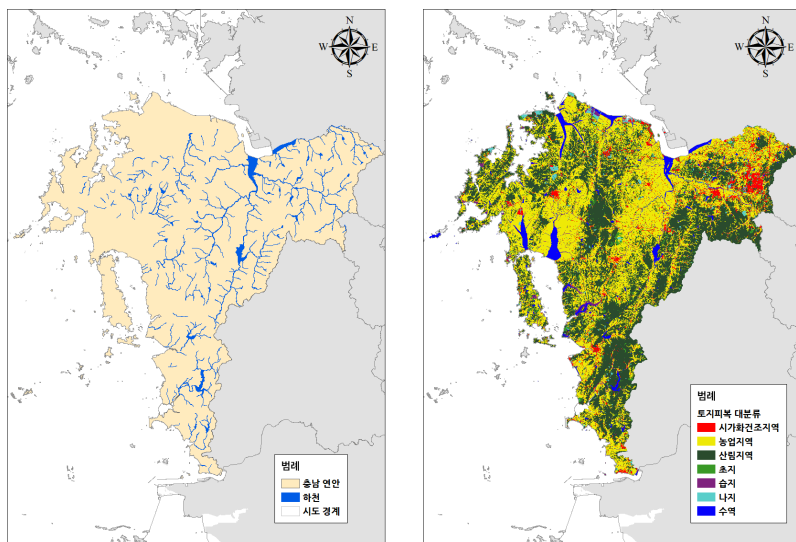
자료: 환경부 토지피복도 2013년 기준

(2) 농업 발달지역

충남, 전북, 전남, 제주는 연안 유역으로 농경지가 넓게 분포해 있다. 농업지역 비중은 충남 45%, 전북 46%, 전남 34%, 제주 42%로 평균치인 28%를 크게 상회한다. 농업지역에서 발생하는 폐비닐, 농약 용기 등의 영농폐기물은 연간 발생량이 적기 때문에 하천으로 유입되는 쓰레기도 적을 것이다.

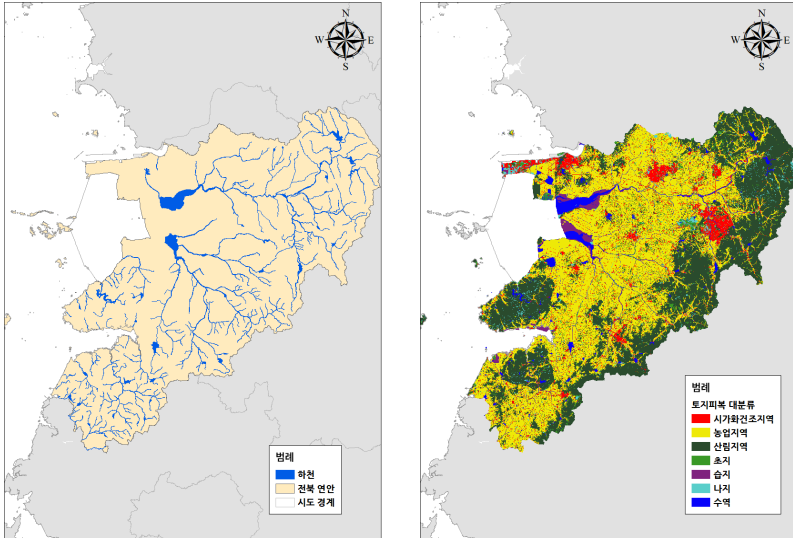
충남 연안 유역을 관류하는 중소규모의 해양 유입 하천은 60개소이다. 전북 연안 유역에는 28개소, 전남 연안 유역에는 108개소의 중소규모 해양 유입 하천이 있다. 시가지는 섬진강, 영산강 하구 인근으로 발달해 있고, 중소규모 하천 유역은 농경지가 발달해 있다.

〈그림 2-12〉 충남 연안 유역의 토지 이용 현황



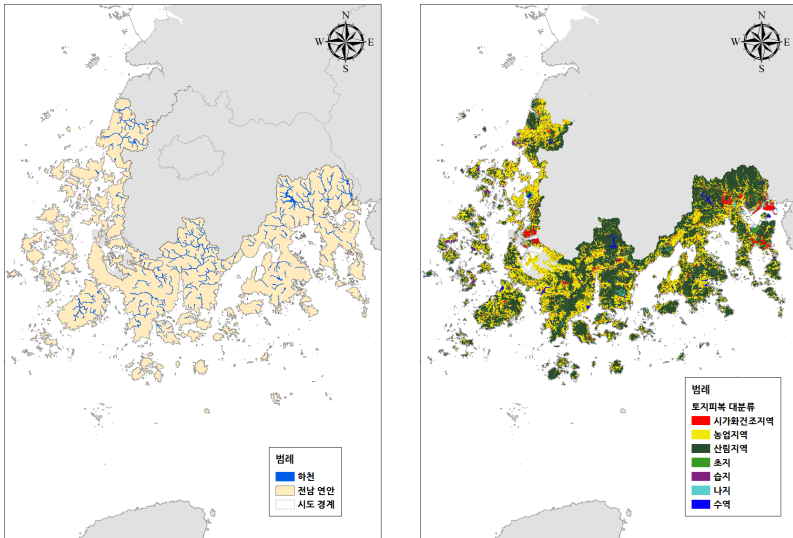
자료: 환경부 토지피복도 2013년 기준

〈그림 2-13〉 전북 연안 지역의 토지 이용 현황



자료: 환경부 토지피복도 2013년 기준

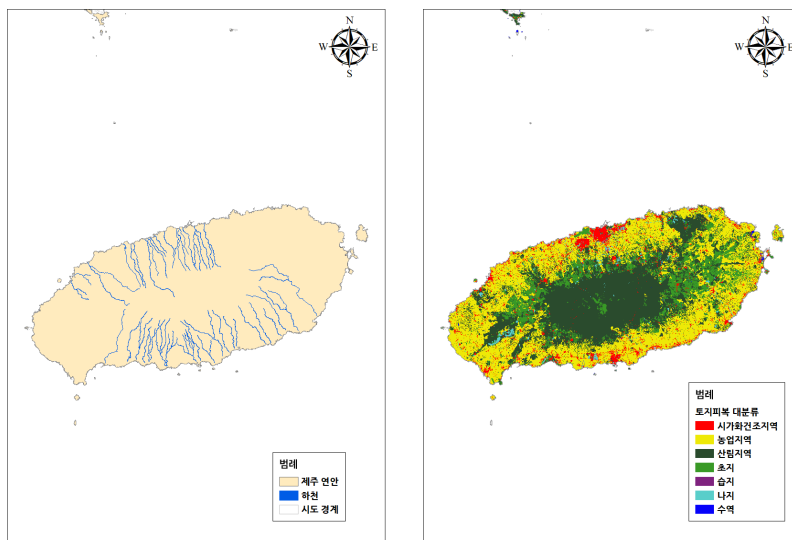
〈그림 2-14〉 전남 연안 지역의 토지 이용 현황



자료: 환경부 토지피복도 2013년 기준

제주도에는 35개소의 해양 유입 하천이 있다. 하구에는 마을이 형성되어 있고, 유역 대부분은 농경지로 이용되고 있다.

〈그림 2-15〉 제주 연안 유역의 토지 이용 현황



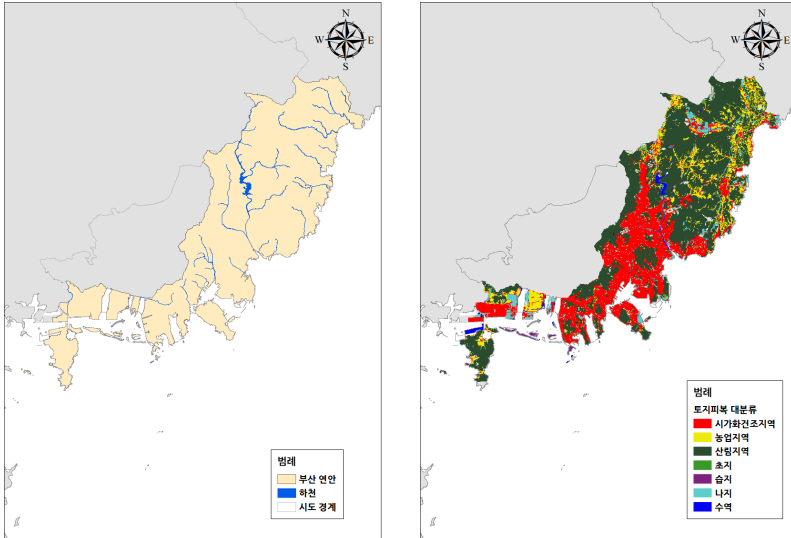
자료: 환경부 토지피복도 2013년 기준

(4) 복합지역

가. 시가지 및 산림 발달

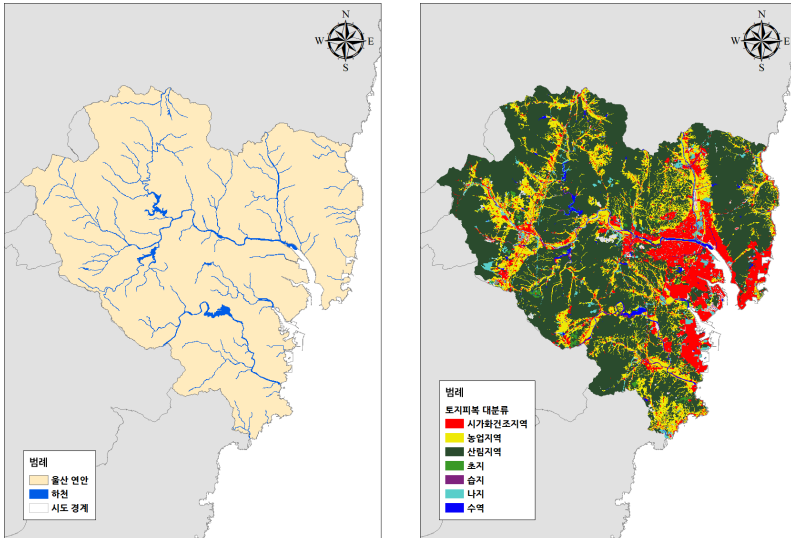
부산과 울산 연안 유역으로는 시가지와 산림이 발달해 있다. 부산 연안 유역은 좌측의 시가화된 도시지역과 우측의 산림지역으로 구분된다. 시가화 건조지역의 비중은 28.5%, 산림지역의 비중은 52%를 차지하고, 17개소가 중소규모 해양 유입 하천이 존재한다. 특히 수영강은 산림지역과 인구 밀도가 높은 해운대, 동래구 등 도심지를 거쳐 흐르는 중규모 하천이다.

〈그림 2-16〉 부산 연안 지역의 토지 이용 현황



자료: 환경부 토지피복도 2013년 기준

〈그림 2-17〉 울산 연안 지역의 토지 이용 현황



자료: 환경부 토지피복도 2013년 기준

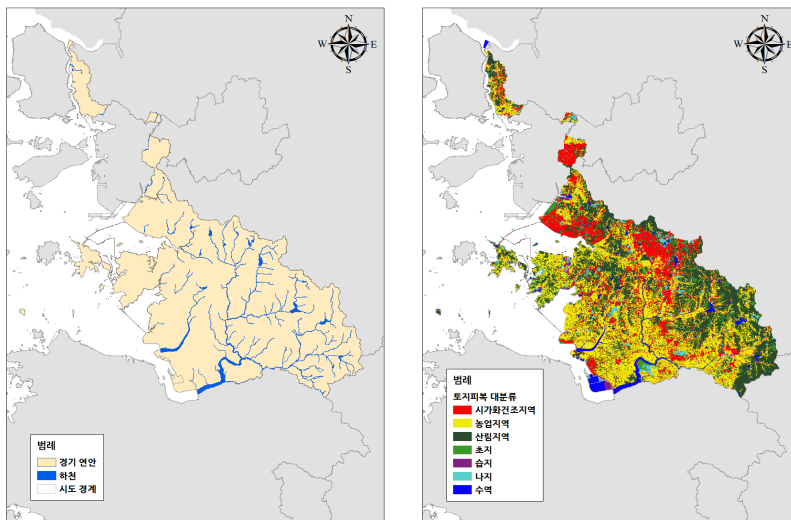
울산 연안 유역은 해안가로 도심지가 형성되어 있고, 내륙으로 산림이 넓게 분포한다. 시가화 건조지역의 비중은 13.3%, 산림지역의 비중은 62%이다. 하천연장이 30km 이상으로 긴 태화강과 회야강은 산림지역에서 발원하여 연안의 도심지를 거쳐 바다로 유입된다.

산림지역과 시가화 건조지역을 관류하는 부산과 울산 연안의 중규모 해양 유입 하천은 육상에서 발생한 초목류와 생활쓰레기를 바다로 운반하는 주요 경로이다.

나. 시가지 및 농업 발달

경기 연안 유역은 시가화 건조지역의 비중이 18%, 농업지역이 38%를 차지하고, 17개의 중소규모 해양 유입 하천이 있다. 안산천 등은 도심지가 발달한 북측 연안을 관류하여 시화호로 유입된다. 58km의 안성천은 남단의 농경지를 거쳐 아산만으로 흐른다.

〈그림 2-18〉 경기 연안 유역의 토지 이용 현황



자료: 환경부 토지피복도 2013년 기준

제2절 해양 유입 하천쓰레기 발생 및 수거

우리나라는 하천 혹은 하구 쓰레기에 대한 모니터링을 실시하지 않아, 하천을 통해서 해양으로 유입되는 쓰레기에 대한 정보를 파악하기 어렵다. 대신 하천을 통해 유입되는 쓰레기 수거사업을 살펴보고자 한다.

1. 해양 유입 하천쓰레기 양 추정

여기서는 기존 연구에서 추정한 하천쓰레기 발생량과 육상기인 해양쓰레기 양을 확인하였다. 육상기인 해양쓰레기는 하천으로 유입된 것과 해안가에서 직접 유입된 것이 있다. 이 중 하천으로 유입된 육상기인 쓰레기는 해양 유입 하천쓰레기와 동일한 개념이다.

1) 하천쓰레기 발생량 추정

(1) 하천 유출량

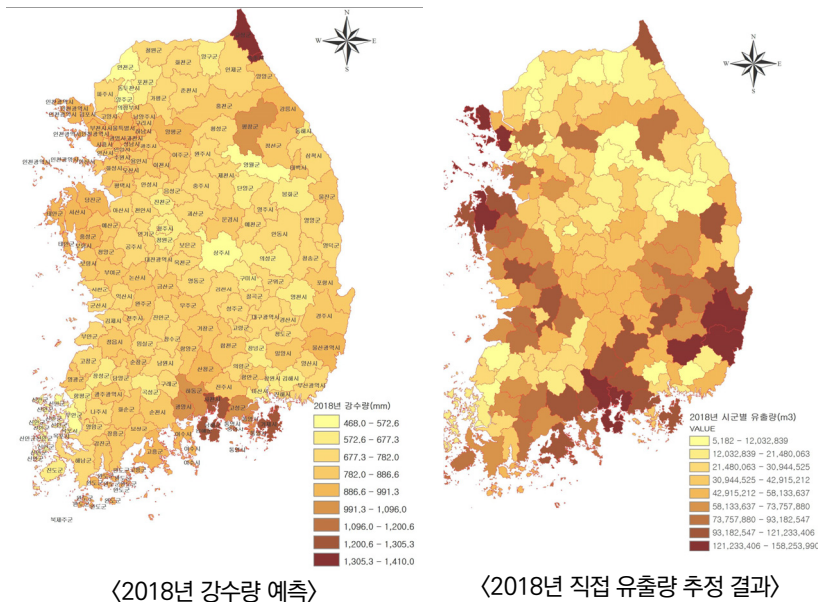
한국환경정책·평가연구원(2006)은 비 혹은 바람에 의해서 비점오염원이 하천으로 유출되는 양을 추정하는 방식을 적용하여 직접 유출량을 산정하였다. 시·군·구별로 유효강우량²⁵⁾을 산정하고, 이를 강수량 예측 결과에 적용하여 직접 유출량을 도출한다. 다만, 폐기물관리실태, 하천 이용 및 시설을 반영하지 못했다는 한계가 있다.

그 결과는 [그림 2-19]와 같이 강우량에 의해서 유출량을 크게 영

25) 토지이용, 식생피복, 토양조건, 수문조건 등 강우를 통한 오염원 유출에 직접적으로 영향을 미치는 요인에 의해 결정된다.

향을 받는다. 그리고 수도권 등 인구 밀집지역이나 해상으로 유입되는 하천이 있는 지역은 상대적으로 직접 유출량이 많다.

〈그림 2-19〉 2018년 지역 직접 유출량



〈2018년 강수량 예측〉

〈2018년 직접 유출량 추정 결과〉

자료: 한국환경정책·평가연구원(2013), p. 111, 113

(2) 하천쓰레기 발생량 추정결과

육상에서 쓰레기가 하천으로 유출되는 것은 일반 비점오염원의 유출과 다소 차이가 있을 것이다. 이를 보완하기 위해서 시·군·구별 쓰레기 수거량을 토대로 경험식을 도출하여 부유쓰레기 발생량을 산정하였다. 그리고 하천 및 하구가 아닌 댐으로 유출되는 쓰레기량도 수거량과 유역면적을 적용하여 산정한 후 이를 합산하여 최종 부유쓰레기 발생량을 추정하였다.

한국환경정책·평가연구원(2013)은 기초 데이터를 확보할 수 있는 5대강을 대상으로 발생량을 추정하였으며, 그 결과는 <표 2-13>과 같다.

2018년도에 5대강에서 발생하는 부유쓰레기는 약 11만 톤이며, 이 중 45%는 낙동강 유역, 19%는 섬진강 유역, 16%는 한강 유역에서 발생하는 것으로 추정되었다. 2018년도 강우량 예측결과에 따른 것이므로 매년 발생량의 크기와 지역별 비중은 달라진다.

<표 2-13> 2018년 5대강 부유쓰레기 발생량 추정결과

단위: 만 톤

합계	한강	낙동강	금강	영산강	섬진강
11.2	1.7	4.9	1	1.3	2.0

자료: 한국환경정책·평가연구원(2013)

2) 하천쓰레기 해양유입량 추정

하천 유역에서 발생한 부유쓰레기 중 일부는 해양으로 유입될 것이다. 해양수산부는 해양쓰레기 관리 기본계획을 수립하면서 육상기인 해양쓰레기 발생량을 추정하였다.

육상에서 발생한 쓰레기는 하천을 통해 바다로 유입되거나, 해안 지역에서 이루어지는 활동 중에 직접 투기하거나 바람에 의해 바다로 유입된다. 하천 유입 쓰레기는 평수기와 홍수기를 구분하여 산정하여야 한다. 제3차 기본계획에서는 평수기의 경우 인천시청(2001)에서 낭장망을 설치하여 추정한 결과를 활용하고, 홍수기는 2011년 낙동강 폭우 시 발생한 쓰레기 추정량을 활용하였다.

그 결과, 연간 약 9.9만 톤의 하천쓰레기가 바다로 유입될 것으로 추정되었다. 연간 유입량의 71.7%는 홍수기에 집중적으로 유입되는 것으로 보인다.

〈표 2-14〉 육상기인 해양쓰레기 추정결과

합계	제1차 계획	제2차 계획	제3차 계획	평균
평수기	34,644	24,250	25,180	28,025 (28.3%)
홍수기	64,394	86,912	62,080	71,129 (71.7%)
합계	99,038	111,162	87,260	99,153 (100%)

자료: 제1차, 제2차, 제3차 해양쓰레기 관리 기본계획

앞서 살펴본 하천 부유쓰레기 직접 유출량 추정에서 보듯이 하천 특성과 지역별 강우특성에 의해서 하천쓰레기 발생량에 차이가 있다. 그리고 하천쓰레기 수거 혹은 사전 예방활동에 의해서 해양으로 유입되는 양도 달라진다. 하지만 이 연구에서는 이러한 지역별 차이를 반영하지 못했다는 한계가 있다.

2. 하천쓰레기 수거 현황

쓰레기 수거사업은 크게 해양에 유입되기 전에 수거하는 사업과 해양으로 유입된 후 수거하는 사업으로 구분된다. 해양 유입 전에는 댐, 보, 저수지, 하천, 하구에서 수거한다. 해양으로 유입된 후에는 바다에 부유하거나 해안가에 표착된 후 수거하는데, 육상기인과 해상기인 쓰레기가 구분되지는 않는다.

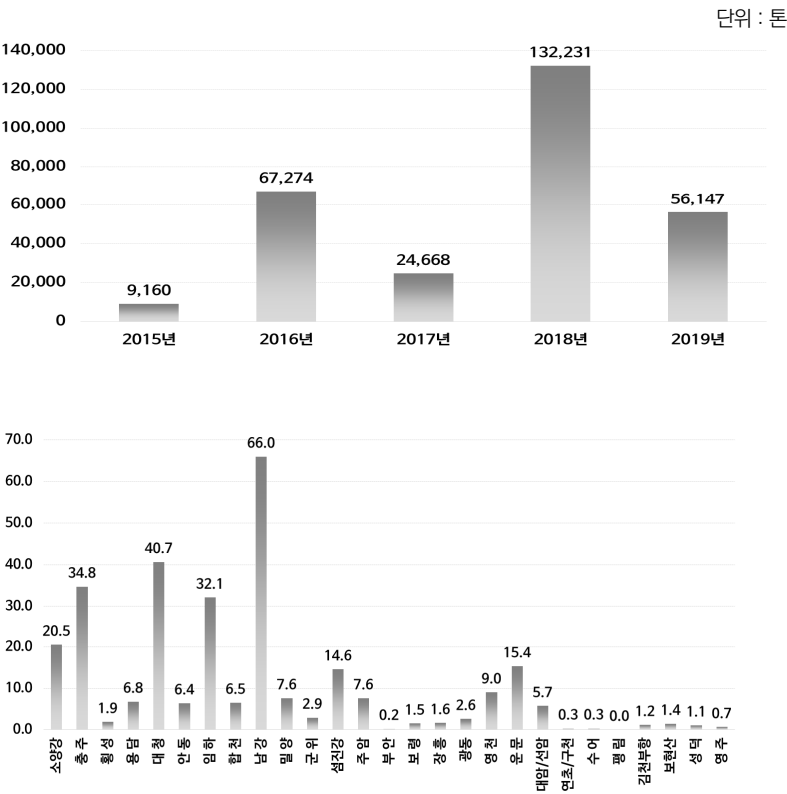
1) 해양 유입 전 수거

(1) 댐 쓰레기

한국수자원공사는 다목적댐을 관리하며, 매년 전국 댐에서 발생하는 부유쓰레기를 수거하는 사업을 실시하고 있다. [그림 2-20]은 2015~2019년 한국수자원공사가 댐에서 수거한 쓰레기양을 나타내

었다. 댐 부유쓰레기 발생량은 연간 큰 변동성을 보였으며, 2018년에는 전년 대비 6배 이상 많이 발생하였고, 2019년에 약 1/3로 줄었다. 또한 5년간 발생한 댐 부유쓰레기는 27개 댐 중 남강에서 6만 5,985톤으로 가장 많았고, 평림댐에서 7톤으로 발생량이 가장 적었다.

〈그림 2-20〉 2015~2019년 댐별 쓰레기 수거 실적



〈표 2-15〉 댐 부유쓰레기 발생 현황

단위: 톤

댐 명	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	합계
합 계	9,160	67,274	24,668	132,231	56,147	289,480
소양강	54	5,110	8,695	5,929	757	20,545
충 주	95	3,515	7,598	22,238	1,307	34,753
횡 성	247	262	765	568	40	1,882
용 담	116	1,071	220	5,001	381	6,789
대 청	421	25,519	1,390	12,029	1,324	40,683
안 동	3	5,041	709	362	278	6,393
임 하	1	590	0	17,212	14,306	32,109
합 천	317	910	58	3,335	1,906	6,526
남 강	4,590	4,707	1,013	35,007	20,668	65,985
밀 양	955	2,241	176	2,349	1,897	7,618
군 위	30	949	83	1,486	371	2,919
섬진강	1,000	4,163	3,233	5,723	487	14,606
주 암	784	671	166	4,184	1,802	7,607
부 안	5	20	65	130	20	240
보 령	3	200	15	1,271	8	1,497
장 흥	68	137	105	280	1,033	1,623
광동/달방	172	195	122	834	1,291	2,614
영 천	122	2,019	0	3,866	3,034	9,041
운 문	0	6,533	76	6,291	2,458	15,358
대암/산암/대곡/사면	150	2,886	19	1,334	1,334	5,723
연초/구천	17	33	160	45	62	317
수 어	10	0	0	280	51	341
평 림	0	7	0	0	0	7
김천부항	-	245	0	652	262	1,159
보현산	-	250	0	975	214	1,439
성 덕	-	-	0	850	203	1,053
영 주	-	-	-	-	653	653

주: 1) 김천부항댐, 보현산댐, 성덕댐, 영주댐은 건설기간 제외

2) 안계댐, 감포댐은 부유물 발생실적 없음

자료: 한국수자원공사 내부자료(2020. 6)

(2) 하천·하구 쓰레기

국가, 지자체, 수면관리자 등 관계기관에서 하천쓰레기 수거사업을 실시하고 있다. 2009년 하천·하구쓰레기 정화사업이 추진되었으며, 2010년 기초지자체를 대상으로 한 국가보조율이 50%에서 70%로 상향된 바 있다. 2012년에는 보 구역 관계기관²⁶⁾ 회의를 개최하여, 수면관리자가 쓰레기 수거·운반·처리 업무를 추진하도록 하였다.

환경부의 「제2차 하천·하구 쓰레기관리 기본계획(2014~2018)」의 추진사업으로 시행되었으며, 초목류, 생활쓰레기 등 하천과 하구의 쓰레기를 관리하고, 댐, 저수지, 보 등 지역 특성을 고려한 효율적 수거를 통해 해양 유입을 차단할 목적으로 수행되었다.

〈표 2-16〉 하천·하구 쓰레기 정화사업 예산

단위: 백만 원

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
집행실적	11,275	10,400	10,400	9,300	8,400
	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
투자계획	10,844	11,429	12,143	12,857	13,571

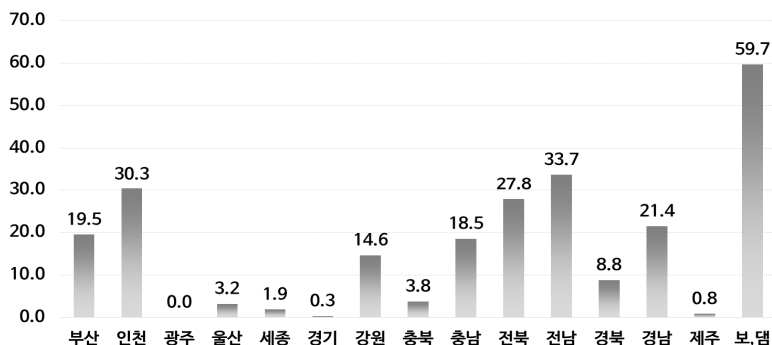
자료: 해양환경공단(2018); 해양수산부·환경부·해양경찰청(2018), p. 51

환경부 내부자료(2018)에 따르면 2012~2016년 하천·하구쓰레기 정화사업을 통해 수거한 쓰레기량은 총 24만 4,384톤으로 연평균 4만 8,870톤에 달하는 것으로 나타났으며, 매년 쓰레기 수거량은 변동성이 컸다. 4대강 보를 제외한 2012~2016년의 수거실적을 지자체별로 살펴보면, 전남이 3만 3,734톤으로 가장 많았고, 경기도가 333톤으로 가장 적게 나타났다.

26) 환경부, 국토부, 4대강추진본부, 수자원공사.

〈그림 2-21〉 2012~2015년 지자체별 하천·하구쓰레기 수거 실적

단위: 천 톤



〈표 2-17〉 하천·하구쓰레기 수거 실적

단위: 톤

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	합계
계	46,089	48,566	51,661	39,930	58,102	244,348
부산	5,139	3,453	2,938	3,864	4,060	19,454
인천	6,118	7,399	6,442	5,734	4,640	30,333
광주	19					19
울산	1,757	407	408	363	276	3,211
세종	155	360	441	567	351	1,874
경기	14	132	151	19	17	333
강원	4,830	2,460	2,669	2,355	2,299	14,613
충북	688	862	851	721	639	3,761
충남	3,882	3,653	4,066	2,704	4,200	18,505
전북	7,833	4,573	5,186	5,146	5,081	27,819
전남	6,841	7,384	6,723	5,801	6,985	33,734
경북	1,868	1,486	1,561	1,803	2,062	8,780
경남	2,969	4,556	4,471	4,258	5,163	21,417
제주				800	39	839
4대강 보 및 댐	3,976	11,841	15,754	5,795	22,290	59,656

주: 광주, 제주는 수거실적이 없는 해가 있음

자료: 환경부 내부자료(2018. 7); 해양수산부·해양환경공단(2018)

2) 해양 유입 후 수거

해양에 유입된 후 수거하는 사업으로는 부유쓰레기 수거사업, 재해쓰레기 수거사업, 해안쓰레기 수거사업 등이 있다.

〈표 2-18〉 하천·하구·해안쓰레기 관련 사업

사업명	목적	유형
항만 부유쓰레기 수거사업	• 주요 14개 무역항에 20척의 청항선을 배치하여 해양 부유쓰레기 수거를 통한 깨끗한 항만 조성 및 통항 선박의 안전운항 확보	부유쓰레기
해양폐기물 정화사업	• 국가 어항의 부유·침적 폐기물을 수거하여 쾌적한 어항환경 조성 • 어업인의 안전한 어선 정박 및 입·출항의 장애요인을 제거하여 어항의 적정기능을 유지	부유쓰레기
해안쓰레기 수거사업	• 도서·벽지 등 바닷가에 산재한 해양쓰레기의 신속한 수거·처리를 통한 해양환경 개선으로 깨끗한 해양경관 조성이 목적	해안쓰레기
재해쓰레기 수거 및 처리	• 태풍, 집중호우 등으로 발생한 해양쓰레기를 신속하게 수거·처리하여 오염물 퇴적으로 인한 2차 해양오염 방지 및 피해지역 복구 지원	재해쓰레기

자료: 해양수산부·해양환경공단(2018), 「제3차 해양쓰레기 관리 기본계획 수립을 위한 연구(2018)」
결과를 활용하여 저자 작성

(1) 부유쓰레기 수거

가. 해양폐기물 정화사업(어항관리선)

해양폐기물 정화사업은 「어촌어항법」 제35조 및 동법 시행령 제44조에 근거하여 1995년부터 현재까지 시행되고 있으며, 국가어항 및 지방어항의 부유·침적폐기물을 수거하여 쾌적한 어항환경 조성을 목적으로 한다. 한국어촌어항관리공단에서 총 12척의 어항관리선을 운영하고, 육상 및 선상, 해상에서 발생하여 어항 내로 유입된 부유물(페스티로폼, 폐목재 등), 침적 폐기물(폐어구, 폐타이어 등) 및 항행

장애물 등을 수거한다.

2015~2019년간 총 7만 7,818톤을 수거하였으며, 매년 수거량이 지속적으로 증가하고 있다. 약 90%가 퇴적물이고, 부유물은 1% 미만으로 나타났다.

〈표 2-19〉 해양폐기물 정화사업 수거 실적

단위: 톤

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	합계
운항일수	1,253	1,244	1,279	1,511	1,554	6,841
계	6,278	8,088	12,770	24,771	25,911	77,818
부유물(페스티로폼)	39	4	1	44	115	203
침전물(폐어구 등)	1,590	1,710	340	1,008	1,138	5,786
퇴적물(페토사 등)	4,649	6,374	12,428	23,719	24,658	71,828

자료: 한국어촌어항공단 홈페이지(검색일: 2020. 3.10)

〈그림 2-22〉 해양폐기물 정화사업 폐기물 수거



나. 항만 부유쓰레기 수거사업

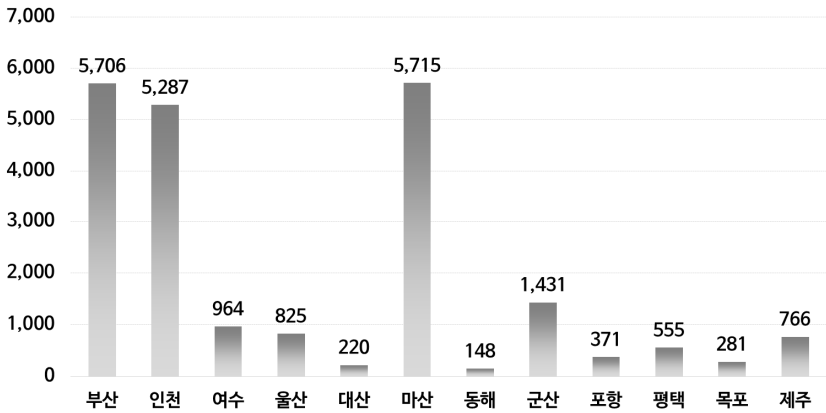
항만 부유쓰레기 수거사업은 「해양환경관리법」 제18조에 근거하여 해양수산부에서 추진하는 사업이며, 주요 14개 무역항²⁷⁾에 20척

27) 주요 무역항(14개소): 경인항, 인천항, 평택·당진항, 대산항, 장항항, 군산항, 목포항, 여수항, 광양항, 마산항, 부산항, 울산항, 포항항, 동해·묵호항.

의 청항선을 배치하여 해양부유쓰레기 수거를 통해 깨끗한 항만을 조성하기 위한 목적으로 시행되고 있다. 2015~2019년 총수거량은 큰 변동이 없었고, 5년간 지자체별 항만 부유쓰레기 수거량은 부산항, 마산항, 인천항이 5,000톤 이상으로 많았다.

〈그림 2-23〉 2015~2019년 지자체별 항만 부유쓰레기 수거 실적

단위 : 톤



〈표 2-20〉 주요 항만의 연도별 해양 부유쓰레기 수거 실적

단위: 톤

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	합계
계	4,267	4,301	4,280	4,551	4,870	22,269
부산	1,088	1,316	936	1,207	1,159	5,706
인천	1,020	1,044	1,056	1,086	1,081	5,287
여수	187	123	163	264	227	964
울산	160	170	177	99	219	825
대산	36	44	39	51	50	220
마산	1,194	1,065	1,108	1,164	1,184	5,715
동해	25	26	27	43	27	148
군산	254	258	297	305	317	1,431
포항	59	68	67	86	91	371

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	합계
평택	98	107	144	97	109	555
목포	64	23	46	54	94	281
제주	82	57	220	95	312	766

자료: 해양환경공단 내부자료(2020. 3)

(2) 해안쓰레기 수거사업

해안쓰레기 수거사업은 「해양환경관리법」 제18조에 근거하여 해양수산부에서 집행하며, 국고 50%, 지방비 50%의 예산으로 지자체에서 추진하도록 되어 있다. 또한 도서·벽지 등 바닷가에 산재한 해양쓰레기의 신속한 수거와 처리를 통해 깨끗한 해양경관을 조성하는 것을 목적으로 한다. 2014~2016년 해안쓰레기 총수거량은 3만 2,673톤으로 연간 큰 폭으로 증가하고 있다.

〈표 2-21〉 해안쓰레기 수거 실적

단위: 톤

구분	2014년	2015년	2016년	합계
수거량	4,424	12,110	16,139	32,673

자료: 해양수산부·해양환경공단(2018), 「제3차 해양쓰레기 관리 기본계획 수립을 위한 연구(2018)」

(3) 재해쓰레기 수거 및 처리

재해쓰레기 수거 및 처리사업은 태풍, 집중호우 등 재해기에 발생한 해양쓰레기를 신속하게 수거·처리하여 2차 해양오염 방지 및 피해지역 복구 지원을 목적으로 시행한다.

재해쓰레기 관련 사업으로는 해양쓰레기 피해복구, 차바 피해복구, 강하구 쓰레기 처리사업이 실시되었다.

〈표 2-22〉 재해쓰레기 수거 및 처리 예산집행 결과

단위: 백만 원

구분	2015년	2016년	2017년	합계
해양쓰레기 피해복구	-	117	3,120	3,237
차바 피해복구	-	80	440	520
강하구 쓰레기 처리	436	429	496	1,361
합계	436	626	4,056	5,118

자료: 해양수산부·해양환경공단(2018), 「제3차 해양쓰레기 관리 기본계획 수립을 위한 연구(2018)」

3. 해양 유입 하천의 특징 및 쓰레기 유입 가능성

1) 해양 유입 하천의 특징

하천의 종점이 바다와 연결된 해양 유입 하천은 총 463개가 존재하며, 5대강²⁸⁾을 제외하면 100km 미만의 중소규모 하천이다. 해양 유입 하천의 총연장은 4,632km이고, 이 중 72%에 해당하는 3,338km가 중소규모 해양 유입 하천의 연장이다. 이를 볼 때 해양으로 유입되는 하천쓰레기를 차단하기 위해서는 중소규모 하천을 대상으로 한 관리도 필요하다.

하천을 따라 이동하는 쓰레기를 관리하기 위해서는 본류뿐만 아니라 지류를 포함한 유역 관리가 이루어져야 한다. 대규모 해양 유입 하천은 지류가 2,423개소 존재하고, 대규모 해양 유입 하천은 유역면적이 우리나라 유역면적의 75%를 차지할 정도로 넓다. 이는 해양 유입 쓰레기를 관리하기 위한 공간적 범위가 넓다는 것을 의미한다. 관리비용 측면에서는 지금과 같이 해양으로 유입되기 전에 쓰레기를 수거하는 것이 가장 효과적일 수 있다. 하지만 홍수기에 집중적으로 유입되는 현실을 고려한다면 이마저도 쉽지 않다. 따라서 하천관리

28) 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강.

청이 단독 관리에 한계가 있는 대규모 해양 유입 하천은 유역에 속한 지자체와 협력을 통한 통합관리가 이루어져야 한다.

중소규모 하천은 대부분 단일 시·도 내를 관류하고, 2/3가량은 지류가 존재하지 않는다. 10km 미만의 소규모 해양 유입 하천은 모두 지방하천이어서 시·도 차원에서 관리가 가능하다. 중규모 해양 유입 하천은 지류가 다소 존재하나, 대부분이 단일 행정구역에 걸쳐 관류하므로 하천관리청 주도의 관리가 가능할 것으로 예상된다.

〈표 2-23〉 유형별 해양 유입 하천 기초 현황

구분		대규모	중규모	소규모
분류 기준		하천연장이 100km 이상	하천연장이 10~100km 미만	하천연장이 10km 미만
하천 및 유역 현황	개소수	5개소	95개소	363개소
	연장	1,297km	1,707km	1,631km
	등급	국가하천 5개소	국가하천 10개소 지방하천 85개소	지방하천 363개소
	지류	2,423개소	830개소	114개소
	유역 면적	우리나라 유역면적의 75%를 차지	우리나라 유역면적의 25%를 차지	

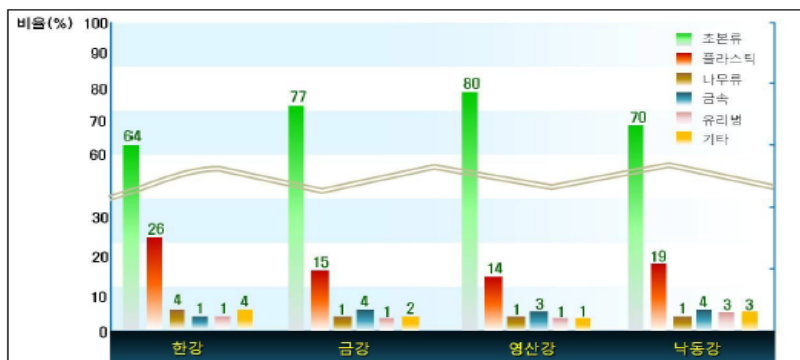
자료: 저자 작성

2) 유역별 쓰레기 유입 가능성

앞서 살펴본 유역의 토지 이용 현황은 유역을 관류하는 하천을 통해서 바다로 유입되는 쓰레기의 종류를 대략 가늠해 볼 수 있다.

환경부가 2013년에 실시한 한강, 낙동강, 금강, 영산강 등 4대강을 대상으로 한 하천쓰레기 조사에 따르면, [그림 2-24]와 같이 초분류가 과반을 차지한다.

〈그림 2-24〉 하천쓰레기 종류별 유입량

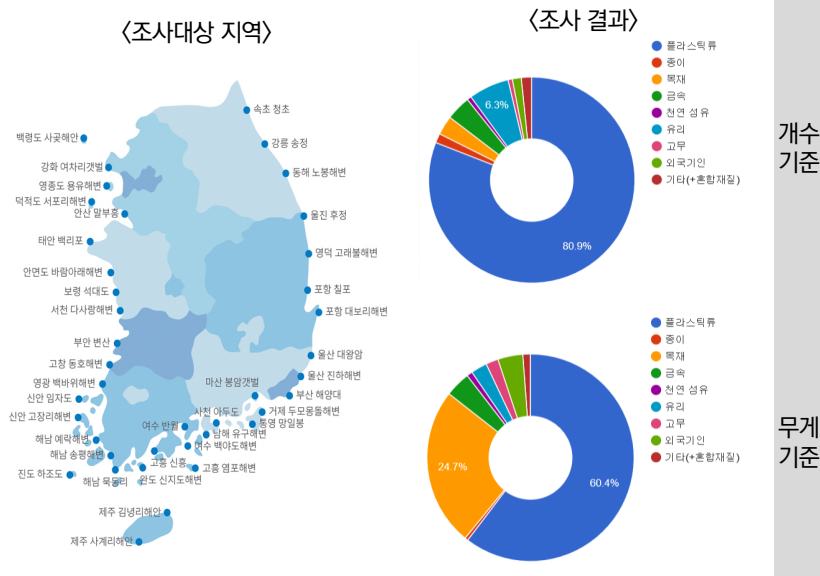


자료: 환경부(2013), 「5대강 유역 제2차 하천·하구쓰레기 관리 기본계획」

이어서 플라스틱의 비중이 높고, 그 외 금속, 나무, 유리 등은 양이 많지 않은 것으로 확인되었다. 이 중 초본류는 산림지역에서 발생할 것이며, 집중호우시기에 일시적으로 많은 양이 바다로 유입되는 피해를 유발한다.

플라스틱 쓰레기의 발생원을 알아보기 위해서 ‘국가 해안쓰레기 모니터링’ 조사결과를 살펴보았다. 해양수산부는 동, 서, 남해 연안 40곳을 선정하여 ‘국가 해안 쓰레기 모니터링 사업’을 수행하고 있다. 해안가 쓰레기 유형 중 플라스틱의 양이 50% 이상을 차지하였으며, 2018~2019년에는 플라스틱이 전체 해안 쓰레기의 80% 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 개수 기준으로는 플라스틱 다음으로 유리가 많았고, 무게 기준으로는 목재가 24.7%로 나타났다.

〈그림 2-25〉 국가 해안쓰레기 모니터링 사업결과



자료: 해양환경정보포털, <https://meis.go.kr/>(검색일: 2020. 3.10)

항목별 조사결과가 공개된 2016년을 기준으로 해안쓰레기를 분류하면 비닐류가 36%, 가정용품 또는 업소용품이 25%, 어구가 29%를 차지하였다. 이를 볼 때 하천쓰레기 중 플라스틱 쓰레기 발생지역은 시가화된 건조지역일 것이다. 영농폐기물²⁹⁾은 발생량 자체가 많지 않고, 건기인 봄가을에 주로 발생하기 때문으로 보인다. 이를 종합해 보면, 플라스틱 쓰레기는 시가화 건조지역에서 주로 발생할 것이다. 반면 농업지역에서는 해양 유입 하천쓰레기 발생량이 많지 않을 것이다.

이를 볼 때 시가화 건조지역과 산림지역 비중이 높은 부산, 울산, 강원, 경북, 경남 연안 유역을 흐르는 중규모 하천은 육상쓰레기를 바다로 운반하는 통로가 될 가능성이 크다.

29) 분리 배출된 플라스틱 생활쓰레기의 52%는 비닐류이고, 10%가 영농폐기물임(환경부, 2019).

〈표 2-24〉 연안 구역의 시가화 건조지역과 산림지역 비중

구분		토지 이용 현황(%)			비고
		시가화 건조지역	산림지역	합계	
연안 구역	부산	28.5	52.2	80.7	수영강 등
	인천	20.4	32.8	53.2	-
	울산	13.3	61.9	75.3	태화강 등
	경기	17.8	28.7	46.5	-
	강원	2.9	81.7	84.6	강릉 남대천 등
	충남	5.4	38.3	43.6	-
	전북	7.3	34.0	41.3	-
	전남	5.1	50.3	55.4	-
	경북	4.4	74.1	78.5	형산강
	경남	9.0	64.0	73.0	사천강
	제주	6.3	35.0	41.3	-

자료: 저자 작성

각 연안 구역별로 대표적인 하천은 〈표 2-24〉와 같이 수영강, 태화강, 강릉 남대천, 형산강, 사천강 등이다. 이들 지역은 초본류와 플라스틱 생활쓰레기의 발생원으로 예상되는 산림지역과 시가화 건조지역의 비중이 높다.

한편, 5대강을 통해서 육상쓰레기 바다로 유입된다는 것은 주지의 사실이다. 2020년에는 중부지방에 폭우가 집중되면서 대량의 쓰레기가 낙동강, 금강, 섬진강, 영산강을 통해서 유입되었다. 각 지역에서 수거한 쓰레기는 낙동강 하구 다대포 해수욕장에서 약 6,000톤, 금강 하구 서천군에서 약 1,000톤, 섬진강 하구 여수시 해안가에서 약 1,500톤, 영산강 하구에서 약 3,000톤 수해 쓰레기를 수거하였다.³⁰⁾

이를 종합하면, 유역면적이 넓고 대도시를 관류하는 5대강과 연안 구역의 중규모 해양 유입 하천은 해양 유입 하천쓰레기 관리가 필요

30) 각 지자체 담당자 면담 자료(2020년 9월 기준).

할 것으로 예상된다. 지역별로는 산림지역과 시가화 건조지역이 발달한 부산, 울산, 경북, 경남, 강원은 중소규모 해양 유입 하천의 관리가 필요하다. 충남, 전남, 전북, 인천, 경기도는 연안 구역에서 발생하는 하천쓰레기가 많지 않을 것으로 예상되어 5대강 관리가 중요할 것으로 보인다.

제 3 장

해양 유입 하천쓰레기 관리여건 분석

해양 유입 하천쓰레기 관리업무는 해양수산부, 환경부, 국토교통부에서 담당한다. 해양쓰레기 관리를 담당하는 해양수산부는 육상기인 해양쓰레기 발생 예방 차원에서 하천쓰레기를 관리한다. 환경부는 하천 및 호소 수질관리 차원에서 쓰레기를 수거 및 관리한다. 국토교통부는 하천의 정비·보전 및 우수(流水)로 인한 피해 예방 업무를 수행하는 과정에서 하천쓰레기를 관리한다.

여기서는 해양수산부, 환경부, 국토교통부의 해양 유입 하천쓰레기 관리에 관한 사항을 규정하고 있는 법과 그에 따른 법정 계획, 현재 추진되고 있는 관리제도 및 사업을 살펴보고자 한다.

〈그림 3-1〉 관련 부처의 해양 유입 하천쓰레기 관리 개요

해양수산부	육상기인 해양쓰레기 발생 예방	해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법
환경부	하천 수질관리	물환경보전법, 물관리기본법
국토교통부	하천 정비 및 보전, 홍수 피해 예방	하천법

자료: 저자 작성

제1절 해양 유입 하천쓰레기 관련법

하천쓰레기가 해양으로 유입된 후에는 해양쓰레기로 관리되므로, 여기서는 해양쓰레기, 하천쓰레기와 관련된 국내법을 살펴보고자 한다. 해양쓰레기는 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」에 의거하여 관리된다. 하지만 하천쓰레기를 관리하는 독자적인 법률 체계는 존재하지 않는다. 이에 공공수역의 수질오염 예방을 위한 사항을 규정한 「물환경보전법」과 하천 관리에 필요한 사항을 규정한 「하천법」을 검토하였다. 더불어 2018년 6월에 제정된 「물관리기본법」도 검토하였다. 이 법은 하천을 포함한 공공수역의 물관리 정책의 기본방향을 제시하고, 기본적인 관리사항을 규정한다.

〈표 3-1〉 해양 유입 하천쓰레기 관련법

법령	목적
해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법	• 목적 : 해양폐기물의 발생을 억제하고, 해양의 특수성을 반영한 관리체계를 구축 • 규정 : 해양쓰레기의 체계적 관리에 필요한 사항
물환경보전법	• 목적 : 수질오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 위해(危害)를 예방 • 규정 : 하천, 호소, 지하수 등 공공수역 물환경의 적정 관리·보전에 관한 사항
하천법	• 목적 : 하천사용의 이익을 증진, 하천의 유수(流水)로 인한 피해를 예방 • 규정 : 하천의 지정·관리·사용 및 보전 등에 관한 사항
물관리기본법	• 목적 : 지속가능한 물순환 체계를 구축 • 규정 : 물관리의 기본이념, 물관리 정책의 기본방향, 물관리에 필요한 기본적인 사항

자료: 저자 작성

1. 해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법

1) 개요

국내 해양쓰레기 관리는 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」(이하 ‘해양폐기물관리법’)에 근거를 두고 있다. 이전까지는 「해양환경관리법」에서 해양폐기물 등의 관리에 관하여 규정하고 있었으나, 해양폐기물과 해양오염퇴적물에 대한 기본 개념이 정립되어 있지 않고, 처리 방법과 기준 등에 대한 법적 근거가 없어 효율적인 관리가 어려웠다. 이를 위하여 「해양폐기물관리법」이 2019년 12월 3일에 제정되었으며, 2020년 12월 4일에 시행 예정이다. 「해양폐기물관리법」에서는 해양폐기물의 유형을 해안폐기물,³¹⁾ 부유폐기물,³²⁾ 침적폐기물³³⁾로 구분하고 있으며, 이를 관리하기 위한 주요 수단으로는 제5조 해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획의 수립 등, 제6조 실태조사, 제7조 폐기물의 해양배출 금지 등, 제11조 폐기물의 해양유입 차단조치 등이 있다.

2) 해양 유입 하천쓰레기에 관한 규정

제11조(폐기물의 해양유입 차단조치)에서 해양 유입 하천 관리청이 “관할 하천으로부터 폐기물이 해양에 유입되지 아니하도록 유출방지시설의 설치 등 필요한 조치를 취해야” 하며, 하천관리청이 필요한 조치를 취하지 않은 경우, 해양수산부 장관은 하천관리청장 등에게 필요한 조치를 요청할 수 있다고 규정한다.

31) 해양폐기물관리법 제12조 제1항.

32) 위의 법 제13조 제1항.

33) 위의 법 제14조 제1항.

위 조항을 근거로 본 연구의 목표인 육상기인 해양쓰레기 관리를 위해 하천관리청이 폐기물의 해양 유입을 차단해야 한다는 것이 의무화되어 있으나, 하위 법령이 마련되지 않아 법률에서 위임한 사항과 제도의 운영을 위해 필요한 사항이 정해진 바 없다는 한계점이 있다. 하천관리청이 어떤 차단조치를 어떻게 취해야 하는지, 또한 이를 어떻게 점검해야 하는지에 대한 구체적인 사항을 마련해야 한다.

「해양폐기물법」 제정(2019) 이전에는 「해양환경관리법」 제24조 제1항에 근거하여 2009년부터 ‘해양쓰레기 관리 기본계획’을 수립하였다. 동 계획에서 해양쓰레기 발생 예방 전략으로서 하천쓰레기의 해양 유입을 차단하는 사업을 수립하여 시행하였다. 제3차 계획(2019~2023년)이 완료된 이후에는 「해양폐기물법」 제5조에서 규정한 ‘해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획’³⁴⁾에서 해양쓰레기 관리사업을 다룰 예정이다.

3) 시·도의 해양쓰레기 관리에 관한 규정

연안 시·도³⁵⁾는 동 법 제5조 제3항에 의거하여 “관할 해역·수역의 특성을 고려하여 기본계획의 연차별 시행계획(이하 ‘시행계획’)을 수립·시행하여야 한다.” 기본계획에서 포함해야 할 일곱 가지 사항은 제2항에서 열거하고 있는데, “하천·소하천에서의 폐기물 해양 유입 방지에 관한 사항”도 여기에 해당된다.

34) 2020년에 ‘해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획’ 수립을 위한 연구를 실시한다.

35) 해양환경 보전 및 활용에 관한 법률 제2조에서 영해의 해역관리청은 시도지사이고, 해역관리청은 해양폐기물법에 의거하여 연차별 시행계획을 수립하여야 한다.

2. 물환경보전법

1) 개요

「물환경보전법」은 하천, 호소(危害) 등 공공수역을 공간적 범위로 하며, 수질오염을 예방하기 위한 사항을 규정한다. 본래는 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」이었으나, 2017년 1월 17일에 수질 및 수생태계에서 물환경 전반으로 보전의 대상을 확대하기 위하여 법률의 제명을 변경하였다.

주요 내용은 오염총량초과과징금(제4조의7), 수생태계 연속성 조사(제22조의 2), 환경생태유량의 확보(제22조의3), 국가 물환경관리 기본계획의 수립(제23조의2) 등이다.

2) 해양 유입 하천쓰레기에 관한 규정

수질관리에 있어서 쓰레기는 가장 기본적인 관리대상 물질이다. 동 법 시행규칙 [별표 2]에서 58개의 ‘수질오염물질’을 지정하고 있으며, 이 중 쓰레기를 포함한 부유물질도 포함된다. 「환경정책기본법」에서는 ‘호소의 생활환경기준’과 ‘하천의 생활환경기준’에 부유물질(SS)이 포함되어 있으며, 쓰레기 등이 떠다니면 등급 5(나쁨)로 분류된다.³⁶⁾ 이에 동 법 제31조에서는 호소 안의 쓰레기를 수면관리자가 수거 및 처리하도록 규정하고 있다. 하지만 하천 내 쓰레기에 관한 명시적 규정은 존재하지 않는다.

제23조의2에서 ‘물환경관리 기본계획’을 수립하도록 규정하고 있으나, 하천쓰레기는 관리대상에 포함되지 않는다. 다만 국가와 지방

36) 환경정책기본법 시행령 [별표 1] 환경기준(제2조 관련).

자치단체에 물환경의 오염 예방 및 보전 시책을 시행할 책임을 부여한 제3조³⁷⁾에 의거하여 '5대강 유역 하천·하구 쓰레기 관리 기본계획'을 2008년부터 수립하고 있다. 하천쓰레기의 발생예방, 수거사업을 5년 단위로 계획하지만 이행력 강화 조치를 수행할 법적 근거가 약하다는 한계가 있다.

3. 하천법

1) 개요

「하천법」은 “하천사용의 이익을 증진하고, 하천을 자연친화적으로 정비·보전하며, 하천의 우수(流水) 피해를 예방하기 위한 데 목적이 있다. 이를 위해 동 법에서는³⁸⁾ 하천 기능, 하천 등급·구역 지정, 하천정비 계획 및 사업 추진방법, 시설관리, 인·허가 규제, 하천수 사용 등 하천관리에 관한 사항을 규정하고 있다.

1961년에 하천관리를 위해 제정된 이후, 1971년에 홍수 조절 등 치수(治水), 수력 발전 등 이수(利水) 개념 도입을 위해 개정되었다. 1990년대 낙동강 폐놀사고 발생을 계기로 1999년에 하천환경을 고려해 「하천법」 전문을 개정하였다. 2007년에 「하천법」을 전면 개정하면서 ‘하천환경의 보전·관리’를 위해 별도의 장을 마련하였다. 이후 2017년 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」, 2018년 「물관

37) 물환경보전법 제3조 ① 국가와 지방자치단체는 물환경의 오염이나 훼손을 사전에 억제하고 오염되거나 훼손된 물환경을 적정하게 보전할 수 있는 시책을 마련하여 하천·호소 등 공공수역의 물환경을 적정하게 관리·보전함으로써 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있도록 하여야 한다.

38) 기존에는 10년 단위의 '수자원장기종합계획'을 수립하였으나, 2017년에 근거 규정이 삭제되어 제3차 계획(2001~2020년) 이후 수립하지 않는다.

리기본법」이 제정되면서 수자원의 조사 및 관리에 대한 규정은 삭제되는 등 조정이 있었다.³⁹⁾ 하지만 하천관리의 기본법으로서 위상이나 기능에는 변함이 없다.

2) 해양 유입 하천쓰레기에 관한 규정

「하천법」은 쓰레기 발생 예방, 이동 차단 등에 대한 규정이 마련되어 있지 않다. 하지만 하천환경관리, 시설 유지보수, 다기능 보 관리, 점사용 관리 등이 하천쓰레기 관리에 직·간접적으로 영향이 있다.

제27조에서는 치수, 이수 하천환경 관리를 위한 하천공사에 대한 사항을 정하고 있다.

제33조에서는 하천의 점용허가 등에 관한 사항을 다루고 있다. 연계하여 「하천법 시행규칙」에서 점용허가의 세부 기준과 유효기간을 정하고 있다. 이에 따라 쓰레기 유발행위가 규제되고, 쓰레기 유발시설의 진입이 제한되어 쓰레기 발생량이 저감된다.

제46조에서 하천 안에서의 금지행위를 정하고 있으며, 제47조에서는 금지구간·금지지역 등을 설정하고 있다. 이로 인해 쓰레기 발생량이 감소하고, 쓰레기 유발행위나 유발시설의 진입이 제한되어 쓰레기의 해양유입이 감소할 것으로 판단할 수 있다.

〈표 3-2〉 오염물질 등의 배출행위 금지 규정

금지행위	쓰레기 관리
• 하천의 유수를 가두어 두거나 그 방향을 변경하는 행위	
• 하천시설을 망가뜨리거나 망가뜨릴 우려가 있는 행위	○
• 토석 또는 벌목된 나무토막 등을 버리는 행위	○

39) 수자원법은 2017년 1월에, 물관리기본법은 2018년 6월에 지정됨.

금지행위	쓰레기 관리
• 하천의 흐름에 영향을 미치는 부유물이나 장애물을 버리는 행위	○
• 하천을 복개하는 행위	-
• 금지지역에서 행하는 야영행위 또는 취사행위, 떡밥·어분 등 미끼를 사용하여 하천을 오염시키는 낚시행위	○
• 그 밖에 하천에 비닐 등 농자재 및 농기구를 버리거나 방치하는 행위와 하천에 그물 등 어구 및 선박을 버리거나 방치하는 행위를 포함	○

자료: 하천법

제74조에서는 하천관리상황의 점검에 관하여 규정하고 있다. 하천의 유지·관리를 통해 쓰레기 발생이 저감된다.

제13조(하천의 구조·시설 및 유지·보수 등의 기준)에서는 국토교통부 장관이 ‘하천의 구조·시설과 하천의 유지·보수 및 안전점검’에 관한 기준을 정하도록 되어 있다. 이에 따라 하천의 쓰레기가 수거·처리되어 하천쓰레기의 해양 유입 저감을 기대할 수 있다.

〈표 3-3〉 하천쓰레기 관련 하천관리청의 업무

업무	세부사항	시행근거	하천쓰레기 관리
하천공사	하천정비사업 추진	하천법 제27조	하천쓰레기 발생 저감
하천시설의 조작운영	다기능보의 운영	하천법 제14조 *보관리규정 (국토교통부 훈령 제1204호)	하천쓰레기 수거·처리
하천공간 운영	지구지정	하천법 제44조	하천쓰레기 발생 저감
	하천점용허가	하천법 제33조 *하천점용허가 세부기준 (국토교통부 고시 제2019-408호)	
	금지구간·금지지역 설정	하천법 제47조	
배출행위 제한	금지행위 단속	하천법 제46조	하천쓰레기 발생 저감
하천 유지·관리	순찰 및 일상관리	하천법 제13조 *하천의 유지·보수 및 안전점검에 관한 규칙 (국토교통부령 제1호)	하천쓰레기 수거·처리

업무	세부사항	시행근거	하천쓰레기 관리
하천 유지·관리	보수·보강	하천법 제13조 *하천의 유지·보수 및 안전점검에 관한 규칙 (국토교통부령 제1호)	하천쓰레기 수거·처리
	하천관리상황 점검	하천법 제74조	

자료: 국토연구원 전문가 자문을 통해 작성

4. 물관리기본법

1) 개요

「물관리기본법」은 물의 안정적인 확보, 물환경의 보전·관리, 가뭄·홍수 등으로 인하여 발생하는 재해의 예방 등을 위하여 2018년 6월 12일에 제정되었다. 동 법의 제정으로 수량, 수질, 수재해 관리를 포괄하는 통합적 물관리가 실현되고, 지속가능한 물순환체계가 확립되리라 기대된다.

주요 내용으로 물관리 기본원칙(제8조부터 제19조), 물관리위원회(제20조부터 제26조), 국가물관리기본계획 등(제27조부터 제31조), 물분쟁 조정 등(제32조부터 제34조), 물문화 육성 및 국제협력 등(제35조부터 제45조)이 있다.

2) 해양 유입 하천쓰레기에 관한 규정

‘물관리일원화’ 정책을 실현하기 위하여 「물관리기본법」 제11조(유역별 관리), 제12조(통합 물관리) 규정을 제정하였다. 이에 따라 하천의 수량, 수질, 재해관리 업무를 환경부가 일관적으로 통합 관리하게 되었다. 수면관리자의 역할도 기존 관리구역 내 수질관리에서 유역을 포함한 수량, 수질 관리로 확대되었다.

「물관리기본법」은 지역 간 물 분쟁을 협치를 통해서 해결하도록 ‘국가물관리위원회’, ‘유역물관리위원회’를 설치하도록 규정하고 있다. 이에 따라 물관리위원회를 아래와 같이 구성하였고, 지역 간 발생하는 물 분쟁을 조정하는 방법 및 절차를 하위법령에 마련하였다.

〈그림 3-2〉 물관리위원회 구성도



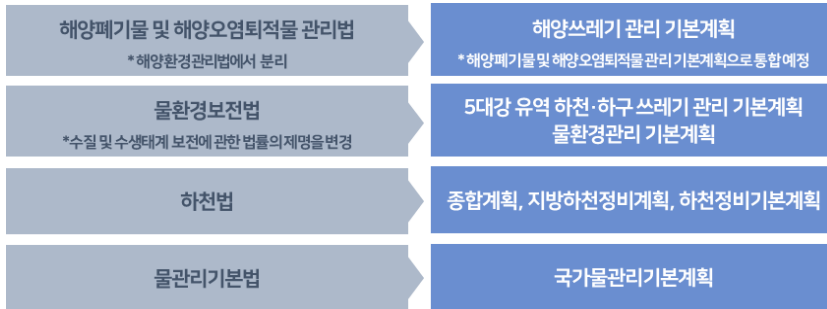
자료: 환경부 보도자료(2019. 6. 11), 「물관리일원화 1년 성과를 바탕으로 통합물관리 본격 추진」

제2절 해양 유입 하천쓰레기 관리계획

앞서 살펴본 해양 유입 하천쓰레기 관련법에서 규정한 법정계획은 [그림 3-3]과 같다. 이 중 ‘해양쓰레기 관리 기본계획’, ‘5대강 유역 하천·하구 관리 기본계획’은 해양 유입 하천쓰레기가 관리대상이다.

그 외 ‘하천 정비 계획’, ‘물환경관리 기본계획’, ‘국가물관리기본계획’은 해양 유입 하천쓰레기를 관리대상으로 하지 않는다. 다만 하천 계획상의 치수, 이수, 하천환경 관리사업은 하천쓰레기 발생을 예방하는 효과가 있다. 「물관리기본법」에 따른 국가물관리기본계획에서 다루게 될 유역통합관리는 많은 지자체를 관류하는 5대강 쓰레기 관리를 위해 필요하다.

〈그림 3-3〉 해양 유입 하천쓰레기 관련 법정계획



자료: 저자 작성

1. 해양쓰레기 관리 기본계획

1) 개요

「해양환경관리법」 제24조 제1항에 따라 해양수산부는 ‘제1차 해양쓰레기 관리 기본계획(2009~2013년)’, ‘제2차 해양쓰레기 관리 기본계획(2014~2018년)’에 이어 ‘제3차 해양쓰레기 관리 기본계획(2019~2023년)’을 수립하여 시행하고 있다. 「해양폐기물관리법」이 2020년 12월 4일에 시행됨에 따라, 동 계획은 제5조에서 규정한 ‘해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획’으로 통합될 예정이다.

「제3차 해양쓰레기 관리 기본계획(2019~2023년)」은 ‘쓰레기 없는 깨끗하고 안전한 바다 조성’이라는 비전하에 4개 추진전략, 12개 추진과제, 27개 세부과제, 76개 세부사업으로 계획되어 있다. 이 중 ‘육상 발생원 관리 강화’에서 해양 유입 하천쓰레기 관련 사업을 다루고 있다.

〈표 3-4〉 ‘제3차 해양쓰레기 관리 기본계획’의 개요

구분		내용	비고
비전		•쓰레기 없는 깨끗하고 안전한 바다 조성	-
목표		•각 단계별 해양쓰레기 관리 강화 •과학적이고 예방 중심의 관리정책으로 전환	-
추진 전략	발생예방	1. 해상 발생원 관리 강화 (세부과제 4) 2. 육상 발생원 관리 강화 (세부과제 2) 3. 외국 발생원 관리 강화 (세부과제 41)	‘육상 발생원 관리 강화’ 사업 검토
	수거운반체계 개선	1.수거 사각지대 해소 (세부과제 5) 2. 지역 참여 수거환경 조성 (세부과제 1) 3. 수거체계 효율화 (세부과제 1)	-
	처리 재활용 촉진	1. 처리 인프라 확충 및 관리 강화 (세부과제 3) 2. 재활용 활성화 기반 조성 (세부과제 4)	-
	관리기반 강화 및 국민인식 제고	1. 관리기반 마련 (세부과제 1) 2. 해양 미세플라스틱 관리기반 구축 (세부과제 1) 3. 국민 참여 확대 (세부과제 2) 4. 맞춤형 교육 강화 (세부과제 1) 5. 국제 현안 대응 및 협력 강화 (세부과제 1)	-

자료: ‘제3차 해양쓰레기 관리 기본계획’을 도표화함

2) 해양 유입 하천쓰레기 관련 내용

제1~2차 기본계획에서 해양 유입 하천쓰레기 대응은 하구에서 쓰레기를 수거하여 해양 유입을 사전에 차단하는 사업을 중심으로 계획되었다. 이미 발생한 하천쓰레기를 해양으로 유입되기 전에 수거한다는 전략이다. 제3차 기본계획에서는 체계적이고 적극적으로 하천쓰레기에 대응하고자 하구역 쓰레기 모니터링과 유역쓰레기 총량 관리제를 신설하였다.

해양 유입 하천쓰레기 대응을 위해 계획한 ‘육상기인 쓰레기 해양 유입 저감’ 사업과 ‘강·하천 유역쓰레기 총량 관리제’ 사업을 구체적으로 살펴보았다.

(1) 육상기인 쓰레기 해양유입 저감⁴⁰⁾

해양으로 유입되는 쓰레기를 사전에 차단하는 것을 목표로 하천변 쓰레기 수거, 차단막 설치, 하구 쓰레기 현장조사 실시를 계획하였다. 하천 쓰레기 수거사업과 차단막 사업은 ‘제1차 해양쓰레기 관리 기본계획’부터 추진해오고 있다.

신규 사업인 하구 쓰레기 모니터링은 제3차 기본계획에서 신설된 신규 사업이다. 15개 하구역⁴¹⁾으로 유입되는 쓰레기의 성상, 물량, 특성 등의 실태를 파악하는 데 목적이 있다. 해양 유입 쓰레기 관리를 위한 정보를 파악하기 위해 필요한 사업이나 예산, 주체 등의 사업 추진계획은 구체적으로 제시되어 있지 않다.

둘째, 하천·하구 쓰레기 정화사업은 장마 또는 태풍 전에 하천변 쓰레기를 집중 수거하는 사업으로 연간 약 100억 원 규모로 환경부에서 추진한다. 사업의 공간적 범위는 5대강 유역의 상수원, 댐, 방조제, 하천변 등이며, 중소규모의 해양 유입 하천은 제외된다.

셋째, 하천쓰레기 유입 차단막은 2018년 기준 한강 1개, 영산강 2개, 섬진강 1개 등 일부 하천에만 설치·운영 중이다. 하지만 쓰레기가 다량으로 유입되는 홍수기에는 유량을 견디지 못해서 제 역할을 하지 못하고 있다. 이에 홍수에도 사용할 수 있는 유입 차단막 성능 개선을 위한 R&D를 추진(2021년~)한 후 추가(6개) 설치할 계획이다.

40) 해양수산부·환경부·해양경찰청(2019), p. 29.

41) 한강, 낙동강, 금강, 섬진강, 영산강, 아산만, 새만금, 탐진강, 가회천, 태화강, 형산강, 영덕오십천, 삼척오십천, 강릉남대천, 양양남대천.

(2) 강·하천 유역쓰레기 총량 관리제⁴²⁾

해양 유입 하천쓰레기의 발생지는 연안지자체뿐만 아니라 내륙지자체도 포함된다. 특히, 내륙지자체를 포함한 넓은 유역 범위를 가진 5대강의 쓰레기를 관리하기 위해서는 내륙지자체의 협력이 필수적이다. 이에 해양수산부는 제3차 기본계획에서 내륙지자체에도 해육기인 해양쓰레기 발생 책임을 부과하고자 ‘강·하천 유역 쓰레기 총량 관리제’를 제안하였다.

이를 위해 1단계 사업으로 5대강 유역 쓰레기 발생량 및 유입량 산정, 2단계 사업으로 중장기 감축 목표 설정 및 유역 지자체의 중장기 감축량 할당, 3단계 해양수산부, 환경부, 유역 지자체가 참여하는 협의체 구성 및 운영을 계획하였다.

하지만 총량 관리제는 환경부와의 장기 협력과제이며, 제3차 기본계획에서는 관리제도 시행을 위한 구체적인 로드맵을 제시하지 않아 추진력을 확보하기 어렵다는 한계가 있다.

2. 5대강 유역 하천·하구 쓰레기 관리 기본계획

1) 개요

매년 장마 또는 태풍 등 집중호우가 발생할 때 다량의 쓰레기가 하천·하구에 유입되고, 이때 수거·처리되지 못한 부유쓰레기의 대부분이 강 하류와 바다로 유입되는 일이 반복되자 이를 신속하게 수거·처리하기 위하여 환경부는 2008년 ‘5대강 유역 하천·하구 쓰레기 처리 기본계획(2009~2013)’을 수립했다.⁴³⁾ 이후 2015년 ‘제2차 하천·하구

42) 해양수산부·환경부·해양경찰청(2019), p. 30.

쓰레기 관리 기본계획(2014~2019)'이 수립·시행되었으나, 현재 '제3차 하천·하구 쓰레기 관리 기본계획' 수립을 위한 연구 용역이 추진 중이다.

이 계획은 「물환경보전법」 제3조(책무), 제31조(호소 안의 쓰레기 수거·처리), 제69조(국고보조)에 따라 지원되는 계획이다. '제2차 하천·하구 쓰레기 관리 기본계획'은 5개 추진 분야, 11개 주요 내용으로 이루어져 있다.

제1차 기본계획은 상·하류 지자체 간 비용분담 체계를 구축하고, 상·하류에서 하천쓰레기 수거사업을 실시하는 수거 중심의 계획이었다. 이에 반해 제2차 기본계획에서는 하천쓰레기 수거는 개선하고, 발생 최소화를 위한 발생원 관리가 추가되었다. 그리고 하천쓰레기 관리를 지원하기 위한 제도 개선, 관계 부처 간 협력적 거버넌스 구축, 자원화 시설 도입 등을 포함한 종합 계획이라는 점에서 진일보하였다. 다만 연차별 예산 또는 사업이행 점검체계는 부재하여 사업 추진력이 부족하다는 한계가 있다.

〈표 3-5〉 '5대강 유역 제2차 하천·하구 쓰레기 관리 기본계획'의 개요

구분		내용	비고
범위		• 하천 : 국가하천 및 지방하천 • 하구 : 5대강 하구	-
추진 분야	발생최소화	• 초목류 유입 저감 • 생활쓰레기 유입 저감 • 유역별 주요 발생지점 관리	사업 검토
	수거효율화	• 지역 특성을 반영한 수거 • 집중호우 대응 수거 • 수거 장비 및 처리시설 활용	사업 검토

43) 환경부(2013), p. 1.

구분		내용	비고
추진분야	자원화	• 자원화 기반 조성 • 초목류 자원화	-
	협력적 거버넌스 구축	• 거버넌스 체계 구축	-
	관리기반 구축	• 실적관리 효율화 • 제도 개선	-

자료: '5대강 유역 제2차 하천·하구 쓰레기관리 기본계획'을 도표화함

2) 해양 유입 하천쓰레기 관련 내용

여기서는 하천쓰레기의 해양 유입량을 줄이는 데 직접적으로 영향을 미치는 '발생 최소화'와 '수거 효율화' 분야 사업을 검토하였다.

(1) 하천·하구 쓰레기 발생 최소화

제2차 기본계획에서는 사전예방체제로 전환하고자 초목류, 생활쓰레기 등 하천·하구 쓰레기 원인 물질의 하천 유입을 차단하기 위한 사전 노력을 강화하였다. 세부 사업내용은 아래와 같다.

첫째, 하천·하구 쓰레기의 성상별 발생 비율 중 80% 이상을 차지하는 초목류를 하천 상류, 댐 및 상수원 일대에서 장마철 이전에 수거하는 사업을 계획하였다. 사업 추진기관은 유역환경청과 수계관리기금 관리청인 시·군·구청이다.

둘째, 하천 중·상류 주변의 유입·유동인구가 많은 지역을 중심으로 주요 유입통로에 생활쓰레기 차단막을 설치하고, 연중 정화활동을 전개하는 사업을 계획하였다. 추진기관은 환경부 수생태보전과와 폐자원관리과, 시·군·구청을 비롯한 하천관리청이다.

셋째, 유역별로 하천쓰레기가 상습적으로 발생하는 지역(핫스팟)을 파악하고, 시민 조사단을 구성하여 쓰레기 지도를 제작 및 배포하는

사업이다. 사업 추진기관은 수계별 유역환경청이다.

(2) 하천·하구 쓰레기 수거 효율화

제2차 기본계획에서는 지역별·시기별 특성을 고려한 효율적인 수거방안을 제시하였다. 세부 사업내용은 아래와 같다.

첫째, 상수원 댐 및 저수지, 하천, 4대강 보, 하구 등 지역별 특성을 반영한 수거사업을 제시하였다. 상수원 댐 및 저수지는 민간 정화 활동을 정례화하고, 하천은 연중 수시 수거활동을 추진하되 장마철 전(3~6월)·후(8~10월)에 집중 수거할 것을 제시하였다. 4대강 보와 하구는 해양 유입 전에 수거하기 적합한 지역이므로 상시 수거체계를 구축할 것을 제시하였다. 사업 추진기관은 환경부 유역환경청, 국토교통부 지방국토관리청, 수자원공사 등 수면관리자, 농림수산식품부 산림청, 지자체 등 다양하다.

둘째, 강수 특성상 우리나라는 집중호우 기간에 일시에 다량⁴⁴⁾으로 발생하는 하천쓰레기의 처리가 중요하다. 이를 위해 연중 상시 수거체계와는 별도의 추가 인력·장비 동원계획의 수립을 제시하였다.

셋째, 수거사업의 효율적인 추진을 위해서 환경정화선, 적환장, 차단막 등 수거 장비 및 처리시설을 확충하는 사업을 계획하였다.

44) 2020년 8~9월에 부산 사하구청은 다대포해수욕장으로 3천 톤 이상, 여수시는 해안가로 1.5천 톤 이상의 하천쓰레기가 유입되었다.

3. 물환경관리 기본계획

1) 개요

‘물환경관리 기본계획’은 「물환경보전법」 제22조(국가 및 수계영향권별 물환경 관리)에 근거하여 수립하는 법정계획이다. 하천·호소·연안을 포괄하는 전 국토의 물환경을 공간적 범위로 하고, 정부 물환경관리 정책의 최상위 계획으로서 위상을 갖는다. 주요 물환경 관리 대책 수립의 지침서 역할을 하며, 기본계획의 가이드라인에 따라 유역환경청장은 4대강 대권역계획을, 유역청장은 중권역계획을, 시·군·구청장은 소권역계획을 수립한다.⁴⁵⁾

제2차 물환경관리 기본계획의 기간은 2016년에서 2025년까지이며, ‘방방곡곡 건강한 물이 있어 모두가 행복한 세상’을 달성한다는 비전을 제시하였다. 비전 달성을 위한 다섯 가지 핵심전략 중에서 ‘2. 유역통합관리로 깨끗한 물확보’ 중 비점오염원 관리가 하천쓰레기와 가장 관련성이 크다.

물환경관리 기본계획은 ‘물환경관리 정책의 최상위 계획’이라는 위상을 갖지만, 하천, 호소 내 쓰레기 관리에 관한 내용은 부재하다는 한계가 있다. 「환경정책기본법 시행령」에서 규정한 환경기준에서 보듯이 하천, 호소 등 공공수역의 수질 관리에 있어서 쓰레기 등 부유물질은 관리대상으로 정책적 보완이 필요해 보인다.

45) 환경부(2016), 제2차 물환경관리 기본계획, p. 9.

〈표 3-6〉 '제2차 물환경관리 기본계획'의 개요

구분	내용
비전	• 방방곡곡 건강한 물이 있어 모두가 행복한 세상
핵심가치	• 자연과 인간의 상생 • 환경과 경제의 선순환 • 환경정의
핵심전략	1. 건강한 물순환 체계 확립 2. 유역통합관리로 깨끗한 물 확보 3. 수생태계 건강성 제고로 생태계서비스 증진 4. 안전한 물환경 기반 조성 5. 물환경의 경제·물환경 가치 창출
기반 강화	• 거버넌스 활성화 • 과학기술 고도화 • 재정관리 효율화

자료: '제2차 물환경관리 기본계획'을 도표화함

2) 해양 유입 하천쓰레기 관련 내용

‘통합관리로 깨끗한 물 확보’를 위한 방안으로 제2차 물환경관리 기본계획에서는 ‘경제적 유인책을 활용한 사전예방적 비점오염원 관리’를 제시하였다. 이를 실현하기 위한 3가지 중점 추진 사항을 제시하였다. 첫째, 불투수면 관리 등 건전한 물순환을 달성하여 강우 시 오염물질이 수계로 유입되는 것을 최소화한다. 둘째, 도시지역에서 강우 유출수에 의한 수질오염이 평균 이상 높은 지역은 신규·기존 도로에 대해 저영향개발기법(LID) 적용을 의무화한다. 셋째, 최적관리 기법(BMP: Best Management Practices) 적용 시 보조금을 지급하고 이행을 점진하여 전국적인 확대적용 가능성을 검토한다.

하천 유입 쓰레기를 최소화하거나, 부유쓰레기에 대한 관리내용은 부재하다. 하지만 불투수면 관리, 저영향개발기법(LID)의 적용 등은 간접적으로 하천쓰레기 발생량을 줄일 것으로 예상된다. 하지만 이미 유입된 하천쓰레기의 수거, 산림지역에서 발생하는 초목류 관리가 없다는 한계가 있다.

4. 하천정비계획

1) 개요

하천정비계획은 「하천법」 제3조(국가 등의 책무), 제25조(하천기본계획)에서 규정한 국가 차원의 종합계획, 지자체 특성을 반영한 지방 하천정비계획⁴⁶⁾, 하천관리청이 수립하는 기본계획으로 구분된다.

하천관리청이 개별 하천을 대상으로 수립하는 하천정비기본계획이 가장 기본이 되는 계획이며, 국토교통부가 제정한 ‘하천기본계획 수립 지침’에 의거하여 치수, 이수, 하천환경 관리를 위한 사업을 계획한다. 10년 단위 계획이며, 계획기간은 하천별로 상이하다.

종합계획은 하천 정비사업을 일관성 있고 체계적으로 추진하기 위하여 기존 기본계획을 검토하여 수립한다. 2011년에 ‘4대강 외 국가 하천 종합정비계획’과 ‘지방하천 정비사업 종합계획’을 수립하였고, 이를 통합 및 보완하여 2016년에 ‘국가·지방하천 종합정비계획’을 수립하였다. 2011년 이후 하천정비사업의 기초로 활용되고 있다.⁴⁷⁾

국토교통부 교부사업을 추진하던 지방하천 정비사업은 2020년부터 시도로 이양되어 추진된다. 이에 따라 경남, 경기 등 시·도는 후속 지방하천종합계획(2021~2030년) 수립을 준비하고 있다.⁴⁸⁾

지방하천 종합정비계획과 국가·지방하천 종합정비계획은 하천정비 기본계획을 토대로 수립하므로, 여기서는 ‘하천기본계획 수립 지침’을 검토하여 하천쓰레기 관련 사업을 살펴보고자 한다.

46) 지방하천사업이 시도로 이양되어 ‘지방하천종합정비계획’도 시·도에서 수립한다.

47) 이영훈 외(2016), 「국가 및 지방하천 종합정비계획」, 『유실기술회보』, Vol. 23, pp. 205~219.

48) 경상남도 보도자료(2019. 10. 16), 「경상남도, 지방하천종합정비계획 수립 추진」.

〈그림 3-4〉 수립 주체별 하천정비계획

국가·지방하천 종합정비계획('16~'25)	국토교통부 수립	• 4대강을 제외한 국가 및 지방하천을 대상으로 효율적인 하천정비사업 계획을 수립 • 4대강 살리기 마스터플랜은 2009년 수립
지방하천 종합정비계획('11~'20)	시·도 수립	• 지방하천 정비사업 종합계획('11~'20)은 개별 지방하천의 정비사업을 종합하여 수립 • 2020년부터 지방하천 정비사업이 시·도로 이양, 2021년 이후는 시도에서 계획을 수립할 예정
하천정비기본계획(10년 단위 계획)	하천관리청 수립	• 1975년, 하천정비기본계획 수립(한강, 낙동강, 금강) • 1996년, '하천환경관리지침' 제정 • 2015년, 하천기본계획수립지침 개정하여지구지정(일반보전, 특별보전, 완충보전, 근린친수, 친수거점, 복원)을 상세화

자료: 저자 작성

2) 하천기본계획정비사업 지침

하천정비사업은 1996년 '하천환경관리지침'을 마련하면서 하천환경 관리사업이 본격적으로 시행되었다. 지침은 이후 네 번의 개정을 거쳤으며, 하천정비부터 유지·관리, 이용·보전, 하천환경 특성 분석 등으로 하천환경 관리의 방향을 넓혔다.

2015년에 개정한 '하천기본계획 수립 지침'은 지구 지정을 보다 상세화하였다. 이후 하천구역을 일반보전지구·특별보전지구·완충보전지구·근린친수지구·친수거점지구·복원지구 등 6개 지구⁴⁹⁾의 성격에 맞는 시설을 계획하도록 유도하고 있다. 2018년에는 기본계획의 체계를 수정하였다. 여기서는 2018년 하천기본계획 수립 지침 중 '하천환경 종합계획' 부분에서 해양쓰레기 관련 내용을 검토하였다.

49) 일반보전지구·특별보전지구·완충보전지구·근린친수지구·친수거점지구·복원지구.

〈표 3-7〉 ‘하천기본계획 수립 지침(2018년)’의 개요

구분		내용
기초자료 조사 및 검토		유역현황, 하도특성 조사, 하천 치수특성/이수특성/하천환경 특성조사, 하천이용 현황조사, 관련계획 검토 및 조정
종합분석		홍수량 등 치수특성 분석, 하천수 사용시설물 등 이수특성 분석, 수질-하천환경자연도 등 하천환경특성 분석
하천 정비 및 관리 계획	치수 종합계획	하도계획, 하천시설물 계획, 하도정비 및 안정하도 유지, 유지 관리계획, 모니터링 계획
	이수 종합계획	하천수 물수지 분석, 하천유량 부담 계획, 하천유량 확보 계획, 유지관리계획
	하천환경 종합계획	수환경 개선계획, 공간환경 개선계획, 하천둔치, 폐천부지 등 관리계획
	하천공간 관리계획	친수지구(거점, 근린), 보전지구(특별, 일반, 완충), 복원지구로 구분, 지구별 하천 관리방향을 설정
시행계획 및 기대효과		경제성 분석, 소요자원 산정, 투자우선순위 검토, 결론 및 기대효과

자료: ‘하천기본계획 수립 지침(2018년)’을 도표화함

3) 해양 유입 하천쓰레기 관련 내용

‘하천기본계획 수립 지침’ 중 하천환경 종합계획은 하천환경 특성 조사⁵⁰⁾를 실시하고, 하천환경 특성을 분석하여 수립한다. 하천환경 특성은 물리 특성, 생물 특성, 수질 특성 등으로 구분되며, 수질 특성은 환경부의 「하천의 생활환경기준」을 적용하여 분석한다.

하천의 생활환경기준⁵¹⁾은 8개 항목이 있으며, 그중 부유물질(SS)은 쓰레기에 해당한다. 쓰레기 등이 떠 있을 경우 등급은 ‘나쁨’이다.

50) 하천환경 특성 조사 항목 : 환경시설물 현황, 하천환경성능 지표, 하천 수질 및 저질 현황, 수질 오염 원 및 오염부하량 조사, 하천 생태현황, 수질 오염원인 및 취약현황.

51) 하천의 생활환경기준 항목 : 수소이온농도(PH), 생물화학적산소요구량(BOD), 화학적산소요구량(COD), 총유기산소량(TOC), 부유물질량(SS), 용존산소량(DO), 총인(T-P), 대장균군.

〈표 3-8〉 하천 생활환경기준에서 부유물질(SS) 기준

단위 : mg/L

등급	매우 좋음 I a	좋음 I b	약간 좋음 II	보통 III	약간 나쁨 IV	나쁨 V	매우 나쁨 VI
기준	25 이하	25 이하	25 이하	25 이하	100 이하	쓰레기 등이 떠 있지 아니할 것	-

자료: 환경정책기본법 시행령 [별표] 하천의 생활환경기준

하지만 하천으로 쓰레기 유입 저감 또는 이동 차단을 고려하여 하도, 둔치, 유수지, 저류지 등에서 하천정화기법, 비점오염원 저감시설 등의 하천시설을 계획하기는 어려워 보인다. 기본적으로 환경부의 ‘물환경관리 기본계획’에 따른 유역의 오염원 관리를 선행하고, 유역 수질관리 대책과 적절한 조화를 취하도록 지침에서 규정하고 있기 때문이다. 앞서 ‘물환경관리 기본계획’을 살펴보았듯이, 물환경 관리 계획에 쓰레기 관리에 대한 내용은 부재하다.

5. 국가 물관리기본계획

1) 개요

‘국가 물관리기본계획’은 「물관리기본법」 제27조에 규정한 법정계획으로서 환경부 장관이 관계 부처장, 유역물관리위원회와 협의하고 국가물관리위원회의 심의를 거쳐 수립하는 10년 단위 계획이다.

제1차 기본계획의 목표연도는 2021년부터 2030년까지며, 4대 권역과 제주도를 포함한 기타·도서 지역을 공간적 범위로 한다.

52) 「물환경보전법」에 따른 수계영향권별 환경관리지역 지정 고시(환경부고시 제2018-6호)의 권역

〈그림 3-5〉 물관리기본계획의 공간적 및 내용적 범위

공간적 범위	4대 대권역 (116개 중권역)	주요 유역현황	4대 대권역 구분도
	한 강 (29개)	한강(23) 안성천(1) 한강서해(2) 한강동해(3)	4대 대권역 구분 대권역 - 금강 - 낙동강 - 영산강·섬진강 - 한강
	금강 (21개)	금강(14) 삼교천(1) 만경강(1) 동진강(1) 직소천(1) 금강서해(3)	
	영산강·섬진강 (34개)	섬진강(9) 섬진강남해(6) 남해도(1) 영산강(8) 탐진강(1) 영산강남해(2) 영산강서해(3) 제주도(4)	
	낙동강 (32개)	낙동강(22) 항산강(1) 태화강(1) 수영강(1) 낙동강동해(3) 낙동강남해(4)	
내용적 범위	• 기본목표 및 추진방향 • 정책성과평가/여건 변화와 전망 • 물환경 보전 및 관리 • 물공급·이용·배분/수자원 개발·보전 • 재해경감 및 예방 • 기후변화 물관리 취약성 대응 • 물분쟁 조정·합리적 비용분담 • 물산업 육성/조사연구 & 기술개발 • 유역물관리종합계획 기본방침 • 국제/남북 간 협력		

자료: http://www.nwbp.re.kr/sub1/1_2.php(검색일: 2020. 10. 8)

구분 기준을 적용

환경부는 2020년 10월 말에 물관리기본계획(안)을 마련할 예정이다. 여기서는 ‘통합물관리 1년 성과 및 향후 중점과제’를 살펴보았다.

〈표 3-9〉 ‘통합물관리 1년 성과 및 향후 중점과제’의 개요

구분		내용
비전		인간과 자연이 함께 누리는 생명의 물
추진 전략 및 성과	통합물관리 체계기반 마련	① 물관리 기본원칙 정립 ② 협치(거버넌스)를 통한 지역 물문제 해결
	물안전 확보를 위한 신속 대응체계 구축	① 수량수질 통합관리를 통한 수질 개선 ② 환경개선용수를 활용한 녹조 대응 ③ 안정적 용수공급체계 구축을 통한 가뭄 극복 ④ 홍수 대응을 위한 기관 간 협업 강화
	깨끗한 먹는 물 공급	① 오염원 관리 선진화 ② 수돗물 신뢰성 강화
	새로운 물가치 창출	① 친환경 물순환도시 조성 ② 물산업 활성화 및 일자리 창출
향후 중점과제		① 통합물관리 체계 정착 ② 물안전 확보 ③ 깨끗한 먹는 물 공급 ④ 물가치 창출과 물관리 혁신

자료: 환경부 보도자료(2019. 6. 11)의 내용을 도표화함

2) 해양 유입 하천쓰레기 관련 내용

4대 추진전략 중 ‘통합물관리 체계 기반 마련’은 국가 및 유역 물 관리위원회를 설립하여 지역 간 물분쟁 조정 절차를 마련하였다는 내용이다. 5대강 상류 지자체에서 발생한 쓰레기가 하류 지자체에 쌓여 문제가 되고 있으므로 상·하류 지역 간 분쟁을 예방하기 위하여 유역 물관리위원회의 조정이 필요하다.

한편, 하천쓰레기는 우기에 유역에서 발생한 쓰레기가 하천으로 유입된 것이다. 하천쓰레기 관리는 유역관리 차원의 수질관리에서 다루는 것이 합리적이라 생각된다.

제3절 해양 유입 하천쓰레기 관리제도 및 사업

여기서는 현재 해양수산부, 환경부, 국토교통부에서 추진하고 있는 해양 유입 하천쓰레기 관리제도와 주요 사업을 살펴보았다. 그리고 해양 유입 하천쓰레기 중 해안가에서 많이 발견되는 플라스틱 생활쓰레기의 관리를 위하여 하수관로 관리제도도 검토하였다. 하천쓰레기 발생량의 대부분을 차지하는 초본류는 산림청에서 초본류의 하천 유입을 예방하기 위해 실시하는 사업이 없어서 제외하였다. 국토교통부의 다기능 보의 쓰레기 수거사업, 환경부의 댐 등 상류지역 쓰레기 수거사업을 통해서 일부 관리된다.

〈그림 3-6〉 해양 유입 하천쓰레기 관리 제도 및 사업

‘해양수산부’ 소관 관리제도 및 사업

- 해양 유입 쓰레기 차단막 설치

‘환경부’ 소관 관리제도 및 사업

- 유역쓰레기 처리비용 분담 제도
- 댐 및 상류쓰레기 관리

‘국토교통부’ 소관 관리제도 및 사업

- 하천관리청의 쓰레기 관리
- 다기능보 쓰레기 수거

자료: 저자 작성

1. 해양 유입 쓰레기 차단막 설치사업

해양 유입 쓰레기를 예방하기 위한 차단막 설치사업은 2010년에 시설 설치 소요를 산정하는 연구를 실시한 후 2012년 강화도 염하수로를 시작으로 5대강 하구에 설치되었다. 섬진강, 영산강 하구와 금강 지류에도 차단막이 설치되었다.⁵³⁾ 차단막은 해양수산부가 설치하

며, 이후 쓰레기 수거·처리 비용은 유역관리청과 유역 지자체가 합의하여 부담한다. 섬진강 하구의 차단막은 광양시에서 관리하고, 수거 비용은 섬진강수계 유역청에서 상·하 비용분담제 예산으로 집행한다.⁵⁴⁾ 영산강은 2009년에 본류인 영암군 학산면에 설치한 바 있다. 한편 충남도청은 자체 예산으로 2020년에 금강하굿둑 상류에 위치한 서천군, 부여시 등에 설치하였다.

지역에서는 실제 차단막이 쓰레기의 해양 유입을 저감하는 효과가 있는 것으로 평가하고 있었다. 하지만 강우가 집중적으로 발생하는 시기에는 차단막이 기능을 상실한다는 문제가 있다. 실제 2020년 8월 집중호우기에 차단막이 설치되었음에도 불구하고 많은 양의 쓰레기가 섬진강을 통해서 바다로 유입되었다. 그 원인은 첫째 차단막이 많은 유량과 빠른 유속을 견디지 못하기 때문이다. 이에 해양수산부는 홍수기에도 견딜 수 있도록 차단막의 성능을 개선하는 사업을 2021년에 추진할 예정이다.

해양 유입 하천쓰레기의 발생지역과 피해지역, 차단막을 관리하는 지자체가 상이하다는 점도 문제이다. 쓰레기는 상류 지자체에서 발생하고, 차단막 시설은 광양시가 관리하고, 유입된 쓰레기로 인해 피해가 발생하는 지역은 여수시이다. 이로 인해 하천쓰레기 발생 저감이나 시설관리 개선 유인이 부족하다. 유역관리청 등 단일 기관에서 발생 예방, 차단막 관리, 피해지역 쓰레기 수거를 연계하여 추진해야 할 필요성이 있다.

53) 낙동강은 차단막을 설치하지 않고 있다.

54) 수거 실적을 별도로 집계하지 않고 있어서 확인이 어렵다.

2. 유역 쓰레기 처리비용 분담제도

2008년 2월 '5대강 쓰레기 처리비용 분담협약 체결'이 국정과제로 채택되면서, 2008년 12월 하천·하구 쓰레기의 수거 및 처리비용을 상류·하류 지자체가 공동 분담하기 위한 협약 체결이 완료되었다.

낙동강·금강·영산강·섬진강 수계의 경우 중앙정부가 50%의 비용을 분담하고 있다.

〈표 3-10〉 비용분담 협약 현황

수계	5대강 협약서	협약 추진상황			비용분담률 (1차 협약)
		1차	2차	3차	
한강	인천 앞바다 쓰레기 처리사업 비용분담에 관한 협약서	2002~2006년	2007~2011년 (2016. 8)	2012~2016년	서울(22.8%), 인천(50.2%), 경기(27%)
낙동강	낙동강 유역 쓰레기 책임관리에 관한 협약서	2010~2014년 (2014년 1회 연장)	-		중앙정부(50%), 부산(25.46%), 대구(6.17%), 경북(8.69%), 경남(9.68%)
금강	금강 수계 비용분담에 관한 협약서	2009~2013년 (2013년 1회 연장)	2014~2018년 (2014. 4)	2019~2023년	중앙정부(50%), 대전(7.2%), 충북(7.6%), 충남(30.2%), 전북(5%)
영산강	영산강 수계 쓰레기 처리비용 분담에 관한 협약서	2009~2013년	2014~2018년 (2014. 4)		중앙정부(50%), 광주(18.5%), 전남(31.5%)
섬진강	섬진강 수계 쓰레기 처리비용 분담에 관한 협약서	2009~2013년	2014~2018년 (2014. 4)	-	중앙정부(50%), 전북(11.2%), 전남(24.3%), 경남(14.5%)

자료: 한국해양수산개발원(2017), p. 52 저자 재정리

5대강 수계별 상·하류 지자체 간 쓰레기 처리비용 분담협약 자체가 하천쓰레기 관리에 목적이 있는 사업이다. 이 협약을 통해 하천쓰레기 수거·처리 체계가 구축되었다. 협약 체결 이전에 상류 지자체는 자연재해라는 명목으로, 하류 지자체는 관내에서 발생한 쓰레기가 아니라는 이유로 쓰레기 처리 책무와 수거·처리 비용 부담을 회피해 왔다. 협약 체결을 통해 부유쓰레기 수거와 처리에 필요한 재원이 마련되어 안정적인 하구쓰레기 수거·처리 기반이 조성된 것이다.⁵⁵⁾

하지만 비용분담제에는 몇 가지 문제가 확인되었다. 첫째, 지역별 하천쓰레기 발생량 산정기법이 개발되지 않아 유역 지자체의 해양 유입 하천쓰레기 기여도에 대한 지자체 간 갈등의 소지가 상존한다.

둘째, 5대강은 수혜자와 오염원인자가 공동으로 부담하는 공동부담 원칙을 적용하고 있다. 하지만 오염원인자와 수혜자의 부담률 산정 방식에는 차이가 있다. 영산강과 섬진강은 오염원인자와 수혜자의 비율이 7:3이다. 한강수계는 수혜자의 부담률이 0.7이고 오염원인자의 부담률은 0.3이며, 낙동강수계는 수혜자 부담률이 0.4이고 오염원인자 부담률은 0.6이다.

셋째, 지자체와 국가 간 부담률에 대한 기준도 불명확하다. 낙동강수계의 경우 제1차 협약 당시에는 국비와 지방비가 5:5였으나, 2011년 사업비 부담률 조정을 통해 환경부는 국비 부담률을 40% 줄였다. 지역 간 형평성에 맞지 않고 재해쓰레기 성격이 강한데도 국비 부담률을 줄이는 데 대한 지역의 불만이 컸다.

넷째, 하천쓰레기 수거·처리비용 산정방법의 부재로 낙동강수계는 제1차 협약 당시 산정한 8억 원으로 수거·처리 비용을 고정하여 제도

55) 환경부 보도자료, 「환경부, 매년 반복되는 하천쓰레기 근원적으로 해결키로」(검색일: 2020. 10. 11)

를 운영하였다. 이로 인해 매년 비용 분담제도를 통해 충당되는 예산과 실제 수거·처리비용 간에 격차가 존재하고, 이는 협약 갱신 시 상·하류 지자체 간 갈등 요인이 되고 있다.

이러한 제도적 한계로 인하여 제2차 비용분담 협약이 2018년 종료된 후 제3차 협약을 체결하는 데 상·하류 지자체 간 갈등이 있었다. 이러한 상·하류 지자체 간 갈등을 줄이고, 비용분담제도의 합리적 추진을 위해서는 쓰레기 발생량과 처리량에 대한 과학적 추정을 기반으로 한 제도 개선이 필요하다.

3. 댐 및 상류 쓰레기 관리

하천쓰레기 수거사업은 국고보조사업인 ‘하천·하구 쓰레기 정화사업’, 수계관리기금 지원사업인 ‘상수원 및 하천변 쓰레기 수거사업’, 한국수자원공사와 한국수력원자력이 실시하는 ‘댐 쓰레기 수거사업’이 있다. 이 중 하천·하구 쓰레기 정화사업은 상·하류 비용 분담제도와 연계하여 실시하므로, 여기서는 ‘상수원 및 하천변 쓰레기 수거사업’과 ‘댐 쓰레기 수거사업’에 대해서 살펴보고자 한다.

1) 상수원 및 하천변 쓰레기 수거

‘상수원 및 하천변 쓰레기 수거사업’은 상류 지자체를 대상으로 하천쓰레기 수거비용을 지원하는 사업이다. 수계의 상류에서 쓰레기를 수거하는 것이 비용적인 측면이나 환경적인 측면에서 효과적이므로 확대 추진할 필요가 있다.

하지만 여타 수질개선 지원사업과는 달리 수계관리위원회의 관리

사업에 포함되어 있어 연간 예산규모가 쉽게 변경될 수 있다는 한계가 있다. 수거량, 성상 등 실적 관리에도 어려움이 있어서 수질개선 지원사업의 항목을 상향하여야 한다. 그리고 호소 쓰레기와 마찬가지로 하천쓰레기 역시 수거사업에 대한 법적 근거를 마련한다면 사업의 지속성을 확보할 수 있을 것이다.

2) 댐 쓰레기 수거사업

한국수자원공사와 한국수력원자력은 「물환경보전법」 제31조(호소 안의 쓰레기 수거·처리)에 의거하여 댐의 부유쓰레기를 수거한다. 수거 후 쓰레기 운반·처리 비용은 「물환경보전법」 제31조(호소 안의 쓰레기 수거·처리) 제3항에 의거하여 한국수자원공사와 시·군·구청이 협약을 체결하여 분담한다. 예를 들어, 영산호의 경우 수거한 쓰레기 중 초목류는 수자원공사가, 생활쓰레기는 지자체가, 재활용품은 한국환경공단이 처리한다.⁵⁶⁾

하지만 집중호우기에 댐으로 유입된 쓰레기의 대부분은 수거·처리되지 않은 채 방류되는 것으로 보인다. 댐 수위 조절을 위해 댐 관리자가 수문을 개방하면 빠른 물살에 의해 짧은 기간에 바다로 이동한다. 환경부와 한국수자원공사는 2020년 집중호우 기간(7월 12일~8월 12일)에 전국 51개 다목적 댐·보 등으로 약 3만8천 톤가량의 부유쓰레기가 유입되었으며, 이 중 대청댐으로는 8,567톤이 유입되었다고 발표하였다.⁵⁷⁾ 하지만 이미 서천군 연안으로 다량의 쓰레기가 유입된 것이 확인되었다. 서천군은 8월 12일에 서천군 해변에서 재해쓰레기 조사를 실시하여 약 1천 톤의 재해쓰레기가 발생하였다고 발

56) 한국환경정책·평가연구원(2013), p. 76.

57) 환경부 보도자료(2020. 8. 14).

표하였다. 58) 재해쓰레기 조사에서 확인된 쓰레기 성상은 대청댐에서 수거한 쓰레기와 유사하게 초본류가 90% 이상을 차지한 것으로 확인되었다. 우리나라 기후특성으로 매년 장마, 태풍 등에 의한 집중호우가 발생하고, 기후변화로 인하여 집중호우의 강도가 더욱 강해질 것으로 예상되므로 이러한 문제를 해결하기 위한 방안이 필요하다.

〈그림 3-7〉 2020년 금강 재해쓰레기 사진



〈재해쓰레기 성상 분류 및 무게 특성 조사〉

〈금강하구호 부유쓰레기〉

자료: 윤종주 외(2020. 8. 26), 충남기후정보브리핑, p. 4

4. 하천관리청의 쓰레기 관리

하천관리청의 홍수 방지를 위한 치수 기능은 해양 유입 하천쓰레기의 발생량을 줄이는 데 매우 중요한 역할을 한다. 홍수가 발생하면 재해쓰레기가 대량 발생하기 때문이다. 하지만 호안 정비 등의 치수 사업은 본 보고서에서 다루기에는 내용이 너무 방대하다. 여기서는 하천정비사업을 통한 자연친화적 하천 조성, 하천시설 유지·관리 업무, 다기능 보의 쓰레기 수거 등 하천쓰레기에 직접적으로 영향을 미치는 제도와 사업을 살펴보았다.

58) 윤종주 외(2020), p. 5.

1) 자연친화적 하천 조성사업

자연친화적 하천조성은 “하천의 치수 및 이수 기능을 고려함과 동시에 하천 환경의 보전, 재생 및 복원을 고려한 하천관리를 의미한다.”⁵⁹⁾

1990년대 중반에 국내여건에 맞는 자연형 하천공법이 개발되어 1996년도에 국토교통부가 오산천을 대상으로 ‘하천환경관리계획’을 수립하여 하천환경 정비사업을 시작하였다. 이후 2000년대 후반부터는 지역 여건 및 하천 특성에 맞춘 다양한 방식의 자연친화적 하천 조성사업이 추진되고 있다. 하천환경정비사업, 생태하천 조성사업, 고향의 강 사업, 물순환형 하천정비사업 등이 이에 해당한다.

하천정비사업 방식의 변화로 과거 홍수 예방을 위하여 유수를 직 방류할 수 있는 콘크리트 호안은 사라지고 최근에는 하천변 생태가 복원되고 있다. [그림 3-8]은 이러한 우리나라 하천관리의 변화를 보여준다.

〈그림 3-8〉 우리나라 하천관리의 변화



자료 : 국토교통부(2014), 『자연친화적 하천 조성 사례집』, p. 10

59) 국토교통부(2014), 『자연친화적 하천 조성 사례집』, p. 13.

2) 하천시설 유지·관리 업무

「하천의 유지·보수 및 안전점검에 관한 규칙」에서 규정한 하천관리청의 하천시설 유지·관리 업무는 <표 3-11>과 같다.

하천관리청은 하천시설의 유지·보수 및 안전점검은 관련 규칙에 따라 하천보수원 등의 현장인력을 편성해 순찰을 실시하며, 불법점용이나 금지행위 발생 여부를 점검하고 있다. 여기에는 오물·지장물 등을 처리하는 환경 정화작업 등도 포함된다.

홍수기 동안 상류에서 유입해 하천 저수로·둔치·접속부·합류부 등에 퇴적된 토사와 쓰레기 등을 긴급하게 또는 주기적인 공사를 통해 처리하는 업무인 보수·보강을 통해 쓰레기 유출을 예방할 수 있다.

<표 3-11> 하천관리청의 하천시설 유지·관리 업무

유지·관리 업무		쓰레기 관리 관련 유무
분류	세분류	
순찰 및 일상관리	-	유
하천 실태분석	• 하천관리상황 점검	유
	• 하천관리 실태조사	-
점검·진단 실시	• 안전점검, 안전진단	-
성능평가 실시	-	-
유지관리계획 수립	• 관리계획 및 시행계획 수립	-
공사 설계	• 소규모 보수공사	유
	• 중대규모 보강공사	-
공사 관리	-	-
자료관리 및 정보화	• 설계도서 및 기록물 관리, 점검·진단자료 및 공사이력 관리	-
연구개발	-	-
기타 행정지원 업무	• 인력 배치운영, 장치·자재 관리, 역량강화 및 협력행사 개최, 실적보고 및 회계·계약 실시	-

자료: 하천의 유지·보수 및 안전점검에 관한 규칙

3) 다기능 보 쓰레기 수거

하천시설 가운데 하천쓰레기 이동 차단에 큰 역할을 하는 하천 횡단시설에는 한강·금강·영산강·낙동강에 설치된 16개의 다기능 보가 있다. 다기능 보는 「하천법」제14조 제1항에 따라 마련한 「보 관리규정」에 따라 운영하며, 「보 관리규정」 제18조에 따라 부유물을 처리하고 있다.

〈표 3-12〉 「보 관리규정」 제18조

조문 내용
제18조(부유물 관리 등) ① 보 관리자는 부유물 및 탁수 유입이 최소화되도록 노력하여야 하며, 부유물 유입 시 신속히 수거하고 신속히 처리하여야 한다. ② 보 관리자는 부유물 및 탁수가 보 시설물의 정상적인 기능유지의 제약사항으로 작용하지 않도록 관계기관에 적절한 조치를 요청할 수 있다.

자료: 「보 관리규정」(2019. 6. 28, 국토교통부훈령 제1204호)

다기능 보는 현재 국토교통부 소유로, 한국수자원공사와 위·수탁 계약을 체결하여 유지·관리하고 있으며, 계약상 〈표 3-13〉과 같은 사항을 수행하고 있다.

〈표 3-13〉 국토교통부-한국수자원공사 간 다기능 보 위·수탁 계약 주요 내용

계약 주요 내용
• 보 운영 및 유지관리 계획 수립·시행 • 홍수경계체제, 갈수경계체제의 마련 및 시행 • 수질오염사고 대처 • 문화관, 어도, 보 관리동 등 관리구간 내 시설물의 유지관리 • 담양 및 화순 홍주조절지, 강천섬, 여주저류지의 유지관리 • 보 상하류 영향구간 하도변화 모니터링 • 보 영향구역 내(하구둑 포함) 저수로 구간의 부유물 수거, 운반, 처리 • 보 운영과 관련된 경보시설 운영 • 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」의 안전점검 • 기타 「보 관리규정」 등 보 운영 및 유지관리에 필요한 업무

자료: 국토교통부 내부자료

계약 내용 중 ‘수질오염사고 대책’과 ‘보 영향구역 내 저수로 구간’의 부유물 수거, 운반, 처리’ 조항은 하천쓰레기의 해양 유입 저감 효과가 크다.

다기능 보 외에 운하로 개설한 국가하천인 아라천(경인 아라뱃길) 또한 국토교통부 소유로, 한국수자원공사와 위·수탁 계약을 체결해 유지·관리하고 있다. 아라천은 한강갑문과 서해갑문으로 하천 유수를 조절하는 기능을 갖추고 있으며, 계약상 <표 3-14>와 같은 사항을 수행하고 있다. 다기능 보와 마찬가지로 ‘아라천 구간의 부유물 수거, 운반, 처리 등 환경관리 업무’ 조항은 하천쓰레기의 해양 유입 저감효과가 크다.

<표 3-14> 국토교통부-한국수자원공사 간 아라천 위·수탁 계약 주요 내용

계약 주요 내용
•아라천 운영 및 유지·보수계획 수립·시행 보고 •아라천 시설물(제방·호안, 홍수조절시설 등) 유지관리 및 관리선박 운영 •서해배수문, 굴현보 운영 등 유량 수위 조절 시설 운영 •아라천 유역 내수배제 시설물 수문 운영 및 유지관리 •아라천 평상시 및 홍수기 운영을 위한 전산모형 개발 및 개선 •수탁시설의 재산관리 •아라천 구간의 부유물 수거, 운반, 처리 등 환경관리 업무 •기타 아라천 유지·보수에 필요한 업무

자료: 국토교통부 내부자료

제4절 해양 유입 하천쓰레기 관리의 문제점

1. 중소규모 해양 유입 하천쓰레기 관리 소홀

하천의 종점이 바다와 연결된 해양 유입 하천은 총 463개가 존재

하며, 5대강을 제외하면 100km 미만의 중소규모 하천이다. 해양 유입 하천의 총연장은 4,632km이고, 이 중 72%에 해당하는 3,338km가 중소규모 해양 유입 하천의 연장이다. 이를 볼 때 해양으로 유입되는 하천쓰레기를 차단하기 위해서는 중소규모 하천을 대상으로 한 관리도 필요할 것이다.

2. 해양 유입 하천쓰레기 성상 및 발생량 정보 부족

해양 유입 하천쓰레기 관리를 위해서는 하천쓰레기 발생량, 해양 유입량, 유입 쓰레기의 종류 등에 대한 정보가 필요하나, 관련 조사 및 연구가 부족하다. 미국은 재해쓰레기 발생량 추정방법⁶⁰⁾을 개발하였고, 국가오염물질 배출규제제도(NPDES)에서 비점오염원이 하천으로 유출되는 유효강우 기준⁶¹⁾을 마련하였으며, 이는 쓰레기 등 부유물질에도 적용된다. 샌프란시스코, 뉴욕시 등 일부 도시는 폐기물을 대상으로 우수 배출 허가제도(storm water permit)를 시행한다. 북유럽은 하천쓰레기 발생원 및 경로를 추정하는 모니터링 방법을 개발하였고, 일본은 주요 하천을 대상으로 쓰레기 지도 작성법을 개발하였다.

우리나라는 제3차 해양쓰레기 관리 기본계획에서 하구쓰레기 모니터링을 계획하였으나, 구체적인 이행방안은 제시하지 못하였다. 제2차 5대강 하천-하구 쓰레기 관리 기본계획에서는 일본 사례를 적용하여 '쓰레기 지도 작성'을 연계한 하천쓰레기 모니터링을 계획하고 있다. 해양수산부와 환경부의 쓰레기 모니터링을 연계 실시한다면

60) 미 연방재난관리청의 the Hazards U.S. Multi-Hazard 프로그램.

61) 미국 Natural Resources Conservation Service는 토지이용, 식생피복, 토양, 수문 등의 정보를 활용하여 유효강우량을 산정하는 방법을 개발하였다.

해양 유입 하천쓰레기 대응정책 수립에 필요한 양질의 정보를 확보할 수 있을 것이다.

3. 하천관리청의 쓰레기 관리사항 불명확

「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」은 하천관리청인 국토교통부와 지자체에 하천쓰레기의 해양 유입 차단 의무를 부과하였으나, 차단조치를 구체화하지 못하였다는 한계가 있다.

하천 관리사항을 규정하는 「하천법」과 ‘하천기본계획 수립 지침’에 「해양폐기물법」의 해양 유입 차단조치 규정과 연계된 규정이 없다. 하천시설 조성 시에는 쓰레기 유입 및 이동 저감시설이 고려되지 않는다. 다만 하천시설 유지·관리 또는 시설 보수를 통해 쓰레기 유입을 저감하는 기능을 수행한다.

「물환경보전법」에서는 호소쓰레기 수거·처리 규정만 있을 뿐 하천쓰레기 수거·처리는 명시적으로 규정하고 있지 않다.⁶²⁾ 이로 인해 공공수역의 물환경 관리정책의 기본방향을 제시하는 ‘물환경관리 기본계획’에 오염물질로 쓰레기는 다루지 않는다. ‘하천·하구 쓰레기 관리기본계획’의 법적 근거가 미약하여 이행력이 약하고, ‘물환경관리 기본계획’과의 연계성도 부족하다.

국토교통부의 ‘하천기본계획 지침’은 하천정비계획 수립 시 ‘물환경관리 기본계획’상 유역의 오염원 관리사업을 반영하도록 하고 있으나, ‘해양쓰레기 관리 기본계획’과의 연계성은 부족하다. 이로 인해 하천정비기본계획에서 쓰레기 유입 또는 이동의 저감을 목적으로 하

62) 「환경정책기본법」에서 규정된 생활환경기준에는 호소뿐만 아니라 하천 환경기준에 쓰레기 등의 부유물질이 포함되어 있다.

는 사업은 부재하다.

제3차 해양쓰레기 관리 기본계획'과 '제2차 하천·하구 쓰레기 관리 기본계획'은 하천쓰레기를 다루고 있음에도 불구하고 연계성이 부족하다. '제2차 해양쓰레기 관리 기본계획'에서 신설된 강·하천 유역쓰레기 총량관리제와 하구쓰레기 모니터링은 환경부와 연계하여 실시하여야 한다. 2020년 수립 예정된 '제3차 하천·하구 쓰레기 관리 기본계획'에 관련 사업이 포함되지 않는다면 추진력을 갖기 어려울 것으로 예상된다. 특히, 강·하천 유역쓰레기 총량관리제는 하천의 상류 구역에 쓰레기 감축량을 할당하여 관리하므로 실질적인 관리주체는 환경부이다.

4. 상류, 정수역, 하천변 쓰레기 관리규정 미흡

하천쓰레기는 상류, 댐, 보, 저수지에서 수거하고, 집중호우기간 전에 유역쓰레기를 처리하는 것이 효과적이다. 앞서 보았듯이 한국수자원공사가 관리하는 다목적 댐과 국토교통부가 관리하는 다기능 보에서는 수거사업을 실시하고 있다. 하지만 한국수력원자력이 관리하는 발전용 댐, 한국농어촌공사가 관리하는 농업용 저수지 등은 쓰레기 수거사업이 없다. 「물환경보전법」에서 호소 안 쓰레기를 수거하도록 규정하고 있지만 국토교통부의 '보 관리 규정'과 같이 수면관리자가 제정하는 쓰레기 관리 규정이 없기 때문으로 보인다.

한편 「물환경보전법」에서는 하천구역 쓰레기를 수거하는 규정이 부재하며, 이로 인하여 하천관리청인 시·도와 국토교통부가 실시하는 하천쓰레기 수거 및 관리사업이 부재하다.

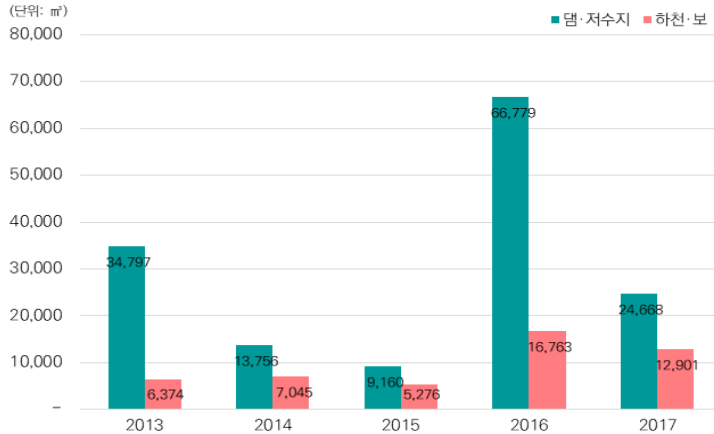
최근 「물관리기본법」이 제정되어 물관리일원화 정책이 추진되면서 수면관리자는 유역까지 확대하여 오염물질을 관리하여야 한다. 이를 근거로 수면관리자인 한국수자원공사, 한국수력원자력, 시·도, 국토교통부는 유역쓰레기까지 관리하도록 규정을 강화하여야 한다.

5. 수거사업 중심의 해양 유입 하천쓰레기 관리

현재 하천쓰레기 관리사업은 수거 중심이며, 그마저도 5대강 중심이다. 환경부의 상·하류 비용분담 협약과 하천·하구 쓰레기 수거사업, 해양수산부의 쓰레기 차단막은 모두 5대강을 대상으로 한다. 그 외 하천쓰레기 사업으로는 수계관리기금에 의한 ‘상수원 및 하천변 쓰레기 수거사업’뿐이다. 이 사업의 예산은 수계관리위원회 사무국 예산 등 관리사업에 포함되어 하천쓰레기 수거사업 예산을 지속적이고 안정적으로 확보하기 어렵다. 따라서 기금 관리사업이 아닌 수질개선 지원사업으로 상향하고, 지원규모 역시 현실에 맞게 확대할 필요가 있다.

한국수자원공사의 2018년 경영보고서에 따르면 2016년에 8.4만 톤, 2017년에는 3.8만 톤의 육지쓰레기가 댐, 저수지, 하천과 다기능 보로 유입되었다고 한다. 다기능 보를 관리하는 한국수자원공사에 따르면 쓰레기를 수거하고 있음에도 보를 통한 쓰레기가 유출되는데, 이는 다기능 보로 유입되는 쓰레기량 자체가 많기 때문으로 판단된다. 5대강은 2천여 개의 하천과 연결되어 있어 상류 하천에서 쓰레기 관리를 하지 않는 한 보에서 쓰레기를 감당하기는 어려워 보인다.

〈그림 3-9〉 댐·저수지 및 하천에 떠내려온 쓰레기 처리실적



자료: 한국수자원공사(2018), p. 95

이는 상류에서 쓰레기 수거 또는 발생 예방사업이 필요한 이유이다. 하천쓰레기 종류는 초본류와 플라스틱 생활쓰레기이다. 특히 초본류는 집중호우기에 일시 다량으로 유입되므로 집중호우기에 대비한 관리가 필요하다. 플라스틱 생활쓰레기는 인구밀도가 높은 시가화된 건조지역에서 발생할 것으로 예상된다. 이에 대한 발생원인과 발생지점 등에 대한 조사연구가 필요하다. 예상되는 경로로는 우수관로가 있다.⁶³⁾ 분류식 하수관로는 우수관로가 환경기초시설이 아닌 하천이나 바다로 직방류되기 때문에 가볍고 부피가 작은 플라스틱 쓰레기가 빗물과 함께 우수관로를 통해 유입될 것으로 보인다. 연안도시인 부산시는 45%, 울산시는 100%가 분류식이다. 대도시⁶⁴⁾에서 매우 비중이 높는데 합류식 관로는 집중호우기 월류수에 의해 쓰레기가 하천이나 바다로 유입된다.

63) 미국은 수계쓰레기 발생원인으로 우수관로, 바람, 직접 투기 등 세 가지 유형으로 구분한다.

64) 합류식 관로 비율은 서울시 80%, 부산시 55%, 대구시 28%이다.

한편, 우리나라는 하계에 강수가 집중됨에도 불구하고 그에 대비한 쓰레기 관리는 이루어지지 않고 있다. 섬진강, 한강, 영산강, 금강 하구에서 차단막을 설치하기도 하였으나 집중호우기에는 제 기능을 하지 못한다. 차단막 기능을 개선하는 것도 필요하지만, 집중호우기에 발생하는 쓰레기량을 사전에 줄여야 한다. 폭우 시에는 댐이나 보 등 하천 횡단시설의 수문을 열어서 홍수위를 조절하여야 하므로 집중호우기를 대비한 하천쓰레기 관리는 중요하다.

6. 해양 유입 하천쓰레기의 단절적 관리

하천은 발원지부터 해양으로 유입되기까지 하나로 연결된 연속체이나 이를 통합 관리하는 기구가 부재하여 환경부, 국토교통부, 해양수산부, 지자체 등에 의해 개별적으로 관리되고 있다.

상류 댐, 저수지는 「물환경보전법」 제31조(호소 안의 쓰레기 수거·처리)에 의거하여 수면관리자인 수자원공사, 한국수력원자력, 수자원공사, 지자체가 관리하며, 수계관리기금을 관리하는 환경부가 이를 지원한다. 4대강의 다기능 보는 「하천법」 제14조(하천시설의 관리규정)에 의거하여 국토교통부가 한국수자원공사에 위탁하여 관리한다.

하천 및 하구쓰레기는 「물환경보전법」 제3조(책무)에 의거하여 환경부와 지자체가 관리한다. 국토교통부는 「하천법」에 의거하여 하천 시설 유지·관리 업무를 통하여 하천쓰레기의 발생을 예방하고 수거한다. 해양수산부는 5대강 하구에 쓰레기 차단막을 설치하는 사업을 추진한다.

해양으로 유입된 후에는 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」에 의거하여 해양수산부가 부유쓰레기와 침적쓰레기⁶⁵⁾를, 지자체가 해안쓰레기를 수거한다.

〈표 3-15〉 해양 유입 하천쓰레기 관리 주체

구분	해양 유입 전				해양 유입 후
	저수지	댐*	4대강 다기능 보	하천, 하구	연안, 도서
관련법	물환경보전법		하천법	물환경* 보전법	해양폐기물법
관리 주체	환경부, 지자체, 한국수력원자력, 수자원공사		국토 교통부	국토교통부, 해양수산부, 환경부, 지자체	해양수산부 지자체
예산	수계관리기금	수면관리자		환경부 보조	해양수산부 보조

주 : 발전용 댐의 경우 본체는 한국수력원자력, 수면은 지자체가 관할함

자료: 저자 작성

국토교통부, 환경부, 해양수산부 간 단절적 관리를 지양하고 하천-해양이라는 연속적 수체를 유기적·통합적으로 관리하기 위해서는 전구간의 수계쓰레기를 통합적으로 관리할 기구가 필요하다. 공공수역의 물관리 정책 기본방향을 제시하는 「물관리기본법」에서 설치한 ‘물관리위원회’가 그 역할을 담당할 수 있을 것이라 생각된다. 또는 미국의 ‘정부 간 해양쓰레기 조정위원회(IMDCC: Interagency Marine Debris Coordinating Committee)’의 사례와 같이 「해양폐기물법」을 개정하여 해양쓰레기 관리기구를 설치할 수 있다.

65) 침적쓰레기의 대부분은 해상기인인 어구이고, 하천을 통해 유입된 육상기인 쓰레기량은 적다.

7. 상류 및 하류 시도 간 갈등 조정기구 부재

한강, 낙동강 등 5대강⁶⁶⁾을 통해 장마, 태풍 등 집중호우기에 많은 양의 쓰레기가 바다로 유입되고 있다. 다수 지자체를 관류하는 5대강은 하천관리청 또는 연안 지자체 단독으로 관리하는 데 한계가 있다. 유역통합 관리 차원에서 상류와 하류 지자체 간 협력이 필요하다.물관리위원회에 유역 지자체, 관계 정부부처, 전문가 등이 참여하므로 해양 유입 하천쓰레기 관리방안에 대한 논의가 가능하리라 생각된다. 다만 「물환경보전법」에서 수질 오염물질로 쓰레기를 지정하지 않았고, 하천쓰레기에 대한 규정도 부재하여 물관리위원회에서 하천쓰레기 문제를 다루는 데 법적 근거가 약하다는 한계가 있다.

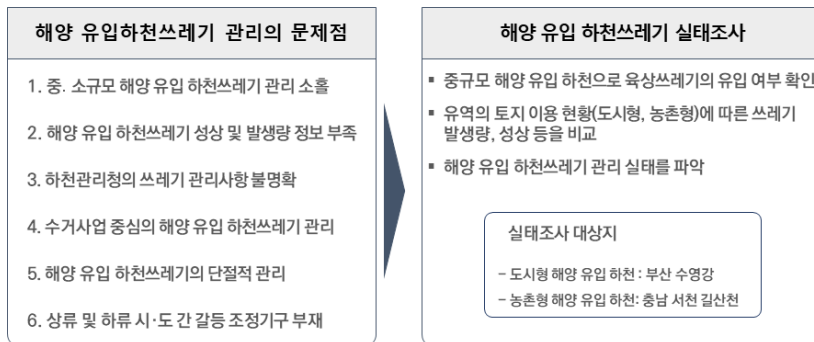
66) 2020년 하계에는 금강, 낙동강, 섬진강으로 많은 쓰레기가 바다로 유입되었다. 집중호우 후에 수거한 육상기인 해양쓰레기는 사하구 3,000톤, 여수시 1,500톤에 이른다.

제 4 장

해양 유입 하천쓰레기 실태조사

이 장에서는 중규모 해양 유입 하천인 부산 수영강과 충남 서천군 길산천에서 직접 바다로 유입되는 하천쓰레기를 조사하였다. 조사 대상지는 유역의 토지 이용 현황에 따른 해양 유입 하천쓰레기의 성상을 확인하기 위하여 시가화 건조지역을 관류하는 도시형 1개소와 농경지를 관류하는 농촌형 1개소를 선택하였다.

〈그림 4-1〉 해양 유입 하천쓰레기 실태조사 연구체계



자료: 저자 작성

제1절 실태조사 방법

사례연구를 실시하는 목적은 첫째 해양으로 유입되는 폐기물 발생 및 이동 현황을 조사하고, 둘째, 해양으로 유입된 후 수거 및 처리 현황을 파악하고, 셋째, 관리사업 및 활동 파악, 각 관리사업 간 상충, 관리 부재 등을 확인하는 데 있다. 그리고 최근 육상에서 발생한 해양쓰레기로 인한 피해 사례를 조사하는 데 목적이 있다.

실태조사는 하천 유형 구분, 대상지 선정, 사전연구, 지자체 방문 면담조사, 해양 유입 하천쓰레기 현장조사, 관리 주체 및 사업조사 순으로 진행하였다.

〈그림 4-2〉 해양 유입 하천쓰레기 실태조사 방법

조사 대상지	현장조사	기본현황 및 관리사업
- 도시형 : 부산 수영강(26.4km) - 농촌형 : 충남 서천군 길산천(12.7km)	- 조사 시기 : 강우기, 평상시 - 조사 방법 : 차단막(길산천), 통발(수영강) 수면 육시조사(수영강), 하천면쓰레기 표본조사(수영강) - 쓰레기분류 및 집계방법 : 국가해안쓰레기 모니터링 지침	- 공무원 면담 조사 : 해양 유입 하천쓰레기 발생 및 관리방법 등 - 문헌 및 자료 조사 : 하천·유역 기초조사, 관리조직 및 유관 기관 조사 등

자료: 저자 작성

1. 실태조사 대상지 선정

1) 선정 기준

하천이 관류하는 유역 특성에 따라서 해양으로 유입되는 쓰레기 성상은 달라진다. 즉, 도심을 관류할 경우 생활쓰레기, 농경지를 관류할 경우 영농폐기물, 산림을 관류할 경우 초목류의 해양 유입이 많다. 다만, 하천은 대부분 산림지역에서 시작되므로 사례연구 대상지는 i) 도시형 하천과 ii) 농촌형 하천으로 유형을 구분하였다.

실태조사 대상 하천은 첫째, 우리나라 해양 유입 하천의 약 97%를 차지하는 하천연장 30km 미만의 하천을 대상으로 한다. 둘째, 도시형 하천과 농촌형 하천으로서 특성이 뚜렷한 하천으로 선정하였다. 셋째, 해양 유입 쓰레기 조사가 용이한 지역으로 선정하였다.

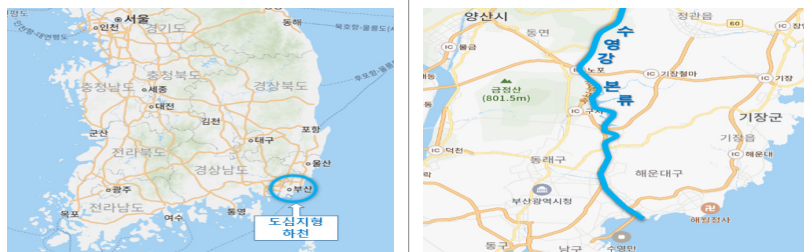
2) 도시형 해양 유입 하천: 수영강

도시형 해양 유입 하천은 부산시 수영강을 선정하였다. 수영강은 첫째, 하천연장이 26.4km이므로, 해양 유입 하천의 97%에 해당한다.

둘째, 도심지화되어 인구밀도가 높은 동래구(16,110명/km²), 연제구(17,260명/km²), 수영구(17,437명/km²), 해운대구(8,055명/km²)를 관류하여 바다로 흘러간다.

셋째, 수영강은 우동향⁶⁷⁾으로 매년 하천 쓰레기가 유입되어 하천 쓰레기 특성을 파악하기 용이하다. 그리고 연안통발어업 허가를 받은 어선을 통한 하구 쓰레기 모니터링이 가능하다.⁶⁸⁾

〈그림 4-3〉 실태조사 대상 하천 위치도: 도시형



자료: 네이버 지도, <https://map.naver.com>(검색일: 2020. 5. 30)

67) 해운대구에 위치한 지정어항.

68) 수영강의 종점은 민락동과 센텀시티를 연결하는 수영1호교이므로, 수영강 하구에서 연안통발어업 허가를 받으면 통발을 설치할 수 있다.

3) 농촌형 해양 유입 하천

농촌형 해양 유입 하천은 충남 서천군 길산천을 선정하였다. 첫째, 길산천의 하천연장은 12.65km로, 97% 해양 유입 하천과 마찬가지로 30km 미만이다.

둘째, 길산천은 서천군 마산면, 시초면, 기산면, 마서면 외곽을 관류하는 하천이다. 하천변으로 농경지가 발달해 있으며, 촌락은 존재하나 도심지는 형성되어 있지 않아 농촌형 하천에 적합하다.

셋째, 길산천 말단에 설치한 쓰레기 차단막을 통해 해양 유입 하천 쓰레기를 조사할 수 있다. 길산천은 금강 하구로 유입되고, 유량, 유속, 잔잔한 수면 등 차단막 설치가 가능한 조건을 갖추고 있다. 우기에 해양으로 유입되는 하천쓰레기를 조사하기에 적합하여, 충남도청은 길산천 말단에 쓰레기 차단막을 2019년 10월경에 설치하였다.

〈그림 4-4〉 실태조사 대상 하천 위치도: 농촌형



자료: 네이버 지도, <https://map.naver.com>(검색일: 2020. 5. 30)

2. 조사방법

1) 사전조사

국토교통부의 하천일람, 하천관리청이 수립한 하천정비계획, 환경부의 유역 토지피복도 등 기존 문헌자료를 통해서 하천 및 유역에 대한 사전연구를 실시하였다. 해양 유입 하천쓰레기의 발생원, 이동경로를 파악하기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2) 면담조사

해양 유입 하천쓰레기 피해, 수거 및 관리에 대한 사항은 문헌연구를 통해서 파악하는 데 한계가 있다. 지자체 담당자와의 면담을 통해서 해양 유입 하천쓰레기로 인한 지역 내 피해 상황, 각 지자체의 하천쓰레기 관리실태를 파악한다.

수영강은 부산시 7개 구군과 양산시를 관류하는데, 면담은 하류에 위치한 수영구청, 해운대구청의 해양쓰레기, 하천관리 담당자를 대상으로 실시하였다. 길산천은 단일 기초지자체를 관류하여 서천군 담당자를 대상으로 실시하였다.

3) 해양 유입 하천쓰레기 현장조사

현장조사는 해양으로 유입된 하천쓰레기 양과 성상을 파악하여 하천쓰레기의 유입 차단조치를 마련하기 위해 쓰레기 발생원과 이동경로를 파악하는 데 목적이 있다.

하천쓰레기의 분류는 ‘국가 해안쓰레기 모니터링’의 분류체계를 활용하고자 한다. 우리나라는 하천쓰레기 모니터링을 실시하지 않는

반면, 국가 해안쓰레기 모니터링은 10년 이상 실시하면서 체계가 잘 구축되어 있다. 2018년도에 수정한 분류체계는 국제사회의 분류체계를 따르고 있어 국내 및 국제사회의 해양쓰레기 모니터링 결과와 비교 분석하기 용이하다는 장점이 있다.

〈표 4-1〉은 해양쓰레기 모니터링을 실시하는 대표 국가인 미국,⁶⁹⁾ 호주⁷⁰⁾와 우리나라의 쓰레기 분류체계를 비교한 것이다.

〈표 4-1〉 우리나라와 주요국의 해양쓰레기 분류체계 비교

분류체계 /항목		우리나라	미국	호주
분류체계		대분류 8종 세분류 44종	대분류 8종 세분류 42종	대분류 9종 세분류 19종
분류 항목	플라스틱	27종	18종	6종
	발포성형	(중분류) 발포형, 경질형, 섬 유형, 필름형, 기타		2종
	목재	3종	3종	1종
	금속	4종	4종	3종
	섬유	2동(천연섬유만)	6종	1종
	유리	4종	4종	1종
	고무	3종	6종	2종
	종이	3종	-	2종
	기타	1종	1종	1종

주: 우리나라 쓰레기 항목은 [부록 1]을 참고

자료: 저자 작성

한편, 국내 사례지역을 대상으로 한 모니터링은 ‘국가 해안가 쓰레기 모니터링’을 다년간 실시하여 전문성을 갖춘 (사)동아시아 바다공동체 오션의 협조를 받아 실시하였다.

69) 미국은 해양쓰레기를 모니터링하는 대표적인 국가로 2009년부터 ‘Marine Debris Monitoring and Assessment Project(MDMAP)’를 실시하고 있다.

70) 호주의 CSIRO(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)는 해양쓰레기를 모니터링하는 대표적인 연구기관으로, 미국 NOAA의 모니터링 자료를 분석한 바 있다.

제2절 수영강 실태조사

1. 기본 현황

1) 하천 현황

수영강은 부산광역시, 기장군, 양산시를 관류하는 26.4km의 하천이다. 수영강은 낙동강수계에 포함되며, 유역면적은 200.1km²이다. 2019년 12월에 국가하천으로 변경되었으며, 이전에는 부산시청에서 관리하였다.

〈표 4-2〉 수영강 기초 현황

하천 연장	유로 연장	유역면적 (km ²)	등급	행정구역	구간	
					기점	종점
26.4km	28.68km	200.1	국가 하천	부산광역시 경상남도	부산시 기장군 정관면 월평리	부산시 수영구 민락 동 339 수영1호교

주 : 하천연장은 「하천법」에 의거하여 지정된 구간의 길이를 뜻하고, 유로연장의 하천의 발원지부터

종점까지 전체 구간의 길이이다. 유로연장은 항상 하천연장보다 길다

자료: 국토교통부, 하천일람

수영강은 기점에서 회동수원지까지 구간을 상류로, 회동수원지 이후부터 종점까지를 하류로 구분한다. 혹은 부산시 상수도사업본부가 관리하는 회동수원지 구간을 상류로 분리하기도 한다. 〈표 4-3〉은 수영강 상류와 하류의 유역면적과 본류 및 지류의 길이이다.

수영강 하류는 상류에 비해 유로연장은 1/2 수준으로 짧으나, 유역면적 및 지류의 길이는 큰 차이가 없다. 즉, 수영강 하류로 이어진 지류인 동래천, 온천천, 석대천의 유역면적이 넓다. 이들 하천은 인구가 밀집된 동래구, 연제구, 수영구를 관류한다.

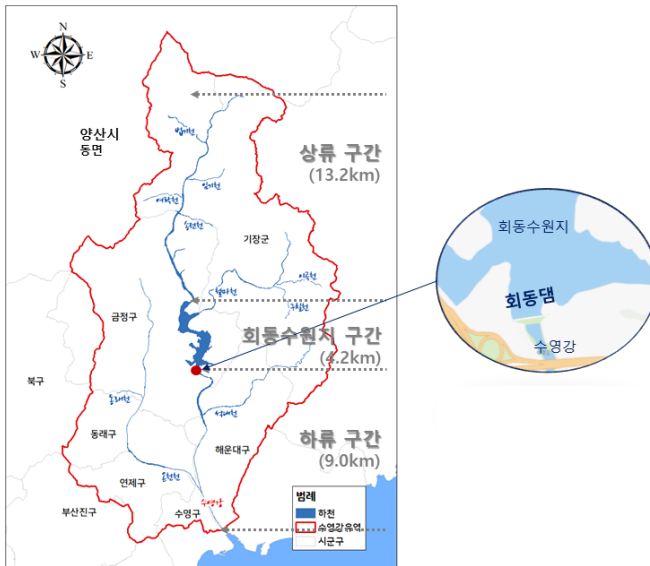
〈표 4-3〉 수영강 하천 밀도

하천 구분		유역면적	유로연장	본류 및 지류 길이	지류 개소수	하천밀도
수영강	상류	99.67km ²	19.7km	54.1km	7개	0.54
	하류	100.39km ²	9.0km	48.4km	3개	0.48
	합계	200.06km ²	28.7km	102.5km	10개	0.51

주: 하천밀도란 본류와 지류 길의 합계를 유역면적으로 나눈 값임

자료: 부산광역시(2014), 수영강 하천기본계획

〈그림 4-5〉 수영강 현황도



자료: 저자 작성

위의 수영강 유역 현황도를 살펴보면, 회동수원지와 수영강 하류 사이에 댐이 조성되어 있다. 회동수원지는 부산시민의 식수로 공급 되기 때문에 평상시 물관리가 잘되고 있다고 여겨진다. 수문을 열지 않을 경우 상류에서 발생한 쓰레기가 하류로 거의 내려오지 않을 것

이다. 회동댐 수문을 열지 않는 시기에 해양 유입 쓰레기의 발생지는 수영강 하류의 유역이다.

집중호우 혹은 태풍 시기에는 수위 조절을 위하여 댐의 수문을 연다. 이때 바람이나, 상류 혹은 지류 하천을 통해서 유입된 수면 혹은 수중의 쓰레기가 일시에 수영강 하류로 이동할 것이다.

2) 유역 현황

(1) 행정구역 및 인구

수영강 유역은 부산광역시 부산진구, 동래구, 해운대구, 금정구, 연제구, 수영구 등 7개 군, 기장군 철마면, 정관면, 그리고 경상남도 양산시 동면에 위치한다. 즉, 수영강은 2개 시·도, 8개 시·군·구, 3개 읍·면·동을 관류한다.

수영강 유역의 인구는 <표 4-4>와 같이 총 99만 9,179명이다. 인구는 시·군·구의 주민등록인구에 해당 시·군·구 면적 대비 유역면적의 비중을 곱하여 구하였다.

시·군·구별 인구 분포는 유역면적이 넓고, 인구밀도가 높은 동래구가 27.2%로 가장 많고, 이어서 금정구 24.6%, 연제구 20.6%, 해운대구 19.4% 순으로 많다. 그 외 부산시 기장군, 부산진구, 북구, 양산시의 인구 비중은 1% 미만에 불과하다.

수영강 유역의 시·군·구별 인구 구성비는 해양 유입 쓰레기 중 생활계 쓰레기의 발생지, 혹은 발생원 관리에 활용될 수 있다.

〈표 4-4〉 수영강 유역 행정구역 및 인구 현황

행정구역		유역면적		인구 밀도 (명/km ²)	유역인구	
		km ²	%		명	%
경상남도	양산시	20.75	10.4%	731	1,137	0.1%
부산광역시	금정구	56.98	28.5%	3,795	246,286	24.6%
	기장군	62.87	31.4%	766	10,239	1.0%
	동래구	16.85	8.4%	16,100	271,672	27.2%
	부산진구	0.47	0.2%	12,313	316	0.0%
	북구	0.30	0.1%	7,609	752	0.1%
	수영구	4.21	2.1%	17,437	68,479	6.9%
	연제구	12.21	6.1%	17,260	206,172	20.6%
	해운대구	25.42	12.7%	8,055	194,126	19.4%
합 계		200.06	100.0%	-	999,179	100.0%

주: 2017년 기준

자료: 저자 작성

(2) 토지이용 현황

수영강 유역의 토지이용 현황은 〈표 4-5〉 및 [그림 4-6]과 같다. 수영강 유역은 산림지역이 58.1%, 시가지지역이 21.5%를 차지한다. 그 외 초지 7.8%, 농경지가 6.9%이고, 나머지는 5% 미만이다.

산림지역은 해양 유입 쓰레기 중 초목류 쓰레기의 발생지이고, 시가지는 생활쓰레기의 발생지이다. 시가지지역은 건물이나 포장 등으로 빗물이 스며들지 못해 불투수율(runoff coefficient)이 높다. 수영강 유역은 도로로 포장된 교통지역이 11.4%로 많은 비중을 차지하고 있다.

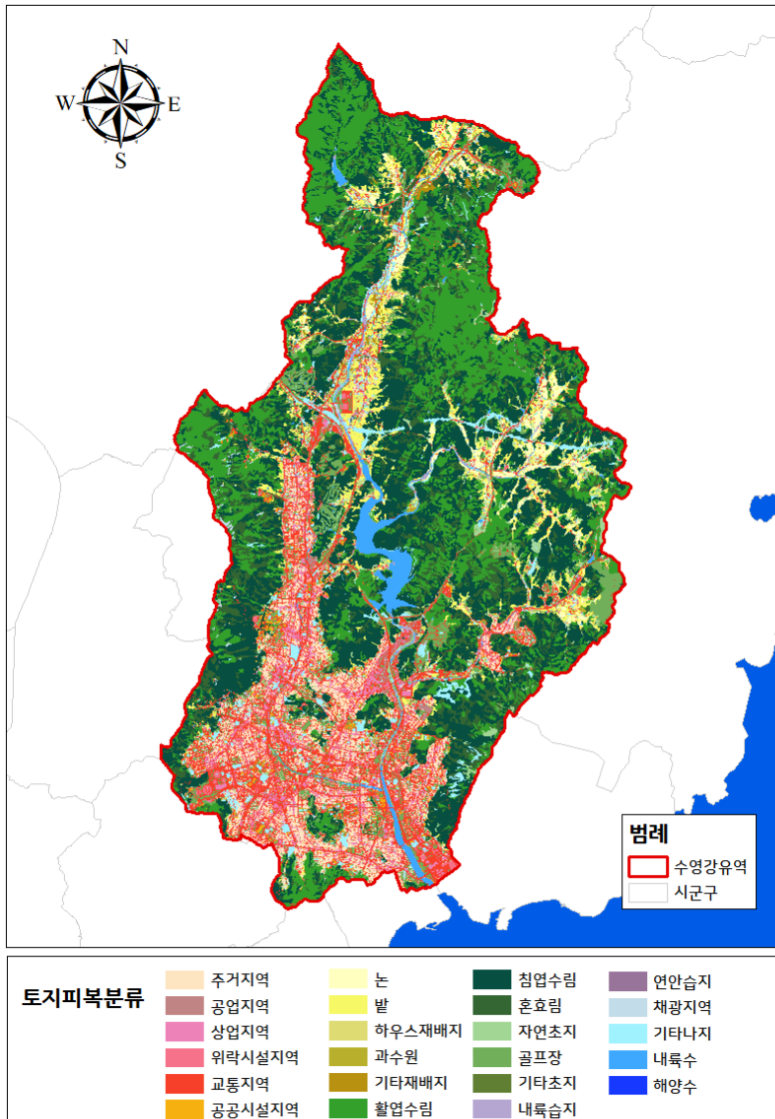
〈표 4-5〉 수영강 유역 행정구역 및 인구 현황

대분류	분류	면적 (km ²)	비중	
	중분류			
시가지	주거지역	10.74	5.4%	21.5%
	공업지역	0.65	0.3%	
	상업지역	6.31	3.2%	
	문화·체육·휴양시설	0.73	0.4%	
	교통지역	22.47	11.4%	
	공공시설지역	1.81	0.9%	
농업지	논	3.20	1.6%	6.9%
	밭	8.65	4.4%	
	시설재배지	0.77	0.4%	
	과수원	0.33	0.2%	
	기타재배지	0.72	0.4%	
산림지	활엽수림	41.45	21.0%	58.1%
	침엽수림	51.59	26.1%	
	혼효림	22.17	11.2%	
초지	자연초지	3.39	1.7%	7.8%
	인공초지	12.02	6.1%	
습지	내륙습지	0.85	0.4%	0.4%
나지	자연나지	0.39	0.2%	3.4%
	기타나지	5.62	2.8%	
수역	내륙수	3.71	1.9%	1.9%
합 계		197.54	100%	100%

자료: 저자 작성

[그림 4-6]을 살펴보면 수영강 하류를 관류하는 동래천, 온천천 주변으로는 생활쓰레기의 주요 발생지인 시가지가 발달해 있다. 초목류 쓰레기의 발생지인 산림지역은 회동 수원지 주변과 금정구, 북구, 기장군, 북구에 넓게 분포해 있다. 수영강 상류인 양산시, 기장군, 금정구는 농경지가 발달해 있다.

〈그림 4-6〉 수영강 유역 토지이용 현황도



자료: 환경부 토지피복분류(2019년 기준)을 활용하여 분석

3) 해양 유입 하천쓰레기 발생 현황

수영강을 대상으로 우기에 해양으로 유입되는 하천쓰레기를 조사하거나 실태를 파악한 자료는 없다. 하지만 수영구청, 해운대구청에 따르면 집중호우 및 태풍 발생 직후에 우동항, 광안리해수욕장으로 쓰레기가 유입된다고 한다. 이에 하천쓰레기 유입 지점인 우동항과 광안리해수욕장을 대상으로 실태를 살펴보고자 한다.

〈그림 4-7〉 우동항, 광안리해수욕장 위치도



자료: 네이버 지도, <https://map.naver.com>(검색일: 2020. 6. 1)

(1) 우동항

우동항은 수영강 말단에 위치하고 있어 항내로 하천쓰레기가 유입된다. 우동항을 이용하는 우동어촌계 어업인들은 태풍이나 기록적인 폭우뿐만 아니라 평년의 소나기 정도의 비에도 다량의 쓰레기가 유입된다고 한다.

비 온 후 우동항에 쌓인 쓰레기는 [그림 4-8]과 같이 초목류가 많고, 비중(specific gravity)이 낮은 플라스틱 재질의 생활쓰레기가 많다.

〈그림 4-8〉 우동항 유입 하천쓰레기 사진



자료: 우동어촌계

(2) 광안리해수욕장

바다로 유입된 다량의 쓰레기 중 일부는 조류와 파도의 영향으로 광안리해수욕장으로 밀려온다. 이러한 상황은 부산시가 태풍의 영향권에 있었던 2016년, 2019년에 수거한 광안리해수욕장의 수해쓰레기 수거 실적을 통해서 확인할 수 있다. 2016년에는 138톤, 2019년에는 473톤을 수거하였다.

한편, 2017년에는 태풍 피해는 없었으나, 하루 동안 131.1mm의 비가 집중적으로 내려서 수해쓰레기가 발생하였다.

〈표 4-6〉 광안리해수욕장 수해쓰레기 수거 현황

연도	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
수해쓰레기(톤)	-	138.1	26.3	-	473.4
부산 영향 태풍	-	차바	-	콩레이, 리피	미탁, 다나스, 플란시스코,

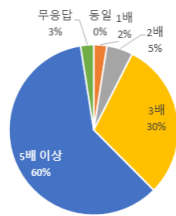
주: 2015년, 2018년에 수해쓰레기는 10톤 미만으로 발생하여 집계하지 않음

자료: 수영구청 자원순환과 내부자료

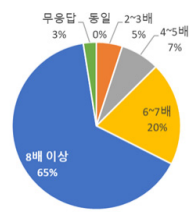
[그림 4-9]는 수영구청의 공공쓰레기 수거자 40명을 대상으로 설문한 결과이다. 집중호우는 평상시보다 해안쓰레기가 5배 이상 발

생한다고 60%가 응답하였다. 지난해 다나스 태풍 시기에 평상시의 8배 이상의 해안쓰레기가 발생하였다고 응답하였다.

〈그림 4-9〉 수영구청 공공쓰레기 수거자 대상 설문 결과 1



〈지난 5년간 집중호우기 해안쓰레기 증가량〉

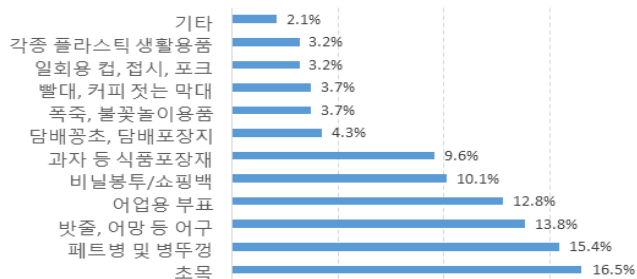


〈2019년 다나스 태풍 시 해안쓰레기 증가량〉

자료: 저자 작성

수해쓰레기 성상은 초목류, 페트병 및 병뚜껑, 어망 및 부표, 비닐 봉투 및 쇼핑백, 식품포장재 순으로 응답 비율이 높았다. 이 중 해상 기인인 어망 및 부표를 제외한 쓰레기의 상당량은 하천을 통해 유입 되었을 것으로 예상된다.

〈그림 4-10〉 수영구청 공공쓰레기 수거자 대상 설문 결과 2



자료: 저자 작성

2. 해양 유입 하천쓰레기 현장조사

1) 조사 위치

모니터링은 우천시 수영강을 통해 해양으로 유입되는 육상쓰레기의 특성을 파악하기 위한 것으로 수영강 하구에 위치한 민락교(수영 1호교) 하류(#1), 우동항(#2), 부산조종면허시험장 인근(#3), 수영교(수영1호교) 인근(#4)에서 이루어졌다.

〈그림 4-11〉 수영강 모니터링 위치



자료: 저자 작성

2) 현장조사 방법

(1) 수영강 수중쓰레기

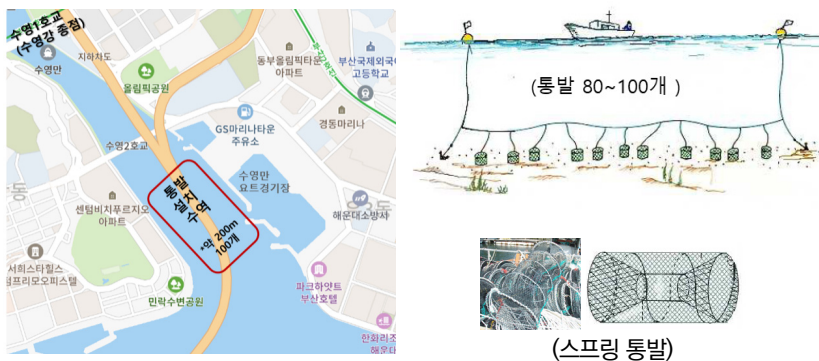
수영강은 유량이 많아서 시간적, 비용적 측면에서 본 사업에서는 차단막을 설치할 수 없었다.⁷¹⁾ 대신, 통발을 설치하여 수중으로 유입

71) 수영강에 적합한 차단막을 설치하기 위해서는 기술적 검토가 필요하고, 비용이 많이 소요된다.

되는 하천쓰레기를 조사하였다.

통발은 수영2호교 인근에 우동어촌계의 협조를 받아 설치하고자 한다.⁷²⁾ 「하천법」에 의한 수영강의 종점인 수영1호교 하단부에서 통발어업이 가능하다. 연안어업에서 통발은 로프에 80~100개의 통발을 연결하여 닻으로 고정하고, 부표로 위치를 표시한다. 통발은 조류의 흐름에 따라 조구⁷³⁾로 쓰레기가 쉽게 들어갈 수 있는 스프링 통발을 이용하고자 한다.

〈그림 4-12〉 수영강 수중쓰레기 현장조사 위치 및 통발 설치 모식도



자료: (좌) 네이버 지도, <https://map.naver.com>(검색일: 2020. 5. 30),

(우) 수산업법 시행령 [별표 1의2] 「어업별 어구의 규모·형태·사용량 및 사용법」

72) 수영강 하구는 하천구간에 속하지 않아 해수면 어업이 가능한 구역이어서 부산시청으로부터 연안 통발어업을 허가받은 우동어촌계 소속 어업인의 협조를 받아 통발을 설치하였다.

73) 통발의 입구를 지칭한 것으로, 조구를 통해서 물고기 등이 통발로 들어가지만 나오지는 못한다.

〈표 4-7〉 수영강 수중쓰레기 현장조사 방법

통발 개수	총 85개 통발 설치 후 52개 회수, 33개 유실	
채집 기간	2020년 7월 3~16일(13일간)	
수심	4~6m	
줄 길이	300m	
통발 규격	지름: 33cm, 길이: 65cm(오차범위: ±1~2cm), 그물코: 1.5cm	
조사 내용	회수한 52개 통발 중 10개 통발 무작위 선택 선택된 10개 통발 내 수중쓰레기 분류작업	

자료: 저자 작성

(2) 우동항 내 쓰레기

수영강 하구에 위치한 우동항 내로 유입된 하천쓰레기 실태를 파악하기 위하여 선착장 슬립웨이 지점의 표착쓰레기와 우동항 접안면 수면쓰레기를 조사하였다.

슬립웨이에서는 전체 10m×10m 넓이 내에 1m×1m 방형구(1m²)를 따로 설치하여 조사정점에 있는 대표 쓰레기 표본 추출을 하였다. 이를 국가 해안쓰레기 모니터링 방법을 적용하여 조사하였다. 그리고 수면쓰레기는 사진 촬영 후 사진 내 쓰레기를 판독하였다.

〈표 4-8〉 우동항 수중쓰레기 현장조사 방법

조사 지역	슬립웨이(선박 수리 후 입수 가능한 경사)(옆 사진 #2-1)	
조사 내용	1m × 1m (㎡) 방형구로 지역 내 대표 쓰레기 표본 추출 국가 해안쓰레기 모니터링 방법 적용(개수, 무게, 유형 조사)	
조사 지역	우동항 선박 접안면 수면쓰레기(옆 사진 #2-2)	
조사 내용	사진 촬영 후, 사진 속 수면쓰레기 판독 판독 가능한 쓰레기만 개수 측정	

자료: 저자 작성

(3) 수영강변 표착쓰레기

수영강변 석축 일대에 표착된 수면쓰레기는 육안 관찰과 사진 촬영을 진행하였고, 인근 거주민 면담을 통해 쓰레기의 거동과 시기 등을 확인하였다.

〈표 4-9〉 우동항 수중쓰레기 현장조사 방법

조사 지역	부산조종면허시험장 인근 석축(옆 사진 #3) 수영교 아래 인근 석축(옆 사진 #4)	
조사 내용	수영강변에 표착되는 쓰레기, 수면 쓰레기 관찰 사진 촬영 인근 주민 면담조사	

자료: 저자 작성

3) 수영강 수중쓰레기 현장조사 결과

모니터링은 우기와 평상시 상황을 비교하기 위하여 1차 조사는 비 오기 전에 설치하여 비가 내린 후 수거하였다. 2차 조사는 비가 오지 않는 시기에 설치 및 수거하였다.

(1) 1차 조사결과

설치된 85개 통발 중 52개만이 수거되어 61.2%의 통발이 수거되었다. 통발이 설치된 기간 중 강수량이 100mm가 넘는 날씨가 1회, 200mm가 넘는 날씨가 1회 발생했기 때문에 통발이 강물에 휩쓸려 떠내려간 것으로 예상된다.

수거된 52개 통발 중 무작위로 10개의 통발을 선정하여 ‘국가 해안쓰레기 모니터링 조사’ 방법에 따라 쓰레기를 분류하고 개수와 무게를 측정하였다. 강을 따라 종단으로 설치된 배치상 상류 쪽에서 수거한 통발 20여 개는 심한 악취를 풍기는 오니가 다량 섞여 있어 전체 통발을 대상으로 한 조사가 어려운 여건이었다. 이에 무작위로 10개의 통발을 선정하여 쓰레기 조사를 실시하였다.

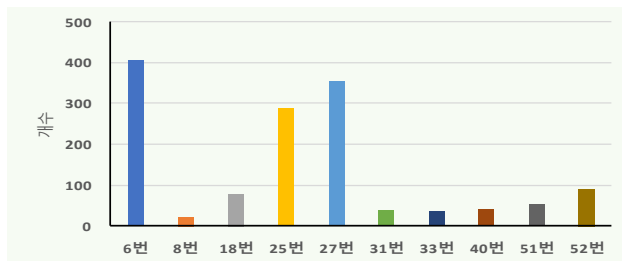
해안쓰레기를 재질별로 플라스틱, 종이, 목재, 금속, 천연 섬유, 유리, 고무, 기타(+혼합재질) 등 8개 항목으로 분류하였다. 플라스틱을 제외한 쓰레기는 재질별로 개수와 무게를 측정하여 기록하였다. 성상별로 분류하는 과정에서 용도를 알 수 있는 쓰레기는 세분된 항목에 따라 분류하며 용도를 알 수 없는 쓰레기는 파편으로 분류하였다. 이와 같은 과정으로 분류하면 플라스틱은 성상별 파편을 포함하여 37개 항목으로 분류된다. 플라스틱의 개수는 37개 세분된 항목별로 측정하며, 무게는 다른 재질별 쓰레기와 마찬가지로 플라스틱 전체

무게를 측정하였다.

그 결과, 조사된 전체 쓰레기의 개수는 총 1,112개였다. 재질별로는 플라스틱이 1,109개를 기록하여 전체의 99.7%를 차지하였다. 이어서 금속이 2개, 고무가 1개를 기록하여 각각 0.2%, 0.1%를 차지하였다. 플라스틱의 경우 필름형이 1,082개로 플라스틱 전체의 97.6%를 차지하였다. 그리고 플라스틱 파편과 비파편은 각각 905개, 204개로 81.6%, 18.4%를 차지하였다.

강을 따라 종단으로 설치된 배치를 고려할 때 위쪽에서 수거한 통발의 쓰레기가 더 많을 것으로 예상된다. 이를 입증하기 위해서는 보다 정밀한 조사가 요구된다.

〈그림 4-13〉 수중쓰레기 위치별 개수 분포



주 : 낮은 번호일수록 강 위쪽 배치

자료: 저자 작성

〈그림 4-14〉 수중쓰레기 시료 채취 현장 사진

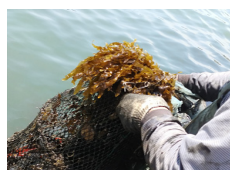


자료: 저자 작성

〈표 4-10〉 1차 조사, 수중쓰레기 개수 및 무게

분류	항목	개수(개)	무게(g)
플라스틱	경질형	각종 뚜껑	2
		파편	1
	섬유형	담배꽂초	1
		끈	1
	필름형	음식포장	199
		파편	882
		기타	1
	기타	파편	22
고무		1	1
목재		0	0
유리		0	0
금속		2	32
천연섬유		0	0
종이		0	0
혼합재질		0	0
합계		1112	961

〈그림 4-15〉 1차 조사, 수중쓰레기 사진



(2) 2차 조사결과

횡으로 50개, 종으로 50개 설치된 100개 통발 전부를 수거하였다. 수거된 100개의 통발 중 무작위로 16개의 통발을 선정하여 1차와 동일하게 ‘국가 해안쓰레기 모니터링 조사’ 방법에 따라 쓰레기를 분류하고 개수와 무게를 측정하였다.

횡으로 설치된 통발에서 10개를 무작위로 뽑아 쓰레기를 분석하였다. 10개의 통발 중 6개의 통발에서만 쓰레기가 수거되어 60%의 쓰레기 수거율을 보였다. 재질별로는 플라스틱이 132개를 기록하여 전체의 95.0%를 차지하였다. 플라스틱 성상별 조사결과 필름형이 87개를 차지하여 플라스틱 전체의 65.9%, 경질형 플라스틱이 32개로 24.2%를 차지하였다. 플라스틱 중 파편과 비파편은 각각 38개, 94개로 28.8%, 71.2%를 차지하였다.

종으로 설치된 50개의 통발 6개를 무작위로 뽑아 쓰레기를 분석하였다. 6개의 통발 중 5개의 통발에서만 쓰레기가 수거되어 83.3%의 쓰레기 수거율을 보였다. 재질별로는 플라스틱이 72개를 기록하여 전체의 96.0%를 차지하였다. 플라스틱 성상별 조사결과 필름형이 58개를 차지하여 플라스틱 전체의 80.6%를 차지하였다. 플라스틱 중 파편과 비파편은 각각 19개, 53개로 26.4%, 73.6%를 차지하였다.

〈그림 4-16〉 2차 조사, 수중쓰레기 사진



〈표 4-11〉 2차 조사, 수중쓰레기 개수 및 무게

분류		항목	횡 설치 통발		종 설치 통발	
			개수(개)	무게(g)	개수(개)	무게(g)
플라 스틱	경 질 형	각종 뚜껑	1	928	0	56
		일회용 접시, 손가락 빨대	1		0	
		음식용 포장용기	3		0	
		기타 플라스틱 제품	13		1	
		장난감, 인형, 오락용품, 사무용품	0		1	
		파편	14		9	
	발 포 형	기타	1		0	
	섬 유 형	옷, 천, 장갑, 양말, 이불 등	2		0	
		파편	8		2	
		기타	2		0	
	필 름 형	비닐봉지	1		0	
		포장지(라면 봉지, 과자봉지 등)	44		33	
		파편	16		7	
		기타	26		18	
	기 타	파편	0		1	
고무			6	na	0	0
목재			0	0	0	0
유리			0	0	0	0
금속			1	na	0	0
천연 섬유			0	0	2	na
종이			0	0	1	na
혼합재질			0	0	0	0
합계			139		75	

자료: 저자 작성

횡으로 설치된 통발과 종으로 설치된 통발의 쓰레기 수거율은 각각 60%, 83.3%로 다른 양상을 보였다. 통발당 쓰레기 개수는 횡이 23.6개/통, 종이 15개/통으로 횡에서 더 높았다.

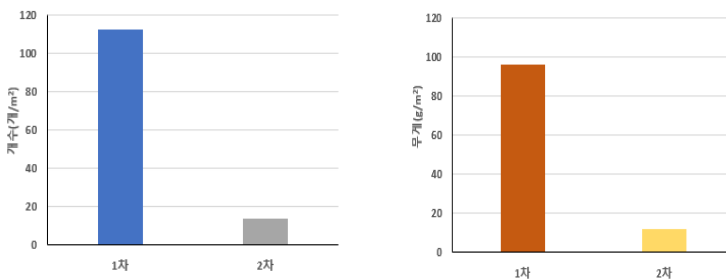
재질별 쓰레기 분포는 플라스틱이 횡 방향 설치와 종 방향 설치에서 각각 95%, 96%로 압도적으로 높은 비율을 차지하였다. 성상별 분포는 두 배치 모두에서 필름형, 경질형, 섬유형 순이었고, 플라스틱 파편과 비파편의 비율은 두 배치 모두에서 비파편의 비율이 더 높았다.

다. 1차와 2차 결과 비교

1, 2차 조사결과를 단위 통발당 비교하면 1차 조사 쓰레기량이 2차에 비해 개수 기준으로 8.4배, 무게 기준으로 8.3배 높았다.

이러한 결과는 1차 조사의 경우 조사기간 중 폭우가 쏟아진 점과 통발 설치시간이 2차에 비해 길었던 점에 기인한 것으로 추정되나 정확한 원인을 알아보기 위해서는 보다 정밀한 조사가 시행되어야 할 것이다.

〈그림 4-17〉 1차와 2차 조사결과 비교



자료: 저자 작성

4) 우동항 접안면 수면쓰레기 현장조사 결과

우동항 접안면 수면은 평상시에는 쓰레기가 없어서 우기에만 실시하였다. 우동항 수면쓰레기는 접안면을 16구간으로 나누어 사진 촬영한 후 떠 있는 쓰레기를 판독하여 국가 해안쓰레기 모니터링 방법에 준하여 개수를 파악하였다.

조사된 전체 쓰레기의 개수는 총 276개였고, 재질별로는 플라스틱이 260개를 기록하여 전체의 94.2%를 차지하였다. 다음으로는 기타 6개, 목재 5개, 금속 3개, 고무 2개를 기록하여 각각 2.2%, 1.8%, 1.1%, 0.7%를 차지하였다.

플라스틱 성상별 조사결과 필름형이 166개로 플라스틱 전체의 63.8%를 차지한다. 다음으로는 발포형 플라스틱이 18.5%를 차지하였다. 플라스틱 중 파편과 비파편은 각각 260개, 100개로 61.5%, 38.5%를 차지한다.

〈그림 4-18〉 우동항 수면쓰레기 사진



자료: 저자 촬영

〈표 4-12〉 우동항 수면쓰레기 개수 및 무게

분류	항목	개수(개)
플라 스틱	각종 뚜껑	16
	일회용 접시, 숟가락, 빨대	2
	음식용 포장용기	5
	포장용 밴드	1
	파편	1
	스티로폼 식품용기	4
	담배꽂초	10
	파편	2
	끈	1
	밧줄	1
	파편	44
	음식 포장	3
	파편	3
	기타	2
	파편	47
고무		11
목재		106
유리		1
금속		2
천연 섬유		5
종이		0
혼합재질		3
합계		0

5) 우동항 슬립웨이 쓰레기

우동항 슬립웨이는 우기와 평수기 상황을 비교하기 위하여 두 차례 실시하였다.

(1) 1차 조사

우동항 슬립웨이는 작은 선박의 수리소가 위치해 있다. 슬립웨이는 수리를 위한 선박이 수면으로 이동하도록 설치된 곳으로 수면이 상승할 때 쓰레기가 밀려와 쌓이는 곳이다.

이곳에 1m×1m 방형구(1㎡)를 설치하여 조사정점의 대표 쓰레기 표본조사를 실시하였다. 쓰레기는 국가 해안쓰레기 모니터링 방법에 준하여 조사하였다.

〈그림 4-19〉 우동항 슬립웨이 조사 정점 모습



자료: 저자 작성

조사된 전체 쓰레기 개수는 152개이다. 재질별로는 플라스틱이 150개를 기록하여 전체의 98.6%를 차지하였다. 다음으로는 유리가 1개, 고무가 1개를 기록하여 각각 0.7%를 차지하였다.

플라스틱 성상별 조사결과 필름형이 105개를 차지하여 플라스틱 전체의 70.0%, 경질형 플라스틱이 20.0%를 차지하였다. 플라스틱 중 파편과 비파편은 각각 99개, 51개로 66.0%, 34.0%를 차지하였다.

(2) 2차 조사

우동항 슬립웨이 쓰레기 조사방법과 쓰레기 분류방법은 1차 조사와 동일하다. 재질별로는 플라스틱이 186개를 기록하여 전체의 94.4%를 차지하였다. 플라스틱 성상별 조사결과 경질형이 109개를 차지하여 플라스틱 전체의 58.6%를 차지하였다. 플라스틱 중 파편과 비파편은 각각 138개, 48개로 74.2%, 25.8%를 차지하였다.

〈표 4-13〉 우동항 슬립웨이 쓰레기 개수 및 무게

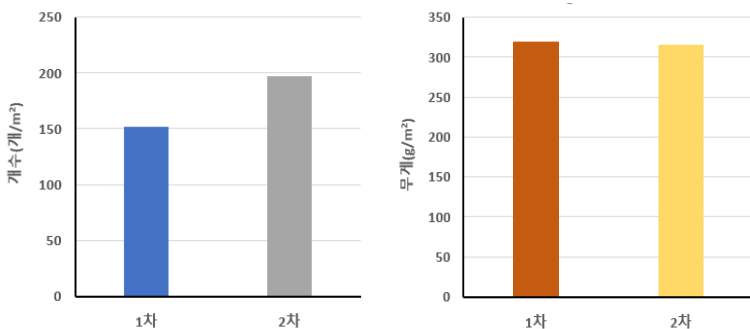
분류	항목	1차 조사		2차 조사	
		개수(개)	무게(g)	개수(개)	무게(g)
플라 스틱	경질형	음료수병, 각종 뚜껑	6	7	162
		일회용 접시, 손가락, 빨대 등	4	8	
		음식용 포장용기	1	0	
		포장용 밴드	1	0	
		스티로폼 식품용기	2	0	
		장난감, 인형, 오락용품, 사무용품	0	2	
		라이터	0	2	
		가짜미끼, 형광찌, 낚시 미끼통	0	1	
		파편	18	89	
	발포형	담배꽂초	1	2	162
		파편	4	45	
		기타	0	8	
	섬유형	끈(노끈, 포장용 끈)	3	0	162
		밧줄(꼬인 것, 어업용)	3	4	
		파편	1	0	
		기타	0	2	
	필름형	포장지	28	9	162
		파편	75	4	
		기타	2	3	
	기타	파편	1	0	162
고무		1	6	1	2
금속		0	0	8	128
유리		1	120	2	24
합계		152	320	197	316

자료: 저자 작성

(3) 1차와 2차 결과 비교

우동항 슬립웨이의 쓰레기 조사결과 개수 기준으로는 2차가 1차의 약 1.3배였으며, 무게 기준으로는 1차와 2차의 차이가 거의 없었다. 이는 통발의 경우와 달리 노출시간의 영향을 받지 않았기 때문으로 추정되나 원인 추정을 위해서는 보다 정밀한 조사가 요구된다.

〈그림 4-20〉 1차와 2차 조사결과 비교



자료: 저자 작성

6) 수영강 수면쓰레기 조사

수영교 아래에 위치한 부산조종면허시험장 인근 강변 석축 일대에 표착된 수면쓰레기 조사는 사진을 촬영하여 이루어졌다. 수면에 떠 있는 쓰레기는 대부분 초목류이고, 플라스틱, 종이, 목재 쓰레기가 얹혀 있었다.

사진만으로는 개수 파악이 어려워 정량조사는 이루어지지 않았다. 부산조종면허시험장에 방문하여 면담을 실시한 결과 우천시 매일 사진으로 촬영된 것보다 더 많은 쓰레기가 밧줄에 걸린다고 한다.

〈그림 4-21〉 부산조종면하시험장 인근 수면쓰레기 사진



자료: 저자 작성

수영교 인근 수면쓰레기는 육안 조사를 통해 이루어졌다. 수영교 인근 석축물에 표착된 쓰레기는 간헐적으로 발견되었다. 석축물에 자연물과 얽혀 표착된 쓰레기가 불규칙적으로 발견되는 관계로 정량적인 조사는 이루어지지 않았다.

3 관리 주체 및 사업

1) 하천 관리

수영강은 2019년 12월 국가하천으로 변경되기 전까지 부산시청에서 관리하였고, 앞으로는 부산 지방국토관리청에서 담당하게 된다. 하지만 하천시설 관리 및 운영, 이용행위에 대한 허가사항 등은 각 군·구청에 위임하였다.

〈표 4-14〉 수영강 분류 및 지류 관리조직

관리 기관	관련 부서	관리행위
부산 지방국토관리청	하천국	하천관리 전반
양산시, 8개 부산 시·군·구	하천관리 부서	하천시설 관리 및 운영, 이용행위 허가

자료: 부산지방국토관리청과 해당 시·군·구청 홈페이지를 참고하여 저자 작성

제방은 하천 주변부의 쓰레기가 집중호우기에 하천으로 유입되지 않도록 예방하는 효과가 크다. 수영강 하류는 해당 구간의 73.7%에 제방 조성을 완료하였고, 상류는 완전 제방 구간이 41.6%로 낮다.

상류는 하천정비사업의 추진이 미진하여 제방이 없거나 개수율이 낮은 구간이 존재한다. 이 지역은 집중호우 시기 범람 위험이 높기 때문에 쓰레기 유입이 우려된다.

반면, 도시하천 구간인 수영강 하류는 전 구간 제방이 설치되어 있다. 따라서 우기에 하천 인접지역에서 직접 유입되는 쓰레기는 많지 않을 것이다. 다만 하천변으로 산책로 및 공원이 조성되어 있어 주민 편의공간 이용 중에 투기되는 쓰레기가 일부 있을 것으로 예상된다.

〈표 4-15〉 수영강 하천 개수 현황

구분	요개수 양 안(m)	완전 개수		불안전 개수		미개수	
		연장(m)	비율(%)	연장(m)	비율(%)	연장(m)	비율(%)
수 상류	24,259	10,084	41.6	12,830	52.9	1,345	5.5
영 하류	15,938	11,746	73.7	4,192	26.3	-	-
강 전체	40,197	21,830	54.3	17,022	42.3	1,345	3.4

주: 1) 요개수: 제방 설치가 필요한 구간의 연장이며, 완전개수불안전개수미개수 구간 연장의 합이다

2) 완전개수: 완성제방의 연장을 의미한다

3) 불안전개수: 제방은 있으나 완성제방에 미달하여 단면의 보강이 필요한 제방의 연장을 의미한다

자료: 부산광역시(2014), 수영강 하천기본계획

2) 회동수원지 관리

회동수원지는 하천관리청이 아닌 부산시 상수도사업본부에서 관리한다. 수원지 시설관리, 수질관리, 댐 수문 등을 관리한다.

회동수원지 유역의 88.5km²는 '상수원보호구역'으로 지정하여 관리하고 있다. 명정정수사업소는 연 5,000만 원의 예산을 투입하여 보호

구역의 환경을 관리하고 있다.

〈표 4-16〉 회동수원지 및 댐 관리조직

관리 기관	관련 부서	관리행위
부산 상수도사업본부	시설부, 급수부	수질, 시설, 댐 수문
	명장정수사업소	상수원보호구역 환경관리

자료: 부산 상수도사업본부 홈페이지를 참고하여 저자 작성

회동수원지 댐은 부산시민의 식수 공급을 위하여 1946년에 준공되었으며, 유효저수량은 1,515만 3천㎥이고, 취수능력은 1일 34만㎥이다. 수원지 댐의 유역면적은 93.9㎢로 넓은 편이다.

〈표 4-17〉 회동수원지 댐 현황

유역면적 (㎢)	만수 면적 (ha)	제당 길이 (m)	유효저수량 (천㎢)	취수능력 (㎥/일)
93.9	217.1	174	15,153	340,000

자료: 부산광역시(2014), 수영강 하천기본계획

3) 하천쓰레기 관리 주체 및 사업

앞서 살펴본 수영강 유역의 토지 이용 현황, 인구 현황을 고려할 때 수영강의 하천쓰레기는 초목류, 영농쓰레기, 생활쓰레기로 구성될 것으로 예상된다. 영농쓰레기는 갈수기인 봄철에 주로 발생하기 때문에 하천으로 유입되는 양은 많지 않을 것으로 예상된다.⁷⁴⁾

〈표 4-18〉에서 보듯이 하천쓰레기는 해당 시·군·구청에서 관리한다. 하지만 담당부서는 자원순환과, 일자리경제과, 산림과 등 다양하다. 이를 통해 수영강 쓰레기 관리를 위해서는 9개 기초지자체 소속

74) 실제, 수영구청 공공쓰레기 수거자를 대상으로 한 설문에서는 영농쓰레기를 선택한 사람이 거의 없었다.

의 여러 부서와의 협력이 필요하다는 것을 알 수 있다.

〈표 4-18〉 기관별 관리대상 하천쓰레기 및 관리조직

구분	관리기관	관련 부서	주요 관리대상
상류	부산 지방국토관리청	하천국	하천 전반
	경남 양산시	산림과	영농쓰레기
	부산 북구	청정녹지과	초목류
	부산 기장군	친환경농업과, 산림공원과	영농쓰레기, 초목류
	부산 금정구	자원순환과, 일자리경제과, 공원녹지과	생활쓰레기, 영농쓰레기, 초목류
하류	부산 동래구	청소과	생활쓰레기
	부산 부산진구	청소행정과	생활쓰레기
	부산 연제구	자원순환과	생활쓰레기
	부산 수영구	자원순환과, 일자리경제과, 건설과	생활 및 해양쓰레기 하천시설, 하수도
	부산 해운대구	자원순환과, 일자리경제과(해양수산팀) 건설과	생활 및 해양쓰레기 하천시설, 하수도

자료: 저자 작성

해양 유입 하천쓰레기 중 가장 많을 것으로 예상되는 초목류의 경우 집중호우 및 태풍을 대비한 사업이 체계적으로 추진되고 있지 않다. 영농쓰레기와 생활쓰레기의 경우 「폐기물관리법」에 의거한 폐기물 관리체계에 따라 관리하고 있다.

수영강은 2019년까지는 지방하천으로 부산시청이 관리하였고, 2020년부터는 부산 지방국토관리청에서 관리한다. 하지만 하천시설 유지·관리 업무는 해당 구청에 위임한다. 해운대구청과 수영구청은 건설과에서 수영강의 유지·관리 업무를 담당한다. 하지만 하천쓰레기 수거 및 처리가 유지·관리 업무로 명확히 규정되어 있지 않고, 관련 예산도 없는 것으로 확인되었다.

제3절 길산천 실태조사

1. 기본 현황

1) 하천 현황

길산천은 유역면적 33.23km², 유로연장 12.65km인 지방하천이다. 「하천법」이 개정되기 전에는 시·군·구청에서 관리하는 지방2급 하천으로 분류된 소규모 하천에 해당되었다. 충청남도 서천군 시초면 후암동에 위치한 은곡소하천과 구동2리소하천 사이에서 발원하여 남동쪽으로 유하하다 봉선저수지를 거쳐서 금강으로 유입된다. 길산천 현황도는 [그림 4-22]와 같다.

〈표 4-19〉 길산천 기초 현황

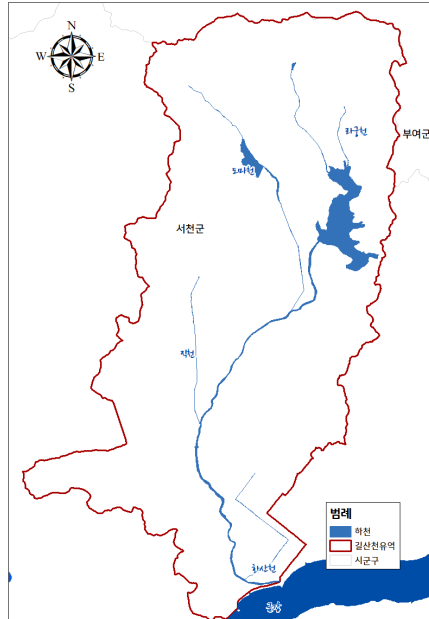
하천 연장	유로 연장	유역면적 (km ²)	등급	행정구역	구간	
					기점	종점
12.65km	12.65km	33.23	지방 하천	충청남도 서천군	충남 서천군 시 초면 후암동	충남 서천군 마서면 도삼리 망월1교

주: 하천연장은 「하천법」에 의거하여 지정된 구간의 길이를 뜻하고, 유로연장의 하천의 발원지부터

종점까지 전체 구간의 길이이다. 유로연장은 항상 하천연장보다 길다

자료 국토교통부, 하천일람

〈그림 4-22〉 길산천 현황도



자료: 저자 작성

2) 유역 현황⁷⁵⁾

(1) 행정구역 및 인구

길산천은 충청남도 부여군 1개 면, 서천군 8개 면을 관류한다. 유역의 인구는 〈표 4-20〉과 같이 1만 2,133명이다. 이는 시·군·구의 주민등록인구에 해당 시·군·구 면적 대비 유역면적의 비중을 곱하여 구하였다.

행정구역별 인구는 서천읍이 전체 유역인구의 40.2%를 차지하여 가장 많고, 그 외 기산면, 문산면, 시초면이 다소 많은 편이다. 이러

75) 하천기본계획.

한 인구 구성비로 볼 때, 해양 유입 쓰레기 중 생활계 쓰레기의 발생지는 주로 서천읍일 것으로 예상된다.

〈표 4-20〉 길산천 유역 행정구역 및 인구 현황

행정구역		유역인구	
		명	%
부여군	총화면	1	0.0%
서천군	기산면	1,627	13.4%
	마산면	887	7.3%
	마서면	1,491	12.3%
	문산면	1,354	11.2%
	서천읍	4,880	40.2%
	시초면	1,331	11.0%
	판교면	3	0.0%
	화양면	559	4.6%
합 계		12,133	100.0%

주: 2017년 기준

자료: 저자 작성

(2) 토지이용 현황

길산천의 유역 내 토지이용 현황을 살펴보면, 전체 면적 112.89㎢ 중 농경지가 44%, 산림이 32%로 대부분을 차지한다. 시가지역은 5.9%에 불과하여 농촌형 하천이다.

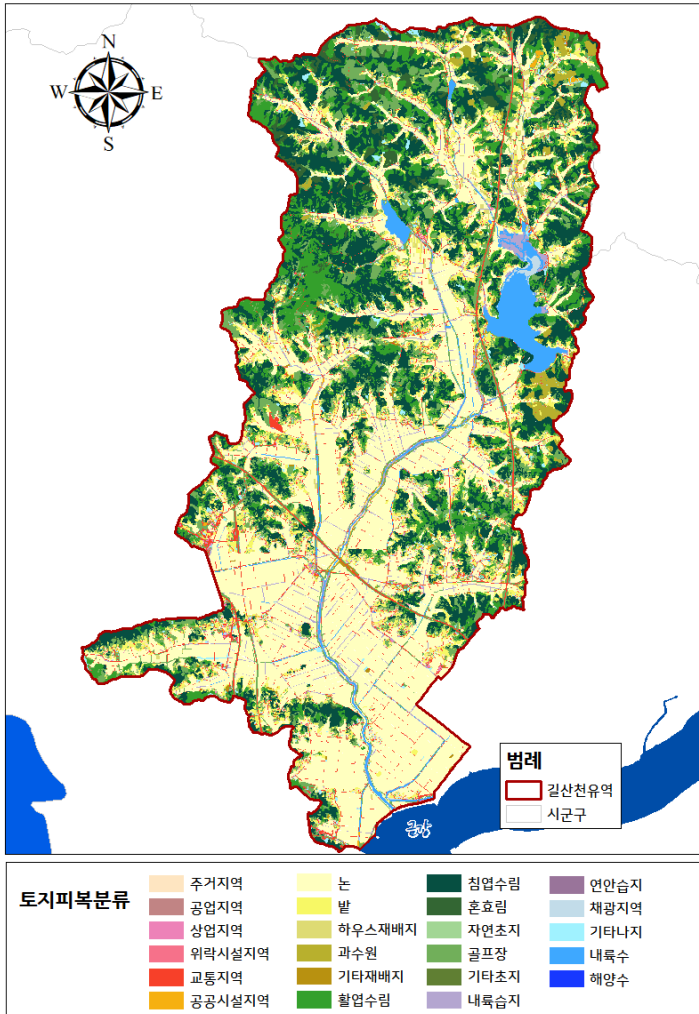
〈표 4-21〉 길산천 토지이용 현황

분류		면적(km ²)	비중	
대분류	중분류			
시가지	주거지역	1.47	1.3%	5.9%
	공업지역	0.01	0.0%	
	상업지역	0.37	0.3%	
	문화·체육·휴양시설	0.00	0.0%	
	교통지역	4.39	3.9%	
	공공시설지역	0.38	0.3%	
농업지	논	38.72	34.3%	44.0%
	밭	8.52	7.5%	
	시설재배지	0.85	0.8%	
	과수원	1.30	1.2%	
	기타재배지	0.30	0.3%	
산림지	활엽수림	12.77	11.3%	31.9%
	침엽수림	20.63	18.3%	
	혼효림	2.61	2.3%	
초지	자연초지	0.00	0.0%	12.5%
	인공초지	14.08	12.5%	
습지	내륙습지	2.19	1.9%	1.9%
나지	자연나지	0.15	0.1%	1.2%
	기타나지	1.26	1.1%	
수역	내륙수	2.87	2.5%	2.5%
합 계		112.89	100.0%	100%

자료: 저자 작성

[그림 4-23]을 살펴보면 길산천 상류는 산림지역이 분포하고 있으나, 하류는 농경지가 넓게 분포하고 있음을 알 수 있다.

〈그림 4-23〉 길산천 유역 토지이용 현황도



자료: 환경부 토지피복분류(2019년 기준)를 활용하여 분석

2. 해양 유입 하천쓰레기 현장조사

길산천은 금강 하구에 위치하고 있으나, 기존의 쓰레기 유입 관련 정보가 부족하다. 본 연구에서는 모니터링을 통해 쓰레기 유입 실태를 파악하고자 한다.

1) 조사 위치 및 방법

길산천우 말단부 망원1교 옆에 설치된 차단막에 걸려진 부유쓰레기를 수거하여 이를 샘플링 조사 및 분석(수면쓰레기의 종류, 개수, 무게 측정)하였다.

〈그림 4-24〉 길산천 해양 유입 하천쓰레기 현장조사 위치



자료: (좌) 네이버 지도, <https://map.naver.com>(검색일: 2020. 5. 30), (우) 저자 촬영

〈표 4-22〉 길산천 해양 유입 하천쓰레기 현장조사 방법

쓰레기 수거	차단막 아래 그물코에 정제된 수면쓰레기를 채집망을 통해 수거
분류 작업	인공물과 자연물의 대분류, 자연물의 종류 파악, 인공물의 종류와 개수, 무게 측정 및 기록(국가 해안쓰레기 모니터링 방법 적용)
조사 내용	차단막에 걸려진 수면쓰레기 일부를 샘플링하여 종류, 개수, 무게 분석

자료: 저자 작성

길산천 말단부에 차단막을 설치한 기간인 2019년 11월부터 2020년 6월까지 월별 강수량은 <표 4-23>과 같다.

2019년 11월과 2020년 6월에 100mm 이상의 비가 내렸으나, 그 밖의 달에는 내린 비의 양이 많지 않다. 한편, 길산천 차단막에 걸린 쓰레기는 1차로 6월 26일에 수거하였다.

<표 4-23> 차단막 설치기간 군산기상청 월별 강수량

구분	2019년		2020년						합계
	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	
강수량 (mm)	114.7	20.4	70.6	60.5	16.8	20.3	98.7	173.7	674.1
강수 일수	6일	7일	6일	11일	6일	4일	9일	13일	62일

자료: 기상청 홈페이지, https://www.weather.go.kr/weather/climate/past_cal.jsp(검색일: 2020. 6. 29)

2) 현장조사 결과

충남 서천군 청소 근로자들이 그물망 형태 뜰채를 이용하여, 쓰레기를 차단시설 다리 위로 올리고 이를 톤백에 담아서 수거한다. 1톤 마대에 담아 놓으면 차단막 근처에 차량 접근이 힘들어, 이를 수거차의 집게와 밧줄로 연결하고 끌어서 차량이 인접한 곳에서 분류하였다.

이들 수거된 쓰레기를 일부 샘플링하여 ‘국가 해안쓰레기 모니터링 조사’ 지침에 따라 분류하였다. 즉 쓰레기를 재질별로 플라스틱, 종이, 목재, 금속, 천연 섬유, 유리, 고무, 기타(+혼합재질) 등 크게 8개 항목으로 분류한다.

조사 당일 전체 수거된 대략적인 부피는 약 2~3㎥에 이른다. 성상은 자연물 초목류의 형태가 주를 이루고, 초목류에서도 굵기가 굵은

나무 재질보다는 인근 유역에 자생하는 갈대가 주로 수거되었다.

〈그림 4-25〉 길산천 차단막 쓰레기 현장조사 사진



자료: 저자 작성

수거된 일부 초목류 샘플의 젖은 무게와 건조 무게를 측정한 결과 고형성분은 29.6%(수분 함량은 70.4%)로 측정되었다. 자연물을 제외한 인공쓰레기 조사결과, 총 34개의 쓰레기가 분류되었다. 이 중 플라스틱의 개수는 29개였고, 기타(혼합재질)는 3개, 목재는 2개이고, 각각의 습식 무게는 2.244kg, 0.166kg, 0.864kg이다.

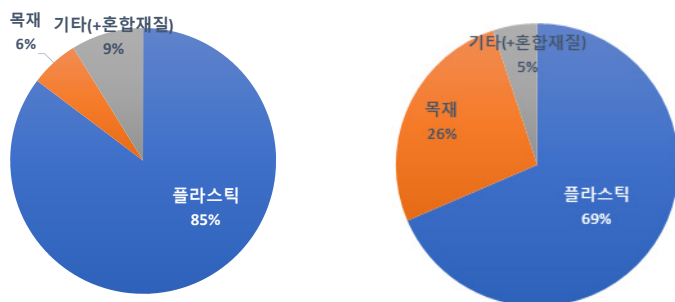
〈표 4-24〉 길산천 차단막 인공쓰레기 개수 및 무게

분류	항목	개수(개)	무게(kg)
플라스틱	경질형	음료수병, 각종 뚜껑	6
		라이터	1
		기타 플라스틱 제품, 상자, 바구니, 방수천막 등	5
		파편	4
	발포형	스티로폼 식품용기(음식물 포장용, 컵라면, 도시락, 과일포장 등)	1
		스티로폼 어상자	3
	섬유형	밧줄(꼬인 것, 어업용)	1
	필름형	비닐봉지	1
		포장지(라면 봉지, 과자봉지 등)	5
		파편	1
	기타	기타 플라스틱 제품	1
목재		나무젓가락, 아이스크림 막대, 나무 팔레트, 건축용 목재, 어업용/양식장용 목재, 꼬지 등	2
기타(+혼합재질)		가전제품, 차량부품, 도자기, 타일, 건전지, 양초 등	3
합계		34	3.274

자료: 저자 작성

전체 인공쓰레기 중 플라스틱의 개수 비율은 약 85%였고, 무게 비율은 약 69%로 플라스틱 재질의 쓰레기가 다수를 차지하였다.

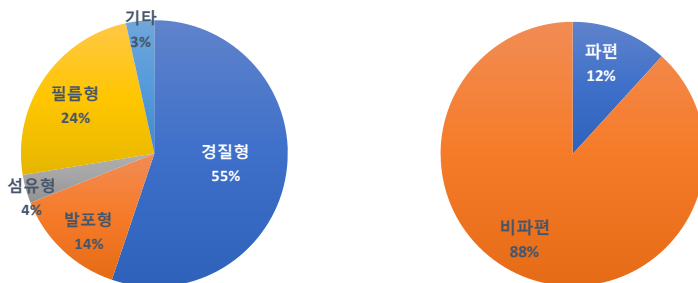
〈그림 4-26〉 길산천 차단막 쓰레기의 개수비율(좌)과 무게비율(우)



자료: 저자 작성

유형별 플라스틱 분류에서는 경질형(55%), 필름형(24%), 발포형(14%), 섬유형(4%), 기타(3%) 순으로 많고, 조각화된 형태(파편)보다는 온전한 모양의 형태(비파편)가 일반적이다.

〈그림 4-27〉 길산천 차단막 쓰레기의 유형별 개수비율(좌)과 파편 개수비율(우)



자료: 저자 작성

길산천 차단막 쓰레기의 종류는 하천 인근의 활동과 연관되는 낚싯대, 낚시찌, 물병, 농약병, 음료수병, 비닐봉지 등이 발견되었다. 이는 지리적 현황조사 결과처럼 강변에서 낚시 레저활동과 농경활동에

서 발생하는 쓰레기로 유추된다.

〈그림 4-28〉 길산천 차단막 쓰레기 종류



자료: 저자 작성

3. 관리조직

길산천을 통해서 유입되는 쓰레기 관리조직은 〈표 4-25〉와 같이 서천군청의 각 담당과다.⁷⁶⁾ 따라서 해양 유입 쓰레기의 발생원과 경로 파악이 이루어진다면 관리는 용이하다.

〈표 4-25〉 길산천 관리조직

지자체	관련 부서	주요 관리대상
서천군청	건설과	하천관리
	산림축산과	초목류 관리
	농정과	영농쓰레기 관리
	환경보호과 청소행정팀	생활쓰레기 관리
	해양수산과	해양쓰레기 관리

자료: 서천군청 홈페이지를 참고하여 저자 작성

76) 부여시에 위치한 길산천 유역은 매우 작아서 제외하였다.

제4절 실태조사 시사점

1. 하천쓰레기의 해양 유입 실태

1) 플라스틱 쓰레기 유입량 다수

수영강 하천쓰레기 조사를 통해서 5대강뿐만 아니라 중소규모 하천을 통해서도 쓰레기가 바다로 유입될 수 있음을 확인하였다. 특히 시가화된 건조지역을 관류하는 도시형 하천은 플라스틱 쓰레기의 유입 경로로 역할을 할 것이다.

2) 우기 및 평상시 유입

하천쓰레기는 강우기뿐만 아니라 비가 내리지 않는 시기에도 바다로 유입되는 것을 확인할 수 있었다. 강우기에 설치한 통발뿐만 아니라 비가 오지 않는 기간에 설치한 통발에서도 쓰레기를 발견할 수 있었다.⁷⁷⁾

3) 수면 및 수중 부유쓰레기 유입

수영강을 대상으로 한 현장조사에서는 하천변, 수면, 수중으로 유입되는 하천쓰레기를 확인할 수 있었다. 다만 하천변 및 수면쓰레기는 강우 후에 발견할 수 있었고, 수중쓰레기는 강우기뿐만 아니라 비가 오지 않는 기간에도 확인되었다.

77) 길산천은 8개월 동안 설치하였기 때문에 건기와 우기에 유입되는 쓰레기를 구분할 수 없다.

(4) 초목류 집중호우시기 다량 유입

수영강 현장조사를 통해 나뭇가지, 나뭇잎 등의 초목류 쓰레기는 집중호우시기에 다량으로 하천을 통해 바다로 유입되는 것을 확인하였다. 산림이 넓게 분포한 상류에서 발생했을 것으로 예상된다.

하지만 비가 오지 않는 시기에는 통발이나 수영강변, 수면에서 초목류를 찾기 어려웠다. 그리고 길산천 하구에 설치한 차단막에서도 나뭇가지, 갈대 등이 다수를 차지하였다.

〈그림 4-29〉 강우 시 유입된 초목류 쓰레기



자료: 저자 촬영

5) 농촌형 해양 유입 하천쓰레기 소량

길산천 하구 차단막은 2019년 11월부터 2020년 6월까지 8개월을 설치하였으나, 수거한 하천쓰레기는 부피는 2~3m³, 무게는 3.3kg에 불과하였다. 길산천 유역은 시가화 건조지역이 6%에 불과한 반면, 농경지는 44%, 산림지역은 32%를 차지한다.

이를 볼 때, 농경지를 관류하는 하천으로 유입되는 쓰레기는 많지 않을 것으로 예상된다. 다만 집중호우기에 초본류 쓰레기가 다량 유입될 수 있으므로 대비가 필요할 것이다.⁷⁸⁾

6) 해양생물 삼킴 피해 우려

수영강에 설치한 통발에서는 강우 기간과 평상시 모두 동일하게 비닐 조각 같은 필름형 플라스틱이 가장 많았다. 하지만 수중으로 이동하는 쓰레기는 필름형 플라스틱은 드러나지 않기 때문에 문제로 인식하지 못했던 것으로 보인다.

수영강 통발에서 수거한 비닐 조각은 [그림 4-30]에서 보듯이 붉은 바다거북 사체의 위장에서 발견한 플라스틱과 유사하다. 붉은바다거북 사체에서 보듯이 해양생물의 피해도 의심되므로 보다 정밀한 조사가 필요하다.

〈그림 4-30〉 수영강 하구 쓰레기와 붉은바다거북 위장 속 플라스틱 비교



자료: (좌) 저자 촬영, (우) https://news.v.daum.net/v/20170721151919828?l=print_pc

78) 2020년 하계에 발생한 집중호우에 차단막이 부서져서 집중호우기간 발생하는 하천쓰레기는 조사하지 못하였다.

2. 해양 유입 하천쓰레기 관리의 한계점

1) 생활쓰레기 관리 미흡

수영강 하천쓰레기 조사에서 다수를 차지한 필름형 플라스틱은 음식포장재, 또는 비닐 조각으로 생활쓰레기일 것으로 예상된다. 하지만 수영강을 관리하는 부산시청, 부산지방국토관리청 등에서는 하천으로 유출되는 생활쓰레기 관리는 하지 않는다.

강우기에는 도로나 주택가에 버려진 비닐류가 빗물과 함께 우수관로로 유입되어 하천으로 방류될 것으로 예상된다. 이를 관리하기 위해서는 우수관로로 유입을 막거나, 우수토구 또는 우수토실 배출구에서 차단하여야 한다.

앞장에서 살펴보았듯이 우리나라 쓰레기의 하수관로 유입 및 유출을 관리하지 않는다. 이러한 이유로 시·도 단위의 하수도 정비 기본계획을 수립하는 시·도에서도 쓰레기의 유출입 차단은 고려하지 않는 것으로 예상된다. 수영강 사례와 같이 하수관로로 유입된 쓰레기의 일부는 수질오염 저감시설에 의해 처리되고, 일부는 하천 또는 바다로 유출되는 것으로 예상된다.

플라스틱 쓰레기는 바다에서 자연분해 속도가 느리기 때문에 앞서 살펴보았듯이 해양생물이나 해양생태계에 장기간 영향을 줄 수 있으므로 관리대책을 마련하여야 한다.

2) 상수원 및 저수지 관리자의 쓰레기 관리 미흡

길산천과 수영강 모두 나뭇가지, 갈대 등의 초본류가 강우기에 내려오는 것으로 확인되었다. 길산천은 산림이 발달한 봉선저수지를

거쳐서 농경지를 관류한다. 수영강은 상수원인 회동수원지를 거쳐 시가지를 관류한다. 농업용수 확보를 목적으로 조성된 저수지는 농어촌공사가 관리하고, 상수원은 시·도 상수도사업본부에서 관리한다. 하지만 다기능 보 또는 다목적 댐에 비해 쓰레기 수거 및 관리는 미흡하다.

중소규모 해양 유입 하천쓰레기 관리를 위해서는 한국수자원공사 뿐만 아니라 농어촌공사 또는 상수도사업본부의 쓰레기 관리 의무를 강화할 필요가 있다.

3) 하천관리청의 쓰레기 관리 미흡

하천 시설관리는 시·군·구청이 하천관리청인 시·도 또는 국토교통부로부터 위탁받아 담당하고 있다. 길산천은 서천군 건설과, 수영강은 해운대구청과 수영구청 건설과에서 시설을 관리한다. 하지만 이들 과에서 하천쓰레기 수거 및 관리를 위한 별도의 예산이나 사업은 없는 것으로 확인되었다.

이는 하천법령에서 순찰 및 하천시설 관리 등 유지·관리에 대한 업무기준이 명확히 정해져 있지 않고, 하천변에 적재, 투기, 퇴적된 쓰레기 수거·처리 사업비로 책정된 예산도 없기 때문이다.

4) 하천·하구 쓰레기 수거·처리사업 미실시

수영강은 5대강 수계에 속하지 않기 때문에 하천·하구 쓰레기 수거 사업 대상지가 아니다. 이에 해운대구청은 해양쓰레기 수거·처리 사업으로 우동항에서 수거한 하천쓰레기를 처리하고 있었다. 수영구청은 ‘부산조종면허시험장’ 시설에 걸린 하천쓰레기와 하구 산책로에

쌓인 하천쓰레기를 공공쓰레기 사업으로 처리하고 있었다.

즉, 강우 시 발생하는 하천쓰레기의 상당량이 상류에 위치한 금정구, 동래구, 연제구에서 발생했으리라 예상되지만 처리비용은 하구에 위치한 수영구청과 해운대구청이 전액 부담하고 있었다.

5) 콘크리트 호안으로 인한 하천쓰레기 직방류

수영강 하류는 개수율이 74%로 높고 대부분 구간이 하천 양안으로 콘크리트 둑이 조성되어 있다. 하류에는 인공습지, 저류지가 없기 때문에 하천으로 유입된 쓰레기는 대부분 바다로 유입된다.

바다로 유출된 부유쓰레기를 수거하는 사업은 없으며, 인접한 우동항, 민락항 등 어항이나 광안해수욕장에 쌓일 경우 구역 관리자가 수거한다. 하지만 만조나 조류의 영향을 받는 특별한 상황에서만 인접한 광안리해수욕장이나, 하구의 산책로 등으로 쓰레기가 쌓이고 대부분은 외해로 유출된다.

6) 하천쓰레기의 해양 유입량 및 발생원 조사 부재

길산천은 금강하구 쓰레기 조사를 위하여 차단막을 설치하고 쓰레기 발생량과 성상 조사를 2019년에 시작하였다. 하지만 상대적으로 많은 양의 쓰레기가 바다로 유입될 것으로 예상되는 수영강은 해양 유입 하천쓰레기를 조사하지 않는다. 수영강 하구에 위치한 우동항 관리자는 매년 강우 시 쓰레기가 어항으로 유입된다고 밝혔지만, 연간 하천쓰레기 수거·처리량은 확인할 수 없었다.

7) 하천쓰레기 관리를 위한 관계기관 간 협력 미흡

한편 해양 유입 하천쓰레기 관리를 위해서는 여러 관계기관 간의 협력이 필요하다. 수영강은 양산시 1개 동과 부산시 8개 시·군·구를 관류하고, 상수도사업본부가 관할하는 수원지도 존재하여 관련된 기관이 많다. 이렇듯 중규모 해양 유입 하천은 수영강 사례와 유사하게 관계기관이 많을 것으로 예상된다.

시·군·구청 내에서도 해양 유입 하천쓰레기는 여러 과에서 관리하고 있었다. 플라스틱 생활폐기물의 발생원이나 이동경로 관리를 위해서는 하천시설과 하수도 담당과와의 협력이 필요하다.

이처럼 해양으로 유입되는 하천쓰레기를 관리하기 위해서는 여러 관계기관과 관련 부서가 협력해야 하지만 협력기구 또는 통합관리 계획은 존재하지 않는다.

3. 관리여건 분석결과와 비교

제3장에서 제시한 해양 유입 하천쓰레기 관리의 한계점을 수영강과 길산천 실태조사를 통해서 확인할 수 있었다. 상류 및 하류 시·도 간 갈등을 제외한 여섯 가지 한계점에 대한 실태조사 결과를 정리하면 [그림 4-31]과 같다. 수영강 유역은 대부분 부산광역시에 해당하고, 길산천 유역은 서천군의 경계를 벗어나지 않기 때문에 확인할 수 없었다.

〈그림 4-31〉 관리여건 분석과 실태조사 결과 비교

중·소규모 해양 유입 하천쓰레기 관리 필요

- 도시형 중규모 하천인 부산 수영강으로부터 플라스틱 쓰레기가 바다로 유입
- 집중호우시기에 초목류 쓰레기가 다수 유입, 특히 상류에 산림이 넓게 분포하는 수영강에서 초본류 쓰레기 대량 유입

하천관리청의 쓰레기 관리사항 불명확

- 하천관리청의 하천쓰레기 수거·관리 사업 및 예산 부재
- 수영강 하구는 콘크리트 제방으로 쓰레기의 이동을 차단하기 어려우며, 이는 쓰레기 유입 및 이동 차단을 고려 없이 하천정비사업이 추진되기 때문

중규모 하천은 쓰레기 수거, 예방 모두 미흡

- 5대강 수계가 아닌 수영강은 하천쓰레기 수거사업이 부재하여 해양쓰레기 또는 공공쓰레기로 수거·처리
- 하수관로의 유출입 생활쓰레기 관리 미흡

해양 유입 하천쓰레기 성상 및 발생량 정보 부족

해양
하천

- 수면 및 수중으로 부유하며 해양으로 유입
- 우기, 평상시 하천쓰레기의 해양으로 유입
- 하천쓰레기 해양 유입량 및 발생원 조사 부재
- 하천쓰레기 수거·처리량은 해양쓰레기 또는 공공쓰레기로 관리

상류, 하천변 쓰레기 관리규정 미흡

- 집중호우기간 유입되는 초목류 쓰레기는 부산 수영강 상류의 회동댐, 서천군 길산천 상류의 저수지에서 내려오는 것으로 예상
- 상수원을 관리하는 상수도본부, 농업용 저수지를 관리하는 농어촌공사의 쓰레기 관리를 의무화하는 규정 부재

해양 유입 하천쓰레기의 단절적 관리

- 수영강은 부산시 내 여러 시·군·구를 관류하지만, 해당 시·군·구청간 협의기구도 부재
- 상류 구·군에서 하천쓰레기가 발생하지만, 하구에 위치한 수영구와 해운대구청에서 수거·처리 비용을 부담

자료: 저자 작성

제 5 장

주요국의 해양 유입 하천쓰레기 관리사례

앞에서는 해양 유입 하천쓰레기 수거 현황조사, 법·제도 등 관리여건 분석, 수영강 및 길산천을 대상으로 한 실태조사를 토대로 해양 유입 하천쓰레기 관리의 한계점을 제시하였다.

이 장에서는 미국, 유럽, 일본 등 주요국의 해양 유입 하천쓰레기 관리사례를 조사하여 우리나라 해양 유입 하천쓰레기 관리체계를 개선하기 위한 시사점을 얻고자 한다.

〈그림 5-1〉 주요국의 해양 유입 하천쓰레기 관리 사례조사 개요

미국	국가오염물질 배출규제제도(NPDES)
	생활쓰레기의 하천 유출경로인 하수관로 관리
	쓰레기 총량관리제(TMDL) 하수관로로 유출·입되는 쓰레기량을 규제
유럽 발트해 연안국	BLASTIC 프로젝트
	-하천으로부터 유입되는 해양 플라스틱 발생원 및 경로 확인방법 개발 -해양 유입 하천쓰레기 모니터링 방법 개발 -해양 유입 하천 플라스틱 쓰레기 관리제도·사업 제시
일본	하천관리청의 하천쓰레기 조사
	생활쓰레기의 하천 유출경로인 하수관로 관리
	지방자치단체(현) 해안쓰레기 관리 대책 모니터링, 이해관계자 간 역할 분담 및 협력, 수거 등

자료: 저자 작성

제1절 미국 우수 쓰레기 관리사례

미국의 하천쓰레기 관리제도로는 National Pollution Discharge Elimination System(NPDES, 국가오염물질 배출규제제도)의 쓰레기 배출 허가제도(Stormwater permits for Trash)와 쓰레기 오염총량제(Trash TMDL: Trash Total Maximum Daily Load)가 있다.

오염총량제 수립은 수년 이상이 소요될 뿐만 아니라 재정상 많은 비용이 투입되기 때문에 현실적으로 모든 주정부나 지방정부에서 이러한 대대적인 쓰레기 오염총량제를 수행하는 것은 불가능하다. 따라서 각 지방정부에서는 쓰레기의 수계 유입을 감소시키기 위한 방편으로 오염총량제와 같은 강제 규정은 아니지만 303(d) 목록에 기초한 쓰레기 감소를 요구하는 쓰레기 배출 허가제도를 수립할 수 있다. 즉 NPDES의 쓰레기 배출 허가제도는 하천, 강, 호수, 하구 및 해수 연안 등의 수계로 유입되는 쓰레기 양을 줄이는 주요 수단으로 볼 수 있다.

1. NPDES의 쓰레기 배출 허가제도

1) 개요

주요 대도시 지역에서 나오는 우수(雨水)는 미국의 수역을 오염시키는 주요 오염원이다. 눈이나 비가 내리는 것은 자연스러운 현상이지만 우수가 지닌 성질과 방류수역에 미치는 영향은 인간 활동과 토지 이용에 따라 좋을 수도 나쁠 수도 있다. 대도시 등에서는 우수가 물의 자연스러운 흐름을 바꾸고 오염 농도와 부하량을 높여 지표수

에 영향을 미칠 수 있다.

기존의 연구에 의하면 미국 내 80% 이상의 쓰레기가 육지에서 발생하고 이에 연결된 수계로 상당량이 이동하여 축적된다고 보고되었다. 일반적으로 도시의 경우, 우수로 대표되는 점오염원으로부터 수계로 쓰레기 유입이 주로 발생한다. 비점오염의 경우, 도시는 물론이고 시골 지역에서 주요 쓰레기 오염원으로 간주된다. 집중호우가 지속되는 경우에는 CSOs 관리 시스템이 잘 갖추어져 있다 할지라도 시스템의 범람이나 폐수처리장의 처리용량 초과로 인해 막대한 양의 쓰레기가 포함된 방출수가 수계로 직접 흘러 들어갈 수 있다.

미국 전역 대부분의 MS4⁷⁹⁾ permit에서는 쓰레기를 부유물 또는 ‘debris’라는 용어로 정의하고 있다. 반면에 미국 최초의 쓰레기 오염총량제가 도입된 로스앤젤레스강의 경우, 우수까지 쓰레기로 규정하고 이에 대한 배출 규제 및 감소 계획을 포함하는 NPDES permit을 수립하였다.

쓰레기 배출 허가제도를 시행하기 위해서는 먼저 303(d) 목록에 오염지역으로 지정된 수계의 쓰레기 유입량을 추정하기 위한 방법론이 필요하다. 다음으로는 쓰레기 발생량과 유입량에 대한 조사를 실시하고, 마지막으로 쓰레기 감소를 위한 전략을 적용한다.

2) 303(d) 목록

지방정부는 「청정수법(CWA: Clean Water Act)」⁸⁰⁾에 따라 2년마다 303(d) 목록⁸¹⁾을 USEPA에 제출해야 한다. 303(d) 목록에는 현재 사

79) 지자체분류식23하수관로지역(Municipal Separate Storm Sewer System).

80) Section 3x03(d): Impaired Waters and Total Maximum Daily Loads(TMDLs).

81) 303(d) listings for Trash Impairment.

용 가능한 오염제거 방법으로 기존의 수질기준을 확보하기 어려운 수계를 작성하며, 수계로 방출하는 산업폐수, 생활하수, 축산폐수와 열기(heat)에 포함된 특정 오염물질을 지정해서 보고하도록 되어 있다. 연방정부 차원의 쓰레기 관련 수질기준과 오염물질 조사 매뉴얼은 없으며, 지방정부에서 자율적으로 정할 수 있다.

〈표 5-1〉 청정수법에서 정의하는 오염물질

조항	내용
502(6)	쓰레기, 준설펀기물, 고형폐기물, 하수 슬러지, 화학폐기물, 방사성 물질, 열, 암석, 산업·도시·농업 폐기물 등
304(a)(4)	생화학적산소요구량(BOD), 총부유물질(TSS), 대장균, pH, 이외 USEPA가 정의하는 물질
307(a)(1)	페놀, 벤젠, 비소 등 126개 중금속 및 합성유기물질
그 외	화학적산소요구량(COD), 질소, 인, 전체유출독성(WET), 염소, 암모니아 등 위의 범주에 포함되지 않는 물질

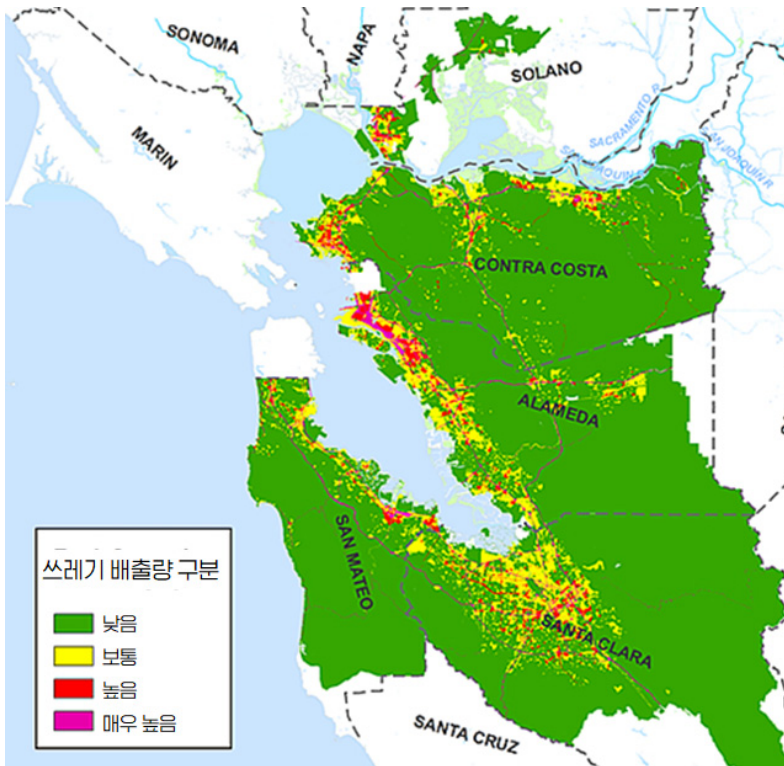
자료: USEPA 홈페이지, 청정수법과 쓰레기 없는 물(검색일: 2020. 8. 31) 저자 재정리

3) 샌프란시스코만 사례

샌프란시스코만 쓰레기 배출 허가제도는 2022년까지 ‘제로 쓰레기’를 목표로 하며, 기준 쓰레기 부하량은 130만~250만 파운드/년이다. 샌프란시스코 지역의 연안과 대부분의 소하천은 303(d) 목록에 포함되어 있다. 따라서 지역 내 쓰레기 배출과 수계로의 유입량 통제가 필요했으며, 이에 샌프란시스코는 쓰레기 배출 허가제도를 2009년 도입했다. 이 제도는 쓰레기 배출량에 따라 지역의 쓰레기 배출 규제 정도를 ‘낮음’, ‘보통’, ‘높음’, ‘매우 높음’으로 구분하고, 이에 따른 규제를 적용한다. 예를 들어, ‘보통’ 지역의 연간 쓰레기 배출량은 5~10gal/acre이다. ‘낮음’ 지역을 제외한 모든 자치시에서는 범칙금과 같은 규제와 쓰레기 수집장치를 통해 쓰레기 배출 조절을 위한

노력을 해야 한다.

〈그림 5-2〉 샌프란시스코 지역 쓰레기 배출량 구분



자료: USEPA 홈페이지, 청정수법과 쓰레기 없는 물(검색일: 2020. 8. 31)

샌프란시스코만 쓰레기 배출 허가제도는 타 지역 제도와 구분되는 특징이 있다. 쓰레기가 많이 배출되는 지역인 해안가 등은 인구 30,000명당 한 곳의 ‘핫스팟’을 지정해서 매년 최소 한 번 이상 주변 쓰레기 청소를 실시해야 한다. ‘핫스팟’ 청소는 비점오염원 관리를 목적으로 한다. 또한 거리 청소 등을 통해 쓰레기 감소율을 인정한다.⁸²⁾

2. 쓰레기 총량관리제

1) 개요

「청정수법」 305(b) 조항에 따르면 매 2년마다 미국 전역의 수자원에 대한 평가를 하도록 규정하고 있다. 평가 대상은 오염된 수계를 지정하고, 이에 대해 303(d) 목록을 구축해야 한다. 각 주정부가 오염된 수계의 관리 우선순위를 설정하고, 오염총량관리제 수행과 이행을 권고한다. 쓰레기 총량관리제는 수질기준을 만족하는 수준에서 수계가 최대 허용할 수 있는 쓰레기 기준부하량을 정하고, 이를 점오염원과 비점오염원으로 구분해 할당하여 관리하는 방식이다. 미국 환경보호청은 303(d) 목록 프로그램을 감시하고, 303(d) 목록과 쓰레기 총량관리제도 승인을 결정하는 권한을 가진다. 각 주정부가 오염총량관리제를 제대로 이행하지 못할 경우, 연방정부 차원의 오염총량관리제 시행방안을 해당 주정부에 제공해야 한다.

연방정부는 지방정부에 오염총량관리제 시행을 강제할 수 없기 때문에, 앞서 언급한 303(d) 목록은 오염총량관리제 등 연방정부의 쓰레기 관리제도 시행 근거에 큰 도움이 된다.

COD, BOD 등의 배출량을 관리하는 일반적인 오염물질 총량관리제도와 마찬가지로 쓰레기 총량관리제 역시 수계로 배출 가능한 쓰레기양을 설정하고, 이를 관리한다. 2020년 현재 미국에서 쓰레기 총량관리제는 알래스카, 캘리포니아, 메릴랜드, 워싱턴 DC 등 4개 주와 자치령에서 수립·시행되고 있다.

82) USEPA 홈페이지, 청정수법과 쓰레기 없는 물(검색일: 2020. 8. 31).

2) Trash TMDL 근거 및 도입 절차

미국 환경보호청은 「청정수법」에 근거하여 강과 하천의 쓰레기 수거를 통해 수질 개선과 육상기인 쓰레기의 해양 유입을 방지하기 위해 쓰레기 오염총량제를 운영하고 있다. 「청정수법」에 따라 모든 주에서는 2년마다 섹션 303(d) 목록을 USEPA에 제출해야 한다. 이 목록을 통해 USEPA는 현재 오염 관리 수준이 수질 기준을 달성하기에 적절한지 판단한다.⁸³⁾ 주정부는 이 목록의 수체(水體)에 대해 우선순위를 설정하여 TMDL을 설정된다. TMDL은 점오염원과 비점오염원에 대해 다른 방식으로 운영되고 있다. 점오염원에 대해서는 NPDES의 허가제도와 연계하여 이행하며, 일정 부분 강제성을 가진다. 비점오염원에 대해서는 최적관리기법(BMPs: Best Management Practices)을 통한 자발적인 방식으로 이행된다.

3) 우수 쓰레기 관리장치

도시지역에서 쓰레기는 주로 우수유출에 의해 배수 시스템을 통해 하천으로 유입된다. 이를 막기 위해 다양한 방법이 적용되고 있으며, 포집장치가 이용된다.

포집장치는 하수관로 진입을 차단하는 장치, 하수관로 설치장치, 하수관로 배출구에 설치하는 장치로 구분된다.

(1) 하수관로 진입로 차단장치

진입로에 설치하는 Catch Basin Inserts는 개당 설치비용이 800달러(원화 백만 원가량) 정도로 다른 시설물 설치에 비해 저렴하여 단

83) 미국 환경보호청 홈페이지(검색일: 2020. 5. 19).

기비용으로 가장 경제성이 좋다. 그러나 대부분의 경우 완벽한 쓰레기 유입 방지를 하지 못하기 때문에 지속적인 쓰레기 모니터링과 도로 청소비용이 추가된다.

(2) 하수관로 내 장치

영구적 구조 장치로 분류되며 쓰레기 제거 외에도 오일 분리 및 제거가 가능하다. 쓰레기 처리능력 면에서는 최선의 방법이지만 초기 설치비용이 많이 들기 때문에 예산이 부족한 지방자치 시의 경우 적용이 매우 제한적이다.

(3) 하수관로 배출구 설치장치

설치가 쉽고, 설치비 또한 저렴하기 때문에 재정 상태가 좋지 않은 지방자치시 여러 곳에서 선택적으로 사용 가능하고 또한 쓰레기 양 모니터링도 비교적 손쉽게 수행할 수 있다는 장점이 있다.

〈그림 5-3〉 우수 쓰레기 포집장치



자료: 미 환경청 홈페이지, <https://www.epa.gov/trash-free-waters>(검색일: 2020. 5. 3)

4) 로스앤젤레스강의 쓰레기 총량관리제도

(1) 개요

로스앤젤레스 지역은 수계 유입 쓰레기로 인한 오염방지 대책으로 미국 내에서 최초로 1996년부터 303(d) 목록을 통해 지역 내 오염된 수계를 등록함으로써 쓰레기 관리를 철저히 해오고 있으며, 쓰레기 총량관리제도를 주요한 정책수단으로 사용하고 있다. 현재까지 로스앤젤레스 지역 내 구역별로 10개 이상의 쓰레기 총량관리제가 수립·시행되고 있다. 로스앤젤레스강은 로스앤젤레스 지역 내 규모가 가장 큰 유역에 위치해 있으며, 이 유역의 쓰레기 총량관리제가 미국 내 최초로 2001년에 도입되었다.

〈그림 5-4〉 로스앤젤레스강 유역



자료: USEPA 홈페이지, 청정수법과 쓰레기 없는 물(검색일: 2020. 8. 31)

로스앤젤레스강 쓰레기 총량관리제는 하천으로 쓰레기가 유입되는 주요 통로로 우수관로(점오염원)를 상정하고, 행정구역 내 42개에 달하는 소구역과 캘리포니아 교통국에 쓰레기 배출부하량을 할당했다. 이를 기준 쓰레기 부하량이라 하며, 매년 쓰레기양 조절을 위한 관리기준인 삭감량을 평가하는 데 사용한다. 비점오염원으로부터 나오는 쓰레기양은 평가에 합산하지 않는다. 행정구역 내 대표적인 비점오염원인 공원과 공공구역에 대해서는 쓰레기 청소와 평가 프로그램을 도입해 정확하고 지속적인 쓰레기 총량관리 모니터링을 수행하여 폭우 시 범람을 통한 쓰레기 유입 가능성을 관리한다. 로스앤젤레스강 쓰레기 총량관리의 쓰레기 삭감량 목표는 2008년부터 9년에 걸쳐 점진적으로 쓰레기를 줄여 2016년 가을까지 쓰레기 유입량 0을 달성하는 것이었다. 이를 달성하기 위한 다양한 관리방안을 제안하여, 지역별로 특성에 맞는 방식을 채택한다.

(2) 추진 경위

캘리포니아주는 1996년과 1998년 두 차례에 걸쳐 미국 내 최초로 303(d) 목록을 제출했고, 이에 따라 로스앤젤레스강을 쓰레기 오염지역으로 지정했다. 1999년 미국 환경보호청과 주정부를 대표해 환경단체인 천연자원보호협회⁸⁴⁾가 협의안에 서명했다. 이 협의안에 따라 로스앤젤레스강을 포함하여 오염지역으로 지정된 수계에 대해 13년 이내에 관련된 모든 오염총량관리제를 수립하고 시행해야 했다. 이에 캘리포니아 주정부는 2001년 미국 내 최초로 로스앤젤레스강 수계에 대한 쓰레기 총량관리제를 제정하고 승인했다. 이어, 2002년 8월 USEPA는 연방정부 차원에서 해당 프로그램을 승인했다.

84) the Natural Resources Defense Council, NRDC.

(3) 법적 분쟁

2002년 로스앤젤레스 카운티(county)와 시(city)는 미국 환경보호청에서 승인한 로스앤젤레스강 쓰레기 총량관리제에 대한 법적 분쟁을 시작했으며, 조정을 통해 2003년 9월 합의를 이끌어냈다. 이어 캘리포니아주 내 22개 다른 시들이 총량관리제를 무력화하기 위한 목적으로 주정부 상대로 온갖 소송을 시작했다. 캘리포니아주 법원에서는 각각의 사안별로 양측에 부분적 승소와 패소를 판결했고, 양측 모두 즉각 항소했다. 항소법원은 대부분 사안에 대해 주정부의 승소를 판결했으며, 2006년 4월 대법이 최종적으로 주정부의 손을 들어 줌으로써 수년에 걸친 법적 분쟁이 종결되었다.

또한 법원에서는 쓰레기 총량관리제 세부사항에 대해 수정·보완을 명령했고, 이를 반영할 때까지 쓰레기 총량관리제의 발효가 연기되었다. 이후 수차례의 설명회와 공청회 등을 통해 쓰레기 총량관리제의 세부사항이 수정·보완되어 2008년 법적 발효가 시작되었다.

(4) 시행방안

캘리포니아주 내 교통국과 각 지방자치시에 할당된 기준 쓰레기 허용부하량은 <표 5-2>와 같다. 쓰레기 총량관리제 시행 첫해에 기준 부하량의 40% 감소까지 허용하며, 그 이후 6년 동안 매년 10%씩 감소해야 한다.

〈표 5-2〉 캘리포니아 교통국과 각 시에 할당된 기준 쓰레기 허용부하량

시 / 국	쓰레기 허용부하량	
	갤런 기준	파운드 기준
알함브라	39,903	68,761
아카디아	50,108	93,036
⋮	⋮	⋮
버논	47,203	66,814
교통국	59,421	66,566

자료: 캘리포니아 수질관리위원회(2007), p. 26 저자 재정리

각 지자체는 할당된 삭감량을 달성하기 위해 다양한 전략을 이행한다.⁸⁵⁾ 촌락 지역은 쓰레기 배수 지역에 수초 등 자연형 저류지가 존재하기 때문에 수계 유입 쓰레기가 상대적으로 적어 완전 포집장치를 적용할 수 있다. 반면, 도시지역에서는 쓰레기 무단 투기 시 범칙금 징수나 정기적인 거리청소 등의 법·규제 이용을 선호한다. 이와 같은 간접적인 쓰레기 관리전략은 도시 미관을 향상하고, 쓰레기 포집장치 시설비용을 절약할 수 있으나, 상당한 인건비가 소요된다.

제2절 유럽 BLASTIC 프로젝트

1. 목표 및 추진 절차

BLASTIC⁸⁶⁾ 프로젝트는 해양 플라스틱의 주요 유입원과 경로를 지도화하고, 강과 연안해역의 쓰레기를 모니터링하는 방법론을 제공하

85) 완전포집장치(Full capture system), 부분포집장치(Partial capture system), 법·규제(Institutional controls) 등.

86) BLASTIC은 Baltic Sea와 Plastic를 합성하여 만든 단어임.

여 궁극적으로 발트해로 유입되는 해양쓰레기를 줄이는 것을 목표로 한다. 쓰레기는 해양환경에서 가장 넓은 범위에 영향을 주는 환경 압력 중 하나이며, 발트해 중부 지역의 해양쓰레기는 주로 플라스틱으로 구성되어 있다.

BLASTIC 프로젝트는 도시지역의 플라스틱 폐기물이 어떻게 발트해로 이동하여 해양쓰레기가 되는지를 보여준다. 육지에서 유입된 쓰레기가 해양쓰레기의 대부분을 차지하며, 강은 쓰레기가 바다로 유입되는 통로 역할을 한다. 실제로 이 프로젝트는 지역 및 국가 전략을 지역 차원에서 사용하고, 지역 실행계획을 수립한다. 또한 해양 플라스틱 쓰레기의 가장 중요한 유입원과 경로를 지도화하고, 강과 연안 육역·해역의 쓰레기를 모니터링하는 방법론을 제공한다.

결과적으로 이 프로젝트는 해양쓰레기의 자원 효율성에 대한 권장 사항과 더불어 해양쓰레기 유입원 및 경로에 대한 리스트를 제공한다. 또한 방법론을 개발하여 3~4개의 도시를 대상으로 시범사업을 수행하였고, 다른 지역에서도 사업이 추진 및 확산되고 있다. 이 프로젝트는 실제 데이터와 시범지역에 적합한 새로운 방법론을 개발하고, 지침도 제공한다. 또한 프로젝트가 완료된 후에도 계속 진행되도록 설계하여 궁극적으로 발트해로 해양쓰레기가 유입되는 것을 감소시키는데 기여할 수 있는 지속적인 조건을 조성한다.

〈그림 5-5〉 BLASTIC 프로젝트 프로세스



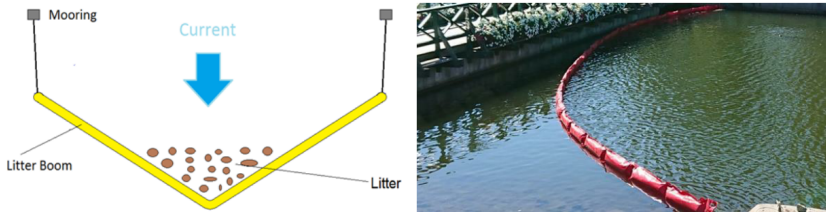
자료: 저자 작성

2. 하천쓰레기 모니터링

BLASTIC의 아이디어는 강에서 해양으로 배출되는 쓰레기를 모니터링하기 위한 비용 측면에서 효율적이고 가용하며, 확대·축소가 가능한 방법을 개발하는 것이다. ‘부유쓰레기 차단막(floating litter booms)’ 방법은 배치 및 이동이 용이하며, 정량화하고 분류 및 분석하여 수집하는 것이 가능하다는 강점이 있어 이 방법을 통해 모니터링을 수행하였다. 시범지역마다 강의 폭, 유속, 깊이, 해류의 방향 등 물리적 특성이 다르기 때문에 다양한 방법을 활용하여 수행하였다.

차단막은 부유식 쓰레기가 걸러지도록 벽을 만드는 방법으로, 생산된 모든 플라스틱의 2/3 이상이 물보다 밀도가 낮아 수집이 가능하다. 그러나 밀도가 높을 경우에는 가라앉아 이동하므로 포집에 한계가 있다. 이 방법은 주로 표층수에서 최대 500m까지를 기준으로 한다.

〈그림 5-6〉 부유쓰레기 차단막



자료: Interreg Central Baltic(2018)

그물 커튼의 그물코 크기를 달리함으로써 크기별로 플라스틱 쓰레기를 수집한다. 그물코의 크기는 약 8mm로 이는 담배꽂초, 사탕 포장지 등 작은 부유쓰레기를 구분하고 포집하는 데 적합하나, 샘플링 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다.

〈그림 5-7〉 그물망 연결형 차단막



자료: Interreg Central Baltic(2018)

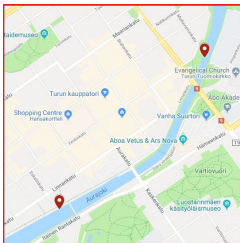
BLASTIC 프로젝트 시범지역 중 하나인 핀란드 투르크 시 모니터링은 2017년 7월과 8월 두 차례에 걸쳐 아우라조키강에서 진행되었다. 아우라조키강 전체 길이는 70km이고, 유역면적은 874km²이다. 평균적으로 폭이 50m이고 다소 얇은 편이다. 투르크시는 2017년 3월 말 기준으로 18만 7,988명의 영주권자가 거주하고 있으며, 축제

와 행사가 다양하게 열리는 관광도시이다. 투르크 지역에서 2016년 여름 시즌에 거의 50만 명에 가까운 관광객이 몰렸고, 그 외에도 매일 많은 수의 여행자가 투르크를 방문한다.

모니터링은 2017년 7월 25~30일 동안 진행되었다. 2017년 7월에 쓰레기를 수집하는 통과 바닥에 설치한 트랩을 통해 쓰레기를 수거하여 모니터링하였다. 이 기간에 특히 눈에 띄는 두 가지 사건이 있었다. 1차 조사는 록 페스티벌 개최 시기였고, 2차 조사는 핀란드에서 개학 시기이면서 관광객이 적은 비수기였다.

7월 모니터링은 부유쓰레기 붐 모니터링 방법을 사용하였으며, 두 개의 붐을 강의 상류와 하류에 설치하였다. 상류에 설치한 붐과 하류에 설치한 붐 사이의 거리는 약 15분이고, 붐의 길이는 1.0km이다. 상류 붐은 강의 중앙에 배치하여 바닥에 고정되면서 U자형 쓰레기 트랩을 설치했다.

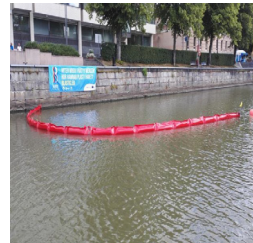
〈그림 5-8〉 투르크시 모니터링



상류와 하류 정점



상류 붐 설치



하류 붐 설치

자료: Interreg Central Baltic(2018)

강의 저층으로 이동하는 쓰레기 수집을 위해 강철 박스(50cmX30cm; 메시 크기 약 0.5cm)도 붐의 중간에 장착했다. 두 개의 붐을 매일 오전과 오후에 확인하였고, 모든 쓰레기 품목을 구분하고

BLASTIC 체크리스트에 따라 분류하였다.

1차 조사결과, 하류 뚝에서는 평균 64개의 품목이 수집되었고, 가장 흔한 쓰레기 품목은 담배꽂초와 알루미늄 음료수 캔, 보통 맥주 캔으로 나타났다. 전체 조사기간 동안 상류 뚝은 25개의 쓰레기 품목이 수집되었다. 2차 조사는 시각적 모니터링만으로 진행되었으며, 3일 동안(9시간) 62개 항목이 계수되었다.

결과적으로 아우라조키강과 같은 환경에서는 쓰레기 수거율이 만족스럽지 못했으며 하류 뚝을 강변에 놓는 것이 실용적인 해결책이었지만, 이것이 회수 효율을 떨어뜨렸을 가능성이 크다. 즉, 시각적으로 관찰하는 것이 더 효율적으로 나타났다.

3. 해양쓰레기 발생원 및 경로 분석

방법론은 도시지역에서 플라스틱 쓰레기의 출처와 경로를 지도화하는 데 도움이 된다. 지도 제작 결과는 해양쓰레기 예방과 감소를 위한 지역 행동계획을 개발할 수 있는 근거를 제공한다. 방법론은 해양쓰레기 감소를 위한 지역 실행계획에서 다루어야 할 가장 중요한 영역을 선택하기 위한 해양쓰레기의 잠재적 출처 및 우선순위화 도구의 지도화 체크리스트로 구성된다.

체크리스트는 지방자치단체의 해양쓰레기 발생원 및 경로를 쉽게 지도화하고, 나열된 발생원 및 경로에서 해양쓰레기 발생 가능성을 평가할 수 있도록 한다. 그것은 지자체의 쓰레기 흐름에 영향을 미칠 수 있는 지역적 조건의 파악과 이해를 포함한다.

또한 체크리스트는 자치단체와 가장 관련이 있을 수 있는 출처와

경로 선정에 기초하여 주제 영역으로 구분된다. 해양쓰레기 감소를 위한 해양쓰레기 모니터링 프로그램 및 조치계획(대책)을 개발하는 맥락에서 발생원과 경로가 관련성이 있다는 점을 고려했다. 공급원은 쓰레기가 발생하는 자치단체 책임지역(예: 폐기물 관리, 거리 청소, 폐수 처리) 또는 경제활동(관광 및 레크리에이션, 산업 및 상업 활동, 농업) 내의 다양한 활동에 더 적합하다. 관련 경로에 대한 정보는 각 출처에서 나온 쓰레기가 바다로 유입되는 경로에 대한 지식을 제공하며, 이것은 감시 및 감소 조치 개발에 중요하다. 체크리스트의 구조는 해양쓰레기 발생원 및 경로 지도 작성의 배경 보고서에 제공된 잠재적 출처 분류에 기초한다.

체크리스트에서 분홍색으로 표시된 경우에는 지자체의 특성을 고려한 지자체의 해양쓰레기 발생 가능성(지자체의 일반적 사회경제적·지리적 특성 및 특정 현안과 관련된 시군의 발전 수준을 나타내는 원천별 특성과 폐기물 관리 등)을 나타낸다. 이러한 질문은 해양쓰레기 발생 가능성에 대한 일반적 또는 출처 관련 배경 정보를 제공하는 데, 이러한 배경 정보는 대책을 정의하고 실행계획을 마련하는 데 직접 사용되지 않지만 그럼에도 불구하고 지자체의 해양쓰레기 발생 가능성에 영향을 미치는 일반적 조건을 이해하는 데 중요하다.

청색으로 표시된 경우에는 평가된 출처 및 관련 특정 활동과 이슈에 기반한 해양쓰레기의 발생 가능성을 나타낸다. 해양쓰레기 발생에 대한 이유를 더 구체적으로 설명하고 평가할 수 있다. 이러한 질문은 폐기물 방지 및 감소나 기타 조치를 시행함으로써 지자체의 영향을 받을 수 있는 활동 및 이슈와 관련이 있다. 이러한 활동과 이슈는 해양쓰레기 감축을 위한 조치계획을 개발하는 데 기반이 될 것이다. 각 섹션의 끝에서 각 섹션의 평균 평가결과가 자동으로 계산된

다. 이를 통해 다양한 섹션에서 해양쓰레기 발생 가능성을 비교할 수 있게 해준다.

〈표 5-3〉 해양쓰레기의 발생원과 경로 지도화를 위한 체크리스트 주요 항목

순서	항목	설명
1	발생원	• 발생원은 쓰레기가 발생하는 사회나 산업의 부문/활동으로 간주될 수 있음.
2	경로	• 경로는 쓰레기가 바다에 도달하는 방법을 말함.
3	특성 /활동과 이슈	• 활동 영역과 출처별 질문과 관련된 이슈를 분류하며, 이를 통해 해양쓰레기 감소 실천계획 수립 중 문제 영역과 이슈를 잠재적 예방 및 저감 대책과 연계할 수 있음.
4	정보 출처/참고	• 특정 질문에 대한 정보를 찾을 수 있는 잠재적 출처를 제공함. • 일반적으로 질문에 대한 답은 통계, 연구, 데이터베이스 또는 기타 유사한 데이터에 기초해야 함. • 만약 이것들을 이용할 수 없다면, 당국 내 관련 전문가들의 추정/의견에 근거
5	응답	• 질문에 대한 답변(정확한 수치 또는 추정 수치)을 삽입 • 질적인 답변이라면 채점 수준에 따라 "평가 결과" 셀에 삽입할 수 있음.
6	평가지침 /점수단계	• 평가의 근거를 제공 • 답변에 해당하는 점수를 선택하고 "평가 결과"라는 셀에 삽입
7	평가 결과	• 평가의 목적은 해당 문제와 관련된 특정 이슈별로 해양쓰레기 발생 가능성의 수준을 평가하는 것임. • 평가 결과(해양쓰레기 발생가능성 수준)는 추가 감축 및 저감 조치가 필요하다는 것을 나타냄. • 이 열은 1, 2 또는 3만 삽입할 수 있음. 1(녹색)은 낮은 전위를, 2(노란색)는 중간 전위를, 3(빨간색)은 높은 전위를 가리키며, 숫자 값(점수)을 삽입하면 색상이 자동으로 나타남.
8	추가 정보/조언	• 관련성이 있는 것으로 보이는 의견 또는 추가 정보를 추가 • 일부 질문의 경우 이 섹션에 어떤 정보를 추가해야 하는지 명시되어 있음

자료: 저자 작성

해양쓰레기 유입원은 총 8개로 분류하며, 1) 지자체에 대한 사회경제적, 지리적 특성, 2) 레크리에이션과 관광, 3) 일반 쓰레기 처리, 4)

하수구, 5) 폐기물 수집 및 처리 시스템, 6) 공용공간의 청소, 7) 산업 및 상업 부문, 8) 농업으로 구성되어 있다. 위에서 제시했던 항목 중 발생원, 특성/활동 또는 이슈, 정보 출처/참조가 가장 중요하므로 따로 요약하여 제시하였다.

〈표 5-4〉 해양쓰레기의 발생원과 경로 지도화를 위한 체크리스트 요약

발생원	경로 ⁸⁷⁾	특성/활동 또는 이슈	정보 출처/참조
A. 지자체에 대한 일반적 사회·경제적 및 지리적 특성	-	• 지리적 특성 • 사회·경제적 특성 • 기후적 특성	• 국가 또는 지자체 통계 자료 • 지자체 날씨 모니터링 자료 또는 측정 • 지자체 자료
B. 레크레이션과 관광	①, ⑥	• 사회·경제적 특성 • 기후적 특성 • 지자체 특성 • 쓰레기 관리 시스템	• 국가 또는 지자체 통계 자료 • 지자체 자료 • 기존 법안에 대한 검토, 연구 또는 여론조사에 근거하고, 불가능할 경우 권한의 추정/개입 기반
C. 일반 쓰레기 처리	①	• 사회·경제적 특성 • 인지와 행동	• 지자체 자료 또는 측정 기반 • 연구나 여론조사에 근거하고, 불가능할 경우 권한의 추정/개입 기반
D. 하수구	③	• 폐수 시스템 특성 • 폐수 처리 • 인지와 행동	• 권한/수처리 업체 정보 기반 • 연구나 여론조사에 근거하고, 불가능할 경우 권한/수처리 업체 추정에 근거

87) 경로의 종류

① 사람이 배수관에 직접 투기하거나 강 또는 바람에 의해 유입

② 사람이 배수관에 직접 투기

발생원	경로 ⁸⁷⁾	특성/활동 또는 이슈	정보 출처/참조
E. 폐기물 수집 및 처리 시스템	①, ④	- 쓰레기 관리 시스템 - 지자체 쓰레기 관리 - 역사적 쓰레기 매립지 - 운영 매립지 및 쓰레기 처리시설 - 불법적인 쓰레기 투기 - 인지와 행동 - 포장 쓰레기 관리	- 지자체 자료에 근거 - 지자체 정보에 근거 - 지자체 정보 또는 이전 연구에 근거 - 연구나 여론조사 근거하고, 불가능할 경우 권한의 추정/개념에 기반
F. 공용공간의 청소	①, ⑤, ⑦	- 거리 청소 특성 - 거리 청소 관리 - 거리 청소 인프라	지자체 자료 기반하고, 불가능할 경우 권한의 추정/개념에 기반
G. 산업 및 상업 부문	①, ④	- 쓰레기 관리 시스템 - 인지와 행동	- 지자체 정보에 근거 - 연구나 여론조사 근거하고, 불가능할 경우 권한의 추정/개념에 기반
H. 농업	④	- 쓰레기 관리시스템 특성 - 인지와 행동 - 쓰레기 관리시스템	- 지자체 자료에 근거 - 지역 기업이나 당국의 연구와 피드백에 근거 - 연구, 검사, 위반 보고서 등에 근거 - 불가능할 경우 권한의 추정/개념에 기반

자료: 저자 작성

- ③ 하수구
 ④ 사람이 배수관에 직접 투기하거나 강에 의한 유입
 ⑤ 배수관과 강 또는 바람에 의한 유입
 ⑥ 사람이 직접 바람을 통해 유입
 ⑦ 배수관과 강을 통한 유입

4. 관리대상 선정

우선순위는 청색으로 표시된 질문과 문제에 대해서만 수행해야 한다. 잠재적 평가결과가 높은(분홍색) 또는 중간(노란색)인 모든 활동 및 문제(질문)는 선행절차에 포함되어야 한다. 우선순위의 결과는 활동과 이슈의 순위를 매길 수 있다. 이슈의 순위 점수가 높을수록 해당 이슈를 시행계획에 추가하는 것이 좋다. 다만, 시행계획에서 다룰 활동과 이슈의 최종 선정은 지자체에서 결정할 사항(득점 점수가 높은 이슈만 선정하는 것은 의무적이지 않음)이다.

선행기술은 법적, 전략적, 경제적, 사회적, 환경적 측면의 다섯 가지 기준에 기초한다. 1) 선행법의 법적 기준은 활동/이슈와 관련된 국가 또는 지역 법적 요건이 있는지 여부를 다룬다. 2) 선행기술의 전략 기준은 지자체가 지켜야 할 국가 또는 지역 전략활동이나 목표(예: 폐기물 관리계획, 지속가능성 계획 또는 기타 관련 계획과 전략)가 있는지 여부를 다룬다. 3) 경제 기준은 이 문제로 인해 발생할 수 있는 잠재적 직접 또는 간접 비용(예: 비조치 수수료, 분해 비용 등)에 초점을 맞춘다. 이 질문은 좀 더 일반적인 용어로 답할 수 있으며, 반드시 해양쓰레기와 관련된 비용에만 관련된 것은 아니다. 4) 사회적 기준은 주로 이해관계자와 활동/이슈에 대한 잠재적 태도에 초점을 맞춘다. 5) 환경기준은 해양쓰레기와 직결된다. 이 문제가 해양쓰레기의 발생에 어떻게 영향을 미치는가. 이는 이 활동/이슈로 인해 잠재적으로 바다에 도달할 수 있는 쓰레기 양을 추정함으로써 평가할 수 있다.

5. 제도 및 관리수단 마련

지자체 특히 도시지역에서 가장 관련성이 높은 해양쓰레기 저감대책을 선정하는 것을 제안한다. 선발 대상은 38개의 창의적인 아이디어와 행동으로 구성되며, 그중 일부는 유럽에서 시행되었다. 여러 사례를 통해 지자체들이 해양쓰레기 예방 및 감소를 위한 지역 행동계획을 수립하기 위한 지원을 독려한다.

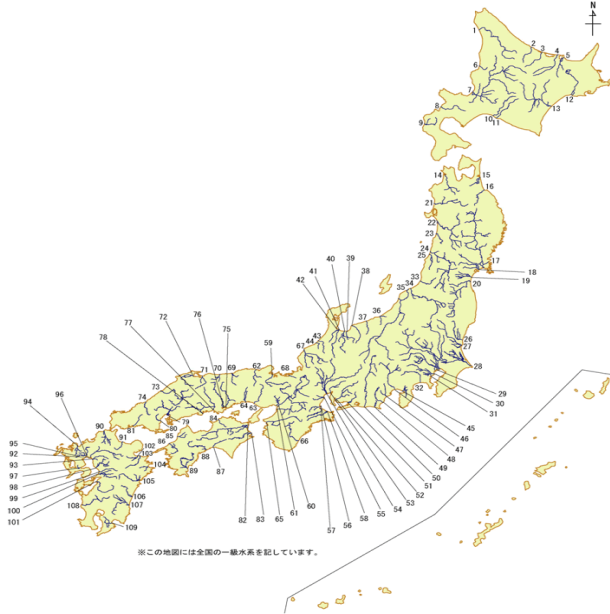
모든 대책은 쓰레기가 발생하는 지자체 책임지역(폐기물 관리, 거리청소, 폐수 처리) 또는 경제활동(관광 및 휴양, 산업 및 상업 활동, 농업) 내의 다양한 활동에 가장 관련성이 높은 원천을 기준으로 주제 영역에 따라 구성된다.

제3절 일본 하천쓰레기 관리사례

1. 하천쓰레기 관리 개요

일본에서 하천과 하구 쓰레기의 관리는 하천을 관리하는 국토교통성과 지자체가 담당한다. 일본의 자체적인 하천 구분에 따라 규모가 큰 1급 하천은 국토교통성이 관리하고, 지자체는 2급 하천에서 하천변 쓰레기의 수거와 처리를 담당한다. 1급 하천별로 국토교통성이 작성한 하천쓰레기 지도는 홋카이도 지방에서 규슈 지방에 이르기까지 109개로 구분하여 작성했다.

〈그림 5-9〉 일본의 1급 하천 쓰레기 지도 작성 현황



자료: 일본국토교통성 관련 누리집, https://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kankyo/kankyo_u/gomimap/index.html(검색일: 2020. 5. 11)

또한 1급 하천에서 발생한 대형쓰레기에 대해서는 국토교통성이 개발하여 운영 중인 수면청소선 등을 활용하여 수거하고 있는 것으로 알려져 있다.⁸⁸⁾ 일본 국토교통성의 『하천환경 정비계획』의 주요 내용에는 쓰레기 수거 외에도 하천을 생태적으로 보전하고 정비하는 대책, 수변공간을 정비하여 지역 활성화와 사람의 이용을 촉진하는 대책, 수량과 수질을 개선하고 지역시민사회가 관리에 참여하도록 하는 내용 등이 포함되어 있다. 여기서 쓰레기 관리는 모든 대책의 기반이 되는 요소로 이해된다.

88) 환경부(2013) 자료이나 일본 원전이 확인되지 않아 추후 확인 필요.

2. 하천쓰레기 조사

국토교통성이 하천쓰레기 관리를 위해 실시한 업무 중에 ‘하천쓰레기 조사 매뉴얼’과 이에 따른 ‘쓰레기 지도’가 있다. 조사 매뉴얼은 2012년 3월에 개발되었는데, 이에 따르면 하천쓰레기의 범위에 유목이나 나뭇가지 등 자연에서 유래한 것은 제외하고 병이나 플라스틱, 가전제품 등 사람이 쓰다 버린 대형쓰레기를 하천쓰레기의 범위에 두었다. 특히 하천 순찰과정에서 발견된 불법 투기물을 분류하여 생활쓰레기(가연/불연), 대형쓰레기(가전제품과 대형쓰레기 구분), 처리곤란물(타이어, 토사, 벽돌, 다다미 등), 산업폐기물(폐화학물질, 금속, 유리 등), 기타(차량, 자전거, 스쿠터 등) 등으로 구분하는 기준도 갖고 있다.

이에 따라 아라카와강에서 작성된 하천쓰레기 지도를 보면 하천의 주요 지점별로 수거된 쓰레기의 종류 및 양을 시각화하여 보여준다. 이는 하천 불법투기 상황을 일반인에게 알리고 불법투기에 대한 시민의식을 향상하기 위한 목적임을 밝히고 있다.⁸⁹⁾

〈표 5-5〉 일본 쓰레기 지도에서 불법 투기물의 종류와 양 표시

구분 (유형)	단위	투기량 ※ 1회			대표적인 분류 품목
생활쓰레기 ※ 가연물 · 불연물 등	m ³	0.5~1.0m ³ 미만 	1.0~5.0m ³ 미만 	5.0m ³ 이상 	스티로폼류 · 플라스틱류 · 유리제품 · 페인트 통 · 비닐류 · 철 물류 · 도자기류

89) 아라카게강 상류하천 출장소 누리집, <https://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/index.html>(검색일: 2020. 5. 10).

구분 (유형)	단위	투기량 ※ 1회			대표적인 분류 품목
대형 쓰레기 ※ 대형 쓰레기 · 가전제품	m³	0.5~1.0m³ 미만 	1.0~5.0m³ 미만 	5.0m³ 이상 	이불 · 의자 · 테이블 · 팬 히터 소파 텔레비전 · 냉장고 · 세탁기 · 에어컨 · PC · 스테레오
처리 곤란물 ※ 처리 곤란물 · 건설 폐재	m³	0.5~1.0m³ 미만 	1.0~5.0m³ 미만 	5.0m³ 이상 	타이어 잔토 팔레트 · 가스통 콘크리트 무늬 · 제어판 · 단열재 · 다다미 차량 폐기물 블록
산업 폐기물 쓰레기 ※ 산업 폐기물	m³	0.5~1.0m³ 미만 	1.0~5.0m³ 미만 	5.0m³ 이상 	석탄 재 · 오니 · 폐유 · 황산 찌꺼기 쓰레기 · 금속 쓰레기 · 분진 · 도자기 쓰레기 · 폐 플라스틱
폐기 차량	대	1~3대 	4~10대 	11~20대 	자동차 · 오토바이 · 스쿠터 · 자전거

하천쓰레기 지도는 하천 사무소 내지 출장소에서 하천 순찰을 통해 확인된 쓰레기를 지도에 표시하는데 쓰레기 형상을 발견된 지점에 표기하고 이들 수거량을 도표로 요약하여 보여주기도 한다. 쓰레기 지도는 최소 행정단위의 출장소에서 작성하고 이를 하천사무소에서 취합하여 보다 넓은 지도에 모아서 보여주며, 대개 1년에 한 번씩 작성하는 것으로 보인다.

〈그림 5-10〉 아라아케강 개별 출장소 단위 쓰레기 지도 사례



자료: 아라아케강 상류하천 출장소 누리집,

<https://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/arajo00843.html>(검색일: 2020. 5. 10)

3. 지역 주도의 쓰레기 관리

1) 야마가타현 해안표착물 대책 추진 지역계획

한편 해안에 부유된 쓰레기 관리에 관해 지자체인 현의 대책도 확
인할 수 있다. 아마가타현의 경우 ‘아마가타현 해안표착물 대책 추진
지역계획’이 있는데, 이 계획은 2009년 7월에 시행된 「해안표착물 처
리 추진법」에 따라 해안에 표류해 부착된 해변쓰레기를 어떻게 관리
하여 해변경관과 수산자원의 보전, 해안의 기능을 어떻게 유지할지
에 대한 내용을 담고 있다. 2011년에 수립된 이 계획에 제시된 목표
는 “맨발로 걸을 수 있는 쇼나이 해안”으로 제시되어 있고, 단기목표
로는 “매년 가을의 해안청결도⁹⁰⁾ 등급을 3이상으로 유지하고, 해안

쓰레기가 현저한 곳에서는 해안청결도의 등급을 2 이상 높이는 것 (이는 쓰레기의 양을 1/4로 줄이는 것을 의미)”으로 되어 있다. 중기 목표로는 계획 수립 후 10년이 되는 “2020년도 봄의 해안청결도 등급을 2011년도 봄의 해안청결도보다 1 이상 높이는 것(쓰레기의 양을 1/2로 줄이는 것을 의미)”으로 제시했다.

〈그림 5-11〉 야마가타현 해안쓰레기 관리 목표

〈중기 목표〉



⇒



2011년 봄 해안청결도

2020년 봄 해안청결도

목표: 해안청결도 등급을 하나 이상 높임

〈단기 목표〉



⇒



매년 봄 모니터링 조사

매년 봄 모니터링 조사

목표: ① 해안청결도 등급을 3 이상

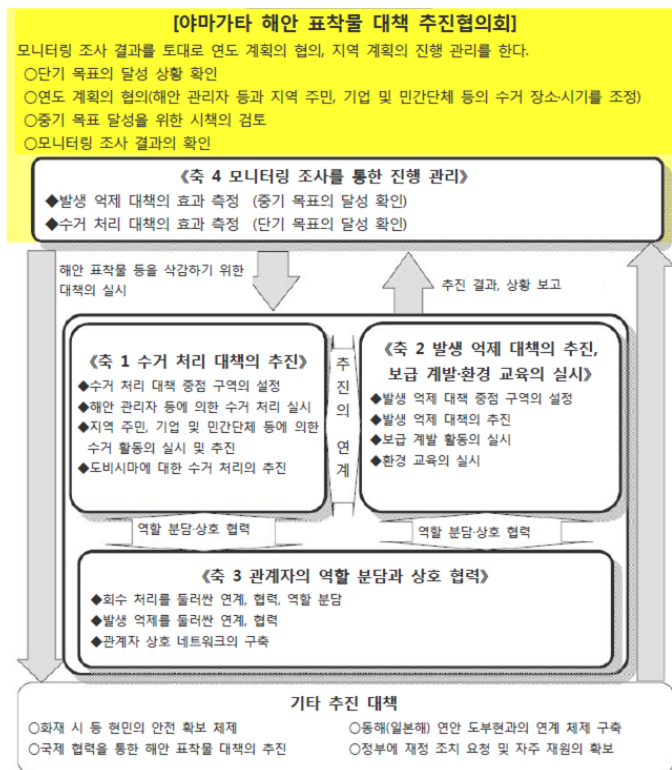
② 해안쓰레기가 많은 곳은 해안청결도 등급을 2단계 이상 높임

자료: 야마가타현(2011), pp. 30~31

90) 해안청결도란 일본이 고안한 쓰레기 지표평가(해안) 방법으로 해안선 10m당 인공적인 쓰레기의 양을 12등급으로 구분(야마가타현, 2011).

야마가타현 해안표착쓰레기 지역계획에는 4개 분야의 대책을 제시했다. 첫째, 회수처리 대책의 추진, 둘째, 발생 억제 대책을 추진하고, 환경교육의 실시, 셋째, 관계자의 역할 분담과 상호 협력, 넷째 모니터링 조사를 통한 성과 관리로 나누어진다. 이에 따르면 수거를 우선적으로 실시하되, 발생 억제를 함께 유지하고, 이 과정에 관련된 이해관계자 간의 역할 분담과 협력, 그리고 모니터링을 통해 발생 억제에 대한 중기 목표 달성과 수거 처리를 통한 단기 목표 달성을 함께 고려하고자 했다.

〈그림 5-12〉 야마가타현 해안쓰레기 관리 대책의 주요 내용



자료: 야마가타현(2011), p. 33

2) 비와호·요도가와 유역의 해양쓰레기 현황과 관리대책

비와호·요도가와 유역 대책 자료는 같은 이름을 쓰는 연구회를 통해 오사카만의 해양쓰레기 저감을 위하여 유역 차원에서 관련 지자체가 하여야 하는 역할이 제시되어 있다. 연구회는 2017년 6월 간사이 광역연합⁹¹⁾에 의해 설치되어 해양쓰레기 저감을 위한 광역적인 발생원 억제 수단 및 그 실현 가능성에 대해 연구하였다. 연구의 대상인 오사카만은 세토내해의 동쪽 끝에 위치한 타원형의 반폐쇄성 해역으로 여기에 유입하는 주요 하천은 요도가와천과 야마토강으로, 요도가와천은 하천 길이 75.1km, 유역면적 8,240km²에 유역 내 1,100만 명의 인구가 거주하고 있으며, 야마토강은 68km 길이에 유역면적 1,070km², 유역 내 인구는 215만 명이다. 특히 오사카만을 포함한 세토내해 해양쓰레기의 70%는 유역 내 도시를 관통하는 하천을 통해 유입된 것으로 알려져 있으며, 이 중 60%는 주로 요도가와천에서 유입되는 것으로 알려져 있다.⁹²⁾ 즉, 야마토강과의 유입량 차이는 유역의 크기나 유역 내 인구의 차이 때문인 것으로 연구회는 보고 있다. 연구회의 조사는 크게 네 부분으로 구분되는데, 우선 관리대상 해역인 오사카만에서 발견되는 쓰레기 조사, 하천 부지에 산재하는 쓰레기 분포 조사, 하천 내 미세플라스틱 발생량, 하천 쓰레기의 구성 조사 등이다.

현지조사 결과도 제시하고 있는데, 이 중 해저조사의 경우 오사카만 해저에 퇴적된 플라스틱 쓰레기의 상태를 확인하기 위하여 쌍끌

91) '간사이 광역연합'은 간사이의 부현 및 정령 지정도시(시가현, 교토부, 오사카부, 나라현, 도쿠시마현, 돗토리현, 와카야마현)고현, 교토, 오사카시, 사카이시, 고베시)가 광역적인 대책을 강구하기 위하여 2010년 설립한 조직체(<https://www.kouiki-kansai.jp/koikirengo/koikirengo/150.html>, 검색일: 2020. 11. 1).

92) 비와호·요도가와 유역 대책에 관한 연구회(2019), p. 5.

이 그물을 이용해 0.08㎢의 바닥을 긁어, 그물에 걸리는 플라스틱 쓰레기를 조사했다. 그물에 걸린 쓰레기 중에는 비닐과 페트병이 다수 확인되었다(그림 5-13 참조).

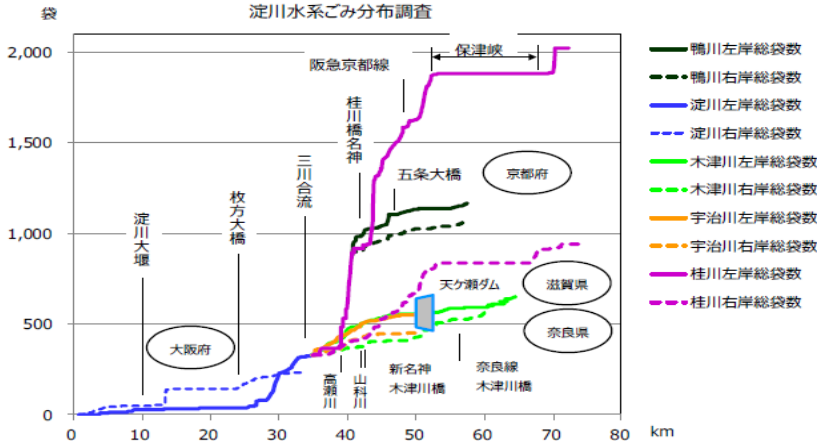
〈그림 5-13〉 오사카만 해저 해양쓰레기 조사결과



자료: 비와호 · 요도가와 유역 대책 연구회(2019), p. 8

연구회에서는 해역 내 쓰레기 조사와 함께 주요 하천별로 유역 내 하천쓰레기 분포조사도 병행했다. 분포조사를 위해 육안으로 유역 내 분포하는 쓰레기를 확인하는 방법을 취하다 보니 물속에 있는 쓰레기는 확인하지 못하고, 제방의 조건 등에 따라 육안으로 조사할 수 있는 범위가 공간별로 일정하지 못하다는 약점을 밝히고 있다. 그러나 하천별로 수계를 구분하고 수계별로 산재하는 쓰레기의 양을 측정하고, 분포특성도 함께 기술하고 있다. 그림 [5-14]는 요도가와강 내 소하천으로 나누어 쓰레기 발생량을 누적하여 보여준다. 소하천별로 좌안과 우안으로 나누어 일정한 부피 단위(袋, 쓰레기 봉투 수로 추정)로 발생량을 도시하고 있는 점이 특징적이다.

〈그림 5-14〉 요도가와강 수계 내 쓰레기 조사결과



자료: 비와호·요도가와 유역 대책에 관한 연구회(2019), p. 11

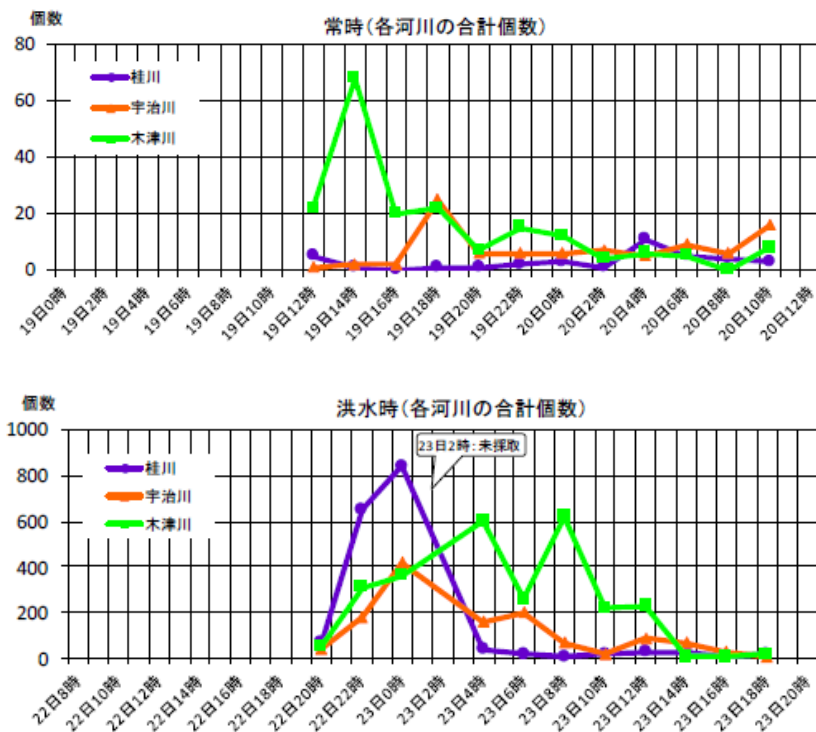
수계별로 쓰레기 산재량을 조사하고 수계를 구분하여 도시하였고, 하천별 쓰레기 분포 특성도 정성적으로 제시하고 있다.⁹³⁾ 예를 들어 요도가와 하천 수계의 하천쓰레기 특성을 보면, “정비국의 제방 유지·관리 시기와 겹치면서 제방 내 산재한 쓰레기는 적었으며, 둔치 역시 공원이나 운동장으로 사용되면서 청소가 이루어져 쓰레기가 적었다. 한편 10년 전에 실시한 조사에 비해 쓰레기 분포가 적었는데, 이는 하천 주변 주민의 강에 대한 관심이 높아진 것이 원인으로 추정”된다고 언급하기도 했다. 또 다른 하천에 대해서는 “~강가로 밀려난 페트병 등이 산재해 있다”거나 “시가지를 관통하는 하천과 합류된 지역의 하류에서는 산재한 쓰레기가 많아진다” 등으로 분포 특성을 제시하고 있다.

이 연구회의 조사 보고서에서는 미세플라스틱의 유하량 조사도 확인할 수 있다.⁹⁴⁾ 상시측정점을 정해 3개 하천에서 2시간 간격으로

93) 상계서, p. 12.

12회, 10분간 취수를 했고, 홍수 시 조사에서는 같은 하천에서 홍수기에 2시간 간격, 12회, 1분간 취수를 해 분석했다. 분석결과, 조사대상 하천 모두 평상시의 유량이 적을 때에도 미세플라스틱이 하천수 내에 흘러 이동하는 것을 확인했고, 특히 홍수 시에는 약 10배의 양이 흘러내리고 있는 것을 확인했다. 다만 하천 내 미세플라스틱이 유역 내 어디서 생성되었는지 그 기원을 밝힐 수는 없었다는 점을 언급하고 있다.

〈그림 5-15〉 하천 내 미세플라스틱 조사결과(위: 평상시, 아래: 홍수 시)



자료: 비와호 · 요도가와 유역 대책에 관한 연구회(2019), p. 16

94) 상계서, pp. 14~16.

연구회의 연구결과는 조사에 중점을 두고 있으면서 결론에서 저감 방안도 언급하고 있다. 그 내용의 상당수는 발생원 저감에 두고 있다. 이를 위해 중앙정부, 지자체, 플라스틱 용기를 만드는 음료업체나 편의점 등 소매점, 주민이나 비영리조직 등의 역할을 구분하여 검토하였다. 해양쓰레기를 줄일 수 있는 획기적인 방법을 제시하는 것이 아니라 해양쓰레기가 주로 육상에서 기인하고 하천을 따라 바다로 들어온다는 점, 이를 줄이기 위해 유역 내에 관련된 모든 이해관계자가 발생량을 줄이는 각각의 역할을 해야 한다는 점을 보여주고 있다. 특히 유역 단위로 현황을 확인하고 무엇을 해야 하는지, 그리고 이를 어떻게 협동해서 수행할 것인지를 순서에 따라 정해야 한다고 제안하면서, 특히 해양쓰레기와 플라스틱 쓰레기 문제는 단지 오사카만에만 해당하는 문제가 아니라 넓게는 태평양과 같은 더 넓은 바다, 좁게는 더 작은 유역에서도 동일한 문제 해결방식이 필요하다고 적고 있다.⁹⁵⁾

4. 해외 사례의 시사점

미국은 「청정수법」에 따라 점오염원의 수계 방류를 금지하고 있으며, NPDES를 도입하여 허가받은 양만큼 배출할 수 있다. 또한 「청정수법」에 비점오염원에 대한 규제는 상세하지 않으나, NPDES에 의해 산업폐수, 건설현장 유출수 등과 함께 대도시의 강우유출수도 점오염원으로 규정해 관리한다. 즉, 우수 역시 배출허가 규제를 통해 수계 유입 저감을 위한 노력을 하고 있으며, 이는 수계로의 육상기인 쓰레기 유입 감소에 큰 영향을 미친다. 쓰레기 배출 허가제도는 수립

95) 전계서, p. 39.

부터 시행까지 오랜 시간이 걸리고, 비용 또한 많이 필요한 오염총량제와 비교해 각 지자체에서 시행하기에 수월하기 때문에 전국적으로 널리 수립되어 시행되고 있다.

앞서 제2장에서 언급한 바와 같이 우리나라 하수처리시설 분류식 화율이 72%로 높은 만큼, 쓰레기 배출 허가제도와 같은 분류식 하수관로 관리제도 도입이 유용할 것으로 보인다. 다양한 포집장치 설치·운영, 우수토실 개선, 차집관거 용량 증대 등의 관리방안을 도입 가능하며, 이를 통해 강우유출수에 의한 육상쓰레기의 해양 유입 차단은 괄목할 성과를 보일 것으로 기대된다.

BLASTIC 프로젝트는 해양 플라스틱의 주요 유입원과 경로를 지도화하고, 강과 연안해역의 쓰레기를 모니터링하는 방법론을 제공하여 궁극적으로 발트해로 유입되는 해양쓰레기를 줄이는 것을 목표로 한다. 도시지역의 플라스틱 폐기물의 이동경로와 발생원을 파악하여 지도화하고, 각각의 지역에 맞는 모니터링 방법을 개발한다. 이를 통해 제도 및 관리수단을 마련하고, 지역 실행계획을 수립한다.

현재 우리나라는 육상에서 해양으로 유입된 해양쓰레기를 수거하는 사업에 집중하고 있어 주요 발생원과 경로에 대한 파악은 전혀 이루어지지 않고 있으며, 강, 하천, 하구, 바다 등 각각의 지역에 맞는 모니터링 방법론 개발에 대해서도 연구가 매우 부족한 실정이다. 대규모 하천 외에 중소규모 하천에서 발생하는 쓰레기의 양이 상당하나, 중소규모 하천에 대해서는 수거사업에 대한 예산 지원도 부족하다. 이미 발생한 해양쓰레기 수거사업에만 집중할 것이 아니라 근본적인 원인을 해결할 수 있도록 BLASTIC 프로젝트를 참고하여 지역 차원에서 적절한 모니터링 방법을 통해 해양으로 유입되는 쓰레기에 대한 관리가 필요하다.

제 6 장

해양 유입 하천쓰레기 관리 개선방안

이 장에서는 해양 유입 하천쓰레기 관리 현황 및 관리여건 분석, 부산 수영강, 충남 서천군 길산천의 해양 유입 하천쓰레기 실태조사, 미국, 일본, 유럽의 사례조사 결과를 토대로 [그림 6-1]과 같이 해양 유입 하천쓰레기 관리방안을 제시하였다.

〈그림 6-1〉 해양 유입 하천쓰레기 관리방안의 주요 내용

해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방향

- 대규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선
- 중·소규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선

하천쓰레기 해양 유입 차단방안

- 하수관로 관리 기술개발 : 쓰레기 유입 및 유출 차단장비
- 수면관리자의 하천쓰레기 수거 강화 : 쓰레기 수거 지침
- 하천쓰레기 해양 유입 차단막 성능 개선
- 시도 단위 해양 유입 하천쓰레기 관리계획(가칭) 수립

관계 부처 및 시도간 협력 강화

- 상하류 비용분담제도 개선을 위한 이행지침 개발
- 해양 유입 하천쓰레기 통합관리기구 설비

자료 : 저자 작성

제1절 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방향

하천을 하나의 연속체로 바라보고 유역 관리 관점에서 하천쓰레기의 해양 유입을 차단하려면 대규모 해양 유입 하천과 그 외 중소규모 해양 유입 하천을 구분한 관리가 필요하다.

대규모 유입 하천인 5대강은 2천여 개의 하천이 연결되고 유역의 면적이 전 국토의 2/3를 차지할 정도로 방대하다. 즉, 5대강 하천을 통해서 바다로 유입되는 쓰레기를 줄이기 위해서는 2천 개가 넘는 지류의 하천관리청, 그리고 유역을 관할하는 지방정부, 댐·보 관리자 등 많은 관계기관과 협력하여야 한다.

반면 중소규모 해양 유입 하천은 대부분 시·도가 관리하는 하천이고,⁹⁶⁾ 지류가 없거나 있더라도 개소수가 많지 않으며, 유역도 연안 시·도의 경계를 벗어나지 않는다. 중소규모 해양 유입 하천쓰레기는 내륙 시·도와 협력할 필요가 없으며, 연안 시·도 차원의 관리가 가능하다.

〈표 6-1〉 해양 유입 하천의 유형별 관리방향

구분		대규모 해양 유입 하천	중소규모 해양 유입 하천
개소수		5개소	458개소
특 징	하천 관리청	국토교통부	연안 시·도 및 특별자치도, 일부 국토교통부(10개 하천)
	지류	2,423개소	944개소
	유역	67,630	23,496
관리방향		• 해양 유입 전 하천쓰레기 수거 보완 • 내륙 및 연안 시·도 간 협력 강화	• 해양 유입 전 하천쓰레기 수거 강화 • 시·도 차원의 관리 강화

자료: 저자 작성

96) 중규모 해양 유입 하천 중 10개소는 관리청이 국토교통부이다.

1. 대규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선

5대강은 6.8만㎢로 광대한 유역으로 서울, 부산, 대구, 인천, 대전, 광주 등 대도시가 발달해 있기 때문에 많은 양의 육상쓰레기를 바다로 운반한다. 이로 인하여 우리나라는 5대강을 대상으로 해양 유입 하천쓰레기 관리제도 또는 사업이 추진되고 있다. 하지만 여전히 5대강을 통해서 많은 양의 쓰레기가 바다로 유입되고 있기 때문에 관리체계의 개선이 필요하다.

이에 해양수산부는 제3차 해양쓰레기 관리 기본계획에서 5대강을 대상으로 쓰레기 총량관리제 도입을 제시하였다. 쓰레기 총량관리제를 도입하면 하천쓰레기의 발생 예방이 가능하므로 보다 효과적으로 해양으로 유입되는 쓰레기를 줄일 수 있을 것이다. 제3차 해양쓰레기 관리 기본계획에서 계획한 쓰레기 총량제는 미국 사례에서 보듯이 하수도 시스템을 통한 우수관리가 필수적이다. 하지만 우리나라는 아직 하수도 관리정책이나 하수도 정비사업에서 하천쓰레기가 주된 관리대상 오염물질이 아니다. 쓰레기는 부하량, 할당량을 산정할 수 있는 기초자료와 산정기법이 아직 개발되지 않았다.

따라서 5대강을 대상으로 한 해양 유입 하천쓰레기 관리체계는 단기적으로 기존 제도 및 사업을 보완하고, 장기적으로 유역쓰레기 총량관리제 도입을 위한 기반을 준비할 수 있도록 개선되어야 한다.

5대강을 통해 바다로 유입되는 하천쓰레기를 저감하기 위해서는 사전 수거뿐만 아니라 내륙 및 연안 시·도 간 협력도 중요하다. 관리체계 개선을 위한 추진과제는 ‘해양 유입 전 하천쓰레기 수거 강화’, ‘관계 부처 및 시·도 간 협력 강화’로 구분하여 <표 6-2>와 같이 제시하였다.

〈표 6-2〉 대규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선(안)

구분		대규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계	
개선방향		기존 관리제도 및 사업 개선과 유역쓰레기 총량관리제 도입 준비	
추진전략		해양 유입 전 하천쓰레기 수거 강화	관계 부처 및 시도 간 협력 강화
추진과제	단기	• 다목적 댐, 다기능 보 쓰레기 수거사업 보완: 쓰레기 관리 지침 개발 • 하천쓰레기 해양 유입 차단막 성능 개선	• 상·하류 비용분담제도 보완: 제도 이행지침 개발 • 유관부처 간 정책 조율을 위한 기구를 지정 및 운영(신규)
	장기	• 강·하천 유역쓰레기 총량 관리제 도입(신규)	

자료: 저자 작성

2. 중소규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선

중소규모 하천은 5대강 유역을 제외한 연안 유역을 관류한다. 특히, 하천연장이 10km 미만인 소규모 하천은 지류가 거의 없고 시·도의 경계를 넘지 않기 때문에 지자체 주도의 관리가 가능하다. 하지만 하천연장이 짧기 때문에 하천으로 유입되는 쓰레기 양도 많지 않을 것으로 예상된다. 따라서 소규모 해양 유입 하천 중 인구밀도가 높은 시·가화 건조지역을 관류하는 일부 소규모 하천 외에는 관리의 필요성이 낮을 것이다. 시·가화 건조지역에서 발생하는 플라스틱 쓰레기는 바다에서 분해되는 속도가 매우 느리기 때문에 유입량은 적을지라도 누적 영향은 적지 않기 때문이다.

중규모 해양 유입 하천 중 산림지역과 시·가화 건조지역을 관류하는 하천은 수영강 사례연구에서 확인하였듯이 해양 유입 쓰레기 발생량도 많을 것으로 예상된다. 반면 현행 해양 유입 하천쓰레기 관련 사업은 5대강에 집중되었으며, 중소규모 해양 유입 하천을 대상으로

하는 사업은 거의 없다. 반면 본류 전체를 단일 하천관리청이 관리하고, 지류도 많지 않기 때문에 하천관리청 주도의 관리가 가능하다. 이는 「해양폐기물법」 제11조에서 규정한 하천관리청에 의한 해양 유입 쓰레기 차단 효과를 기대할 수 있다.

이를 종합해 볼 때 해양 유입 쓰레기가 많은 것으로 예상되는 중소규모 하천을 대상으로 하천쓰레기 관리수단을 개발하고, 하천별 관리체계를 구축하도록 한다. 하천관리청이 수립하는 하천정비기본계획에 쓰레기의 하천 유입 및 이동 저감을 위한 사업을 추진하도록 한다. 수영강과 같이 다수의 관계기관과 협력이 필요한 경우에는 하천쓰레기 모니터링을 실시하고, 하천별로 발생량과 이동경로, 이를 관리하는 관리주체의 역할을 정리한 관리계획을 수립하도록 한다.

중소규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선(안)은 <표 6-3>과 같이 단기적으로 기존 5대강 수계를 대상으로 하고 있는 하천·하구 쓰레기 관리사업을 도입하고, 해양 유입 하천쓰레기 관리계획(가칭)을 수립하여 시도 차원의 관리를 강화하도록 한다. 장기적으로는 대규모 해양 유입 하천과 동일하게 필요한 경우 강·하천 쓰레기 총량관리제를 도입하도록 한다.

〈표 6-3〉 중소규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선(안)

구분		중소규모 해양 유입 하천쓰레기 관리체계	
개선방향		기존 하천쓰레기 관리사업을 중소규모 해양 유입 하천으로 확대 시도 차원의 해양 유입 하천쓰레기 관리	
추진전략		기존 하천쓰레기 관리사업 도입	시도 차원의 관리 강화
추진과제	단기	• 하천·하구 쓰레기 수거사업 추진 • 하천쓰레기 해양 유입 차단막 설치	• 시도 단위 해양 유입 하천쓰레기 관리 계획(가칭) 수립(신규)
	장기	• 강·하천 유역쓰레기 총량 관리제 도입(신규)	

자료: 저자 작성

제2절 하천쓰레기 해양 유입 차단방안

1. 하천관리청 쓰레기 관리

「해양폐기물법」에 의거한 하천쓰레기의 해양 유입을 차단하는 의무는 하천관리청에 있다. 「환경법」에 따라 하천관리청은 하천정비기본계획을 수립하여 하천정비사업을 실시하고, 하천시설을 유지·관리하여야 한다. 해양 유입 하천쓰레기를 차단하기 위해서 하천관리청이 수행해야 할 역할은 아래와 같다.

1) 하천환경 정비사업으로 하천쓰레기의 직방류 개선

제4장 수영강 해양 유입 하천쓰레기 실태조사에서 언급하였듯이 하천의 양안을 콘크리트 호안으로 조성하면 하천쓰레기는 하천변에 걸리지 않고 바다로 직방류된다.⁹⁷⁾ 이러한 문제는 오산천 사례와 같이 하천환경 정비사업을 통해서 다소 완화할 수 있다.

〈그림 6-2〉 하천환경 정비 시범사업 추진사례: 오산천



자료: 국토교통부(2014), 『자연친화적 하천 조성 사례집』, p. 37

97) 수영강은 콘크리트 호안이어서 우기 시 발생한 쓰레기가 그대로 바다로 유출되고 있었다. 다만 수영강 하구에 조성된 우동항(여항) 안으로 일부 쓰레기가 들어가고 있어서 하천쓰레기 해양 유입 실태를 파악할 수 있었다.

오산천 하천환경 정비사업⁹⁸⁾은 상류 자연형 하천구간, 도심지역인 중류 친수공간 구간, 하류 자연천인 구간으로 구분하여 조성하였다. 위 사례와 같이 해양 유입 하천을 자연친화적 하천⁹⁹⁾으로 조성한다면 바다로 유입되는 쓰레기를 다소 줄일 수 있을 것이다.

2) 하천시설 유지·관리 시 쓰레기 관리업무 강화

「하천의 유지·보수 및 안전점검에 관한 규칙」에서 규정한 하천관리청의 유지·관리 업무 중에서 하천쓰레기 관리와 관련된 순찰 및 일상관리, 하천관리상황 점검, 소규모 보수공사 업무를 강화하여야 한다. 그리고 폐천부지 관리 역시 하천쓰레기 발생 저감을 위해서 필요하다.

첫째, 순찰, 하천관리상황 점검 등 하천시설의 유지·관리 업무를 강화하고 예산을 확보하여야 한다. 특히 홍수기 전에는 정기적으로 하천의 둔치, 저수로, 다기능 보 등에 적체·퇴적된 오물을 철저하게 처리하도록 지침을 마련하고, 쓰레기 처리비용을 지급하도록 한다.

둘째, 홍수기 동안 하천으로 유출되는 쓰레기는 시설 보수·보강을 통해 예방할 수 있다. 집중호우기간 전인 3~5월에 보수공사 구간을 점검하고 보수공사를 실시하도록 유지·관리 지침을 마련한다면 집중호우기 하천으로 유입되는 쓰레기를 줄이는 효과가 클 것이다.

셋째, 최근에 폐천부지의 무단 점사용으로 인한 문제가 확인되었다. 폐천부지에 무단으로 경작을 하거나 쓰레기 선별장이나 골

98) 경기도 평택시를 흐르는 오산천은 유로연장 29.5km인 국가하천이며, 과거에는 홍수 방어를 위해 하도를 직강화하고 콘크리트 호안을 쌓아서 유수가 빠르게 직방류되었다. 자연친화적 하천으로 복원하기 위한 오산천 하천환경 정비사업은 1998년부터 2006년까지 622억 원을 투자하여 자연형 호안, 하도 사행화, 보 개량, 친수시설을 조성하였다.

99) “자연친화적 하천 조성은 하천의 치수 및 이수 기능을 고려함과 동시에 하천 환경의 보전, 재생 및 복원을 고려한 하천관리를 의미한다.”(국토교통부, 2014, p. 13)

재 야적장으로 활용하는 사례가 적발된 것이다. 폐천부지 불법 점유자에 의한 쓰레기 무단 투기나 환경문제도 발생할 수 있어 폐천부지 관리사업이 필요하다.

〈그림 6-3〉 폐천부지 환경문제 발생 사례



자료: 국토연구원 내부자료

3) 하천쓰레기 조사 및 홍보 활동

일본 국토교통성의 하천쓰레기 조사 및 쓰레기 지도 작성사업을 도입할 필요가 있다. 하천관리청이 실시하는 순찰 및 하천관리상황 점검 시 하천의 쓰레기 오염상황을 확인하여 기록하도록 한다. 이를 통해 쓰레기가 유입되는 지점이나 수거사업이 필요한 중점관리 구간을 지정할 수 있다. 쓰레기 지도는 쓰레기 수거사업 위치를 확인할 수 있고, 지역주민 또는 하천시설 방문자들의 하천쓰레기 발생 예방 활동 참여를 높일 수 있다.

하천쓰레기 조사를 위한 지침 개발이 필요하다. 조사 지침은 국가 해안쓰레기 모니터링과 연계하여 개발한다면 해양 유입 하천쓰레기의 발생원 또는 주요 발생지점 관리에 유익한 정보를 얻을 수 있을 것이다.

2. 하수관로 유출입 쓰레기 관리

수영장 하천쓰레기 현장조사에서 하천쓰레기의 과반을 차지한 플라스틱 생활쓰레기는 도시, 도로 등 인구 밀집지역에서 발생하여 하수도를 통해 하천으로 유입될 것으로 예상된다. 따라서 도시형 하천으로 유입되는 쓰레기를 줄이기 위해서는 미국 사례와 같이 하수관로 관리가 필수적이다.

하수도는 배제방식에 따라 오수와 우수를 별개의 관로계통으로 배제하는 분류식과 동일한 관로계통으로 배제하는 합류식으로 구분된다. 이전에는 하수도 시설기준에서 분류식 배제방식을 택하도록 하였으나,¹⁰⁰⁾ 최근에는 분류식 채택이 어려운 경우 지역 특성, 방류수역 여건 등을 고려하여 합류식으로 계획할 수 있도록 권고하고 있다.¹⁰¹⁾

하수관로를 통해 하천이나 바다로 유입되는 쓰레기를 관리하기 위해서는 합류식 하수관로는 월류수(CSOs: Combined Sewer Overflows), 분류식 우수관로는 유출수(SSD: Stormsewer Discharge)를 관리하여야 한다.

합류식 하수관로는 강우 시 쓰레기가 차집관로로 우선 유입되나 처리용량을 초과할 경우 차집관로로 걸러지지 않은 쓰레기가 월류수와 하수처리시설로 이동하게 된다.

분류식 우수관로는 기본적으로 우수토실 설치를 전제하지 않기 때문에 분류관 유출수(SSD)와 함께 노면 위의 쓰레기는 그대로 하천으로 방류될 가능성이 있다.

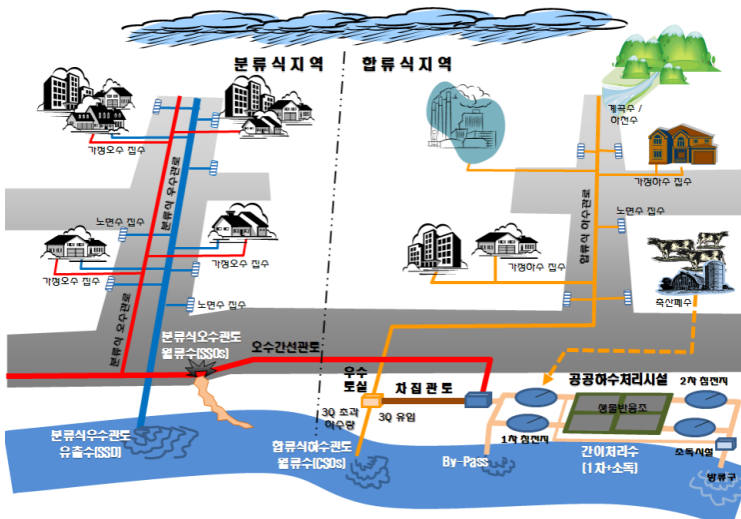
합류식 관로의 빗물받이와 분류식 우수관로의 빗물받이로 유입되

100) 한국상하수도협회(2011), p. 14.

101) 환경부(2017b), p. 4.

는 쓰레기 양은 지역 특성에 따라 다르겠지만 크게 차이가 나지 않아 쓰레기 유출과 관련하여 반드시 분류식이 유리하다고 할 수는 없다. 합류식 관로의 경우, 오수와 우수가 섞이게 되므로 침전, 퇴적 등으로 인한 고형물, 오염물질 등이 분류식 우수관로에 비해 상대적으로 많아 이들의 유출량, 유출부하가 많을 (또는 높을) 가능성이 있기 때문이다. 따라서 분류식뿐만 아니라 합류식 관로도 쓰레기 관리가 필요하다.

〈그림 6-4〉 합류식 관로와 분류식 관로 개념도



자료: 환경부(2014a)

1) 단계별 쓰레기 유출입 차단

도시 및 도로 쓰레기의 하천 유입경로가 되는 하수관로를 관리하기 위해서 하수관로 유입, 수송, 유출 단계별 관리방안을 도입하여야 한다. 첫째 유입단계에서는 합류식과 분류식 모두 초기우수 발생 시 빗물받이를 통해 하수도 시설로 유입되므로 차단이 중요하다. 여기

에서는 앞서 언급된 발생원 억제방법인 노면 청소, 우수받이 청소 및 관거 청소의 방법을 이용하여 오염물이 하수도 시스템으로 유입되는 것을 사전에 차단하는 기술이 필요하다.

둘째, 수송단계에서는 하수관로 내 주기적인 준설 등의 퇴적물 제거가 필요하다. 특히 오수와 함께 퇴적이 일어나는 합류관 관리가 중요하며, 강우 발생 전에 관내 퇴적물을 제거하여야 한다. 퇴적물 제어방안으로는 하수관거세척, 침전방지장치 등의 설치가 있다.

마지막으로 유출단계에서는 협잡물, 쓰레기의 유출 방지를 위한 기술 등을 활용할 수 있다. 유출구 높이 상향 등의 시설 정비, 협잡물 월류 방지 스크린 설치, 역류방지용 차단 수문 설치 등의 방법이 있다. 또한, 유출수 처리를 위한 저류시설을 설치하기도 하지만 쓰레기 저감 효과는 검증이 필요하다.

한편, 장기적으로 광고·공청회 활동 등을 통하여 우천시 월류오염 부하의 심각성을 이해시키고, 생활에서 실천할 수 있는 오염 저감 방안을 알리는 노력도 필요하다.

〈표 6-4〉 하수관로의 쓰레기 유출입 차단방안

구분	쓰레기 유출입 차단방안
유입 단계	• 노면 청소, 우수받이 청소 및 관로 청소 • 오염물의 하수처리시설 유입을 사전 차단
수송단계	• 하수관거세척, 침전방지장치 등을 설치하여 강우 발생 전 관내 퇴적물 제어 • 쓰레기 월류 방지 스크린 설치, 역류방지용 차단 수문 설치 등 • 우천시 차집관거를 월류하는 유량을 조정
유출단계	• 차집관거 용량을 증대 • 우수토실 내·외에 여과 스크린 또는 망을 설치하여 쓰레기 유출 방지 • 하수관거 시설 내·외에 설치 가능한 저류시설을 설치

자료: 저자 작성

2) 하수관로 쓰레기 유출입 차단시설 설치

쓰레기는 도시, 도로, 산림지역, 공사장, 농경지 등 불특정 장소에서 발생하는 비점오염물질에 해당한다. 하수관로에 설치할 수 있는 장치형 비점오염원 저감시설을 설치하여 하수관로로 유·출입하는 쓰레기를 관리할 수 있다.¹⁰²⁾ <표 6-5>에서 제시한 비점오염물질 저감시설 중 와류형, 스크린형, 응집·침전처리시설을 하수관로에 설치하여 쓰레기의 유입 및 유출을 차단할 수 있다.

<표 6-5> 장치형 비점오염물질 저감시설 종류

종류	설명	쓰레기 차단 여부
여과형 시설	강우유출수를 집수조 등에서 모은 후 모래, 토양 등의 여과제로 오염물질을 거르는 시설	불가
와류형 시설	중양회전로의 움직임으로 와류(渦流)가 형성되어 부유성 오염물질은 상부로 부상시키고, 침전 가능한 오염물질은 하부로 침전, 분리시키는 시설	가능
스크린형 시설	망의 여과 및 분리 작용으로 비교적 큰 부유물 등의 오염물질을 제거하는 시설	가능
응집·침전 처리형 시설	응집제(凝集劑)를 사용하여 비점오염물질을 응집한 후 침강시설에서 고형물질을 침전 및 분리시키는 방법으로 부유물질을 제거하는 시설	가능
생물학적 처리형 시설	전처리시설에서 토사 및 협착물 등을 제거한 후 미생물에 의하여 콜로이드(colloid)성, 용존성(龍尊性) 유기물질을 제거하는 시설	불가

자료: 환경부(2008), 「비점오염물질저감시설 설치 및 관리운영 매뉴얼」, p. 21을 도표화함

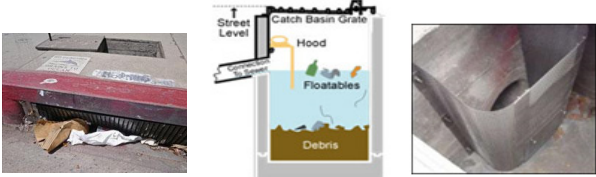
미국의 우수 쓰레기 배출허가제(stormwater permit)에서는 쓰레기 유·출입 차단시설을 설치하면 배출량을 허가해준다. [그림 6-5]는 미

102) 환경부(2008), 「비점오염물질저감시설 설치 및 운영 매뉴얼」에서는 비점오염원 저감시설을 자연형과 장치형으로 구분한다.

국 환경보호청(Environmental Management Agency)에서 소개하는 단계별 하수관로 쓰레기 유출입 차단시설 예시이다.

하수관로 유입 전 차단시설에는 스크린형과 침적형 시설을, 관로 내 수송단계에는 와류형 시설을, 관로 유출구에는 스크린형 망을 사용할 수 있다.

〈그림 6-5〉 미국 환경보호청의 하수관로 쓰레기 유출입 차단시설 예시

관로 유입 전 차단시설	 연석 입구 덮개 집수조 후드 장치 배출구 내부 스크린
관로 수송 중 차단시설	 선형 방사형 장치 유체 역학 분리기
관로 유출구 차단시설	 쓰레기 거름망

자료 : 미 환경청 홈페이지, <https://www.epa.gov/trash-free-waters>(검색일: 2020. 4. 5)

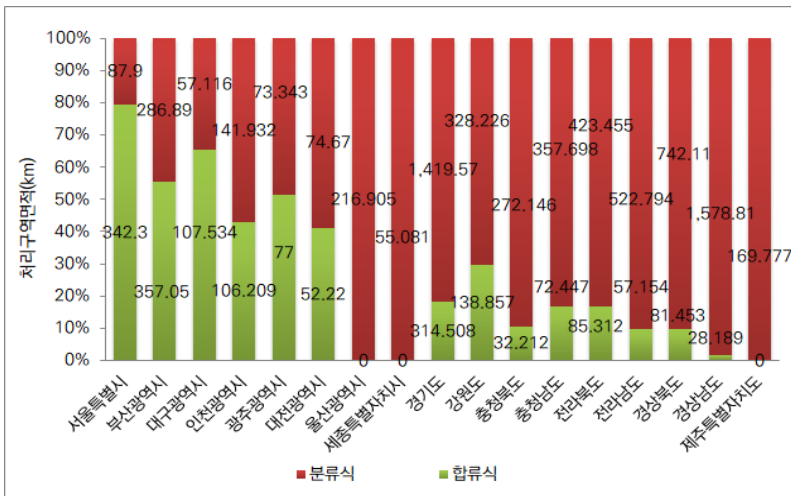
3) 쓰레기 중점관리 우수토구 지정 및 관리

일부 하수관로는 우수를 바다로 직방류하기도 한다. 이 경우 분류관의 유출수(SSD) 또는 합류관의 월류수(CSO)와 함께 쓰레기가 바다

로 바로 유입된다. 이를 예방하기 위해서 연안에 인접하여 설치된 우수토구¹⁰³⁾는 쓰레기 중점관리 우수토구로 지정하여 쓰레기 유출·입 차단방안 도입을 의무화하여야 한다. 앞서 제시하였듯이 쓰레기 유출·입 차단은 비시설적 관리와 차단시설 설치를 병행해야 한다.

연안 시·중 부산은 합류식 관로가 설치된 면적 비중이 과반이고, 울산, 제주는 전 지역에 분류식 관로로 설치되어 있다. 합류식 관로 설치지역은 차집관거 용량을 높여야 한다. 빗물이 처리과정 없이 우수관로를 통해 배출되는 분류식 관로는 쓰레기 유출·입 차단시설 설치가 매우 중요하다. 특히 바다로 우수를 배출하는 우수토구 실태를 파악하고, 쓰레기 유출·입 차단시설 및 쓰레기 관리 실태를 점검하여야 한다.

〈그림 6-6〉 시도별 하수도 배제방식(2018년 기준)



자료: 환경부 홈페이지, 2018년 하수도 통계(검색일: 2020. 6. 29) 저자 재작성

103) 하수도의 관내에 과도한 양의 물이 유입되는 것을 방지하기 위해 빗물을 배출하는 시설.

3. 호소 및 하천 쓰레기 수거 강화

1) 호소 및 하천 쓰레기 수거사업 지침 개발

댐, 보, 저수지 등 호소의 수면관리자와 하천관리청의 쓰레기 수거 업무를 규정하는 수거 지침을 개발한다. 지침의 내용은 첫째, 쓰레기 수거사업의 공간적 범위를 설정하는 데 필요한 사항을 제시한다. 2018년부터 물관리일원화 정책이 시행됨에 따라 한국수자원공사의 관리범위는 댐 유역까지 확대되었다. 이에 따라 댐으로 유입되는 쓰레기와 유출되는 쓰레기를 관리하는 데 필요한 하천구간과 유역의 공간적 범위를 설정하도록 하고, 효율적 공간관리를 위하여 중점 관리구간으로 지정 및 설정하도록 한다.

둘째, 다목적 댐 및 다기능 보로 유입되는 쓰레기와 유출되는 쓰레기를 추정하는 방안에 대해 제시하도록 한다. 쓰레기 유입량은 쓰레기 관리사업계획 수립 및 비용 산정을 위한 중요한 자료이다. 쓰레기 유출량은 영상자료 등을 통해 수문 개방 시 얼마나 많은 쓰레기가 유출되는지 추정할 수 있다.

셋째, 집중호우 전(3~5월), 후(9~10월) 댐 쓰레기의 집중 수거를 정례화하도록 한다. 집중호우기간 유입되는 부유쓰레기를 줄이기 위한 방안으로 댐 주변 쓰레기 발생 위험지역 관리, 댐으로 유입되는 하천의 상류 쓰레기 관리 등도 함께 제시한다. 댐, 보 등 하천 횡단시설은 집중호우기에 수위조절을 위해 수문을 개방하므로 집중호우기를 대비한 쓰레기 관리가 매우 중요하다.

넷째, 수거한 쓰레기를 초목류, 플라스틱, 유리 등 성상별로 분류하고 처리하는 사항을 제시하도록 한다. 지침은 처리비용의 분담을 규정한 「물환경관리법」 제31조의 내용을 구체화하여야 한다. 동 법

제31조 제3항에서 한국수자원공사와 시·군·구청이 협약을 체결하여 분담하도록 하였고, 만일 협약이 체결되지 않는 경우를 대비하여 조정을 신청하는 절차를 환경부령으로 규정하였다.

다섯째, 쓰레기 수거사업의 재원조달계획을 수립하는 데 필요한 사항을 지침에서 제시하도록 한다. 2015~2019년 지난 5년 동안 한국수자원공사는 30만 톤의 댐 쓰레기를 수거하였다. 하지만 연간 쓰레기 수거량은 편차가 큰 편이어서 최대치 132만 톤과 최소치 9천 톤의 차이가 12만 톤에 이른다. 재원조달 계획을 수립하게 한다면 한국수자원공사가 사업비를 임의조정하는 것을 막을 수 있을 것이다.

여섯째, 하천-하구-바다가 하나의 연속체임을 고려할 때 하천 상류부터 해양에 유입된 후 쓰레기의 수거 및 처리에 관한 통계를 통합적으로 관리하여야 한다. 이러한 관점에서 다목적 댐 및 다기능 보 쓰레기 수거·처리 통계 관리에 대한 사항을 마련하도록 한다.

일곱째, 다목적 댐 및 다기능 보로 유입되는 쓰레기를 저장하는 방안을 제시하도록 한다. 수풀 및 임목 부산물 수거, 수변공원 쓰레기 수거 캠페인, 홍보 및 교육 등의 예방사업을 추진하거나 지류에서 쓰레기를 수거하도록 지류 하천관리청과 협력하는 방안이 있다.

〈표 6-6〉 수면관리자 쓰레기 관리 지침의 주요 내용

주요 내용
• 유역을 포함한 수거공간 설정
• 쓰레기 유입 및 유출량 산정
• 집중호우기 전·후 집중 수거: 인력 및 장비 투입
• 수거된 쓰레기의 성상별(초본류, 플라스틱 등) 처리
• 연차별 수거·처리 재원조달
• 쓰레기 수거 및 처리 통계 관리
• 쓰레기 유입 예방사업 및 지류 관리청과의 협력

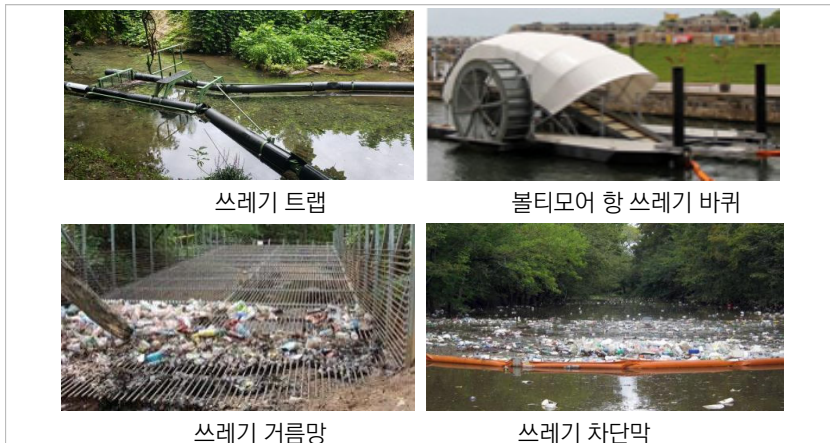
자료: 저자 작성

2) 호소 및 하천 쓰레기 차단시설 설치

호소 및 하천의 부유쓰레기를 포집하거나 차단하는 시설을 설치함으로써 하천쓰레기의 해양 유입을 막을 수 있다. 아래 예시는 미국 환경보호청에서 제시한 부유쓰레기 차단 및 포집 시설 예시이며, 다양한 형태의 부유쓰레기 포집 및 수거 장치 개발이 가능할 것이다.

쓰레기 트랩은 붐(boom)에 이동장치를 연결하여 수면 위를 떠다니면서 쓰레기를 포집하도록 설계된 장치이다. 전류를 사용하여 쓰레기를 붐 내부로 모아서 포집 효과를 높인다는 특징이 있다. 볼티모어 항에 설치된 쓰레기 바퀴는 태양열로 작동하는 바퀴에 컨베이어 벨트를 장착하여 쓰레기를 포집한다. 독특한 외관으로 친수시설에 설치하기 적합하다. 쓰레기 거름망은 금속망을 기둥에 연결하는 시설이며, 상류 산림지역에 설치하여 나뭇가지, 나뭇잎이 하천으로 내려오는 것을 막는다. 차단막을 이용해 부유쓰레기를 수거하는 장치로 [그림 6-7]은 지류에 설치된 모습이다.

〈그림 6-7〉 호소 및 하천쓰레기 수거 및 포집시설 설치



자료 : 미 환경청 홈페이지, <https://www.epa.gov/trash-free-waters>(검색일: 2020. 4. 5)

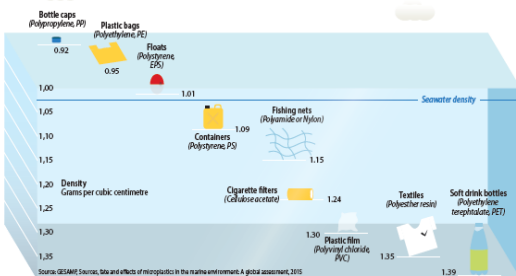
4. 하천쓰레기 해양 유입 차단막 성능 개선

하천쓰레기 유입 차단막 설치사업은 하구에 차단막을 설치하고, 차단막에 걸린 하천쓰레기를 수거하여 처리하는 사업이다. 하구에서 쓰레기를 차단하는 것은 비용 효과적이므로 몇 가지 문제를 개선하여 지속적으로 추진하여야 한다.

개선 사항으로는 첫째, 차단막이 평수기뿐만 아니라 집중호우기에 도 기능을 발휘할 수 있도록 성능을 개선하는 것이다. 해양수산부는 제3차 해양쓰레기 관리 기본계획에 따라 차단막 성능 개선을 위한 R&D를 실시할 예정이다.

둘째, 하천쓰레기 차단막은 기존의 수면 위를 부유하여 이동하는 하천쓰레기뿐만 아니라 수중으로 이동하는 하천쓰레기도 차단하도록 개선되어야 한다. 앞서 수영강 하천쓰레기 조사를 통해서 하천쓰레기는 수면 위뿐만 아니라 수중으로 이동하고 있음을 확인하였다. 플라스틱 유형별 비중을 보여주는 [그림 6-8]에서 보듯이 필름형 플라스틱의 비중(specific gravity)은 1.3으로 수면 아래로 부유하며 이동한다.

〈그림 6-8〉 해양 플라스틱 유형별 비중 및 수영강 하천쓰레기



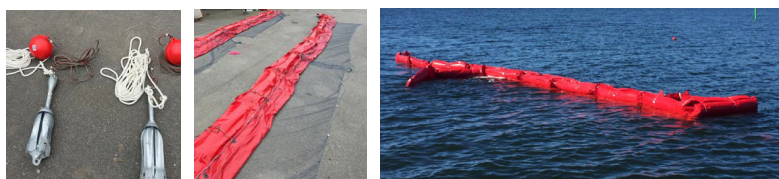
〈해양 플라스틱 유형별 비중〉

〈수영강 하천쓰레기〉

자료 : (좌) UNEP-GRID-Arendal(2016), p. 9, (우) 저자 촬영

통발은 수면 아래로 설치되기 때문에 필름형 플라스틱인 음식 포장재, 비닐 조각이 다수 들어간 것이다. 수중으로 이동하는 하천쓰레기를 차단하려면 제3장에서 제시한 것처럼 유럽의 BLASTIC 프로젝트에서 모니터링 장비로 사용한 그물망형이 적합할 것이다.

〈그림 6-9〉 수면 및 수중 하천쓰레기 차단막 예시



자료: Interreg Central Baltic(2018)

셋째, 차단막 성능 개선과 함께 관리운영방식의 개선도 필요하다. 현재 차단막은 설치된 시·군·구에서 관리하고 있으며, 차단막에 걸린 하천쓰레기의 수거 및 처리비용은 상·하류 비용분담제도로 확보한 예산으로 충당한다. 이러한 방식은 차단막 관리자, 수혜자, 비용 공급자가 상이하기 때문에 비효율적으로 운영될 수 있다. 예를 들어, 섬진강 하구에 설치된 차단막은 광양시에서 관리하고, 비용은 섬진강 유역관리청에서 지급한다. 그리고 차단막이 설치되지 않을 경우 섬진강을 통해 바다로 유입된 쓰레기는 여수시 관할 연안 및 도서로 이동하기 때문에 차단막의 수혜자는 여수시이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 차단막 관리운영자를 유역관리청으로 변경하거나, 현재와 같이 시·군·구청이 운영하되 차단막 관리운영지침을 개발하고 관리운영 실태점검 절차를 마련하여야 한다.

5. 시·도 단위의 해양 유입 하천쓰레기 관리계획(가칭) 수립

하천쓰레기 관리를 위해서는 다양한 이해관계자가 있으므로, 통합적·협력적 관리를 위해서는 관리계획이 필요하다. 해양 유입 하천쓰레기 관리계획(가칭)은 하수도 관리, 하천시설 관리를 위하여 시·도 단위로 수립하도록 한다. 시·도에서 수립하는 하수도정비기본계획, 하천정비기본계획¹⁰⁴⁾ 등이 10년 단위로 수립되므로, 해양 유입 하천쓰레기 관리계획도 10년 단위 계획으로 수립하도록 한다.

동 계획은 해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 기본계획 중 ‘하천·소하천에서의 폐기물 해양 유입 방지’ 부문에 대한 시·도 단위 계획으로 수립하되, 기본계획의 연차별 시행계획과는 별도의 계획을 수립하도록 한다.

관리계획을 수립하기 위해서는 하천쓰레기 모니터링을 실시하여 하천으로 유입되는 쓰레기 종류를 파악하여야 한다. 해양 유입 쓰레기 관리사업은 집중호우기와 평상시를 구분하여 실시하여야 하므로, 모니터링은 평상시와 집중호우기를 구분하여 실시하여야 한다.

평상시 해양 유입 하천쓰레기 모니터링은 수면과 수중을 포괄하여 실시되어야 한다. 현재 북유럽의 BLASTIC 프로젝트에서 실시한 차단막(Boom)을 이용한 방법과 자망 형태의 그물망을 이용하는 방법이 필요하다. 장마, 태풍 등 집중호우기에는 수거한 재해쓰레기의 주요 성상을 확인할 수 있도록 재해쓰레기 처리 지침을 변경하도록 한다.

모니터링은 해양으로 유입되는 쓰레기는 자연물과 인공물을 구분하여 발생원과 유입지점을 관리할 수 있다. 발생원 및 이동경로를 파악하기 위해서는 BLASTIC 사례와 같이 사전 연구를 통해 기본지침

104) 지방하천의 하천정비기본계획은 시·도에서 수립함.

관리계획의 이행을 강화하기 위해서는 지역의 관련 계획이 대부분 10년 단위로 수립되고, 5년 단위로 수정계획이 수립되므로, 이에 맞추어 계획을 점검하고 피드백하는 평가지침을 마련하여야 한다.

```

graph TD
    A[해양오염퇴적물 관리 기본계획] --> B[해양수산부 10년 단위]
    A --> C[유역 내 해양 유입 하천쓰레기 관리계획]
    B --> D["• 해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 정책의  
기본방향에 관한 사항"]
    B --> E["• 해양폐기물 및 해양오염퇴적물의 현황조사  
및 수거·처리 등 처리에 관한 사항"]
    B --> F["• 하천·소하천에서의 폐기를 해양 유입 방식  
에 관한 사항"]
    B --> G["• 해양폐기물 및 해양오염퇴적을 발생 예방  
및 저감에 관한 사항"]
    B --> H["• 해양폐기물 및 해양오염퇴적물로 인하여 오  
염된 해양환경의 개선·복원 및 사후관리에  
관한 사항"]
    B --> I["• 해양폐기물 및 해양오염퇴적을 관리를 위한  
재원 확보에 관한 사항"]
    C --> J[연안사도 및 행정자치도 1년 단위]
    C --> K["• 관리 대상 해양 유입 하천 선정  
: 유역 토지이용현황, 현장조사 등"]
    C --> L["• 하천쓰레기 발생원 및 이동경로 실태조사  
: 유역 환경조사, 하천쓰레기 발생원 조사, 쓰레기 우심  
지역 조사, 하천쓰레기 모니터링"]
    C --> M["• 하천쓰레기 차단 방안  
: 하수도 관리, 산림지역/도로/공사장 관리, 하천쓰레기  
수거, 차단막 설치 등"]
    C --> N["• 유관계획 및 관계기관과의 연계 추진방안  
: 담/보 통 수문관리자, 하천정비기본계획/하수도정비기본계획/하수정화시설기본계획 등"]
    J --> O[하천정비기본계획]
    J --> P[시도, 국토교통부 10년 단위]
    J --> Q[하수도정비기본계획]
    O --> R[시·도 10년 단위]
    P --> R
    Q --> R

```

해양오염퇴적물 관리 기본계획

해양수산부 (10년 단위)

- 해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리 정책의 기본방향에 관한 사항
- 해양폐기물 및 해양오염퇴적물의 현황조사 및 수거·처리 등 처리에 관한 사항
- 하천·소하천에서의 폐기를 해양 유입 방식에 관한 사항
- 해양폐기물 및 해양오염퇴적을 발생 예방 및 저감에 관한 사항
- 해양폐기물 및 해양오염퇴적물로 인하여 오염된 해양환경의 개선·복원 및 사후관리에 관한 사항
- 해양폐기물 및 해양오염퇴적을 관리를 위한 재원 확보에 관한 사항

유역 내 해양 유입 하천쓰레기 관리계획

연안사도 및 행정자치도 (1년 단위)

- 관리 대상 해양 유입 하천 선정
: 유역 토지이용현황, 현장조사 등
- 하천쓰레기 발생원 및 이동경로 실태조사
: 유역 환경조사, 하천쓰레기 발생원 조사, 쓰레기 우심 지역 조사, 하천쓰레기 모니터링
- 하천쓰레기 차단 방안
: 하수도 관리, 산림지역/도로/공사장 관리, 하천쓰레기 수거, 차단막 설치 등
- 유관계획 및 관계기관과의 연계 추진방안
: 담/보 통 수문관리자, 하천정비기본계획/하수도정비기본계획/하수정화시설기본계획 등

해역관리청의 연차별 시행계획

연안사도 및 행정자치도 (1년 단위)

하천정비기본계획

시도, 국토교통부 (10년 단위)

하수도정비기본계획

시·도 (10년 단위)

217 ▾

제3절 관계 부처 및 시도 간 협력 강화

1. 상·하류 비용 분담률 산정 지침 개발

유역쓰레기 처리비용 분담제도는 여러 시·도를 관류하는 5대강 쓰레기 관리에 적합한 제도이다. 하천쓰레기 발생원 및 이동경로에 대한 자료가 없어 발생 예방정책을 추진하는 데 한계가 있는 상황에서 하류와 상류 지자체가 함께 수거비용을 분담하는 제도는 현실적인 제도라 할 수 있다. 하지만 제도 시행에 있어서는 제3장 관리여건에서 검토하였듯이 비용분담의 근거가 되는 지자체별 발생량, 수거·처리 비용 산정 근거가 부족하다는 문제가 있다. 이를 보완하기 위해서 5대강에서 실시하고 있는 상·하류 비용분담을 위한 분담률 산정방법 지침을 마련하도록 한다. 지침의 주요 사항은 아래와 같다.

첫째, 비용분담의 기초정보가 되는 시·도의 하천쓰레기 발생량 산정기법을 개발하여 제시하여야 한다. 강우량과 유역 특성 정보에 기초한 발생량 산정 연구가 필요하다.

둘째, 지역별 분담률 산정 원칙을 제시하여야 한다. 쓰레기 수거·처리 비용 분담원칙으로는 오염자부담원칙(Polluter Pays Principle), 수혜자부담원칙(Beneficiary Pays Principle), 사용자부담원칙(User Pays Principle) 등이 있다. 기존에 적용한 수혜자와 오염원인자 간 공동부담 원칙을 유지한다면 오염원인자와 수혜자 간 분담률 결정방식을 규정하여야 한다.

셋째, 하천쓰레기 수거 및 처리비용 산정을 위한 단가를 제시하여야 한다. 하천쓰레기의 특성을 반영한 처리비용 단가가 없어서 현재 하천쓰레기 처리비용에 대한 기준이 없고 「폐기물관리법」 제40조에 의거한 방치폐기물 처리단가를 준용하고 있다. 하지만 수분을 포함

하고 인공물과 자연물이 혼합된 하천쓰레기는 일반쓰레기와 처리비용에 차이가 있다. 수거에 있어서도 하천쓰레기는 일반쓰레기와 다른 특성이 있다. 수면 또는 수중 부유쓰레기를 수거하거나, 수면 아래에 침적된 쓰레기를 수거할 경우 이에 해당하는 수거비용이 필요하다. 하천변 쓰레기 역시 산재되어 있고 젖어 있어서 별도의 수거장비가 요구되고 한다. 이를 반영하여 현실적인 하천쓰레기 수거 및 처리 단가를 산정하여야 한다.

넷째, 당해 연도에 발생한 하천쓰레기 수거 및 처리 비용을 정산하는 방법을 제시하여야 한다. 기존에는 분담률 산정 당시 참고한 하천쓰레기 수거·처리비를 적용하기 때문에 각 지자체가 납부하는 금액은 매년 동일하다. 이로 인해 하천쓰레기 발생량이 많은 경우 하류 지자체는 처리비용을 마련하는 데 어려움을 겪고, 발생량이 적은 해는 수거사업비 지출이 어려울 수도 있다. 하지만 하천쓰레기는 당해 연도 강우에 영향을 크게 받기 때문에 연간 하천쓰레기 발생량은 당연히 달라진다. 이러한 수거처리 물량의 연도별 격차를 고려한 비용분담제도 운영방안이 마련되어야 한다.

다섯째, 하천쓰레기 저감 사업을 추진하는 지자체에 대한 인센티브를 마련하여 상류 지자체의 하천쓰레기 발생 저감 또는 수거를 장려하여야 한다. 상류 지자체가 차단막 설치 등 예방사업을 추진했을 경우 이를 반영하여 분담금액을 삭감해 준다면 수거 중심의 하천쓰레기 관리정책의 한계를 다소 완화할 수 있을 것이다.

〈표 6-7〉 상하류 간 비용 분담률 산정 지침의 주요 내용

주요 내용
• 시도 하천쓰레기 발생량 산정기법 개발
• 시도 간 하천쓰레기 수거비용 분담원칙 선정 및 분담률 산정기준 제시

주요 내용

- 하천쓰레기 수거 및 처리 단가 산정
- 연도별 하천쓰레기 수거 및 처리 물량을 반영한 분담금액 산정 방안
- 하천쓰레기 저감사업 추진 지자체에 대한 인센티브 제공 방안

자료: 저자 작성

2. 해양 유입 하천쓰레기 통합 관리기구 설립

하천 최상류에서 하구역까지 연속적 시스템으로 정의하고 통합적으로 관리하기 위한 기구가 필요하다. 예를 들어, 미국은 2006년에 「해양쓰레기법(Marine Debris Research, Prevention, and Reduction Act)」을 제정하면서 IMDCC 설치 규정을 마련하였다. IMDCC의 의장은 해양대기청(US NOAA)이고, 부의장은 환경청(US Environmental Protection Agency)이다. 그 외 국무부, 해군, 해안경비대 등 관련 연방기구가 구성원으로 참여한다. 해양수산부는 「해양폐기물법」을 개정하여 ‘해양폐기물관리위원회’의 설치를 추진하고 있다. 위원회는 미국 IMDCC와 유사하게 관계부처가 참여하는 범부처 위원회로서 해양수산부, 환경부, 국토교통부, 농림수산물식품부, 국방부(해군), 산림청, 해양경찰청을 포함하여 구성하도록 한다.

5대강 쓰레기 관리를 위해서는 환경부가 주도하는 ‘물관리위원회’를 통한 상·하류 지자체 간의 조정도 가능할 것이다. 국가물관리위원회는 물 관련 중요 정책·현안을 심의·의결하고, 물분쟁을 조정하는 등의 역할을 수행하는 대통령 직속 위원회로서의 위상을 지니고 있다. 이는 물정책의 통합적 관리를 위한 것으로 수계쓰레기로 인한 부처 간 그리고 지역 간 이견을 조율할 수 있을 것이다.

제 7 장

결론 및 정책제언

제1절 요약 및 결론

육상에서 발생한 쓰레기는 강우 유출수에 의해 하천으로 유입된 후 바다로 이동한다. 따라서 해양 유입 하천쓰레기를 관리하기 위해서는 하천의 상류에서 하구역까지 이르는 전 구간에서 강우 영향구역을 포함하는 유역 관리 개념이 필요하다. 이에 제2장에서 대규모 해양 유입 하천인 5대강은 우리 국토의 대부분이 유역이고, 중소규모 해양 유입 하천은 11개 연안 시·도를 유역으로 하고 있음을 보였다. 해양 유입 하천쓰레기는 유입 전 단계에서는 댐, 보 등 하천 횡단 시설에서 수거하거나 하천변이나 하구에서 수거한다.

하지만 여전히 하천쓰레기는 바다로 유입되고 있음을 ‘국가 해안쓰레기 모니터링’에서 확인하였다. 해안에 방치된 쓰레기를 조사한 바에 따르면 육상에서 발생하였을 것으로 예상되는 플라스틱 재질의 생활쓰레기가 많은 비중을 차지한다. 하천쓰레기의 해양 유입 실태는 제3

장에서 수행한 하천쓰레기 조사를 통해서도 확인할 수 있었다. 시가화 진조지역을 관류하는 수영강 하구에 설치한 통발에서 강우기뿐만 아니라 평상시에도 비닐류의 플라스틱 쓰레기를 다수 확인할 수 있었다. 수면쓰레기의 경우 강우기 초목류가 다수를 차지하고 평상시에는 쓰레기가 거의 없는 것과는 차이가 있었다. 비닐류는 바다에서 분해되기까지 많은 시간이 소요되는 것으로 알려져 해양 서식지 또는 생물 피해가 우려된다. 실제 2017년에 붉은바다거북 사체의 위장에서 발견된 비닐류가 수영강 통발에서 확인한 비닐류와 형태가 거의 유사하였다.

제3장에서 실시한 해양 유입 쓰레기 관리여건 분석에서는 수영강과 같은 중규모 하천을 대상으로 한 쓰레기 관리정책이 미흡하다는 한계를 확인하였다. 우리나라는 5대강 수계를 대상으로 비용분담제도, 하천·하구 쓰레기 수거사업을 실시하고 있다. 수영강과 같이 5대강 수계가 속하지 않는 해양 유입 하천의 경우 하천쓰레기 수거사업이 없었다. 부산시 수영구는 공공쓰레기 처리사업, 해운대구청은 해양쓰레기 수거사업으로 하천쓰레기를 수거 및 처리하고 있었다.

「해양폐기물법」에서는 하천관리청에 쓰레기의 해양 유입 차단 의무를 부과하고 있었지만 하천관리청의 기존 사업에서는 쓰레기 관리 역할이 미흡하였다. 하천정비기본계획 수립 지침에서 규정한 하천환경 종합계획 수립 내용에는 쓰레기 관리에 관한 사항이 없다. 그리고 하천시설 유지·관리 업무를 규정한 하천의 유지·보수 및 안전점검에 관한 규칙에서도 직접적인 하천쓰레기 관리 규정은 부재하였다.

해양 유입 하천쓰레기 관리체계를 개선하기 위한 시사점을 얻기 위해서 제5장에서 미국, 유럽, 일본의 하천쓰레기 관리사례를 조사하였다. 미국은 하수관로로 유입되는 하천쓰레기를 차단하기 위한 제도로 우수관로의 쓰레기 배출허가제(storm water permit)와 쓰레기 총량관리제를

시행하고 있었다. 이는 도시형 하천에서 내려오는 플라스틱 생활쓰레기를 줄이는 데 효과적인 관리수단이 될 것이다. 유럽 발트해 연안국에서 실시한 BLASTIC 프로젝트는 하천쓰레기의 발생원과 발생경로를 정리하기 위한 제도 및 사업 개발을 목적으로 한다. 일본의 경우 현 단위로 하천쓰레기 관리대책을 수립하고 있었다. 이 사례는 시·도 단위로 해양 유입 하천쓰레기 관리를 위한 계획 수립 시 참고할 만하다.

이를 종합하여 본 연구에서는 대규모 해양 유입 하천과 중소규모 해양 유입 하천을 구분하여 개선방향을 제시하였다. 5대강에 해당하는 대규모 해양 유입 하천은 내륙 시·도와의 협력이 필요하기 때문이다. 그리고 하천쓰레기의 해양 유입을 차단하기 위한 방안으로 하천 관리청의 쓰레기 관리방안, 하수관로의 쓰레기 유입 및 유출 차단방안, 하천쓰레기 수거 강화방안, 하천쓰레기 해양 유입 차단막 성능 개선방안, 시·도 단위 해양 유입 하천쓰레기 관리계획(안) 수립을 제시하였다. 그리고 관계부처 및 시·도 간 협력을 강화하기 위해 상하류 비용분담제도 이행지침 개발, 부처 간 통합관리기 설치 등을 제시하였다. 해양 유입 하천쓰레기를 줄이기 위해서는 하수도, 하천정비, 하천관리 등 다양한 사업을 연계하여 실시하여야 하며, 이를 위해서는 연안 시·도의 역할을 강화하여야 할 것이다.

제2절 정책제언

1. 해양 유입 하천쓰레기 기초자료 확보

해양 유입 하천쓰레기 관리정책 수립, 관리사업 개발을 위한 기초

자료 확보를 위하여 하천쓰레기 발생량 추정, 해양으로 유입되기 전 수거량 집계, 해양으로 유입되는 하천쓰레기의 성상, 시기, 양에 대한 모니터링이 필요하다.

1) 하천쓰레기 발생량 추정기법 개발

하천쓰레기 발생량은 해양 유입 하천쓰레기 관련 계획 및 사업 수립 시 이용되는 기초자료이다. 수영강 및 길산천 해양 유입 하천쓰레기 현장조사에서 확인하였듯이 하천쓰레기는 유역 특성이나 강우에 크게 영향을 받는다. 이는 비점오염원의 유출 특성과 유사하지만 집중호우시기 초목류가 다량으로 유입되는 등과 같이 하천쓰레기는 여타 수질오염물질과 다른 하천 유출 특성을 지니고 있다. 따라서 다른 수질오염물질과 구분하여 하천쓰레기를 대상으로 한 발생량 추정기법을 개발하여야 한다.

하천쓰레기 발생량은 첫째, 강우 시 쓰레기가 하천으로 유출되는 양에 대한 정보를 수집하여야 한다. 유출량 정보는 강우시 호소로 유입된 쓰레기 수거량을 활용하거나, 하천쓰레기 모니터링을 실시하여 확보할 수 있다.

둘째, 쓰레기 유출량 정보를 활용하여 토지에서 고형의 쓰레기가 하천으로 유출되는 유효강우량을 산정하여야 한다. 한편, 미국 토양보존청(Soil Conservation Service)은 1972년에 토양 특성, 식생피복 현황, 선행강수조건 등의 기초자료를 활용하여 총 강유량에서 유효강유량을 산정하는 방법을 개발하였다.¹⁰⁵⁾ 이를 통해 강우시 쓰레기의 유출량이 없더라도 유효강우를 산정할 수 있다. 하지만 여타 수질

105) 한국환경정책·평가연구원(2013), p. 99.

오염물질과 다른 고형의 하천쓰레기 특성을 제대로 반영하기에는 한계가 있다.

셋째, 하천쓰레기는 집중호우기에 다량으로 발생한다. 이러한 특성을 반영하기 위하여 집중호우기 하천 모니터링이 필요하다. 기존 홍수 경보발령 모형 시스템을 활용하거나, 수문관측 시스템을 활용할 수 있을 것이다.

개발된 하천쓰레기 발생량 추정기법은 해양 유입 하천쓰레기 관리 정책의 수립 및 평가, 유역쓰레기 비용 분담제도 개선을 위한 유용한 정보를 제공할 것이다. 뿐만 아니라 시·도의 해양 유입 하천쓰레기 관리계획, 하천정비계획, 하수도 정비계획 수립을 위한 기초자료로도 활용될 것이다.

2) 해양 유입 하천쓰레기 수거·처리 통계관리 지침 개발

해양 유입 하천쓰레기 수거·처리량 통계관리를 개선하여야 한다. 해양 유입 하천쓰레기 수거·처리량은 제2장 해양 유입 하천쓰레기 수거 현황에서 살펴본 해양 유입 전 댐, 보, 하천변 쓰레기 수거사업, 해양 유입 쓰레기 차단막 사업, 재해쓰레기 수거사업을 통해서 확보할 수 있다. 해당 사업은 해양수산부, 환경부, 시·군·구, 한국수자원공사 등 수면관리자가 수행한다. 현재는 수거사업 주체들이 각자의 방식으로 사업결과를 정리하고 있어서 비교가 어렵고 정책 활용도도 낮다.

해양 유입 하천쓰레기 수거·처리 통계관리 지침을 개발하여 이러한 문제를 해결할 수 있다. 통계관리 지침에는 첫째, 수거량 통계 체계를 설계하여야 한다. 공간적으로 상·하류, 댐·보 등 하천 횡단시설, 저수지 등 호소 또는 하천 등을 공간을 분류하고, 수면 부유, 수중 부

유, 침적 등을 쓰레기 유형을 분류하고, 평상시, 강우시기, 재해기 등 시간적으로 분류한다. 그리고 국고, 기금, 지자체 및 공사 자체 예산 등 재원을 분류한다. 수거한 쓰레기의 성상은 발생원 확인이 가능하도록 초목류, 생활쓰레기, 영농폐기물 등으로 분류할 수 있다. 수거량 통계는 해안쓰레기 모니터링 분류체계와 연계한다면 활용도를 더욱 높일 수 있을 것이다.

둘째, 처리량 역시 통계체계를 설계하여야 한다. 처리량 통계는 환경부의 폐기물 처리 통계방식을 활용하는 것이 합리적이다. 환경부는 폐기물 처리방식을 재활용·소각·매립, 위탁처리·자가 처리 등으로 구분하여 통계를 집계한다.

셋째, 수거 및 처리량 통계 관리체계를 제시하여야 한다. 각 사업주체들이 생산한 통계를 관리하고 처리할 주체와 통계 처리방법을 정리하여야 한다.

통계관리 지침을 통하여 여러 기관이 수행하는 해양 유입 하천쓰레기 수거사업 결과를 통합 관리할 수 있다. 통합된 통계자료는 정책 수립 및 평가, 수거사업 시행, 관련 연구 등에서 유용하게 활용될 것이다.

3) 수면 및 수중 쓰레기 모니터링 기법 개발

수영강 하천쓰레기 현장조사에서 확인하였듯이 쓰레기는 하천 수면뿐만 아니라 수중으로 이동한다. 따라서 해양 유입 하천쓰레기 모니터링은 수면과 수중을 구분하여 실시하여야 한다.

이를 위해서는 첫째, 수면과 수중 쓰레기 모니터링 장비의 개발이 필요하다. 수영강에 설치한 통발을 통해 수중으로 이동하는 쓰레기가 있다는 사실은 확인하였지만, 통발에 들어갈 수 있는 크기나 재질에

한계가 있었다. 유럽 BLASTIC 사례와 같이 그물망 형태로 수중쓰레기 모니터링이 가능할 것이다.

둘째, 모니터링 시기 및 장소, 수거된 쓰레기 분류체계 등을 정리하여야 한다. 그리고 모니터링 결과 처리 및 공유 방법도 정리하여야 한다. 일본의 하천쓰레기 조사와 같이 쓰레기 지도를 작성하여 공유한다면 하천쓰레기 모니터링은 해양으로 유입되는 쓰레기의 성상과 발생원을 확인하는 데 매우 유용한 정보를 제공할 것이다.

2. 시·도 단위 해양 유입 하천쓰레기 관리 강화

1) 해양 유입 하천쓰레기 관리계획 성과 평가

해양 유입 하천의 97%는 시·도가 관리하는 지방하천이고, 국가하천일지라도 5대강을 제외하면 시·도 경계를 거의 벗어나지 않는다. 이러한 이유로 본 연구에서는 시·도 단위의 해양 유입 하천쓰레기 관리계획의 수립을 제시하였다. 시·도는 하천쓰레기 수거뿐만 아니라 하천정비사업, 하천시설 유지·관리, 하수도 정비사업 등을 통해서 발생 예방사업도 가능하기 때문이다.

시·도의 해양 유입 하천쓰레기 관리계획은 시·도에서 수립 및 실행하는 각종 계획과 사업을 통합 관리하는 데 유용하다. 따라서 해양수산부는 시·도가 해양 유입 하천쓰레기 관리계획을 수립하도록 재정적으로 지원하여야 한다. 그리고 시·도는 연차별 시행계획과 성과 평가를 통하여 계획 이행을 강화하여야 한다.

해양 유입 하천쓰레기 관리계획의 추진 주체는 시·도 내에서도 하수도, 댐, 하천, 공공쓰레기, 해양쓰레기 관리 부서로 다양하고, 시·군

구 단위로 시행되는 사업도 많다. 성과 평가는 추진주체가 다양한 계획의 이행력을 제고하는 데 기여할 것이다.

2) 시·군·구 간 해양 유입 하천쓰레기 수거비용 분담

수영강과 같이 중규모 해양 유입 하천은 시·도 내 다수의 시·군·구를 관류한다. 현재는 연안에 위치한 시·군·구청에서 해양으로 유입된 하천쓰레기 수거·처리 비용을 분담하고 있다. 연안 시·군·구청의 재정적 부담이 되고, 상류 시·군·구청은 해양 유입 하천쓰레기의 발생 예방사업을 추진하지 않는 이유가 되고 있다.

중규모 해양 유입 하천을 대상으로 시·군·구 간 해양 유입 하천쓰레기 비용분담 제도를 도입하여 이러한 문제를 개선할 수 있다. 제도는 5대강의 비용분담 제도와 같은 방식이 될 것이다. 중규모 하천 역시 5대강과 같이 수거·처리 비용의 50%를 국비로 분담할 필요가 있다.

3. 해양 유입 하천쓰레기 관련법 개정

1) 해양폐기물법

「해양폐기물법」 제11조 제1항에서는 “해양에 접하는 하천을 관리하는 중앙행정기관의 장 및 시·도지사(이하 ‘중앙행정기관의 장 등’이라 한다)는 관할 하천으로부터 폐기물이 해양에 유입되지 아니하도록 유출방지시설의 설치 등 필요한 조치를 하여야 한다”고 규정하고 있다. 하천관리청이 시행해야 할 조치는 하위법령으로 제정하여야 한다.

제6장에서 제시한 하천관리청의 쓰레기 관리업무는 하천쓰레기 조

사, 하천쓰레기 수거 및 관리, 쓰레기 이동을 고려한 하천환경 정비 사업 등이다.

앞서 언급하였듯이 해양 유입 하천쓰레기 관리는 시·도의 역할이 중요하므로, 해역관리청의 역할을 강화하기 위한 규정이 필요하다. 해역관리청인 연안 시·도가 '해양 유입 하천쓰레기 관리계획'을 수립 하도록 하고, 해양수산부가 이를 지원할 수 있도록 법을 개정하여야 한다.

2) 물환경보전법

물관리일원화 정책에 따라서 수질, 수량 관리는 환경부에서 담당 하고 있다. 하지만 「물환경보전법」에 호소 내 쓰레기의 수거 및 관리 규정은 있으나 하천쓰레기 수거 및 관리 규정이 없다.

「환경정책기본법」에서 하천 수질 기준으로 쓰레기 등 부유물질이 포함되어 있으므로 하천 수질 오염물질로서 쓰레기 관리 규정이 필요하다. 동 법에 의거하여 수립하는 물환경보전 기본계획에서 쓰레기 관리계획을 포함하여야 한다.

3) 하천 정비 및 유지·관리 규정

(1) 하천정비계획 수립 지침

하천관리청의 10년 단위 하천정비사업계획, 연도별 하천시설 유지·관리 업무계획을 수립할 때 해양 유입 하천쓰레기 차단 업무는 「해양폐기물법」에 따른 해양쓰레기 관리 기본계획상의 육상기인 해양쓰레기 관리계획을 반영하도록 한다. 이를 위해서 하천정비사업 지침을 수정하고 하천시설 유지·관리 업무 지침 개발이 필요하다.

2018년에 개정된 하천기본계획 수립 지침에서 치수 및 이수 종합 계획과 함께 ‘하천환경 종합계획’을 다루고 있다. 지침은 수환경 개선계획으로 생태공간 조성, 수질 개선, 공간환경개선 계획 수립 시 “환경부 유역 수질관리 대책과 적절한 조화를 취하면서 하천의 하도, 둔치, 유수지, 저류지 등에서 하천정화기법, 비점오염원 저감시설 등을 계획”하도록 하였다.

여기에 해양수산부가 수립하는 해양폐기물 관리 기본계획의 ‘하천·소하천에서의 폐기물 해양 유입 방지에 관한 사항’을 계획에 반영하도록 지침을 변경하여야 한다.

(2) 하천의 유지보수 및 안전점검에 관한 규칙

하천시설의 유지·관리 업무를 규정하는 동 규칙에는 하천쓰레기 관리업무 규정을 마련하여야 한다. 그리고 하천시설 유지·관리 지침을 마련하여 하천쓰레기 관리업무를 구체화하고, 업무 수행에 필요한 예산을 책정하도록 한다. 하천쓰레기 관리업무로는 하천쓰레기 수거, 조사 등이 해당된다.

4) 하수도 관련법

연안으로 하수 또는 오수 배출구 관리를 위해 ‘중점관리 우수토구 지정 및 관리’를 실현하기 위해 하수도정비기본계획 수립 지침을 변경하여야 한다. 그리고 하수도설계기준에 쓰레기 차단시설 설치를 위한 기준을 제시하여야 한다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

- 경남발전연구원, 『낙동강 상·하류 지자체간 비용부담방안 마련』, 2007.
- 국토교통부, 『국가하천 유지관리체계 개선방안 도출 및 종합관리계획 수립』.
- _____, 『하천일람』, 2014. 12.
- _____, 『자연친화적 하천조성사례집』, 2014.
- 국립환경과학원, 『미국의 국가오염물질 배출규제제도(NPDES) 허가서 작성자 매뉴얼(2010년 개정판)』, 2014.
- 김경신·이윤정·신경희, 『G20 해양쓰레기 실행계획의 국내 이행 방안』, 한국해양수산개발원, 2017.
- 농어촌연구원, 『새만금호 유입 쓰레기 효율적 관리방안에 관한 연구』, 2006.
- 부산광역시, 『수영강 하천기본계획』, 2014.
- 서울시, 『서울시하수도정비계획』, 2019.
- 윤종주·윤영관·이상우, 「2020년 하계 금강하구 재해성 해양부유쓰레기 발생특성 및 정책대응 방안」, 『충남기후정보브리핑』, Vol. 46, 2020. 8. 26.
- 인천광역시, 『인천앞바다 해양오염 영향인자 조사 및 해양환경 관리방안 연구』, 1998.
- 충남연구원, 『해양오염물질 발생원 모니터링 및 관리방안 수립 연구용역』, 2019.
- 한국상하수도협회, 『하수도시설기준』, 2011.
- 한국수자원공사, 『지속가능경영보고서』, 2018.
- 한국환경정책·평가연구원, 『한강수계 쓰레기처리사업 비용분담방안 연구』, 2001.
- _____, 『제2차 5대강 유역 하천·하구 쓰레기 관리 기본계획 수립을 위한 연구』, 2013.
- 한국해양수산개발원, 『제3차 해양쓰레기 관리 기본계획 수립 연구』, 2018.
- 홍종욱, 『육상기인 해양쓰레기 관리 분담방안 연구 - 낙동강유역을 중심으로』, 경

- 남발전연구원, 2007.
- 해양수산부, 「하천을 통한 육상폐기물 해양유입조사-낙동강 수계」, 2005.
- 해양수산부 보도자료, 「태풍 '마이삭·하이선'이 남긴 해양쓰레기 피해 복구 잔결음」, 2020. 10. 8.
- 해양수산부·환경부·해양경찰청, 「제3차 해양쓰레기 관리 기본계획(2019~2023년)」, 2019.
- 환경관리공단, 『지하우수저류시설 설치 시범지역선정을 위한 타당성 조사』, 2005.
- 환경부, 『하수 및 오수, 분뇨 통합방안에 관한 연구』, 2004.
- _____, 『합류식 하수도 월류수(CSOs) 오염부하 저감시설설치 타당성 조사용역』, 2007.
- _____, 「비점오염원저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼」, 2008.
- _____, 『합류식 하수관거 성능 개선방안 연구』, 2010.
- _____, 『제2차 5대강 유역 하천·하구쓰레기 관리 기본계획 수립을 위한 연구』, 2013.
- _____, 『강우시 하수관리 종합계획 수립 연구』, 2014a.
- _____, 「비점오염저감시설 설치 및 관리·운영 매뉴얼」, 2014b.
- _____, 「5대강 유역 제2차 하천·하구 쓰레기관리 기본계획」, 2015a.
- _____, 「5대강 유역 제2차 하천·하구 쓰레기관리 기본계획」, 2015.
- _____, 「국가 하수도 종합계획(2016~2025년)」, 2015.
- _____, 「강우시 하수로 인한 도시 비점 오염 저감대책」, 2017a.
- _____, 「하수도 설계기준」, 2017b.
- _____, 「2018년도 전국 폐기물 발생 및 처리 현황」, 2019.
- 환경부 보도자료, 「물관리일원화 1년 성과를 바탕으로 통합물관리 본격 추진」, 2019. 6. 11.
- _____, 「집중호우로 대량 밀려온 부유쓰레기 집중수거」, 2020. 8. 14.

〈국외 문헌〉

California Regional Water Quality Control Board, *Trash Total Maximum Daily Loads for the Los Angeles River Watershed*, 2007.

Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, *The New Plastics Economy – Rethinking the future of plastics*, World Economic Forum, 2016.

EPA, U.S., *Environmental Protection Agency NPDES Permit Writers' Manual*, 2010.

Jenna R. Jambeck, Roland Geyer, Chris Wilcox, Theodore R. Siegler, Miriam Perryman, Anthony Andrady, Ramani Narayan, Kara Lavender Law., “Plastic waste inputs from land into the ocean”, *Science*, Vol. 347, February 2015.

Interreg Central Baltic, “Guidelines for the BLASTIC riverine plastic litter monitoring method, BLASTIC-plastic waste pathways into the Baltic sea”, 2018. 12. 27.

Kathryn Willis, Britta Denise Hardesty, Lorne Kriwoken, Chris Wilcox, “Differentiating littering, urban runoff and marine transport as sources of marine debris in coastal and estuarine environments”, *Sci. Rep.* 7, 44479; doi: 10.1038/srep44479, 2017.

Laurent Lebreton, Joost Van der Zwet, Jan-Willem Damsteeg, Boyan Slat, “River plastic emissions to the world’s oceans”, *Nature Communications* volume 8, Article number: 15611, 2017.

Mathews, R.E. & Stretz, J., *Source-to-Sea Framework for Marine Litter Prevention: Preventing Plastic Leakage from River Basins*, 2019.

McKinsey Center for Business and Environment & Ocean Conservancy, *Stemming the Tide: Land-based strategies for a plastic-free ocean*, September 2015.

UNEP and GRID-Arendal, “Marine Litter Vital Graphics. United Nations Environment Programme and GRID-Arendal”, Nairobi and Arendal, 2016.

야마가타현(山形県), 「야마가타현 해안표착물대책 추진지역계획(山形県海岸漂着物対策推進地域計画)」, 2011.

비와호·요도가와 유역 대책에 관한 연구회(琵琶湖・淀川流域対策に係る研究会), 『바다쓰레기 발생원 대책부회 보고서』, 2019.

〈인터넷 자료〉

국가물관리기본계획 정보포털, http://www.nwbp.re.kr/sub1/1_2.php(검색일: 2020. 10. 8).

국가통계포털, 하수도통계, 하수관거(총괄), http://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01#SelectStatsBoxDiv(검색일: 2020. 5. 23).

_____. _____. 하수도보급현황(총괄), http://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?parentId=1.1.&menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01#SelectStatsBoxDiv(검색일: 2020. 5. 23).

동래구청, 부산진구청, 연제구청, 수영구청, 해운대구청, 기장군청, 서천군청 홈페이지(검색일: 2020. 6. 29).

미국 환경청 홈페이지, Trash-Free-Water, <https://www.epa.gov/trash-free-waters/clean-water-act-and-trash-free-waters#tmdls>(검색일: 2020. 5. 19).

부산 상수도사업본부 홈페이지(검색일: 2020. 6. 29).

지방국토관리청 홈페이지(검색일: 2020. 6. 29).

한국어촌어항공단 홈페이지(검색일: 2020. 3.10)

해양수산부, 정책자료, 법령정보, 입법예고, 해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법 시행규칙 안 입법예고, <http://www.mof.go.kr/article/view.do?articleKey=32939&searchSelect=title&boardKey=36&menuKey=878¤tPageNo=3> (검색일: 2020. 10. 7).

_____, _____, _____, _____, 해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법 시행령 안 입법예고, <http://www.mof.go.kr/article/view.do?articleKey=32937&searchSelect=title&boardKey=36&menuKey=878¤tPageNo=3>

geNo=3 (검색일: 2020. 10. 7).

해양환경정보포털, <https://meis.go.kr/>(검색일: 2020. 3.10)

환경부 보도자료, 「환경부, 매년 반복되는 하천쓰레기 근원적으로 해결키로」, <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do;jsessionid=yvGKvmY4xQrD1oulVwxAhlVi.mehome1?pagerOffset=7920&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=&orgCd=&boardId=166754&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&decorator=>(검색일: 2020. 10. 11).

환경부 홈페이지, 하수도 통계, <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?menuId=286&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&boardId=1160050>(검색일: 2020. 6. 29).

USEPA 홈페이지, 청정수법과 쓰레기 없는 물, <https://www.epa.gov/trash-free-waters/clean-water-act-and-trash-free-waters>(검색일: 2020. 8. 31).

일본국토교통서 관련 누리집, https://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kankyo/kankyoy/gomimap/index.html(검색일: 2020. 5. 11).

아라아케강 상류하천 출장소 누리집, <https://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/index.html>(검색일: 2020. 5. 10).

국토교통성 관동지방정비국 아라아케강 상류하천 출장소 누리집, <https://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/arajo00181.html>(검색일: 2020. 5. 10).

<https://dic.daum.net/word/view.do?wordid=kkw000149452&supid=kku000187834>(검색일: 2020. 10. 5).

https://news.v.daum.net/v/20170721151919828?l=print_pc(검색일: 2020. 10. 5).

http://water.nier.go.kr/bo/downTabList.do?menuIdx=7_1(검색일: 2020. 8. 2).

http://www.wamis.go.kr/WKR/IF_WORDEXPLAIN.ASPX

<http://www.water.or.kr/encyclopedia/encyclopedia/encyclopediaview.do>

http://nationalatlas.ngii.go.kr/pages/page_94.php?

https://www.weather.go.kr/weather/climate/past_cal.jsp(검색일: 2020. 6. 28).

- <https://map.naver.com>(검색일: 2020. 5. 30).
- http://nationalatlas.ngii.go.kr/pages/page_94.php?(검색일: 2020. 2. 14).
- <https://ko.wikipedia.org/>(검색일: 2020. 4. 1).
- http://www.wamis.go.kr/WKR/IF_WORDEXPLAIN.ASPX(검색일: 2020. 2. 14).
- https://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kankyo/kankyou/gomimap/index.html(검색일: 2020. 5. 11).
- <https://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/arajo00843.html>(검색일: 2020. 5. 10).

〈법령 자료〉

- 「보 관리규정」(2019. 6. 28, 국토교통부훈령 제1204호).
- 「물관리기본법」(2020. 5. 26, 법률 제17326호).
- 「물환경보전법」(2020. 5. 26, 법률 제17326호).
- 「하천법」(2020. 6. 9, 법률 제17453호).
- 「하천의 유지·보수 및 안전점검에 관한 규칙」(2013. 3. 23, 국토교통부령 제1호).
- 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」(2019. 12. 3, 법률 제16699호).

부록

부록 1. 해양쓰레기 모니터링 분류

분류	항목		
	육상기인		해상기인
플라스틱	경질형	음료수병, 각종 뚜껑	양식용 화학약품 용기
		1회용 접시, 숟가락, 빨대 등	
		음식물 포장용기	
		장난감, 인형, 오락용품, 사무용품	플라스틱 부표
		세제용기, 화장품	
		포장용 밴드	
		라이터	통발, 장어통발용 미끼통
		꼭죽/불꽃놀이용품	
		농약용기/살충제	
		주사기	가짜미끼, 형광찌, 낚시 미끼통
		기타 플라스틱 제품, 상자, 바구니 등	
		플라스틱 조각	
	발포형	스티로폼 식품용기(음식물포장용, 컵라면, 도시락, 과일포장 등)	스티로폼 부표
		스티로폼 포장용 충전재(가전제품 충격 완화용)	
		담배꽂초	스티로폼 어상자
		기타(스폰지, 물휴지 등)	
		스티로폼 조각	
	섬유형	끈(노끈, 포장용끈)	बाट줄(꼬인 것, 어업용)
		합성섬유(옷, 천, 장갑, 양말, 이불 등)	
		기타	어망
		섬유 조각	낚싯줄
	필름형	비닐봉지	-
		포장지(라면봉지, 과자봉지 등)	
		기타(일회용 위생장갑 등)	
		비닐 조각	
	기타	기타 플라스틱 제품, 상자, 바구니 등	-
		조각	

분류	항목	
	육상기인	해상기인
목재	나무젓가락, 아이스크림 막대	어업용/양식 용 목재
	나무 팔레트	-
	건축용 목재	-
금속	캔, 가스캔	낚시바늘, 낚시추
	스프레이캔	스프링 통발
	못, 철사	
	풀죽 철심	
	옷, 모자, 양말, 천 등(천연섬유만 해당)	
	천연섬유 장갑(목장갑, 면장갑, 코팅목장갑)	-
유리	음료수병	-
	농약병	
	전구, 형광등	
	유리조각(2.5cm 이상)	
고무	타이어	-
	고무풍선	
	고무장갑	
종이	종이컵, 종이상자, 종이쇼핑백	-
	우유팩	
	목죽 종이포장	
기타	가전제품, 차량부품, 도자기, 타일, 건전지, 양초 등	-

자료: 국가 해안쓰레기 모니터링 지침

부록 2. 해양 유입 하천 현황

1) 한강 권역

하천명	분류				지류	
	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
한강	국가	265.4	강원도 경기도 충청북도 서울특별시	복수관할 (서울관리청, 원주관리청)	13	547.0
	지방	125.8	강원도 충청북도	복수관할	689	6,168.9
안성천	국가	37.5	경기도 충청남도	서울관리청	3	49.2
	지방	21.0	경기도	시도지사	97	497.4
양양 남대천	지방	37.1	강원도	시도지사	7	65.4
강릉 남대천	지방	48.0	강원도	시도지사	2	16.5
삼척 오십천	지방	16.0	강원도	시도지사	5	39.9
검단천	지방	6.7	인천광역시 경기도	복수관할	1	1.7
공촌천	지방	8.9	경기도	시도지사		
교산천	지방	3.3	경기도	시도지사		
길정천	지방	5.9	경기도	시도지사		
남양천	지방	5.1	경기도	시도지사	1	1.8
남전천	지방	3.8	경기도	시도지사		
내가천	지방	5.4	경기도	시도지사		
다송천	지방	3.7	경기도	시도지사		
덕교천	지방	1.3	경기도	시도지사		
덕하천	지방	1.7	경기도	시도지사		
동락천	지방	3.4	경기도	시도지사	1	2.8
동화천	지방	11.0	경기도	시도지사	2	4.7
반월천	지방	10.6	경기도	시도지사	3	6.2
발안천	지방	17.0	경기도	시도지사	2	6.5
방림천	지방	3.9	인천광역시	광역시장		

본류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
보통천	지방	6.4	인천광역시	광역시장		
삼거천	지방	4.2	인천광역시	광역시장		
삼동암천	지방	6.0	인천광역시	광역시장		
삼흥천	지방	2.9	인천광역시	광역시장	1	2.3
석정천	지방	2.1	경기도	시도지사		
송릉천	지방	4.9	경기도 인천광역시	시도지사 광역시장		
승기천	지방	6.2	경기도	시도지사		
시천천	지방	1.0	경기도	시도지사		
신길천	지방	1.6	인천광역시	광역시장		
신천	지방	5.5	인천광역시	광역시장	1	2.4
심곡천	지방	7.7	인천광역시	광역시장		
아라천	국가	18.8	인천광역시	서울관리청		
안산천	지방	10.4	인천광역시	광역시장	1	5.2
어은천	지방	4.5	인천광역시	광역시장		
운수천	지방	2.2	인천광역시	광역시장		
은행천	지방	7.8	인천광역시	광역시장		
자안천	지방	9.8	인천광역시	광역시장	2	4.6
장수천	지방	7.6	인천광역시	광역시장	1	1.2
장현천	지방	3.4	인천광역시	광역시장		
포내천	지방	8.1	인천광역시	광역시장		
가곡천	지방	26.3	강원도	시도지사		
경포천	지방	7.8	강원도	시도지사	1	10.0
광정천	지방	8.2	강원도	시도지사	1	5.8
군선천	지방	11.0	강원도	시도지사	1	7.7
남천	지방	8.3	강원도	시도지사		
동명천	지방	5.6	강원도	시도지사		
마읍천	지방	27.8	강원도	시도지사	1	3.5
문암천	지방	6.3	강원도	시도지사		
물치천	지방	7.5	강원도	시도지사	1	5.5
북천	지방	20.2	강원도	시도지사	2	12.3

본류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
사천천	지방	10.4	강원도	시도지사		
삼포천	지방	4.5	강원도	시도지사		
상운천	지방	8.1	강원도	시도지사		
신리천	지방	10.2	강원도	시도지사		
쌍천	지방	12.6	강원도	시도지사		
안현천	지방	2.6	강원도	시도지사		
연곡천	지방	15.0	강원도	시도지사	1	5.6
오호천	지방	6.1	강원도	시도지사		
용춘천	지방	12.0	강원도	시도지사		
임원천	지방	2.7	강원도	시도지사		
자산천	지방	7.0	강원도	시도지사	1	3.0
전천	지방	11.3	강원도	시도지사	1	6.3
정동진천	지방	5.2	강원도	시도지사		
주수천	지방	15.3	강원도	시도지사	2	12.7
주청천	지방	3.5	강원도	시도지사		
천진천	지방	8.3	강원도	시도지사		
청초천	지방	4.8	강원도	시도지사		
추천	지방	8.9	강원도	시도지사		
해송천	지방	5.8	강원도	시도지사		
호산천	지방	13.0	강원도	시도지사	1	3.8
화상천	지방	7.7	강원도	시도지사		
71개소	국가하천 3개소(총 321.62km) 지방하천 72개소(총 745.43km)				국가하천 16개소 지방하천 829개소	

자료: 권역별 하천일람, 하천관리지리정보시스템, 2014년 12월 기준

2) 낙동강 권역

분류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
낙동강	국가	383.0	경상북도 경상남도 부산광역시 대구광역시	부산관리청	10	452.2
	지방	85.7	강원도 경상북도	시도지사	776	6,384.0
형산강	국가	36.0	경상북도	부산관리청		
	지방	21.2	경상북도 울산광역시	복수관할	28	223.3
태화강	국가	11.3	울산광역시	부산관리청		
	지방	30.0	울산광역시	광역시장	58	267.5
영덕오십천	지방	38.6	경상북도	광역시장	6	50.2
서낙동강	국가	18.6	부산광역시 경상남도	부산관리청	2	20.4
	지방				13	80.8
회야강	지방	38.0	울산광역시 경상남도	복수관할	17	60.7
각리천	지방	4.5	경상북도	시도지사		
곡강천	지방	16.5	경상북도	시도지사	3	21.0
광천	지방	7.6	경상북도	시도지사		
괴정천	지방	5.4	부산광역시	광역시장		
금천	지방	4.7	울산광역시	광역시장	1	3.8
나곡천	지방	8.0	경상북도	시도지사		
나산천	지방	6.5	경상북도	시도지사		
남천	지방	2.4	부산광역시	광역시장		
병천	지방	13.4	경상북도	시도지사	1	7.6

분류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
대정천	지방	2.8	울산광역시	광역시장		
대중천	지방	14.3	경상북도	시도지사	2	14.7
대화천	지방	8.5	경상북도	시도지사		
도동천	지방	0.7	부산광역시	광역시장		
동백천	지방	2.5	부산광역시	광역시장		
동천	지방	5.5	부산광역시	광역시장	4	11.7
미포천	지방	2.7	울산광역시	광역시장		
백록천	지방	6.2	경상북도	시도지사		
보수천	지방	3.0	부산광역시	광역시장	1	0.7
부구천	지방	7.5	경상북도	시도지사		
부산천	지방	1.8	부산광역시	광역시장		
산하천	지방	1.3	울산광역시	광역시장		
삼울천	지방	6.4	경상북도	시도지사		
서정리천	지방	7.1	경상북도	시도지사		
송정천	지방	4.7	부산광역시 경상남도	복수관할		
송천	지방	29.0	경상북도	시도지사	3	18.8
수렴천	지방	3.6	경상북도	시도지사		
수영강	지방	26.4	부산광역시 경상남도	복수관할	10	45.0
신명천	지방	6.0	울산광역시	광역시장	1	3.8
신암천	지방	2.3	울산광역시	광역시장		
아곡천	지방	6.1	경상북도	시도지사		
여남천	지방	4.3	경상북도	시도지사		
여천천	지방	6.5	울산광역시	광역시장		
왕피천	지방	27.0	경상북도	시도지사	9	103.5

분류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
우동천	지방	2.0	부산광역시	광역시장		
운곡천	지방	3.1	울산광역시	광역시장	1	2.0
원산천	지방	2.8	울산광역시	광역시장		
유금천	지방	5.1	경상북도	시도지사		
일광천	지방	6.7	부산광역시	광역시장		
일산천	지방	2.9	울산광역시	광역시장		
장기천	지방	10.0	경상북도	시도지사		
장사천	지방	5.5	경상북도	시도지사		
장안천	지방	8.7	부산광역시	광역시장	1	4.4
정자천	지방	3.0	울산광역시	광역시장	1	2.4
좌광천	지방	14.5	부산광역시	광역시장	1	3.0
주전천	지방	2.2	울산광역시	광역시장		
죽성천	지방	4.5	부산광역시	광역시장	2	6.0
지경천	지방	4.8	경상북도	시도지사		
진하천	지방	2.0	울산광역시	광역시장		
척산천	지방	10.0	경상북도	시도지사	2	10.9
청량천	지방	11.6	울산광역시	광역시장	6	21.5
청하천	지방	7.7	경상북도	시도지사		
초량천	지방	1.6	부산광역시	광역시장		
축산천	지방	13.0	경상북도	시도지사	2	13.8
춘천	지방	6.3	부산광역시	광역시장		
칠성천	지방	4.5	경상북도	시도지사		
태하천	지방	1.6	부산광역시	광역시장		
하서천	지방	8.5	경상북도	시도지사		
황보천	지방	0.5	경상북도	시도지사		

본류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
효암천	지방	8.2	부산광역시 울산광역시	복수관할	2	4.4
남대천a	지방	12.0	경상북도	시도지사	3	16.5
남대천b	지방	20.9	경상북도	시도지사	3	18.9
가화천	국가	10.4	경상남도	부산관리청		
간덕천	지방	2.6	경상남도	시도지사		
고성천	지방	9.6	경상남도	시도지사	4	16.0
고현천	지방	5.5	경상남도	시도지사		
곤양천	지방	21.7	경상남도	시도지사	5	21.3
관곡천	지방	10.5	경상남도	시도지사	5	15.8
광도천	지방	3.3	경상남도	시도지사	1	4.6
구만천	지방	6.5	경상남도	시도지사	1	5.1
구평천	지방	3.5	경상남도	시도지사	1	2.0
근곡천	지방	2.2	경상남도	시도지사		
금봉산천	지방	3.2	경상남도	시도지사		
금양천	지방	2.2	경상남도	시도지사		
금전천	지방	2.0	경상남도	시도지사		
금평천	지방	2.5	경상남도	시도지사		
난음천	지방	2.1	경상남도	시도지사		
남천	지방	9.5	경상남도	시도지사	13	42.8
다천천	지방	3.5	경상남도	시도지사		
대곡천	지방	2.1	경상남도	시도지사		
대독천	지방	6.5	경상남도	시도지사		
대사천	지방	2.3	경상남도	시도지사		
대장천	지방	4.5	경상남도	시도지사	2	5.5
대지포천	지방	2.0	경상남도	시도지사		

분류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
덕곡천	지방	7.5	경상남도	시도지사	2	13.2
덕포천	지방	2.7	경상남도	시도지사		
동산천	지방	2.1	경상남도	시도지사		
동천	지방	3.6	경상남도	시도지사		
두모천	지방	2.0	경상남도	시도지사		
둔덕천	지방	7.0	경상남도	시도지사		
마암천	지방	7.0	경상남도	시도지사		
목단천	지방	6.5	경상남도	시도지사		
무림천	지방	1.6	경상남도	시도지사		
묵곡천	지방	7.0	경상남도	시도지사		
미룡천	지방	2.0	경상남도	시도지사		
백천	지방	3.2	경상남도	시도지사		
병산천	지방	3.5	경상남도	시도지사		
보전천	지방	2.4	경상남도	시도지사		
봉남천	지방	4.3	경상남도	시도지사		
봉천	지방	4.4	경상남도	시도지사	1	1.9
봉현천	지방	6.2	경상남도	시도지사	1	4.5
부윤천	지방	2.5	경상남도	시도지사		
사곡천	지방	4.0	경상남도	시도지사		
사등천	지방	1.9	경상남도	시도지사		
사천강	지방	26.6	경상남도	시도지사	5	16.5
삼천포천	지방	7.2	경상남도	시도지사		
삼호천	지방	6.6	경상남도	시도지사	2	8.0
상덕천	지방	3.4	경상남도	시도지사		
서상천	지방	4.5	경상남도	시도지사		
석곡천	지방	2.5	경상남도	시도지사		

분류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
소동천	지방	2.5	경상남도	시도지사		
송정천	지방	4.1	경상남도	시도지사		
송지천	지방	2.6	경상남도	시도지사		
송포천	지방	3.2	경상남도	시도지사		
수양천	지방	2.8	경상남도	시도지사		
수월천	지방	4.5	경상남도	시도지사		
수정천	지방	2.3	경상남도	시도지사		
신룡천	지방	2.3	경상남도	시도지사		
신이천	지방	3.5	경상남도	시도지사		
아주천	지방	2.6	경상남도	시도지사		
안정천	지방	2.4	경상남도	시도지사		
양지천	지방	2.6	경상남도	시도지사		
어신천	지방	3.0	경상남도	시도지사		
여좌천	지방	4.0	경상남도	시도지사		
연초천	지방	8.0	경상남도	시도지사	1	2.4
영지천	지방	2.6	경상남도	시도지사		
오량천	지방	2.2	경상남도	시도지사		
오방천	지방	3.9	경상남도	시도지사		
오수천	지방	2.8	경상남도	시도지사		
외곡천	지방	2.3	경상남도	시도지사		
외포천	지방	2.8	경상남도	시도지사		
우산천	지방	7.5	경상남도	시도지사		
원산천	지방	2.0	경상남도	시도지사		
월평천	지방	3.9	경상남도	시도지사		
유계천	지방	2.6	경상남도	시도지사		
임포천	지방	2.7	경상남도	시도지사		

분류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
입현천	지방	2.2	경상남도	시도지사		
장군천	지방	2.5	경상남도	시도지사		
장좌천	지방	3.8	경상남도	시도지사		
장치천	지방	3.2	경상남도	시도지사		
정포천	지방	2.9	경상남도	시도지사		
죽림천	지방	2.7	경상남도	시도지사		
죽천천	지방	15.6	경상남도	시도지사		
중선포천	지방	11.5	경상남도	시도지사	7	26.2
진전천	지방	16.1	경상남도	시도지사	3	9.1
창선천	지방	4.0	경상남도	시도지사		
초음천	지방	3.0	경상남도	시도지사		
태봉천	지방	6.5	경상남도	시도지사		
학림천	지방	2.3	경상남도	시도지사		
한산천	지방	2.5	경상남도	시도지사		
화천	지방	8.2	경상남도	시도지사	2	3.3
황리천	지방	3.2	경상남도	시도지사		
회원천	지방	3.6	경상남도	시도지사	1	2.8
산양천a	지방	6.5	경상남도	시도지사	2	7.4
산양천b	지방	3.7	경상남도	시도지사		
용정천a	지방	1.5	경상남도	시도지사		
용정천b	지방	2.5	경상남도	시도지사		
162개소	국가하천 5개소(총 459.17km) *지방하천 162개소(총 1,085.99km)				국가하천 12개소 지방하천 1,016개소	

3) 금강 권역

하천명	분류				지류	
	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
금강	국가	360.7	대전광역시 전라북도 충청남도 충청북도	대전관리청	6	120.8
	지방	32.4	전라북도	시도지사	478	3,206.2
삽교천	국가	31.9	충청남도	대전관리청	2	31.1
	지방	22.5	충청남도	시도지사	95	520.1
만경강	국가	54.2	전라북도	익산관리청	2	13.7
	지방	23.0	전라북도	시도지사	68	496.4
동진강	국가	19.2	전라북도	익산관리청	3	50.6
	지방	28.7	전라북도	시도지사	82	397.0
갈두천	지방	3.5	충청남도	시도지사		
경포천	지방	8.9	전라북도	시도지사	1	6.3
광천천	지방	10.1	충청남도	시도지사	4	16.2
교성천	지방	5.9	충청남도	시도지사		
궁촌천	지방	4.0	충청남도	시도지사		
금광천	지방	3.0	전라북도	시도지사	2	5.7
금리천	지방	7.2	충청남도	시도지사	2	5.3
기포천	지방	2.8	충청남도	시도지사		
남포천	지방	4.5	충청남도	시도지사	1	1.9
노전천	지방	4.2	충청남도	시도지사		
당정천	지방	4.2	충청남도	시도지사		
대광계천	지방	3.0	전라북도	시도지사		
대천천	지방	13.8	충청남도	시도지사	8	21.9
대판천	지방	4.0	충청남도	시도지사		
도간천	지방	2.7	충청남도	시도지사		
도당천	지방	15.2	충청남도	시도지사	12	44.9

분류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
둔당천	지방	6.5	충청남도	시도지사	1	3.1
마중천	지방	3.8	충청남도	시도지사		
명천천	지방	4.3	충청남도	시도지사		
문수동천	지방	3.0	전라북도	시도지사		
밀두천	지방	7.2	충청남도	시도지사		
반계천	지방	1.5	충청남도	시도지사		
방길천	지방	3.7	충청남도	시도지사	1	2.8
백석천	지방	2.7	충청남도	시도지사		
봉당천	지방	5.0	충청남도	시도지사		
비인천	지방	4.2	충청남도	시도지사		
사동천	지방	2.7	충청남도	시도지사		
삭선천	지방	2.9	충청남도	시도지사		
상옥천	지방	3.4	충청남도	시도지사		
상황천	지방	2.3	충청남도	시도지사		
서원천	지방	2.5	충청남도	시도지사		
성연천	지방	5.6	충청남도	시도지사	3	7.4
소정천	지방	6.1	충청남도	시도지사		
솔리천	지방	3.7	충청남도	시도지사		
송내천	지방	4.7	충청남도	시도지사		
송천천	지방	3.7	충청남도	시도지사		
신대천	지방	6.0	충청남도	시도지사		
신상천	지방	5.0	충청남도	시도지사		
야당천	지방	2.5	충청남도	시도지사		
어은천	지방	3.9	충청남도	시도지사		
역천	지방	19.0	충청남도	시도지사	11	43.4
염솔천	지방	9.5	충청남도	시도지사	1	2.7
예덕천	지방	1.6	충청남도	시도지사		

본류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
와룡천	지방	14.3	충청남도	시도지사	8	24.7
용요천	지방	2.0	충청남도	시도지사		
웅천천	지방	34.2	충청남도	시도지사	18	61.8
원천천	지방	5.9	충청남도	시도지사		
읍내천	지방	1.9	충청남도	시도지사		
장검천	지방	1.9	충청남도	시도지사		
종천천	지방	12.0	충청남도	시도지사	1	3.2
주교천	지방	5.7	충청남도	시도지사		
주상천	지방	17.0	전라북도	시도지사	6	24.2
중리천	지방	3.7	충청남도	시도지사		
직소천	지방	16.0	전라북도	시도지사	2	9.8
진장천	지방	2.3	충청남도	시도지사	1	1.6
진죽천	지방	6.2	충청남도	시도지사		
차동천	지방	2.7	충청남도	시도지사		
천의천	지방	0.8	충청남도	시도지사		
청지천	지방	8.9	충청남도	시도지사	4	12.3
초대천	지방	6.6	충청남도	시도지사		
태안천	지방	3.8	충청남도	시도지사		
흥인천	지방	3.3	충청남도	시도지사		
판교천a	지방	15.9	충청남도	시도지사	3	5.7
판교천b	지방	3.0	충청남도	시도지사		
68개소	국가하천 4개소(총 465.95km) 지방하천 70개소(총 498.63km)				국가하천 13개소 지방하천 813개소	

4) 섬진강 권역

하천명	분류				지류	
	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
섬진강	국가	173.3	전라남도 전라북도 경상남도	익산관리청	2	64.7
	지방	39.0	전라북도	시도지사	280	1,656.1
가영천	지방	1.1	전라남도	시도지사		
강산천	지방	4.8	전라남도	시도지사		
강진천	지방	10.1	전라남도	시도지사	4	8.5
고흥천	지방	9.3	전라남도	시도지사		
광양서천	지방	20.4	전라남도	시도지사	8	48.3
구수천	지방	2.3	전라남도	시도지사		
군외천	지방	4.4	전라남도	시도지사		
남상천	지방	8.9	전라남도	시도지사	4	16.0
남수천	지방	2.2	전라남도	시도지사		
대강천	지방	6.9	전라남도	시도지사		
대구미천	지방	4.9	전라남도	시도지사		
대구천	지방	6.1	전라남도	시도지사		
대덕천	지방	8.8	전라남도	시도지사	2	6.5
대신천	지방	1.6	전라남도	시도지사		
대야천	지방	3.9	전라남도	시도지사		
도암천	지방	15.8	전라남도	시도지사	1	2.5
도화천	지방	5.2	전라남도	시도지사		
돌산천	지방	5.2	전라남도	시도지사		
동룡천	지방	7.1	전라남도	시도지사		
동해천	지방	2.8	전라남도	시도지사		
두암천	지방	1.3	전라남도	시도지사		
두원천	지방	5.0	전라남도	시도지사	2	3.4
마량천	지방	3.7	전라남도	시도지사		
마륜천	지방	8.0	전라남도	시도지사	1	2.4
별교천	지방	9.3	전라남도	시도지사	3	11.9

본류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
봉강천	지방	2.4	전라남도	시도지사		
부황천	지방	3.0	전라남도	시도지사		
사정천	지방	7.5	전라남도	시도지사	1	2.9
삼두천	지방	2.0	전라남도	시도지사		
상암천	지방	5.1	전라남도	시도지사		
상흥천	지방	2.9	전라남도	시도지사		
석현천	지방	2.6	전라남도	시도지사		
성황천	지방	3.0	전라남도	시도지사	1	2.2
송곡천	지방	5.7	전라남도	시도지사	2	10.0
송산천	지방	3.4	전라남도	시도지사		
수문천	지방	4.4	전라남도	시도지사	1	3.1
수어천	지방	23.3	전라남도	시도지사	6	31.2
순천동천	지방	24.3	전라남도	시도지사	20	123.7
신평천	지방	3.3	전라남도	시도지사		
신학천	지방	3.2	전라남도	시도지사		
신흥천	지방	3.7	전라남도	시도지사		
쌍봉천	지방	7.5	전라남도	시도지사	2	11.1
안남천	지방	2.4	전라남도	시도지사		
양지천	지방	2.2	전라남도	시도지사		
양촌천	지방	1.4	전라남도	시도지사		
연등천	지방	6.1	전라남도	시도지사		
연화천	지방	2.6	전라남도	시도지사	1	1.1
영풍천	지방	1.9	전라남도	시도지사		
영흥천	지방	3.3	전라남도	시도지사		
예당천	지방	3.8	전라남도	시도지사		
오천천	지방	1.4	전라남도	시도지사		
와우천	지방	6.1	전라남도	시도지사		
용산천	지방	0.4	전라남도	시도지사	1	4.5
우산천	지방	2.3	전라남도	시도지사		
월성천	지방	5.1	전라남도	시도지사		
율촌천	지방	4.3	전라남도	시도지사		

분류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
조성천	지방	5.4	전라남도	시도지사	1	2.0
죽청천	지방	3.7	전라남도	시도지사		
중흥천	지방	3.0	전라남도	시도지사		
청룡천	지방	3.7	전라남도	시도지사		
칠동천	지방	9.3	전라남도	시도지사	1	3.0
칠량천	지방	5.6	전라남도	시도지사	2	6.8
포두천	지방	8.0	전라남도	시도지사	1	2.4
홍거천	지방	4.4	전라남도	시도지사	2	5.6
화양천	지방	2.1	전라남도	시도지사		
화죽천	지방	2.2	전라남도	시도지사		
회천천	지방	3.3	전라남도	시도지사		
흥촌천	지방	3.2	전라남도	시도지사	1	2.8
고읍천a	지방	4.9	전라남도	시도지사		
고읍천b	지방	8.9	전라남도	시도지사	2	4.5
71개소	국가하천1개소(총 173.3km) 지방하천 71개소(총 416.15km)				국가하천 2개소 지방하천 350개소	

5) 영산강 권역

하천명	분류				지류	
	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
영산강	국가	111.7	광주광역시 전라남도	익산관리청	4	79.7
	지방	5.7	전라남도	시도지사	165	1,075.6
탐진강	국가	34.1	전라남도	익산관리청		
	지방	20.2	전라남도	시도지사	34	149.2
가학천	지방	4.2	전라남도	시도지사		
갈곡천	지방	14.2	전라북도	시도지사	8	25.9
계곡천	지방	10.3	전라남도	시도지사	1	2.7
고군천	지방	3.5	전라남도	시도지사	2	4.6
광각천	지방	2.6	전라남도	시도지사		
구암천	지방	15.3	전라남도 전라북도	복수관할	7	17.5
군내천	지방	5.9	전라남도	시도지사	1	3.0
금자천	지방	2.4	전라남도	시도지사		
남천	지방	2.7	전라남도	시도지사		
내곡천	지방	3.0	전라북도	시도지사		
담암천	지방	7.0	전라북도	시도지사		
마동천	지방	3.5	전라북도	시도지사		
마파천	지방	3.0	전라북도	시도지사		
만화천	지방	4.9	전라북도	시도지사		
백천	지방	4.0	전라북도	시도지사	1	2.0
법장천	지방	3.0	전라북도	시도지사		
북성천	지방	4.9	전라남도	시도지사		
불갑천	지방	23.8	전라남도	시도지사	8	36.4
산막천	지방	4.1	전라남도	시도지사		
산정천	지방	3.3	전라남도	시도지사		
삼산천	지방	16.3	전라남도	시도지사	3	9.6

분류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
상두동천	지방	2.4	전라북도	시도지사		
석교천	지방	12.3	전라남도	시도지사	9	34.7
송지천	지방	4.8	전라남도	시도지사		
신창천	지방	6.9	전라북도	시도지사		
신천	지방	2.5	전라남도	시도지사		
양간천 (우간천)	지방	4.1	전라남도	시도지사		
오동천	지방	4.4	전라남도	시도지사		
옥천천	지방	9.5	전라남도	시도지사	6	15.7
와탄천	지방	27.0	전라남도 전라북도	복수관할	19	88.7
용계천	지방	9.3	전라남도	시도지사		
용장천	지방	3.3	전라남도	시도지사		
운산천	지방	5.0	전라북도	시도지사	1	2.1
원당천	지방	4.0	전라북도	시도지사		
월산천	지방	4.0	전라북도	시도지사	2	3.0
월하천	지방	1.7	전라남도	시도지사		
유유동천	지방	4.0	전라북도	시도지사		
의신천	지방	6.8	전라남도	시도지사	2	5.2
자룡천	지방	6.1	전라남도 전라북도	복수관할	4	8.0
장사천	지방	2.0	전라북도	시도지사		
주진천	지방	28.0	전라북도	시도지사	31	122.3
죽암천	지방	5.0	전라남도	시도지사		
지산천	지방	2.8	전라남도	시도지사		
청계천	지방	3.5	전라남도	시도지사		
초상천	지방	3.6	전라남도	시도지사		
춘동천	지방	3.8	전라남도	시도지사	1	1.8
태봉천	지방	5.1	전라남도	시도지사	1	2.6

본류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
학계천	지방	2.8	전라남도	시도지사		
해남천	지방	3.5	전라남도	시도지사	1	2.0
해리천	지방	11.4	전라북도	시도지사	6	19.0
해운천	지방	2.5	전라남도	시도지사		
향동천	지방	5.0	전라남도	시도지사		
현산천	지방	8.1	전라남도	시도지사	4	18.5
화산천	지방	5.4	전라남도	시도지사		
56개소	국가하천 2개소(총 145.74km) 지방하천 56개소(총 377.82km)				국가하천 4개소 지방하천 317개소	

6) 제주도 권역

분류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
가시천	지방	14.0	제주도	시도지사	1	10.0
고성천	지방	12.0	제주도	시도지사		
금성천	지방	16.5	제주도	시도지사	1	15.0
대포천	지방	7.6	제주도	시도지사		
도근천	지방	12.0	제주도	시도지사	2	28.3
도순천	지방	13.0	제주도	시도지사	2	21.5
동흥천	지방	9.5	제주도	시도지사		
병문천	지방	12.0	제주도	시도지사	1	8.0
보목천	지방	9.0	제주도	시도지사	1	4.2
산지천	지방	10.6	제주도	시도지사		
삼수천	지방	13.0	제주도	시도지사	1	7.5
서중천	지방	12.0	제주도	시도지사		
소왕천	지방	12.0	제주도	시도지사		
송천	지방	15.0	제주도	시도지사		
수산천	지방	13.0	제주도	시도지사		
신례천	지방	12.0	제주도	시도지사		
신흥천	지방	9.0	제주도	시도지사		
악근천	지방	9.0	제주도	시도지사	2	13.5
연외천	지방	9.0	제주도	시도지사	4	20.3
예래천	지방	13.0	제주도	시도지사		
옹포천	지방	6.4	제주도	시도지사	1	2.9
원장천	지방	7.0	제주도	시도지사		
의귀천	지방	12.0	제주도	시도지사		
이호천	지방	6.0	제주도	시도지사		
전포천	지방	7.0	제주도	시도지사		
종남천	지방	9.5	제주도	시도지사		
중문천	지방	12.0	제주도	시도지사	1	13.0
창고천	지방	16.5	제주도	시도지사		
천미천	지방	25.0	제주도	시도지사	1	8.0

본류					지류	
하천명	등급	하천연장	행정구역	관리주체	개소수	하천연장
한림천	지방	6.4	제주도	시도지사	1	6.1
한천	지방	11.5	제주도	시도지사	1	7.5
화북천	지방	12.5	제주도	시도지사	3	27.0
회수천	지방	9.5	제주도	시도지사	1	8.6
효돈천	지방	13.0	제주도	시도지사	1	9.0
흘천	지방	7.3	제주도	시도지사		
35개소	지방하천 35개소(총 394.8km)				지방하천 25개소	

기본연구보고서 발간목록

2020년

01	해양수산업의 지역 간 연관구조 분석	장정인
02	해양수산 분야 기술 대외의존도 분석연구 - 스마트항만을 중심으로 -	전형모
03	지역 해양수산 오픈 플랫폼 구축방안 연구	최지연
04	갯벌 거버넌스 개선방안에 관한 연구	육근형
05	해양환경정책의 능동적 추진을 위한 자원체계 개선 방안 연구	박수진
06	항만 대기환경 관리 표준 및 평가모형 연구	안용성
07	해양수산분야 사회문제해결형 R&D 기반 구축 연구	좌미라
08	해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방안	이윤정
09	수산물 품질·안전관리 제도 개선방안 연구	이현동
10	국제법 변화에 대응한 어선원 안전 및 권리 제고방안 연구	한덕훈
11	스마트 양식 클러스터 추진 방안 수립 연구	이상철
12	해양포유류 보호에 관한 수산업 대응 방안 연구	정명화
13	수산물 수급통계 개선 방안 연구	김수현
14	IMO 온실가스 규제 대응 정책방향 연구	박한선
15	퇴직전문가 활용을 통한 해운업 경쟁력 강화방안 연구	안영균
16	글로벌 선사들의 물류통합화 전략에 대한 국적선사의 대응방안	전형진
17	내항여객운송항로 정책 발전방안 연구	김태일
18	블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 연구	조지성
19	항만자동화 도입 관련 노무 갈등 해소 방안 연구	김찬호
20	스마트항만과 스마트도시 연계 발전 방안 연구	이연경
21	항만의 회복탄력성 측정 모형 구축에 관한 연구	김성기
22	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구 -新해사산업의경제적파급효과분석연구(4차년도)-	박한선
23	국내 항만연계 산업의 가치사슬 및 공급사슬 연계성 강화방안 - 자동차 산업을 중심으로	신수용

2019년

01	한반도 평화 체제 수립 대비 접경수역 연구	최지현
02	수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축 연구(2차년도)	이현동
03	4차 산업혁명 시대의 스마트 어촌 구축방안 연구	박상우
04	해양수산분야 예견적 위험분석 기반구축 연구	최석우
05	재해대응 및 환경보전을 위한 연안토지 매수 이행방안 연구	윤성순
06	선박 대기오염물질 배출저감 기술의 평가·인증체계 구축 및 활용방안 연구	안용성
07	해양레저관광서비스 산업 육성방안 연구	최일선
08	주요국의 나고야의정서 이행체계 강화에 대응한 해양유전자원정책 개선 연구	박수진
09	하천·해양 수질의 연계·통합 관리 체계 연구	장원근
10	총허용어획량(TAC) 기반 수산자원관리 강화 방안 연구	이정삼
11	우리나라 수산업·어촌의 공익적 기능에 관한 연구	류정곤
12	우리나라 원양산업의 사회적 책임 실천 강화를 위한 정책연구	정명화
13	수산업 노동시장 구조 분석과 노동정책 변화에 따른 대응 연구	한광석
14	우리나라 정기선 해운정책 개선 방안 연구	김태일
15	국내외 해운금융 비교를 통한 국내 해운금융 역량강화 방안 연구	전형진
16	해상 사이버 보안체계 강화방안 연구	박한선
17	해운 기업 비즈니스 모델과 경쟁우위 분석 연구	윤희성
18	국내 항만산업이 지역경제에 미치는 영향 분석	하태영
19	동북아 공동배출규제해역 지정 필요성 및 추진방안 연구	이기열
20	수출기업의 글로벌 공급사슬협력 수준 분석과 물류정책 방안 연구 - 화주~물류기업 협력을 중심으로 -	김은수
21	신선식품 수출입 증대를 위한 우리나라 항만물류 개선 방안	신수용
22	환동해권 물류 및 지역개발 비즈니스 모델 제안과 협력방안	박한선
23	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구 - 우리나라 新해사산업의 경쟁력 분석에 관한 연구 -	최나영환

수시연구보고서 발간목록

2020년

01	포스트 코로나 19 해양수산 분야 정책방안	박광서
02	생분해성 어구 사용 활성화 방안 연구	심성현
03	해양법 전문인력 양성 방안 연구	박영길
04	무인도서 해양주권 강화와 이용 활성화를 위한 제도 개선방안	정지호
05	지역 해양수산 재정분권 대응방향	황재희
06	데이터 3법 개정에 따른 항만·물류 데이터 활용도 제고 방안	이기열
07	양식 활어 유통 효율화 방안 연구	마창모
08	해양레저관광사업 추진을 위한 제도정비 방안	홍장원
09	해양바이오기업의 규제 정비 방안 연구	최석문
10	비상체제 시 선원의 안전을 위한 선박-항만-항공 이동경로 구축방안	이혜진

2019년

01	일본의 수산물 수입 구조 분석과 對일본 수출 전략 연구	임경희
02	선박부착생물에 대한 선제적 대응을 위한 정책방향 연구	박수진
03	수산물 위생안전을 위한 저온유통체계 구축방안 연구	장홍석
04	전국 사업체조사 마이크로데이터를 활용한 어촌지역 고용통계 (2016, 2017)	한광석

일반연구보고서 발간목록

2020년

01	지역 해양관광 경쟁력 지수 체계화 연구	최일선
02	AIS 기반 글로벌 선박 배기가스 배출량 분석 연구	강무홍
03	김 중기 수급전망모형 「Gim-MFoS」 구축 연구	허수진

04	중앙 북극 공해 비규제어업방지협정 이행방안 연구	김민수
05	동해 평화관광구역 조성 방안 연구	윤인주
06	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(II) - 일반 수출입 컨테이너 정보교환방식 중심 -	이연경
07	스트레스 테스트를 통한 우리나라 해운·조선 기업의 안정성 분석	박성화
08	인공지능기반 해상운임예측 연구	황수진
09	국제물류주산업 실태분석 및 경쟁력 제고 방향 연구	최나영환
10	디지털화에 따른 개별 직업의 대체 가능성 추정 연구	박희대
11	시계열 분석을 통한 해운시장 분석 및 예측 연구	고병욱
12	해양수산분야 글로벌 경제효과 분석모형(KMI-GEM) 시범 구축 연구	임병호
13	해운항만물류 인력양성사업 관리운영 제도 개선 방안 연구	이자연

2019년

01	양식수산물의 경영비 조사체계 구축에 관한 연구	백은영
02	딥러닝 기반의 건화물선 시황예측 연구	윤희성
03	해운-조선산업 관계분석 연구 - 컨테이너 신조발주량 예측 -	최건우
04	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(Ⅰ) - 디지털 공급사슬 생태계 정보통합지도 구축 중심 -	최상희
05	시민 건강증진을 위한 해안관리 방향	정지호
06	우리나라 주요 국제여객항 운영체계 개선방안 연구 : 운영, 시설, 제도를 중심으로	이경한
07	북한 서해 해양관광 활성화 방안	윤인주
08	EU의 수산물 소비 특성 및 수출 전략(프랑스, 스페인을 중심으로)	김지연
09	해양수산 위성계정 기초연구(Ⅰ)	장정인
10	우리나라 해운·물류기업의 중국 자유무역시범구 활용방안 연구	김형근
11	지역 해양수산 혁신성장체계 구축 연구	최지연
12	도미니카공화국 뱀장어 양식사업 타당성 조사	마창모
13	강원도 어촌 신활력 제고방안(2차년도) - 어촌 활성화 거버넌스 구축과 신활력 사업구상 -	박상우

기본연구 2020-08

해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방안

2020년 12월 29일 인쇄

2020년 12월 31일 발행

발 행 인 | 장 영 태

발 행 처 | 한국해양수산개발원

49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연 락 처 | 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등 록 | 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 | 애드원플러스 (070-4390-3850)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel : 02-394-0337

정가 15,000원

