

하천·해양 수질의 연계·통합 관리 체계 연구

A Study on the Integrated and Connected Management
between the Riverine and Coastal Water Quality Policies

2019. 12.

장원근 | 한기원 | 강창우 | 박희망 | 최수빈



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

연구진 |

장원근 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구위원
한기원 한국해양수산개발원 해양연구본부 부연구위원
강창우 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구원
박희망 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구원
최수빈 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구원

보고서 집필 내역 |

연구책임자 |

장원근 연구총괄, 제1장 제1절~제2절 일부, 제2장 제1절 일부,
제3장 제2절~제3절 일부, 제4장, 제5장

연구진 |

한기원 제1장 제1절~제2절 일부, 제3장 제1절,
제2절~제3절 일부, 제4절
강창우 제2장 제2절~제3절 일부
박희망 제2장 제2절~제3절 일부
최수빈 제2장 제1절~제3절 일부, 제3장 제2절 일부

발간사

우리들의 삶은 바다와 밀접하게 연결되어 있다. 전 세계적으로 대도시의 65% 이상이 바닷가에 입지하고 있으며, 바다에서 생산되는 수산물은 예로부터 우리나라 사람들의 중요한 식량자원이자 단백질 공급원이었다. 원유의 25% 이상이 바다에서 채굴되고 있고, 전 세계 무역량의 90% 이상이 바다를 경유한다. 최근 기후변화에 대한 관심이 증대하면서, 산소의 50% 이상이 바다에서 만들어지고 있고 바다가 이산화탄소의 99.9%를 저장하고 있다는 사실도 부각되고 있다. 이처럼 바다는 우리 생활과 매우 가까운 존재이다.

바다의 중요성에 대한 인식이 커짐에 따라 전 세계는 바다의 가치를 효과적으로 관리하기 위해 노력하고 있다. 특히, 바다를 깨끗하고 건강하게 지키는 것은 우리 인간의 안전과 생계를 지키고, 삶의 질을 높일 수 있는 길이라 할 수 있다. 국제사회는 소중한 해양환경을 보전하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 예를 들어, 1973년 해양오염방지협약을 체결하여 오염물질의 해상배출을 차단하기 시작하였고, 1993년에는 생물다양성협약을 채택하여 바다의 생물다양성을 보전하기 위해 노력하고 있다.

그럼에도 불구하고 육상과 바다의 다양한 산업 활동으로 인해 많은 오염물질이 여전히 바다로 유입되고 있다. 특히, 전 세계적으로 많은 도시와 인구, 고강도 산업 활동이 연안에 집중되고 있기 때문에 그만큼 많은 오염물질과 폐기물이 연안의 육상으로부터 바다로 흘러들어가고 있다. 인간의 활동으로 인해 오염되고 훼손되는 바다를 그대로 방치할 경우 2030년경에는 현존하는 바다생물의 2% 이상이 멸종할 위험에 처할 것이라고 한다.

해양환경을 보전하기 위해서는 육상으로부터 하천을 통해, 혹은 직접 바다로 유입되는 오염물질을 줄여나가는 것이 중요하다. 전문가들에 따르면 바다의 오염은 대부분 육상에서 기인하며, 따라서 효과적인 해양환경 관리를 위해서는 하천을 포함하는 육상부와 해양을 연계하는 체계가 절대적으로 필요하다. 미국, 일본 등 선진국은 바다의 가치와 중요성을 보호하고 후손에게 건강한 바다를 유산으로 물려주기 위해 다양한 노력을 경주하고 있으며, 수십 년 동안 육상과 해양의 환경을 연계해서 관리하는 정책을 펼쳐오고 있다.

우리나라도 해양환경 개선을 위해 특별관리해역의 연안오염총량관리제 등 연안에서 육상기인 오염물질을 관리하는 정책을 일부 해역에서 시행하고 있다. 이제 이러한 정책들을 더 발전시켜 나가려면 법·제도적 측면, 과학적 측면, 거버넌스 측면 등 다양한 방면에서 하천과 해양환경의 연계가 이루어져야 한다. 이 보고서는 하천 등 육상과 해양의 연계를 보다 근본적으로 강화시킴으로써 우리나라 해양환경 관리체계를 개선하기 위한 정책적 연구의 결과물이다. 이 연구 결과를 기반으로

향후 분야별로 더욱 깊이 있는 논의가 이루어지기를 기대한다.

본 연구를 수행한 한국해양수산개발원의 장원근 연구위원, 한기원 부연구위원, 최수빈, 박희망, 강창우 연구원의 노고와 바쁘신 와중에도 연구자문을 수락하신 최동오 박사, 김경미 박사, 권봉오 박사 등 외부 전문가들의 도움에 대해 이 자리를 빌려 진심으로 감사드린다. 또한, 해양수산 환경관리의 풍부한 현장 경험을 통해 본 연구의 활용도 제고 방향을 제시해 주신 국립수산물과학원 이원찬 과장 외 어장환경과 관계자들과 해양환경공단의 김성길 팀장 외 관계자 여러분께 깊은 감사를 표한다.

2019년 12월
한국해양수산개발원
원장 장 영 태

목차

❖ 요약 · i

❖ Executive Summary · v

제 1 장 서론 · 1

제1절 연구의 배경 및 목적	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구 목적	3
제2절 연구의 범위 및 방법	4
1. 연구의 범위	4
2. 연구의 주요 내용	5
3. 연구의 방법	6
4. 연구의 차별성	7

제 2 장 국내 하천·해양 수질관리의 실태 및 문제점 · 13

제1절 우리나라 수질 및 관리 여건	13
1. 하천과 해양의 수질 특성	13
2. 연안지역의 하·폐수처리시설 현황	31
3. 수질 모델링	33
제2절 우리나라 수질관리 체계	38
1. 국내 수질관리 법률 및 제도	38

2. 조직체계 운영 현황	80
3. 조사체계	91
제3절 문제점	101
1. 개별법에 따른 오염원 배출 및 관리 개념 차이 발생	101
2. 수질관리 대상 내 해양 수질 조사·평가 항목 부재	103
3. 하천·해양 관리계획 수립 지침 기준 간 정책 연계성 미비	104

제 3 장	국내외 하천·해양 수질관리 연계 사례 · 109
제1절 우리나라의 수질관리 연계정책 사례	109
1. 환경관리해역 제도	110
2. 특별관리해역 연안오염총량관리제의 도입과 경과	113
3. 연안오염총량관리 추진체계	114
제2절 미국의 수질관리 연계정책 사례	117
1. 수질 관리 체계	117
2. 수질 조사	123
3. 미국 수질 관리 정책 연계 사례	126
제3절 일본의 수질관리 연계정책 사례	130
1. 수질 관리 체계	130
2. 수질 조사 현황	138
3. 세토내해 등의 총량관리	140
제4절 종합 및 시사점	142

제 4 장	하천·해양 수질관리 정책의 연계 방안 · 145
제1절 정책 연계의 여건 및 방향	145
1. 국토이용 및 환경보전 정책의 추진 구조	145
2. 분절된 하천·해양 수질관리 정책의 통합 필요	152
제2절 하천·해양 수질 정책의 연계 방안	157
1. 유역관리를 확대하여 하천·해양 수질통합관리체계 구축	157

	2. 공공처리시설의 방류수 수질기준의 연계	166
	3. 과학적·객관적 정책 연계를 위한 조사 연구 체계의 개편	185

제 5 장	결론 및 정책제언 · 195
	제1절 요약 및 결론 195
	제2절 정책제언 201
	1. 하천·하구·해양의 수질관리체계를 통합 관리하는 방안 201
	2. 하천·하구·해양의 과학적 연구체계 연계 방안 203

❖	참고문헌 · 207
----------	-------------------

❖	부록 · 215
----------	-----------------

표 목차



〈표 1-1〉 선행연구 현황	9
〈표 2-1〉 물환경측정망 중권역 대표지점 평균 수질(2015~2019)	14
〈표 2-2〉 물환경측정망 중권역 대표지점 평균 초과 측정소(2015~2019)	15
〈표 2-3〉 물환경측정망 낙동강하구 평균 수질(2015~2019)	17
〈표 2-4〉 물환경측정망 중권역 생활환경기준 목표와 현황(2015~2019 평균) ...	19
〈표 2-5〉 해양환경측정망 전체 해역 평균 수질(2015~2019)	22
〈표 2-6〉 해양환경측정망 하천영향 및 반폐쇄성 해역 평균 수질(2015~2019) ..	23
〈표 2-7〉 해양환경측정망 낙동강하구 평균 수질(2015~2019)	24
〈표 2-8〉 물환경측정망 중권역 대표정점과 인접 해양환경측정망 정점 수질 비교	28
〈표 2-9〉 연안지역 환경기초시설 현황(2015년 기준)	31
〈표 2-10〉 하천이 마산만 COD, TP 농도변화에 미치는 영향	35
〈표 2-11〉 마산만 특별관리해역 하수처리장 유입 현황	37
〈표 2-12〉 국가해양환경정보통합관리 대상 사업	40
〈표 2-13〉 오염물질 총량관리 관련 방침 및 계획	42
〈표 2-14〉 환경관리해역기본계획 주요 내용	43
〈표 2-15〉 「물환경보전법」에 따른 수계영향권의 구분	46
〈표 2-16〉 권역별 물환경관리계획의 위상과 역할	48
〈표 2-17〉 수질오염총량관리 추진 현황	49
〈표 2-18〉 「하수도법」에 따른 하수도 관련계획의 위상과 성격	55
〈표 2-19〉 공공하수처리시설 및 간이공공하수처리시설 방류수수질기준	57
〈표 2-20〉 개인하수처리시설의 방류수 수질기준	58
〈표 2-21〉 「자원순환기본법」에 따른 자원순환 통계조사 항목	64
〈표 2-22〉 「국토계획법」 내 하천·해양 부문 관련 조항	67
〈표 2-23〉 광역 및 도시·군계획	70

〈표 2-24〉 수질관련 보전지구 등의 지정기준	77
〈표 2-25〉 하천수 사용허가 및 불허가 기준	79
〈표 2-26〉 기준지점의 선정	80
〈표 2-27〉 해양환경관리법 담당 주무과 주요 업무	81
〈표 2-28〉 환경부에서 수행하는 하천수질관리 및 배출관련 업무	82
〈표 2-29〉 국토교통부 조직별 주요 업무	84
〈표 2-30〉 하천법 담당 주무과 주요 업무	86
〈표 2-31〉 유역·지역환경청에서 수행하는 하천수질관리 및 배출관련 업무	88
〈표 2-32〉 환경공단에서 수행하는 하천수질관리 및 배출관련 업무	90
〈표 2-33〉 물환경측정망의 종류 및 운영목적, 주체	92
〈표 2-34〉 물환경측정망 유역별 조사지점수	93
〈표 2-35〉 해양환경측정망의 종류 및 개요, 운영주체	96
〈표 2-36〉 해양환경측정망 조사해역수 및 조사정점수	96
〈표 2-37〉 항만환경측정망 조사항목 및 시기	98
〈표 2-38〉 하천영향 및 반폐쇄성해역환경측정망 조사항목 및 시기	99
〈표 2-39〉 연안해역환경측정망 조사항목 및 시기	100
〈표 2-40〉 개별법에 따른 오염원 배출 개념	103
〈표 2-41〉 수질관리 조사·평가 기준 및 항목 문제 요인	104
〈표 2-42〉 관리계획 수립 지침 기준 문제 요인	107
〈표 3-1〉 환경관리해역의 지정	112
〈표 3-2〉 미국 수질기준값(Water Quality Criteria)의 특징	119
〈표 3-3〉 미국의 인간건강보호 수질기준값(Warwe Quality Criteria)	120
〈표 3-4〉 일본 물관리에 관한 주요 조직과 업무	133
〈표 3-5〉 일본 공공수역의 환경기준(사람의 건강보호)	135
〈표 3-6〉 일본의 생활환경보호를 위한 환경기준: 하천	137
〈표 3-7〉 일본 수질관리 관련 기준과 근거법	138
〈표 4-1〉 상이한 하천과 해양의 환경 특성	159
〈표 4-2〉 마산만 총량규제 실시해역의 해양으로 직접 연결되는 하천 현황	164
〈표 4-3〉 해양과 하천의 환경기준상의 기준의 항목 개수	166
〈표 4-4〉 해양과 하천의 사람의 건강보호 기준 비교	167

〈표 4-5〉 해양과 하천 수질기준의 생활환경기준 등급 수	169
〈표 4-6〉 생태기반 해수수질 기준	170
〈표 4-7〉 해양생태계보호 기준	171
〈표 4-8〉 미국의 하천·해양·사람의 건강보호 수질기준	173
〈표 4-9〉 하천의 중권역 목표기준과 인접한 해역 목표기준	176
〈표 4-10〉 공공폐수처리시설의 방류수수질기준	180
〈표 4-11〉 공공하수처리시설·간이공공하수처리시설의 방류수수질기준	182
〈표 4-12〉 하천 및 해양환경측정망의 개요	185
〈표 4-13〉 하천 및 해양 수질 조사 현황	186
〈표 4-14〉 물환경측정망-해양환경측정망 기초통계량(낙동강하구)	190
〈표 4-15〉 물환경측정망과 해양환경측정망 평균 비교(낙동강하구)	190
〈표 4-16〉 미국 하천 및 해양 수질의 용존상 중금속의 전환계수	193

그림 목차

❖	
〈그림 1-1〉 연구흐름도	5
〈그림 2-1〉 물환경측정망 중권역 대표지점 평균 초과 측정소(18개소)	16
〈그림 2-2〉 물환경측정망 낙동강하구 정점도	18
〈그림 2-3〉 해양환경측정망 수질평가지수(WQI)(2018년)	21
〈그림 2-4〉 해양환경측정망 낙동강하구 정점도	27
〈그림 2-5〉 연안 하수종말처리시설 현황	33
〈그림 2-6〉 하천이 수질에 미치는 영향에 관한 모델링 구역	35
〈그림 2-7〉 제2차 물환경관리 기본계획(2016~2025)의 체계	47
〈그림 2-8〉 수질오염총량관리제도 시행절차	51
〈그림 2-9〉 국가하수도 종합계획의 비전 및 목표	53
〈그림 2-10〉 제1차 자원순환 기본계획의 비전 및 전략	61
〈그림 2-11〉 자원순환 기본계획과 관련 계획간 관계	62
〈그림 2-12〉 하천기본계획 수립 절차	75
〈그림 2-13〉 환경부 조직도	83
〈그림 2-14〉 낙동강유역환경청 조직도	87
〈그림 2-15〉 전북지방환경청 조직도	88
〈그림 2-16〉 환경공단 조직도	90
〈그림 3-1〉 특별관리해역 위치	111
〈그림 3-2〉 NEP 시행지역 위치	124
〈그림 3-3〉 NWQAP의 수질 변화 모니터링	126
〈그림 3-4〉 체사피크만 프로그램 의사결정 조직	129
〈그림 4-1〉 환경정책 수립과정과 요소	146
〈그림 4-2〉 창원시 소하천정비계획의 하천구역 상세	155
〈그림 4-3〉 하천과 해양의 법적 경계 모식도	156

〈그림 4-4〉 해양 생태계의 이용에 관한 가치와 효용	158
〈그림 4-5〉 섬진강, 태화강 하천기본계획의 관리 범위	162
〈그림 4-6〉 총량규제 실시해역의 범위 예시(마산만)	164
〈그림 4-7〉 해역의 권역 구분(총 31개소)	175
〈그림 4-8〉 낙동강하구 정점 위치	189
〈그림 4-9〉 COD와 TOC의 관계	191

요약

하천·해양 수질의 연계·통합 관리 체계 연구

1. 연구의 목적

- ▶ 이 연구는 하천의 수질관리 정책과 해양의 수질 관리 정책의 연계를 통해 해양 수질환경보전 정책의 효과를 개선할 수 있는 방안을 검토

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구의 방법

- ▶ 하천·해양의 환경기준 및 규제, 구역 지정, 관리계획, 정부 및 민간 조직 체계, 과학연구 및 조사 등의 분야의 현황과 여건에 관한 검토 및 관계법령 분석
- ▶ 하천의 오염물질이 해양환경에 미치는 영향 파악에 대한 전문가 자문

- ▶ 해양·하천 수질 전문가로서 교수, 해양환경공단, 국립수산과학원의 관계자 자문

2) 연구의 특징

- ▶ 하천·해양의 수질관리체계를 연계하기 위한 근거로서 하천 오염물질의 해양수질에 대한 영향 분석 및 모델링(국립수산과학원 관계자 협업)

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- ▶ 하천 수질환경관리 관련 법률은 「환경정책기본법」에 따라 「물환경보전법», 「하천법», 「하수도법», 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 등이 있음, 한편 해양 수질환경관리 관련 법률은 「해양환경의 보전 및 활용에 관한 법률», 「해양환경관리법」 등이 있음
- ▶ 우리나라 수질 관리체계는 하천과 해양이 별개의 관리 대상으로 분리되어 있어 수질 기준 설정, 관련 계획의 수립·이행, 공공하수처리시설의 설치·운영 등 해양수질에 영향을 미칠 수 있는 정책의 결정과 추진에 있어 해수수질관리 정책의 반영이 미흡함. 미국과 일본은 하천과 해양의 수질관리 정책을 연계할 수 있는 유역관리 원칙을 적용하는 하구관리 체계를 구축, 운영 중임
- ▶ 하천 하류의 중권역 수질은 전 국토 중권역 대표수질의 평균보다 나쁜 수질을 보이고 있으며, 하천과 연계된 해양의 수질환경 역시 인접 해역의 수질환경보다 깨끗하지 않음. 마산만 특별관리해역을 대

상으로 하천과 방류수가 해양수질에 미치는 영향을 모델링한 결과, 10% 정도 영향을 미치는 것으로 파악됨

- ▶ 농어촌에는 매우 많은 소규모 하수처리시설이 입지해 있는데, 이러한 시설은 다른 시설보다 완화된 방류수 수질기준이 적용되어 방류수가 해양으로 유입할 경우 수질 환경에 부정적인 영향을 미칠 수 있음
- ▶ 하천과 해양의 수질관리를 위한 수질조사, 정책개발, 총량관리 이행 등을 위해 중앙정부, 지방자치단체 및 민간 조직이 활동하고 있는데, 해양 부문의 조직 규모와 인력이 부족한 실정
- ▶ 하천과 해양의 수질관리정책을 연계하기 위해서는 유역관리 원칙을 적용하여 하구를 독립된 관리대상을 하는 법제도를 개발할 필요가 있음, 이에 따라 하천과 해양이 별도 관리대상이 아니라 하천-하구-해양이 하나의 체계로 관리(목표 설정, 계획 수립 등) 하기 용이함

2) 정책대안 제시내용 및 정책화 활동

- ▶ 하천·하구·해양의 수질체계를 통합 관리하는 방안
 - 하천과 해양의 수질관리 연계를 위한 실태조사
 - 해양수질환경 개선을 위한 하천이 미치는 영향이 관한 정밀조사
 - 지방자치단체의 해양수질 환경관리 역량 제고
- ▶ 하천·하구·해양의 과학적 연구체계 연계하는 방안
 - 환경기준 연계, 목표 설정 연계 등에 활용되는 하천-해양 조사연구 방법 등의 연계와 전담조직(해양공단-환경공단, 국립환경과학원-국립수산과학원 등)의 관계자 TFT 구성과 해양 과학 조사 능력 제고 필요성 강조

3) 정책적 기여 등 기대효과

- ▶ 해양수산부-환경부 정책 협의 내용 제공
 - 특별관리해역의 하수처리시설 개선 및 확대
 - 특별관리해역 관리 범위 조정
- ▶ 환경기준 개선 과제 제안
 - 생활환경기준(수질 및 수생태계 기준) 개선
 - 생태계 보호기준 개선
 - 「하수도법」 등의 보다 엄격한 방류수 수질 기준 개선

EXECUTIVE SUMMARY

A Study on the Integrated and Connected Management between the Riverine and Coastal Water Quality Policies

1. Purpose

- ▶ This study aims to propose the policy measures for improving the effectiveness of the water quality management policies for the coasts and oceans. To achieve this goal, the study intends to address the several points of the connection and integrations, in context, between the riverine and coastal water quality policies.

2. Methodology and Feature

1) Methodology

- ▶ This study utilizes research on the present status and conditions of the following items: environmental standards and regulations

regarding rivers and oceans, processes of the designation and of the planning for the area of concern, the structure of governmental and private organizations, and the system of national scientific research, while analyzing relevant laws.

- ▶ Consultations with experts were carried out regarding the impact of pollutants, in terms of Chemical Oxygen Demand (COD) and Total Phosphorus (T-P), from the land-based activities on the Masan Bay, one of five designated Special Management Areas.
- ▶ Advisory meetings were held with relevant professors, officials, and experts working in the Korea Marine Environment Management Corporation (KOEM) and the National Institute of Fisheries Science (NIFS) to consult their opinions on relevant issues regarding the connection and integration fields of policies of rivers and oceans.

2) Feature

- ▶ This study includes an analysis on the impact of pollutants in rivers and its effects on water quality in oceans and the construction of a model as a basis for connecting water management systems between rivers and oceans (working with relevant officials in NIFS).

3. Results

1) Summary

- ▶ Korea's laws relevant to water quality management in rivers include the Clean Water Conservation Act, the River Act, the Sewerage Act, and the Act on the Management and Use of Livestock Excreta in accordance with the Framework Act on Environmental Policy; meanwhile, those in oceans include the Act on Conservation and Utilization of the Marine Environment and the Marine Environment Management Act.
- ▶ Since Korea's water quality management system separates rivers and oceans into different management units, policies related to water quality management of seawater have not been reflected on the decisions and implementation of relevant policies even though most pollutants from the land-based activities have been running into coastal waters via rivers. Such policy-decisions include the selection of installation and operation of, and setting up water quality standards for effluents of public sewage treatment facilities. The US and Japan have established and operated a watershed management system for managing rivers and estuaries together in order to connect the water quality management policies of both rivers and oceans.
- ▶ Water in the downstream of rivers in many mid-sized watersheds was analyzed as more polluted than that of overall rivers in the country. Furthermore, water quality of oceans linked to estuaries was found to be less clean than that of adjacent oceans. This

study built a model for analyzing the impact of rivers and their effluence on the water quality of oceans targeting the Masan Bay Special Management Area. The result showed that rivers had a 10% impact on the water quality of the Bay.

- ▶ In particular, a number of small-sized sewage treatment facilities located in agricultural and fishing communities, following lower effluent standards than others in the watershed, having a negative impact on water environment once effluence flowed into the coastal ocean.
- ▶ The central government, local governments and private organizations are working on the water quality management of rivers and oceans by carrying out water quality surveys, policy development and implementation of the Total Pollution Load Management System (TPLMS). However, the size of the organization and workforce falls far short of what is needed in the ocean sector.
- ▶ In order to connect water quality management systems between rivers and oceans, it is necessary to apply a designation system and devise laws that allows estuaries to become an independent management unit. Rather than considering rivers and oceans as a separate management unit, such a system makes it easy to manage rivers, estuaries and oceans under one system (setting up a management goal, and establishing plans etc.)

2) Policy suggestions and relevant activities

- ▶ Measures for an integrated water quality management in rivers, estuaries and oceans
 - Developing coordinated policies among central government agencies to connect water quality management between rivers and oceans such as the enactment of the so-called Estuary Management Law.
 - Detailed survey on the impact of rivers to improve water quality environment of oceans
 - Improving the capacity of water quality management carried out by local governments for itself
- ▶ Measures to connect scientific research systems among rivers, estuaries and oceans
 - Highlighting the necessity for organizing a taskforce team as a dedicated organization (Korea Marine Environment Management Corporation (KOEM) ? Korea Environment Corporation (KECO), National Institute of Environmental Research (NIER) - National Institute of Fisheries Science (NIFS) etc.), enhancing the research capacity of marine science and boosting the connection of research methods between rivers and oceans which can all be utilized in setting up the environmental standards and objectives

3) Expected benefits including policy contribution

- ▶ Providing the contents for policy consultations to the Ministry of Oceans and Fisheries (MOF) and the Ministry of Environment (MOE)
 - Improving and expanding sewage treatment facilities in Special Management Sea Areas
 - Adjusting managerial scope of Special Management Sea Areas
- ▶ Proposing tasks for improving environmental standards
 - Enhancing environmental standards for living and human health (based on water quality and aquatic ecosystem)
 - Suggesting tasks for establishing the standards of ecosystem protection
 - Imposing stricter water quality standards of effluence for the Sewage Act and the Clean Water Conservation Act for the improved protection of the coastal- and ocean-water environment.

제 1 장

서론

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

바다는 항만, 해수욕장, 수산업 등의 분야에서 인간의 사회경제 활동과 밀접하게 연관되어 있다. 우리나라 바다 역시 항만, 수산, 관광, 친수공간 개발 등의 분야에서 경제활동의 중심에 있다. 연안 시·군·구의 인구는 전국 인구의 27.1%에 해당하는 13,975천 명이다(해양수산부, 2015a). 또한 총 1,003천 개소의 사업체(전국 사업체의 27.9%)가 운영 중에 있으며, 5,222천 명의 종사자가 근무한다(전국의 28.1%에 해당). 따라서 연안 시군구의 지역내총생산은 약 444조 원에 달한다. 이는 전국 지역내총생산인 약 1,242조 원의 35.7%에 해당하는 규모이다.

해양 경제의 활성화를 위해 우리나라는 연안지역의 매립과 점·사

용을 활발하게 추진하였다. 지난 40년 동안 약 1,969km²의 연안을 매립하여 2016년 기준으로 국토면적을 1.69%(100,339.5km²) 정도 확장하였다.¹⁾ 특히 공업단지가 많은 광양, 창원, 부산, 울산, 인천 지역의 경우 전국 매립 면적의 18.25%(359.4km²)에 해당한다. 한편 최근 2012년부터 2016년까지 총 1,762건(면적 약 51km²)의 공유수면 점·사용이 추진되었다. 마산만, 울산연안, 부산연안 등 경제활동이 활발한 5개 해역은 총 923건(약 10.1km²)의 점·사용이 추진(전국 점·사용 건수의 52.4%, 면적의 20%)되었다.

이처럼 연안지역을 활발하게 이용함에 따라 바다로 유입되는 오염 물질이 증가하였고, 해양 수질오염이 빈번하게 발생하였다. 시화호 오염, 마산만 오염과 같은 경우가 대표적인 사례이다. 유엔 해양환경 전문가그룹(The Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection, GESAMP)에 따르면 해양환경에 영향을 미치는 오염물질의 77% 이상이 육상으로부터 발생하는 오염원이라고 한다. 이 중에서 하천을 경유하여 유입하는 양이 4%로 가장 많은 부분을 차지한다고 주장한다(GESAMP, 1990).²⁾ 따라서 해양환경을 효과적으로 보전하고 관리하기 위해서는 육상에서 발생하는 오염물질의 유입을 차단하고 저감하는 활동이 매우 중요하다.

해양으로 유입되는 오염 물질의 양을 차단하고 저감함으로써 해양 수질 환경을 보전하기 위하여, 우리나라는 「환경정책기본법」에서 우리나라의 관할 수역을 하천, 호소, 해역 등으로 구분하고 수역의 특성을 반영하여 수질기준을 마련하였다. 수질기준을 달성하기 위해 중앙관계행정기관인 환경부가 하천수질관리를, 농림축산식품부와 환

1) 해양수산부(2019), p. 43.

2) 일부 지역의 경우 질소화합물의 최대 80%가 강우를 통해 연안·해양으로 유입(GESAMP, 2001, p. 50).

경부가 호소수질관리를, 해양수산부는 해양의 수질관리를 각각 담당한다. 한편 수질에 영향을 미칠 수 있는 육상부의 토지 이용 및 개발 등에 관한 규제는 국토교통부가 담당한다. 따라서 해양 수질의 효과적인 보전 및 관리를 위해서는 다원화된 정책을 연계할 필요성이 있는데, 특히 하천을 경유하여 유입되는 물질을 관리하는 육상 수질관리 정책과 해양 수질관리 정책의 긴밀한 연계가 중요하다.

2. 연구 목적

이 연구는 육상의 수질 관리 정책과 해양의 수질 관리 정책의 연계를 모색하기 위하여 환경기준을 포함하여 소관 부처의 정책과 제도를 평가하고, 관련제도의 수립 및 평가에 활용되는 조사 체계를 점검하였다. 특히 육상기인 물질의 주요 유입 경로인 하천에 관한 수질 관리와 해양 수질 관리를 연계함으로써 해양수질 정책의 개선을 도모할 수 있는 분야를 중심으로 정책 연계를 위한 시사점을 정리하였다.

이 연구의 목적은 하천 등 육상 수계와 해양에 대한 이원화된 환경 관리 정책 및 제도를 분석하여 해양과 육상의 환경정책을 효과적으로 연계할 수 있는 방안을 제시하는 것이다.

제2절 연구의 범위 및 방법

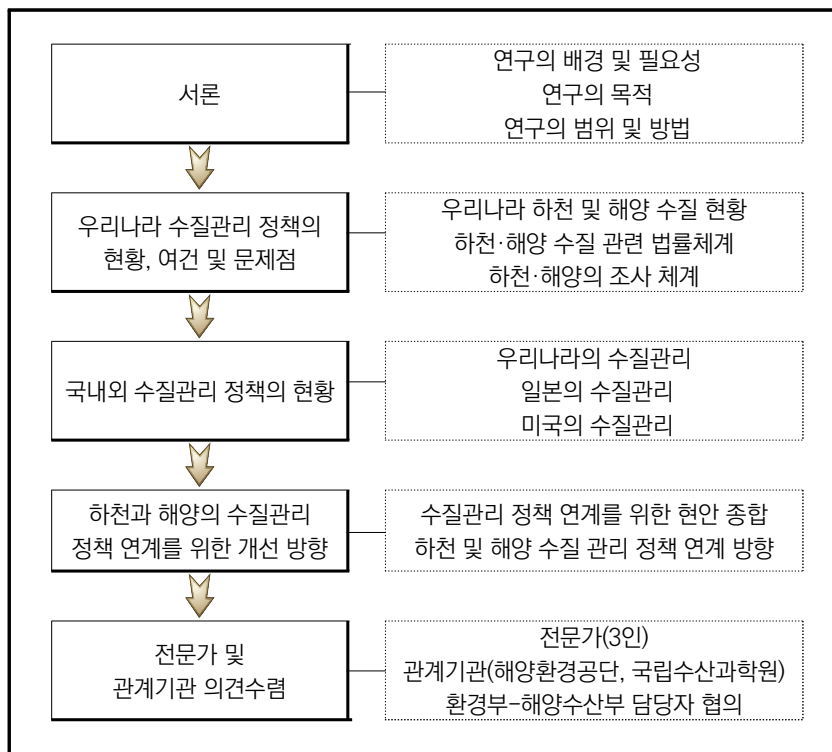
1. 연구의 범위

이 연구는 하천과 해양의 수질 정책을 효과적으로 연계할 수 있는 방향을 모색하는 것이다. 따라서 이 연구의 지리적 범위는 일차적으로 하천과 해양이 접하는 하구와 연안지역이라고 할 수 있다. 또한 이 지역의 수질 환경에 영향을 줄 수 있는 주변 유역을 포함한다.

관련 법제도 분석을 위해 「환경정책기본법」을 포함하여 육상 수질 환경에 관한 「물환경보전법」과 해양 수질관리에 관한 「해양환경관리법」을 포함하였고, 육상 유역의 사회경제활동을 규제하는 「토지이용규제 기본법」 및 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」과 「하천법」의 관련 내용을 분석하였다. 또한 수질 조사에 관한 사항을 파악하기 위해 환경부의 물환경측정망과 해양수산부의 해양환경측정망을 검토하여 연계 방향을 검토하였다. 한편 육상 하천으로 유입하는 오염물질의 영향을 분석하기 위해 마산만을 대상으로 수질 모델링을 실시하였다.

본 연구의 연구추진체계를 <그림 1-1>에 요약하였다. 먼저 하천 수질과 해양수질관리에 관한 법제도와 계획, 수질 조사체계 등을 분석하였다. 또한 우리나라와 미국, 일본의 수질 관리 및 정책 연계 사례를 분석하였다. 이를 토대로 연계가 필요한 사항을 정리하고 관련 전문가와 관계 기관의 의견을 수렴하였다.

〈그림 1-1〉 연구흐름도



자료: 저자 작성

2. 연구의 주요 내용

하천과 해양의 수질관리체계 연계 방안을 제시하기 위하여, 본 연구는 우리나라 하천 및 해양의 수질관리 현황, 법·제도 등을 검토하였고, 또 국내외 사례를 통해 시사점을 얻고자 하였다. 제2장에서 해양환경측정망 자료에 대한 분석을 통해 국내 연안의 수질 상황을 확인하였고, 관련법에 대한 폭넓은 검토를 실시하여 육상과 해양의 수질관리 정책 및 제도를 살펴보았다. 제3장에서는 우리나라와 주요

국가의 하천-육상 연계 관리 사례를 살펴보고 국내 제도 개선을 위한 시사점을 얻고자 하였다.

제4장에서는 하천·해양 연계와 관련하여 환경관리제도의 주요 현안을 도출하였다. 이어, 도출된 현안들을 개선할 수 있는 정책방안을 체계적으로 제시하고자 하였다. 마지막으로, 제5장은 결론 및 정책제언을 간략하게 정리하였다.

3. 연구의 방법

본 연구는 우리나라의 하천 및 해양 수질관리 제도 및 수질 현황을 검토하고, 국내외 정책 사례를 살펴보았으며, 현안 분석을 위한 하천·해양 수질의 연관성 분석 등을 수행하였다. 이러한 세부적인 연구에 각기 적절한 방법을 사용하고자 하였으며, 그에 따라 문헌연구, 자료 분석, 전문가 자문, 모델 활용 등을 수행하였다.

먼저, 해양환경 현황 분석을 위해 해양환경측정망 자료에 대한 정량적인 분석을 실시하였다. 국내 하천 및 해양 수질관리 제도에 대한 연구를 위해서는 해양 및 육상 환경관리와 관련된 각종 법률과 보고서 등에 대한 문헌분석을 수행하였다. 국내와 미국, 일본의 사례 연구에는 정부 간행물, 관련 보고서 등을 참고하였고, 인터넷 검색을 활용하였다. 이러한 국내외 수질 현황, 관련 정책 및 제도 등에 대한 연구의 미진한 부분을 보완하기 위하여 전문가 자문을 실시하였다. 한편, 하천과 해양 수질의 상관관계를 정량적으로 분석하기 위하여 외부 전문가와의 협업으로 모델링 연구를 실시하여 현안 도출 등의 과정에 참고하였다.

4. 연구의 차별성

하천 등 육상 수계, 하구, 연안 및 해양 등 각각의 지리적 공간을 대상으로 하는 환경관리에 대해서 많은 연구가 이루어져 왔다. 그러나 육상과 해양 수질의 연계 관리 방안에 대한 연구는 상대적으로 매우 적었다고 할 수 있다. 부분적으로 관련된 주제를 다룬 대표적인 국내외 연구로 다음의 여섯 가지 정도를 들 수 있다.

첫째로, 한국환경정책평가연구원 보고서인 ‘지속가능한 하구역 관리 방안 I·II’가 있다.³⁾ 하구는 하천과 해양을 이어주는 중간에 위치한 공간으로 독특한 이화학적, 생물학적 특성을 지닌다. 이 보고서는 그러한 하구를 체계적으로 관리하기 위한 방안을 제시하고 있다. 그런데, 이 연구가 하천과 해양의 연결부인 하구 관리를 다루고 있음에도 불구하고, 하천과 해양의 연계 관리를 논의하고 있는 것은 아니다.

둘째로, ‘육상오염원 관리체계 선진화 방안’이 있다.⁴⁾ 이 보고서는 해양환경을 개선하기 위해서는 육상오염원의 관리가 중요하다는 원칙에 기반하고 있어서 본 연구와 비교적 관련이 깊다고 할 수 있다. 하지만, 2012년에 발간된 이 보고서는 육상오염원을 관리해야 한다는 부분을 강조하고 있어서, 하천과 해양 수질의 관련성을 깊이 있게 살펴보고 관리 정책과 제도를 연계하는 부분에 대해서는 소홀하게 다루고 있다.

셋째로, ‘국제 및 국내 해양시설 실태조사 연구’는 연안의 시설물이 해양수질을 훼손하는 오염원으로 작용한다는 관점에서 중금속을 중심으로 연안의 오염실태를 조사하였다.⁵⁾ 이 연구는 과학적 현장조

3) 이창희 등(2004) 및 이창희 등(2005).

4) 장원근·남정호·한기원(2012).

5) 해양수산부·해양환경공단(2012).

사가 중심이 되었고, 정책적·제도적 성격의 연구라고 보기는 어렵다.

넷째로, 미국 환경청(U.S. EPA)에서 발행한 “Monitoring Guidance for the National Estuary Program”의 경우, 하천과 해양환경이 공존하는 하구역에 대한 환경조사 절차와 방법을 다루고 있다.⁶⁾ 미국이 국가 하구 프로그램(National Estuary Program)이라는 제도를 통해 하천과 해양의 연결부를 관리하는 방식을 엿볼 수 있고, 중간지대로서 하구를 과학적으로 접근하는 사례를 볼 수 있다. 그러나 이 책은 모니터링에 집중되어 있어서 하천과 해양의 연계관리 정책에 대한 내용은 거의 담고 있지 않다.

다섯째는 ‘연안에서 육상과 해양의 상호작용(Land-ocean interactions in the coastal area, LOICZ)’에 대한 논문이다.⁷⁾ 1993년에 시작된 이 국제적 프로젝트는 몇 가지 구분되는 단계를 거치며 현재까지 이르고 있는데, 이 논문은 그 동안의 성과와 향후의 전망을 정리하여 제시하고 있다. 육상과 해양을 함께 고려한다는 측면에서 본 연구와 관련이 있으며, 특히 과학과 사회경제적 측면, 거버넌스를 함께 고려한다는 점에서 유사한 체계를 가지고 있다. 그러나 ‘연안에서 육상과 해양의 상호작용’은 국제적 프로젝트로 한 국가의 정책은 아니라는 점에서 본 연구와 구분된다.

마지막으로, 최근 일본의 해양환경정책 변화를 사례연구를 통해 제시하고 있는 논문(“Recent coastal environmental management based on new concept of Satoumi which promotes land-ocean interactions: A case study in Japan”) 한 편을 검토하였다.⁸⁾ 이 논문은 일본에서 과거의 수동적인 규제 위주의 해양환경정책이 최근 보

6) U.S. EPA(1992).

7) Ramesh et al.(2015).

8) Matsuda & Kokubu (2016).

다 적극적인 연안환경 복원 정책으로 변화하고 있는지를 아고만(Ago Bay)에서의 사례연구를 통해 보여주고 있다. 이 논문이 제시하는 능동적 해양환경정책에서 육상과 해양의 연계는 중요한 부분을 차지하고 있다. 그러나 여기서 제시한 사례는 환경복원에 집중되어 있어서 본 연구의 주제인 수질관리 측면에서의 하천과 해양의 연계와는 다소 차이가 있다.

본 연구는 하천과 해양의 수질이 연관성을 가지나 그 특성상 관리 방식에 있어서 차이가 있음을 인정하고, 둘을 연계 관리하는 선진적인 방안을 제시하고자 한다는 점에서 선행연구들과 차별성을 가진다. 관련법, 관리 책무를 담당하는 정부기관, 과학적 조사·분석 방법, 환경기준 등 다양한 점에서 하천과 해양의 수질 관리는 차이를 가지고 있다. 본 연구는 이처럼 서로 구분되고 단절되어 있는 하천과 해양의 수질을 연계 관리하는 방안을 마련하기 위한 정책적 연구이다.

〈표 1-1〉 선행연구 현황

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요연구내용
주요 선행 연구	1 • 과제명: 지속가능한 하구역 관리 방안 I, II • 연구자(연도): 이창희 등 (2004, 2005) • 연구목적: 우리나라 주요 하구의 고유한 환경가치, 기능을 보전하면서 다양하고 지속적인 이용을 지원하는 국가 차원의 지속가능한 하구 발전전략 및 환경관리방안 수립	• 현지 설문조사 • 국내외 사례 분석 • 전문가 워크숍 • PSR/SWOT 분석 • 비용이전, 애머지 평가 • GIS 공간분석	• 전국하구기초조사 • 평가지표 개발 경계설정 • 관리유형 구분 및 유형별 관리 전략 수립 • 하구환경관리체계 개발 • 하구환경관리마스터플랜
	2 • 과제명: 육상오염원 관리체계 선진화 방안 • 연구자(연도): 장원근·남정호·한기원(2012)	• 문헌자료 분석 • 전문가 자문	• 전국연안 해양환경실태 분석 • 연안유역 오염원 현황 • 국내외 육상오염원 관리 현황 및 여건

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요연구내용
	연구목적: 전국 연안 해역 수질 및 저질의 환경상태를 진단하고, 해양환경 상태가 악화되었거나 훼손의 우려가 있는 지역의 육상오염원을 체계적으로 관리할 수 있는 정책 방안 및 관련 법률의 개정 방향을 제시		
3	- 과제명: 국제 및 국내 해양시설 실태조사 연구 - 연구자(연도): godidntksqn·해양환경공단(2012) - 연구목적: 주요 해양시설 파악 및 인접 해역의 오염도 조사	현장조사(부산, 울산 등 고밀도 이용 연안의 중금속 오염도 측정)	우리나라 해역 퇴적물의 중금속 오염 실태
4	- 과제명: Monitoring Guidance for the National Estuary Program - 연구자(연도): U.S. EPA(1992) - 연구목적: 미국 국가 하구 프로그램의 현장조사 절차, 방법 등을 제시	- 모니터링 방법에 관한 지침, 논문, 보고서 등에 대한 문헌연구 - 전문가 자문단 운영	- 하구역 모니터링 설계 - 모니터링 프로그램의 관리 - 통계 방법론 선택 - 현장과 실험실에서의 작업 방법 - 기존 자료의 활용 - 데이터 관리 및 분석결과의 공유
5	- 과제명: "Land-ocean interactions in the coastal zone: Past, present & future," Anthropocene 12 - 연구자(연도): Ramesh 외(2015) - 연구목적: 1993년부터 시작된 '연안에서 육상과 해양의 상호작용(LOICZ)' 프로젝트의 1, 2단계 성과를 정리하고, 향후의 비전을 제시	- LOICZ 관련 기존 문헌 분석 - 미래 이슈에 대한 전망	- LOICZ 단계 구분 - 1, 2단계, IGBP 지원 시기 - 과학적 업적 - 생지화학적 영양염 수치 분석 - 연안에서 사회적 체계와 생태학적 체계를 연계 - 주요 지역에 대한 집중 - 역량강화와 공통적 활동 - 미래의 도전들
6	- 과제명: "Recent coastal environmental management based on new concept of Satoumi which promotes land-ocean interactions: A case study in Japan," Estuarine, Coastal and Shelf Science 183 - 연구자(연도): Matsuda & Kokubu(2016)	- 해수유동 관찰을 위한 실험 - 소규모 갯벌 복원 실험 - 퇴적물 및 저서생물 모니터링	- 해수유동 전후의 퇴적물 및 대형 저서생물 현황 - 소규모 갯벌 복원 실험 결과 - 아고만(Ago Bay)의 갯벌 및 매립지 이용 현황 - 갯벌복원에 지방정부의 참여 - 일본의 향후 갯벌복원 계획

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요연구내용
	연구목적: 일본의 수동적인 해양 환경 보전관리에서 적극적인 정책으로의 전환을 사례연구를 통해 확인. 능동적 접근의 사례로는 생물다양성, 생물학적 생산성, 서식지, 영양염 사이클 등의 복원과 육상-해양의 상호작용을 증진시키는 활동 등을 들 수 있음.		
본 연구	하천과 해양 수질관리 정책의 국내외 현황을 살펴보고, 연계 관리 방안을 제시	- 문헌 연구 (국외 사례) - 법제도 분석 - 정량적 자료 분석 - 수질 모델링 (마산만)	- 연안 수질 현황 - 하천 해양 수질관리 법제도 - 국내외 관련정책 사례 - 하천이 해역 수질에 미치는 영향 모델링 결과 - 수질관리 정책의 연계를 위한 개선방향

자료: 저자 작성

제 2 장

국내 하천·해양 수질관리의
실태 및 문제점

제1절 우리나라 수질 및 관리 여건

1. 하천과 해양의 수질 특성

1) 하천 수질 특성

우리나라는 「환경정책기본법」 제22조와 「물환경보전법」 제9조에 따라 하천과 호소를 포함하여 수역의 수질과 생태계의 실태를 파악하기 위해 물환경측정망을 운영 중이다. 물환경측정망은 전국의 수계 유역을 한강권역, 낙동강권역, 금강권역, 영산강·섬진강권역 등의 4개의 대권역으로 구분하고 대권역을 다시 중권역으로 세분하여 운영한다.⁹⁾

물환경측정망 중에서 하천과 호소의 수질을 측정하는 수질측정망 중권역 대표지점(116개소)의 2015년부터 2019년까지 수질 측정자료

9) 「물환경측정망의 설치·운영 계획」(2019. 6. 11. 환경부고시 제2019-99호), p. 3.

의 연평균을 확인하였다. 하천 수질의 최근 5년간 연평균 수질은 「환경정책기본법」의 생활환경기준¹⁰⁾과 비교 할 때, 용존산소량, 총인, 화학적산소요구량 등의 항목은 보통 이상의 양호한 상태를 유지하고 있다.

〈표 2-1〉 물환경측정망 중권역 대표지점 평균 수질(2015~2019)

연도	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	TOC (mg/L)
2015	10.83	1.89	5.13	11.04	2.73	0.066	2.88
2016	10.88	1.81	5.30	12.03	2.96	0.066	3.15
2017	10.81	1.84	5.48	11.78	2.92	0.069	3.29
2018	11.01	1.86	5.65	13.01	3.07	0.072	3.29
2019	10.74	1.79	5.39	10.51	2.83	0.066	3.25
5년 평균	10.85	1.84	5.39	11.67	2.90	0.068	3.17

자료: 물환경정보시스템, 수질측정망(검색일: 2019. 12. 28.) 저자 재정리

10) 「환경정책기본법 시행령」 [별표] 환경기준(제2조 관련)(2019.7.2. 개정)

등급		기 준							대장균군 (균수/100mL)	
		수소 이온 농도 (pH)	생물학적 산소 요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소 요구량 (COD) (mg/L)	총유기 탄소량 (TOC) (mg/L)	부유 물질량 (SS) (mg/L)	용존 산소량 (DO) (mg/L)	총인 (total phosphorus) (mg/L)	총 대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia	6.5~8.5	1 이하	2 이하	2 이하	25 이하	7.5 이상	0.02 이하	50 이하	10 이하
좋음	Ib	6.5~8.5	2 이하	4 이하	3 이하	25 이하	5.0 이상	0.04 이하	500 이하	100 이하
약간 좋음	II	6.5~8.5	3 이하	5 이하	4 이하	25 이하	5.0 이상	0.1 이하	1,000 이하	200 이하
보통	III	6.5~8.5	5 이하	7 이하	5 이하	25 이하	5.0 이상	0.2 이하	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV	6.0~8.5	8 이하	9 이하	6 이하	100 이하	2.0 이상	0.3 이하		
나쁨	V	6.0~8.5	10 이하	11 이하	8 이하	쓰레기 등이 떠 있지 않을 것	2.0 이상	0.5 이하		
매우 나쁨	VI		10 초과	11 초과	8 초과		2.0 미만	0.5 초과		

그러나 물환경측정망의 중권역 대표지점 중에서 연안에 위치한 지점의 수질은 좋지 않다. <그림 2-1>은 지난 5년간 7개 항목이 모두 연도별 중권역 대표지점의 평균 수질(<표 2-1> 참조)을 초과하는 지점이다. 서해안 연안에 위치하는 정점이 대부분¹¹⁾으로 김제, 당진천-1, 논산천4, 남양호3, 파주 등의 지점은 매년 초과하는 실정이다.

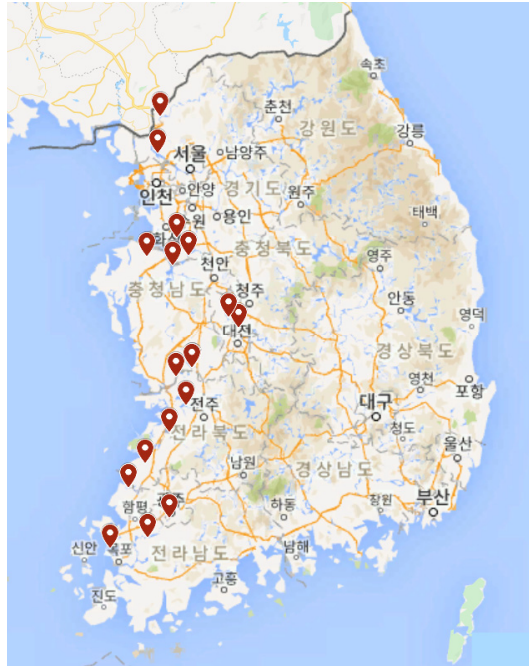
〈표 2-2〉 물환경측정망 중권역 대표지점 평균 초과 측정소(2015~2019)

연도	측정소명
2015	김제, 논산천4, 당진천-1, 동진강3, 미호천6-1, 금산천, 염양천1, 와탄천, 주진천-1, 남양호3, 파주
2016	김제, 논산천4, 당진천-1, 동진천-1, 동진강3, 삽교호1, 성동, 양화-1, 금산천, 영암천1, 주진천-1, 남양호, 파주
2017	김제, 동진강3, 삽교호1, 순천동천3, 영암천1, 주진천-1, 죽산, 남양호3, 아산호3, 임진강4, 파주
2018	갑천5-1, 논산천4, 당진천-1, 미호천6-1, 삽교호1, 청원-1, 광주2-1, 금산천, 순천동천3, 주진천-1, 죽산, 남양호3, 아산호3, 파주
2019	논산천4, 당진천-1, 동진강3, 광주2-1, 순천동천3, 죽산, 남양호3, 파주

자료: 물환경정보시스템, 수질측정망(검색일: 2019. 12. 28.) 저자 재정리

11) 문제가 되는 지점이 모두 우리나라 서쪽에 위치한 것에 대한 검토는 본 연구의 연구목적과 관련이 낮으므로 본 연구에서는 다루지 않음

〈그림 2-1〉 물환경측정망 중권역 대표지점 평균 초과 측정소(18개소)



자료: 저자 작성

물환경측정망의 낙동강 최하단 지점인 낙동강하구연1, 낙동강하구연2와 중권역 대표지점 중 최하단 지점인 구포 지점의 수질을 살펴 보았다. 구포 지점의 경우, 중권역 대표지점 평균과 비교해 DO, BOD, TN, TP의 값이 좋지 않다.¹²⁾ 구포 지점 BOD의 생활환경기준 등급은 '매우나쁨' 수준이다. 낙동강하구연 1 지점은 구포 지점과 비교할 때, COD, SS, TOC의 값이 좋지 않았다. 낙동강하구연 1, 2 지점의 경우, COD 나쁨~매우나쁨, TOC 보통~약간나쁨 수준이다.

12) 일반적으로, 용존산소(DO)는 낮을수록, 다른 항목은 높을수록 수질이 좋지 않다고 해석

〈표 2-3〉 물환경측정망 낙동강하구 평균 수질(2015~2019)

측정소명	연도	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	TOC (mg/L)
낙동강하구언 1	2015	10	2.5	6.9	10.2	2.26	0.044	4.0
	2016	10.1	2.1	7	10	2.41	0.043	4.4
	2017	10.4	2	6.5	5.6	2.47	0.035	4.1
	2018	10.6	2	6.7	7.7	2.62	0.038	4.4
	2019	10.6	1.8	6.3	7.9	2.48	0.041	4.7
	평균	10.34	2.08	6.68	8.28	2.45	0.040	4.32
낙동강하구언 2	2015	10.2	4	8.9	17.6	2.85	0.095	5.4
	2016	10.2	3.4	8.6	17.6	2.75	0.076	5.6
	2017	10.8	3.6	8.9	15.7	2.82	0.084	5.8
	2018	10.6	3.2	8.5	15.8	2.74	0.064	5.6
	2019	10.9	3.3	8.3	16.4	2.75	0.084	6.0
	평균	10.5	3.5	8.6	16.6	2.78	0.081	5.68
구포	2015	11	1.8	5.8	7.80	2.37	0.038	2.7
	2016	10.5	1.9	6.7	10.70	2.69	0.050	3.1
	2017	10.8	2.1	7.2	6.90	2.50	0.039	3.4
	2018	11.1	2	8.2	14.40	2.83	0.064	3.7
	2019	10.7	1.7	7.1	10.30	2.62	0.061	3.7
	평균	10.82	1.90	7.00	10.02	2.60	0.050	3.32
중권역 대표지점 5년 평균		10.85	1.84	5.39	11.67	2.90	0.068	3.17

자료: 물환경정보시스템, 수질측정망(검색일: 2019. 12. 28.) 저자 재정리

〈그림 2-2〉 물환경측정망 낙동강하구 정점도



자료: 저자 작성

환경부는 「물환경보전법」 제10조의2(물환경목표기준 결정 및 평가)에 따라 「중권역 물환경 목표기준」을 고시하고 있다. 그 중 하천의 생활환경기준¹³⁾ 목표와 2015~2019년 평균 등급을 비교하였다. 114개 중권역 대표지점 중 3개 지점¹⁴⁾이 목표를 달성하였으며, 104개 지점¹⁵⁾은 목표를 미달성하고 있다. 목표에 미달하는 지점이 매우 많으며, ‘약간 나쁨’ 또는 ‘나쁨’ 등급의 지점 또한 많기 때문에 해양수질이 유입되는 하천수의 수질에 영향을 받을 수 있다는 우려가 가능하다. 목표 수정 또는 목표 달성을 위한 노력이 필요하다.

13) 환경정책기본법 시행령 [별표 1]

14) 보창천, 대중천, 섬진강댐하류

15) 7개 지점(부남방조제, 삼교천, 신안군, 외탄천, 시화호, 안성천, 양양남대천)은 계산상의 문제로 현황을 계산 불가

〈표 2-4〉 물환경측정망 중권역 생활환경기준 목표와 현황(2015~2019 평균)

중권역명	현황	목표	달성여부	중권역명	현황	목표	달성여부
용담댐	약간 좋음	좋음	미달성	완도	보통	좋음	미달성
부남방조제	-	약간 좋음	-	신안군	-	좋음	-
갑천	나쁨	보통	미달성	순창	약간 좋음	좋음	미달성
만경강	나쁨	보통	미달성	남해도	보통	좋음	미달성
논산천	약간 나쁨	좋음	미달성	여수시	약간 나쁨	좋음	미달성
대호방조제	약간 나쁨	약간 좋음	미달성	섬진강매하류	좋음	좋음	달성
동진강	약간 나쁨	약간 좋음	미달성	제주남해	보통	매우 좋음	미달성
무주남대천	보통	매우 좋음	미달성	영산강하류	약간 나쁨	좋음	미달성
미호천	나쁨	약간 좋음	미달성	영산강하구언	약간 나쁨	좋음	미달성
보청천	좋음	좋음	달성	주암댐	좋음	매우 좋음	미달성
새만금	좋음	매우 좋음	미달성	보성강	약간 좋음	매우 좋음	미달성
삼교천	-	보통	-	진도	나쁨	좋음	미달성
금강공주	약간 나쁨	약간 좋음	미달성	수어천	약간 나쁨	매우 좋음	미달성
금강하구언	약간 나쁨	약간 좋음	미달성	이사천	나쁨	매우 좋음	미달성
영동천	좋음	매우 좋음	미달성	영암천	약간 나쁨	좋음	미달성
용담댐하류	좋음	매우 좋음	미달성	영암방조제	보통	좋음	미달성
대청댐상류	좋음	매우 좋음	미달성	오수천	보통	좋음	미달성
금강서해	약간 좋음	좋음	미달성	금산면	약간 좋음	좋음	미달성
대청댐하류	약간 나쁨	좋음	미달성	제주서해	보통	매우 좋음	미달성
초강	좋음	매우 좋음	미달성	와탄천	-	좋음	-
대청댐	약간 좋음	매우 좋음	미달성	제주북해	약간 좋음	매우 좋음	미달성
갑천	약간 나쁨	매우 좋음	미달성	요천	보통	좋음	미달성
남강댐	약간 나쁨	좋음	미달성	섬진강댐	약간 좋음	좋음	미달성
가화천	약간 나쁨	좋음	미달성	주진천	약간 나쁨	보통	미달성
낙동강하구언	약간 나쁨	좋음	미달성	영산강중류	나쁨	보통	미달성
금호강	나쁨	약간 좋음	미달성	지석천	약간 나쁨	약간 좋음	미달성
남강	약간 나쁨	좋음	미달성	섬진강하류	약간 좋음	좋음	미달성
내성천	약간 나쁨	매우 좋음	미달성	탐진강	약간 좋음	좋음	미달성
강정고령보	보통	좋음	미달성	황룡강	약간 나쁨	약간 좋음	미달성
창녕합천보	약간 나쁨	약간 좋음	미달성	남한강하류	약간 좋음	좋음	미달성
대종천	좋음	좋음	달성	경안천	약간 나쁨	약간 좋음	미달성
밀양강	약간 나쁨	좋음	미달성	시화호	-	약간 나쁨	-
임하댐	약간 나쁨	좋음	미달성	의암댐	보통	매우 좋음	미달성
병성천	약간 나쁨	좋음	미달성	달천	약간 나쁨	좋음	미달성
구미보	보통	매우 좋음	미달성	충주댐	보통	매우 좋음	미달성
낙동밀양	약간 나쁨	좋음	미달성	삼척오십천	보통	매우 좋음	미달성
낙동상주	약간 나쁨	매우 좋음	미달성	청평댐	약간 좋음	매우 좋음	미달성
수영강	약간 나쁨	좋음	미달성	한강서해	약간 나쁨	약간 좋음	미달성
안동댐	약간 좋음	매우 좋음	미달성	섬강	보통	좋음	미달성

중권역명	현황	목표	달성여부	중권역명	현황	목표	달성여부
거제도	약간나쁨	좋음	미달성	소양강	좋음	매우좋음	미달성
영강	약간나쁨	매우좋음	미달성	안성천	-	보통	-
영덕오십천	좋음	매우좋음	미달성	양양남대천	-	매우좋음	-
안동댐하류	약간좋음	매우좋음	미달성	한강서울	약간나쁨	좋음	미달성
왕피천	좋음	매우좋음	미달성	남한강상류	보통	매우좋음	미달성
낙동창녕	약간나쁨	좋음	미달성	충주댐하류	약간좋음	매우좋음	미달성
위천	약간나쁨	좋음	미달성	인북천	보통	매우좋음	미달성
낙동강남해	약간나쁨	좋음	미달성	임진강상류	약간나쁨	좋음	미달성
태화강	약간나쁨	약간좋음	미달성	임진강하류	약간나쁨	좋음	미달성
형산강	보통	약간좋음	미달성	한강잠실	약간나쁨	좋음	미달성
합천댐	약간나쁨	좋음	미달성	춘천댐	보통	매우좋음	미달성
황강	약간나쁨	매우좋음	미달성	한강고양	약간나쁨	보통	미달성
회야강	약간나쁨	보통	미달성	팔당댐	좋음	매우좋음	미달성
회천	약간나쁨	좋음	미달성	평창강	좋음	매우좋음	미달성
섬진강서남해	보통	좋음	미달성	강릉남대천	약간나쁨	좋음	미달성
고막원천	약간나쁨	약간좋음	미달성	한탄강	약간나쁨	좋음	미달성
섬진곡성	보통	좋음	미달성	홍천강	약간좋음	매우좋음	미달성
영산강상류	나쁨	보통	미달성	평화의댐	좋음	매우좋음	미달성

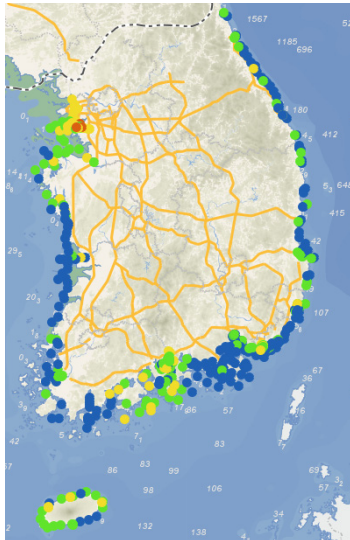
자료: 물환경정보시스템, 수질측정망(검색일: 2019. 12. 28.) 저자 재처리

2) 해양 수질 현황

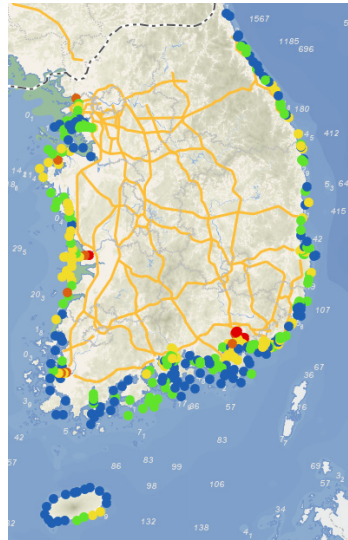
「해양환경관리법」 제9조(해양환경측정망)에 따라 해양환경 현황을 종합적으로 파악하기 위하여 해양환경측정망을 운영 중이다. 해양환경측정망은 전국을 31개 해역으로 나누어, 425개 정점을 조사한다.¹⁶⁾ 연안 전체 수질의 경향을 파악하기 위하여, 우선 해양환경 정보지도에서 제공하는 2018년 전 정점별 수질평가지수(Water Quality Index, WQI) 지도를 시각적으로 살펴보았다. <그림 2-3>의 WQI 지도를 보면, 3등급 이하의 정점이 내만과 하구역에 위치한 경우가 다수 보여 이 정점들이 연안에 위치한 다른 정점들에 비해 수질이 좋지 않을 것이라고 예상할 수 있다.

16) 해양수산부·해양환경공단(2019), p. 436.

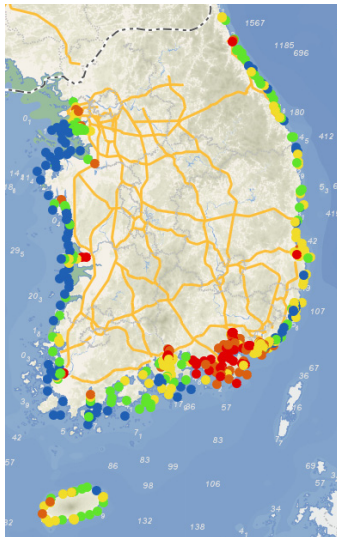
〈그림 2-3〉 해양환경측정망 수질평가지수(WQI)(2018년)



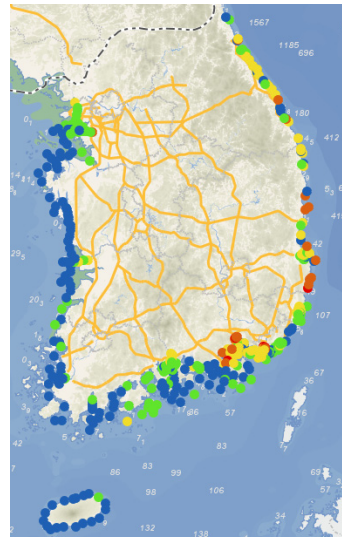
2018년 2월



2018년 5월



2018년 8월



2018년 11월

● 1등급 ● 2등급 ● 3등급 ● 4등급 ● 5등급

자료: 해양환경 정보지도(검색일: 2019. 3. 9.)

해양환경측정망 전체 정점의 최근 5년간 평균 수질은 항목별 변화 폭이 크지 않고, 일정한 수준으로 유지되고 있다.

현재 해수수질은 「해양환경기준」¹⁷⁾ 중 생태기반 해수수질 기준과 해역별 해양환경기준에 따라 WQI로 평가하고 있기 때문에, <표 2-5>의 일반항목로 해수수질을 평가하기 어려우나, 본 연구에서는 하천수와 용이하게 비교하기 위하여 일반항목을 이용하여 해수수질을 판단했다.

<표 2-5> 해양환경측정망 전체 해역 평균 수질(2015~2019)¹⁸⁾

연도	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	SS (mg/L)	Chl-a (μg/L)
2015	8.61	1.32	0.38	0.032	12.42	3.57
2016	8.42	1.28	0.34	0.033	13.51	2.41
2017	8.29	1.57	0.26	0.028	15.78	2.07
2018	8.25	1.70	0.26	0.031	15.56	2.41
2019	8.39	1.62	0.27	0.030	11.64	2.56
5년 평균	8.39	1.50	0.30	0.031	13.79	2.60
표준편차	1.76	0.76	0.22	0.021	21.74	4.46

자료: 해양환경정보포털, 해양환경측정망 정보(검색일: 2019. 12. 26.) 저자 재처리

해양환경측정망은 해역 이용목적에 따라 연근해·하천영향 및 반폐쇄해역·항만으로 구분하고 있다.¹⁹⁾ 하천영향 및 반폐쇄성 해역²⁰⁾의 수질을 보면, DO를 제외한 대부분의 항목이 <표 2-5>의 전체

17) 해양수산부고시 제2018-10호, 2018.1.23., 일부개정

18) 해양환경측정망은 수층을 2개(표층, 저층)로 구분하여, 수질을 조사·발표하고 있으며, 본 연구에서 계산한 수질은 모두 표층과 저층의 평균을 구한 값

19) 해양수산부·해양환경공단(2020), p. 12.

20) 하천영향 및 반폐쇄성 해역은 한강하구, 가로림만, 천수만, 금강하구(이상 서해중부생태구), 함평만, 영산강하구, 도암만, 득량만, 여자만(이상 서남해역생태구), 가막만, 섬진강하구, 진주만, 진해만, 낙동강하구, 태화강하구(이상 대한해협생태구), 영일만, 영덕오십천하구, 왕피천하구, 삼척오십천하구, 강릉남대천하구, 양양남대천하구(이상 동해생태구)로 구성

해역 평균보다 나쁘게 나타난다.

전체 해역과 하천영향 및 반폐쇄성해역 간 해수수질의 평균 차이가 유의미한지 판단하기 위하여 통계 검정을 수행한 결과, DO를 제외한 5개 항목의 두 그룹 간 평균이 다르다고 할 수 있었다.²¹⁾ 즉, 전체 해역에 비해 하천영향 및 반폐쇄성 해역의 수질이 좋지 않다고 할 수 있으므로, 이들 해역에 대한 관리가 필요하다고 판단된다.

〈표 2-6〉 해양환경측정망 하천영향 및 반폐쇄성 해역 평균 수질(2015~2019)

연도	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	SS (mg/L)	Chl-a (μ g/L)
2015	8.65	1.75	0.45	0.037	12.29	5.83
2016	8.47	1.64	0.38	0.037	12.45	3.57
2017	8.32	1.91	0.33	0.031	12.43	2.91
2018	8.06	2.20	0.42	0.043	23.58	5.53
2019	8.16	1.88	0.30	0.034	9.36	3.80
5년 평균	8.37	1.83	0.37	0.035	12.45	4.09
표준편차	2.18	0.92	0.28	0.025	14.77	6.77

자료: 해양환경정보포털, 해양환경측정망 정보(검색일: 2019. 12. 26.) 저자 재정리

앞서 살펴보았던 물환경측정망 낙동강하구 지점의 수질과 비교해 보기 위해, 낙동강하구에 위치한 해양환경측정망 정점인 낙동강하구 1~10의 수질을 살펴보았다. SS를 제외한 5개 물질의 값이 대부분 전체 해역 5년 평균치보다 좋지 않았다. 특히, COD, TN은 모든 정점에

21) 해양환경측정망 전해역과 하천영향 및 반폐쇄성 해역 t-test 검정 결과(유의확률)

구분	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	SS (mg/L)	Chl-a (μ g/L)
F-검정 유의확률	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
t-검정 유의확률	0.6716	<.0001	<.0001	<.0001	0.0005	<.0001

자료: 저자 작성

서 모든 해에 전체 해역 5년 평균치보다 나쁜 수질을 나타냈다.

조사시기 및 방법, 분석방법의 차이로 인해 해양과 하천 수질의 직접적인 비교는 어려운 측면이 있으나, 대략적인 경향은 판단할 수 있다. 위의 표에 따르면, 하천수의 COD, TN, TP 농도가 해양보다 좋지 않다. 참고로, COD, TN, TP는 「해양환경관리법 시행령」 제12조에서 정하는 오염물질 총량규제 항목에 속한다.

〈표 2-7〉 해양환경측정망 낙동강하구 평균 수질(2015~2019)

정점명	연도	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	SS (mg/L)	Chl-a (μ g/L)
낙동강 하구1	2015	8.63	1.99	0.75	0.035	11.20	4.34
	2016	8.20	2.09	0.72	0.038	10.36	4.40
	2017	7.72	1.99	0.60	0.029	7.73	2.34
	2018	7.51	2.40	0.56	0.040	9.92	4.14
	2019	7.75	2.03	0.58	0.032	8.37	3.80
	평균	7.96	2.10	0.64	0.035	9.52	3.80
낙동강 하구2	2015	8.09	1.79	0.65	0.031	8.35	2.75
	2016	7.71	1.68	0.61	0.042	9.58	1.51
	2017	7.61	2.15	0.54	0.033	9.58	1.54
	2018	7.36	2.13	0.51	0.043	7.81	1.77
	2019	7.75	1.75	0.59	0.052	9.24	6.38
	평균	7.71	1.90	0.58	0.04	8.91	2.79
낙동강 하구3	2015	8.30	1.85	0.65	0.032	8.92	3.65
	2016	8.31	1.88	0.68	0.033	10.42	3.04
	2017	7.88	1.97	0.59	0.034	7.83	2.02
	2018	7.53	2.32	0.44	0.034	8.53	3.39
	2019	7.98	1.79	0.57	0.029	7.17	3.31
	평균	8.00	1.96	0.59	0.03	8.57	3.08

정점명	연도	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	SS (mg/L)	Chl-a (μ g/L)
낙동강 하구4	2015	8.74	1.83	0.58	0.032	9.82	3.92
	2016	8.21	1.66	0.66	0.031	8.73	2.01
	2017	8.21	2.19	0.66	0.032	7.84	2.72
	2018	7.36	2.09	0.42	0.032	9.91	4.07
	2019	8.28	1.87	0.57	0.030	7.38	3.25
	평균	8.16	1.93	0.58	0.03	8.74	3.20
낙동강 하구5	2015	8.73	2.79	0.99	0.047	7.08	7.90
	2016	8.20	2.16	0.77	0.040	9.61	2.49
	2017	7.77	2.22	0.77	0.036	8.32	2.70
	2018	7.28	2.56	0.62	0.050	8.55	4.44
	2019	7.56	1.94	0.69	0.049	8.08	3.42
	평균	7.91	2.33	0.77	0.04	8.33	4.19
낙동강 하구6	2015	8.56	2.44	0.90	0.045	8.94	5.71
	2016	8.03	2.17	0.74	0.050	13.00	2.83
	2017	8.48	2.42	0.68	0.036	6.49	3.09
	2018	7.37	2.59	0.59	0.041	9.32	4.45
	2019	8.10	2.33	0.71	0.045	8.08	5.14
	평균	8.10	2.39	0.72	0.04	9.17	4.24
낙동강 하구7	2015	9.00	2.48	0.82	0.037	11.95	4.97
	2016	8.63	2.14	0.72	0.036	11.79	5.89
	2017	8.42	2.51	0.71	0.034	9.13	3.30
	2018	7.58	2.65	0.66	0.045	7.11	4.65
	2019	8.14	2.26	0.66	0.040	8.48	4.56
	평균	8.35	2.41	0.71	0.04	9.69	4.67
낙동강 하구8	2015	9.25	2.62	0.82	0.036	9.61	4.50
	2016	7.90	1.87	0.77	0.032	13.48	3.29
	2017	8.61	2.80	0.61	0.028	9.43	3.36
	2018	7.39	2.31	0.61	0.040	8.54	4.53
	2019	8.37	2.29	0.62	0.032	7.70	4.25
	평균	8.31	2.38	0.68	0.03	9.75	3.99

정점명	연도	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	SS (mg/L)	Chl-a (μ g/L)
낙동강 하구9	2015	9.30	2.01	0.65	0.030	11.68	3.59
	2016	8.27	1.82	0.69	0.030	11.76	2.10
	2017	8.20	2.43	0.54	0.024	9.86	2.61
	2018	7.43	2.46	0.53	0.037	13.81	5.05
	2019	7.85	2.48	0.84	0.035	16.51	3.64
	평균	8.21	2.24	0.65	0.03	12.72	3.40
낙동강 하구10	2015	9.50	2.06	0.65	0.030	6.85	3.11
	2016	8.51	1.76	0.64	0.026	11.76	2.27
	2017	8.28	2.53	0.55	0.025	9.61	2.57
	2018	7.19	2.34	0.47	0.038	12.99	4.58
	2019	8.15	2.36	0.66	0.038	16.79	4.21
	평균	8.33	2.21	0.60	0.03	11.60	3.35
전체 해역 5년 평균		8.39	1.50	0.30	0.031	13.79	2.60
(하천) 중권역 대표지점 5년 평균		10.85	5.39	2.90	0.068	11.67	15,675
(하천) 낙동강하구언1 5년 평균		10.34	6.68	2.45	0.040	8.28	-
(하천) 낙동강하구언2 5년 평균		10.54	8.64	2.78	0.038	16.4	-
(하천) 구포 5년 평균		10.82	7.00	2.62	0.050	10.02	27,300

주: 2016~2019년 낙동강하구언1, 2지점의 Chl-a 값이 없으므로 평균 산출 불가

자료: 해양환경정보포털, 해양환경측정망(검색일: 2012. 12. 26.); 물환경정보시스템, 수질측정망(검색일: 2019. 12. 28.) 저자 재정리

〈그림 2-4〉 해양환경측정망 낙동강하구 정점도



자료: 해양환경 정보지도(검색일: 2019.10. 23.)

물환경측정망 중권역 대표지점 중 해안에 인접한 지점을 선정한 뒤, 그 지점과 가장 가까운 해양환경측정망 정점을 짝지어 수질을 살펴보았다. 해양 인접 중권역 대표지점은 전체 중권역 대표지점보다 수질이 좋지 않으며, 짝지어진 해양 정점도 전체 해역 평균보다 수질이 좋지 않았다. 위 표의 총 452개 값 중 약 42.8%에 해당하는 177개의 값이 각 해당하는 항목의 평균보다 높았다. 또한 <표 2-4>를 참조하면, 해양 인접 중권역 대표지점 39개 중 26개 지점의 생활환경기준 등급이 ‘약간나쁨’ 또는 ‘나쁨’에 속한다. 이러한 이유들로 해양으로 유입되는 하천수의 수질을 연계하여 관리할 필요성이 있다고 보인다.

〈표 2-8〉 물환경측정망 중권역 대표정점과 인접 해양환경측정망 정점 수질 비교²²⁾

해양환경 측정망 정점명	DO (mg/L)		COD (mg/L)		T-N (mg/L)		T-P (mg/L)		SS (mg/L)		Chl-a (μg/L) (mg/L)		물환경측정망 지점명 / 측정소명	
	해양	하천	해양	하천	해양	하천	해양	하천	해양	하천	해양	하천	중권역	최하단 ²³⁾
-	-	10.7	-	10.44	-	6.02	-	0.13	-	21.74	-	49.26	만경강	-
아산연안3	8.82	10.3	1.60	7.66	0.36	3.96	0.04	0.18	13.91	16.72	1.48	14.56	대호방조제	-
-	-	10.7	-	7.94	-	3.78	-	0.11	-	23.98	-	23.52	동진강	-
군산연안1	7.91	11.4	3.06	8.16	0.94	3.07	0.07	0.08	41.98	16.98	6.64	46.64	금강하구연	금강하구1, 금강갑문 (금본L)
보령연안4	8.57	10.62	1.50	4.92	0.24	2.66	0.03	0.06	13.43	3.58	2.42	5.2	금강서해	-
진주만1	7.92	10.5	1.34	4.88	0.23	1.98	0.03	0.04	9.77	5.24	2.04	8.4	가화천	-
낙동강 하구1	7.96	10.82	2.10	7	0.64	2.60	0.03	0.05	9.52	10.02	3.80	27.3	낙동강 하구연	낙동강하구2, 낙동강하구 연1(낙본M)
감포연안4	8.08	16.3	1.11	2.8	0.20	1.91	0.02	0.03	5.54	3.20	1.06	4.12	대종천	-
부산연안14	8.08	6.86	1.34	5.82	0.48	4.18	0.04	0.30	7.63	7.20	3.04	8.72	수영강	-
진해만6	7.81	9.76	1.90	4.98	0.25	1.52	0.03	0.09	6.33	14.96	2.85	9.24	거제도	-
강구항H01	8.80	10.96	1.27	2.9	0.23	2.05	0.019	0.01	11.23	2.04	1.09	4.04	영덕오십천	-

22) 해양환경측정망 수질 값이 비어있는 칸은 물환경측정망 중권역 대표지점에 매칭되는 해양환경측정망 정점이 없는 경우에 해당한다. 또한, 아산연안3, 보령연안4, 진주만1, 가막만2, 진도연안1, 고창연안1은 물환경측정망 중권역 대표지점과 비교적 먼 거리에 위치한 해양환경측정망이므로 해석에 유의하여야 함

23) 물환경측정망 중권역 대표지점보다 더 해양에 인접한 측정소가 존재할 경우, 해당 측정소를 기입

해양환경 측정망 정점명	DO (mg/L)		COD (mg/L)		T-N (mg/L)		T-P (mg/L)		SS (mg/L)		Chl-a (μ g/L) (mg/L)		물환경측정망 지점명 / 측정소명	
	해양	하천	해양	하천	해양	하천	해양	하천	해양	하천	해양	하천	중권역	최하단 ²³⁾
왕피천 하구1	9.24	11	1.63	3.08	0.14	1.20	0.02	0.01	6.29	2.40	1.46	3.22	왕피천	-
진해만3	7.63	9.74	1.56	2.52	0.22	1.90	0.02	0.03	5.52	2.22	1.83	1.54	낙동강남해	-
울산연안4	7.35	9.74	1.46	5.28	0.43	2.01	0.04	0.08	9.52	6.36	2.86	13.88	태화강	명촌
영일만1	8.76	9.88	1.32	5.06	0.26	2.28	0.02	0.08	7.61	16.34	2.75	17.54	형산강	형산강5
온산연안2	7.98	10.3	1.21	6.32	0.22	1.41	0.02	0.06	8.40	11.64	1.48	25.64	화야강	-
도암만6	8.77	10.72	1.95	3.42	0.37	2.05	0.05	0.04	31.56	4.60	5.35	3.26	섬진강 서남해	-
-	-	11.18	-	2.62	-	0.49	-	0.02	-	1.08	-	0.76	완도	-
-	-	10.44	-	15.36	-	3.23	-	0.13	-	30.06	-	54.38	신안군	-
진주만2	8.53	11.26	1.74	2.78	0.22	2.61	0.03	0.07	15.50	3.34	2.53	2.66	남해도	-
가막만2	8.71	11.8	1.54	3.96	0.18	5.84	0.02	0.08	9.53	9.88	1.96	4.46	여수시	-
목포연안5	8.28	10.46	1.74	6.52	0.47	2.83	0.04	0.06	9.76	10.80	4.66	14.3	영산강 하구연	영산호1
진도연안1	8.62	10.88	1.25	9.04	0.26	2.08	0.04	0.07	48.04	18.62	0.94	39.64	진도	-
광양만11	8.06	8.6	1.66	2.12	0.28	1.29	0.03	0.06	11.15	32.44	3.13	2.82	수여천	-
여자만1	8.15	9.68	2.01	9.74	0.28	5.58	0.04	0.32	33.84	121.24	4.79	7.88	이사천	-
-	-	10.66	-	2.02	-	1.38	-	0.02	-	3.22	-	2.16	금산면	-

해양환경 측정망 정점명	DO (mg/L)		COD (mg/L)		T-N (mg/L)		T-P (mg/L)		SS (mg/L)		Chl-a (μg/L) (mg/L)		물환경측정망 지점명 / 측정소명	
	해양	하천	해양	하천	해양	하천	해양	하천	해양	하천	해양	하천	중권역	최하단 ²³⁾
고창연안3	9.04	12.44	2.02	11.96	0.32	6.04	0.05	0.35	42.20	34.14	6.51	71.82	와탄천	-
고창연안1	9.06	10.28	1.75	7.18	0.28	3.30	0.04	0.09	26.89	26.76	4.58	17.5	주진천	-
섬진강 하구5	8.78	9.02	2.20	2.42	0.60	1.17	0.04	0.05	6.31	21.36	4.00	5.64	섬진강하류	-
도암만6	8.77	11.16	1.95	4.9	0.37	1.38	0.05	0.07	31.56	7.40	5.35	11.28	탐진강	-
삼척오십 천하구1	8.82	10.4	1.52	3.06	0.22	2.27	0.02	0.03	8.12	7.18	1.36	2.58	삼척오십천	-
-	-	10.54	-	5.92	-	4.21	-	0.16	-	12.80	-	8.12	한강서해	-
양양남대 천하구1	8.76	11.04	1.50	2.56	0.14	1.33	0.02	0.02	5.68	3.22	1.06	1.52	양양남대천	-
-	-	9.82	-	7.44	-	7.05	-	0.20	-	64.38	-	22.08	한강고양	-
강릉남대 천하구1	8.67	11.1	1.50	3.96	0.17	2.45	0.02	0.10	9.03	4.14	1.30	6.2	강릉남대천	-
아산연안4	8.55	9.3	1.80	11.26	0.54	6.77	0.05	0.23	19.35	18.06	2.65	41.08	시화호	남양호1
제주연안2	8.29	9.48	1.00	0.92	0.15	3.78	0.01	0.07	6.30	0.78	0.92	0.88	제주북해	-
-	-	8.9	-	1.3	-	16.70	-	0.14	-	1.74	-	0.7	제주서해	-
-	-	8.4	-	0.72	-	2.07	-	0.10	-	1.00	-	0.7	제주남해	-

자료: 해양환경정보포털, 해양환경측정망(검색일: 2012. 12. 26.); 물환경정보시스템, 수질측정망(검색일: 2019. 12. 28.) 저자 재정리

2. 연안지역의 하·폐수처리시설 현황

2015년 기준으로 전국에 분포하는 환경기초시설은 약 3,906개소로 이 중에서 약 28%에 해당하는 1,100개가 연안에 위치한다. 500톤/일 이상 배출하는 시설은 171개로, 전체의 약 27.4%를 차지하며 매일 615만 톤을 처리할 수 있다. 한편 연안에 위치한 500톤/일 이하 배출 시설은 총 929개로 전체의 약 28.3%를 차지하며, 매일 약 67만 톤을 처리할 수 있다.

〈표 2-9〉 연안지역 환경기초시설 현황(2015년 기준)

구분		환경기초시설 수			환경기초시설 시설용량(톤/일)		
		합계	500톤 이상	500톤 이하 (소규모)	합계	500톤 이상	500톤 이하 (소규모)
전국		3,906	625	3,281	25,398,096	25,143,620	254,476
내륙	4대강	2,435	375	2,060	17,316,665	17,152,540	164,125
	기타	371	79	292	1,862,436	1,839,450	22,986
연안		1,100	171	929	6,218,995	6,151,630	67,365

자료: 2015년 하수도통계(검색일: 2019. 10. 25.) 저자 재정리

이 중에서 소규모 처리시설의 운영 및 관리에 의한 연안 수질 환경 훼손에 대한 우려가 크다. 2017년을 기준 국토교통부를 비롯한 총 14 개의 부처²⁴⁾의 82개 법률에 의해 89개의 하수도시설 관련 사항이 의 제 처리되고 있다. 타법에 의해 의제처리 되고 있는 항목으로는 공공 하수도의 설치, 공공하수도의 점용, 하수도정비기본계획 승인에 관한 사항이 많다. 또한 「하수도법」을 제외한 다른 법률에 의해 설치되는 시설의 하·폐수를 처리해야 할 경우가 있다. 일반적으로 폐기물이나

24) 과학기술정보통신부, 국가보훈처, 국방부, 국토교통부, 농림축산식품부, 문화체육관광부, 문화재청, 산림청, 산업통상자원부, 여성가족부, 중소벤처기업부, 해양수산부, 행정안전부, 환경부

특정수질유해물질을 포함하지 않는 경우 공공처리시설로 연계하거나 병합하는 것이 일반적이나, 개별 법에 따른 소규모 개발계획 및 지구지정 등의 경우 독립적으로 처리시설을 경우도 많다. 이런 시설은 대부분 소규모 시설로 현황파악이 힘들고, 관리가 힘들다. 따라서 배출수에 의한 환경 피해 발생 가능성이 높다는 문제가 있다.²⁵⁾

한편 지방자치단체의 하수도관리 담당부서는 지자체별로 상이하며, 하나의 지자체에서도 두 부서로 이원화 되어있는 경우도 있다. 하수도과가 있는 경우에도 전담인력이 있는 경우는 적으며, 다른 업무와 함께 담당하는 경우가 많아 시설의 체계적인 관리에 어려움이 있다. 또한 연안 소규모 하수도 시설은 주로 농어촌 지역에 위치하여 접근성이 낮으며, 시설물 관리 인력을 상주시키기 어려운 경우가 많다.²⁶⁾ 이에 더해 연안의 소규모 처리시설의 경우 노후화되어 제대로 작동하지 않는 경우가 있으며, 미처리된 배출수가 연안 해역으로 유입되어 피해가 발생할 수 있다. 혹은 시설 자체에는 문제가 없지만 관리인력 부족·관리자의 전문성 부족 등의 문제로 운영이 제대로 이루어지지 않는 경우도 있다.²⁷⁾

일반적으로 처리시설과 관로는 연결되어 있어 한쪽에 문제가 생기면 최적의 처리 환경을 유지하기 힘들다. 따라서 기술진단 시 두 시설에 대한 동시 점검이 필요한데, 현재 대부분의 지자체에서는 처리시설에 대한 기술진단과 하수관로에 대한 기술진단이 별개의 위탁용역으로 추진되어 두 작업이 시차를 가지기 때문에 효과적인 기술진단이 어렵다.²⁸⁾ 또한 농어촌 등에 설치된 소규모 하수처리시설은 통

25) 한국해양수산개발원(2017), pp. 40~46.

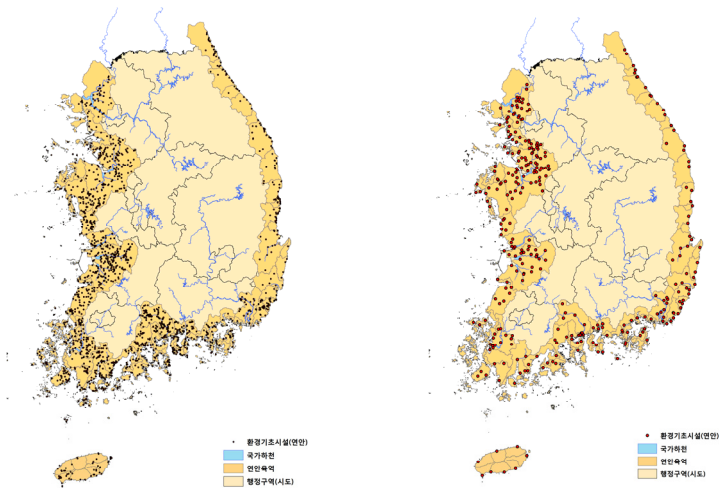
26) 위의 책, p. 47.

27) 위의 책, pp. 51~52.

28) 위의 책, pp. 52~53.

계나 자료를 확보하기 어려운 실정이다. 특히, 시설 자체의 설치여부에 대한 파악은 어느 정도 가능하지만 시설의 노후화 정도, 운영 실태, 시설 부족 등 실제로 문제가 될 수 있는 부분에 대한 확인과 해당 처리시설에 대한 수질측정 자료의 확보는 거의 불가능한 상황이다.²⁹⁾

〈그림 2-5〉 연안 하수종말처리시설 현황



자료: 해양수산부 내부자료(2017. 7.)

3. 수질 모델링

해역 수질에 미치는 육상 오염원의 영향에 관한 연구는 많지 않으나, 연안오염총량관리제가 적용되는 특별관리해역을 대상으로 육상 오염원의 영향에 대한 연구가 일부 수행되었다³⁰⁾. 본 연구에서는 정

29) 위의 책, pp. 53~54.

우성 외(2016)가 수행한 연구에 따라 마산만을 대상으로 하천이 해양 수질에 미치는 영향을 검토하였다.³¹⁾

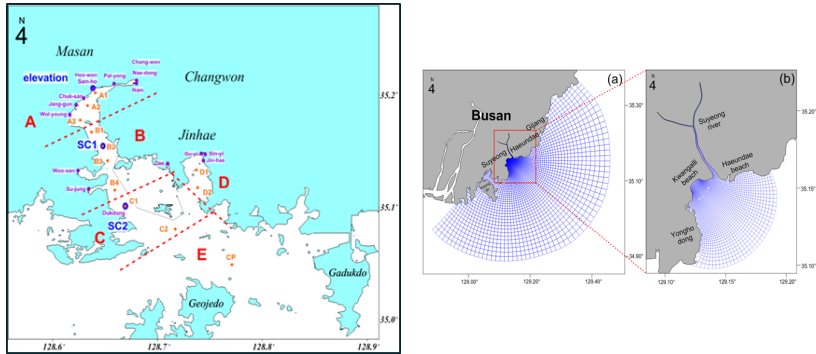
2010년 기준으로 마산만으로 유입되는 하천 14개소와 하수종말처리시설 2개소에서 유입하는 물질로 인해 마산만 해역의 COD 농도 변화가 평균적으로 28.33% 영향을 받고 있다. 개별 유입원별 영향을 살펴보면, 덕동하수처리장이 약 12%, 산호천이 약 5%, 진해하수처리장이 약 5%, 회원천이 1.6% 정도 각각 영향을 미치고 있다. 해양오염이 심한 마산만 내만에 위치한 하천에서 들어오는 오염원으로 인해 내만 지역(A구역)은 약 20%, 중앙 해역(B구역)의 약 10%가 각각 영향을 받고 있다. 또한 덕동하수처리장 배출수에 의해 중앙 해역(B구역)과 만 입구(C구역)가 각각 17.3%, 26.48% 영향을 받고 있다. 한편 행암만으로 유입하는 진해하수처리장 배출수, 구이천, 신이천에 의한 영향은 행암만 구역(D구역)에서 약 30% 영향을 받고 있고, 다른 해역은 1% 이하의 영향을 받는 것으로 평가되었다.

마산만의 TP 농도는 평균 26.31% 영향을 받고 있는 것으로 파악되었다. 개별 하천의 경우, 산호천이 약 10%, 회원천이 약 5.1%, 덕동하수처리장이 약 4.23% 정도 각각 영향을 미치고 있다. 특히 마산만 내만에서 유입하는 하천에 의해 내만 지역(A구역)은 약 62%, 중앙 해역(B구역)의 약 16%의 영향을 받는다. 또한 덕동하수처리장 배출수에 의해 만 입구(C구역)가 약 11.4% 영향을 받는다. 한편 행암만의 TP 농도는 진해하수처리장 배출수가 1.6% 정도의 적은 영향을 미치고 있다고 평가되었다.

30) 홍석진 등(2007), 해양수산부(2009); 해양수산부(2010); 해양수산부·경상남도(2012); 정우성 외(2016); 경상남도(2017)

31) 관련 자료는 본 보고서의 부록 참조

〈그림 2-6〉 하천이 수질에 미치는 영향에 관한 모델링 구역



좌: 마산만: 유입하천 : A구역(남천, 내동천, 창원천, 팔용천, 회원천, 삼호천, 척산천, 장군천, 월영천),
B구역(우산천, 수정천, 대천), C구역(마산창원(덕동)하수처리시설), D구역(구이천, 신이천,
진해하수처리시설)

우: 부산 수영만 : (a) 수리역학모델, (b) 수질모델

자료: 정우성 외(2016), pp. 59~66

〈표 2-10〉 하천이 마산만 COD, TP 농도변화에 미치는 영향

단위: %

구분	COD					TP				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
남천	1.61	2.35	0.23	0.13	0.39	0.24	0.44	0.09	0.07	0.17
내동천	0.17	0.13	0.02	0.01	0.03	1.67	1.71	0.24	0.14	0.32
창원천	0.29	0.26	0.03	0.01	0.04	0.14	0.1	0.01	0	0
팔용천	0.07	0.03	0	0	0.01	0.97	0.25	0	0	0
회원천	4.12	1.43	0.12	0.06	0.17	15.64	3.5	0.05	0.03	0.06
삼호천	10.61	6.34	0.63	0.38	1.05	30.68	6.97	0.11	0.07	0.16
척산천	1.71	0.63	0.05	0.02	0.06	8.06	2.27	0.05	0.01	0.01
장군천	0.53	0.22	0.02	0.01	0.03	2.14	0.43	0	0.01	0.02
월영천	0.92	0.28	0.02	0.01	0.02	2.13	0.46	0.01	0	0.01
우산천	0.23	1.06	0.49	0.19	0.6	0.06	1.33	0.51	0.03	0.05
수정천	0.02	0.11	0.06	0.02	0.08	0	0.05	0.03	0	0.02
대천	0.03	0.11	0.09	0.28	0.21	0.01	0.02	0.01	0.03	0.05
덕동하수	1.64	17.28	26.48	3.43	10.67	0.04	6.71	11.44	0.14	0.69
구이천	0.04	0.18	0.27	4.28	1.67	0.01	0.05	0.04	0.95	0.25
신이천	0.01	0.05	0.08	1.25	0.46	0.01	0.03	0.03	0.06	0.21
진해하수	0.03	0.36	1.37	24.43	6.17	0.02	0.12	0.14	0.59	0.84

자료: 해양수산부(2012a), pp. 327~473; 해양수산부(2012b), pp. 169~170 저자 재정리

마산만은 2007년부터 전국 최초로 연안오염총량관리제를 실시함으로써 하천 및 하수종말처리시설을 경유하여 유입하는 오염물질의 부하량을 COD 기준 2006년부터 2010년까지 약 29%³²⁾ 저감하였다. 이에 따라 마산만 해역의 COD 농도 역시 중앙값 기준 2006년 2.57mg/L에서 2010년 1.85mg/L로 약 28% 감소하여 해양환경이 크게 개선되었다.³³⁾ 그럼에도 불구하고 마산만 내만은 여전히 육상 하천이 미치는 영향을 크게 받고 있다.

다시 말하면 마산만 특별관리해역에 방류하는 대규모 처리시설인 마산창원하수처리시설(덕동)은 약 50만 톤/일 규모의 시설이며, 매일 32만 톤 정도의 하수를 처리한다. 덕동하수처리장으로 유입하는 COD 농도는 84.5ppm 정도이고, 배출하는 농도는 15.2ppm로 약 82%를 저감하여 방류하는 중이다. 이에 따라 22,340kg/일의 COD가 처리되고, 마산만 해역으로 약 4,900kg/일이 배출된다. TP의 처리시설 유입수와 배출수의 농도는 각각 3.54ppm과 0.93ppm 정도로 처리공정을 거치면서 약 73.7% 저감된다. 이에 따라 유입된 하수에서 약 841kg/일의 TP가 처리되어 300kg/일이 배출된다.

행암만이 방류구인 진해하수처리장은 소규모 처리시설로 매일 5만 2천 톤의 하수를 처리한다. 진해하수처리장으로 유입하는 COD 농도는 314.7ppm이고 배출 농도는 10.5ppm로, 약 96.7%인 약 16톤/일의 COD를 처리하고, 약 0.55 톤/일을 배출한다. 진해하수처리장의 유입수와 배출수의 TP 농도는 각각 7.09ppm과 0.15ppm이다. 처리공정을 거치면서 약 97.9% 정도 농도가 저감된다. 이 시설은 매일 약 364kg/일의 TP를 처리하고 7.88kg/일을 마산만으로 배출한다.

32) 동 기간 동안 COD 농도는 32% 감소

33) 해양수산부·경상남도(2012), p. 15.

〈표 2-11〉 마산만 특별관리해역 하수처리장 유입 현황

시설명	COD (mg/L)		총인 (mg/L)		유량 (㎥/일)	
마산창원	유입농도	84.5	유입농도	3.54	유입량	327,992
	방류농도	15.2	방류농도	0.93	처리량	322,368
진해	유입농도	314.7	유입농도	7.09	유입량	55,711
	방류농도	10.5	방류농도	0.15	처리량	52,512

자료: 공공데이터포털(검색일: 2019. 11. 22.) 저자 재정리

마산만 해역은 연안오염총량관리가 시행 중인 해역으로, 덕동하수처리장과 진해하수처리장에서 배출하는 농도가 제3차 마산만 특별관리해역 연안오염총량관리 목표³⁴⁾보다 COD는 각각 7.2배와 5배 높은 농도이고, TP 역시 29배와 4.7배가 높다. 예를 들면 마산만은 연안오염총량관리가 실시되는 관리해역의 평균 수심과 면적은 각각 약 15m와 70.9km³⁵⁾으로 관리해역의 체적은 약 1.0635km³ 정도이다. 평균 체류 시간³⁶⁾은 대조기 평균 36.4일, 소조기 평균 42일로 각각 확인되었다. 평균 체류 시간은 해역 내 위치와 대조기와 소조기에 따라 34.3일부터 44.0일까지 차이가 크다.³⁷⁾ 마산만 제3차 총량관리 목표 수질을 달성하기 위해서는 마산만 해역에 COD와 TP 기준으로 약 2,233톤과 34톤 정도만 수용할 수 있다. 그러나 덕동하수처리장과 진해하수처리장으로부터 매일 COD와 TP가 5.45톤과 0.3톤이 배출

34) 〈마산만 특별관리해역 제3차 총량관리 관리목표〉

관리대상 오염물질	관리목표 (mg/L)
COD	2.10
TP	0.032

자료: 경상남도, '마산만 특별관리해역 제3차 연안오염총량관리 기본계획', 2017, p. 179, 〈표 5-1〉 재정리

35) 경상남도, 마산만 특별관리해역 제3차 연안오염총량관리 기본계획, 2017, p. 81

36) 체류시간(Residence time)은 만내의 임의 위치에 놓여 있는 입자가 만 입구 경계를 처음으로 벗어날 때까지 소요되는 시간(박성은 외, 2011, p. 251)

37) 박성은 외(2011), p. 253.

되어 40일 정도 잔류할 경우 해역의 수질에 미치는 부정적 영향이 클 수 있다.

제2절 우리나라 수질관리 체계

1. 국내 수질관리 법률 및 제도

1) 해양환경관리법

(1) 개요

「해양환경관리법」은 해양오염물질을 발생시키는 발생원의 관리, 해양오염물질의 배출 규제 등 해양오염을 예방, 개선, 대응, 복원하는데 필요한 사항을 정하고 있다.³⁸⁾ 해양환경의 보전·관리를 위한 조치, 해양오염방지를 위한 규제, 해양에서의 대기오염방지를 위한 규제, 해양오염방지를 위한 선박의 검사 등 해양오염방제를 위한 조치, 해양환경관리업, 해양오염영향조사, 해역이용협의 등에 관한 조항이 명시되어 있다. 본 법에서 명시되어 있는 해양오염이란 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」(이하 해양환경보전법) 제2조제3호에 따라 해양에 유입되거나 해양에서 발생되는 물질 또는 에너지로 인하여 해양환경에 해로운 결과를 미치거나 미칠 우려가 있는 상태를 말한다.³⁹⁾ 따라서 육상기인 오염원의 해양유입으로 인한 해양환경이 훼손되는 것과 관련된 사항에 대해서도 법적으로 명시하고 있다. 같은 법 제23조에 따라 기본적으로 육상에서 발생한 폐기물의 해양배

38) 「해양환경관리법」 제1조.

39) 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제2조제3호.

출을 금지하고 있으며, 예외로 해양환경의 보전·관리에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 육상에서 처리하기 곤란한 폐기물로 같은 법 시행규칙을 통해 정해진 폐기물, 배출해역, 처리기준·방법에 따라 배출할 수 있게 하고 있다.⁴⁰⁾ 정해진 폐기물로는 확산식처리·집중식처리·해저지질구조내 고립격리 방법에 의하여 배출하여야 하는 폐기물과 국제협약에서 해양배출이 허용되는 폐기물이 해당된다.⁴¹⁾ 배출해역은 갑·병·정·무해역으로 구분하며, 각 해역별로 배출가능폐기물의 종류가 다르며, 처리방법도 확산식과 집중식 처리방법으로 각각 정해져 있다.⁴²⁾

우리나라 해양환경 현황을 조사하는 해양환경종합조사 시행을 위해 해양환경측정망을 구성하고 정기적으로 해양환경을 측정해야 한다. 이러한 해양환경의 조사와 평가에 대한 정확성과 통일성 확보를 위해 해양환경공정시험기준을 정하여 고시하도록 법에 명시되어 있다.⁴³⁾ 이러한 해양환경 관련 조사를 통해 얻어진 자료는 해양환경정보망을 구축하여 국민에게 제공하도록 되어 있으며, 해양환경조사 자료를 통합 관리할 수 있도록 「국가해양환경정보통합관리에 관한 규정」에 따라 적용대상, 정보관리, 정보제공 등의 기준을 정해놓고 있다. 국가해양환경정보통합관리를 위한 대상 사업으로 국가해양관측망사업, 해양과학조사사업, 해양환경측정망사업, 해양오염영향조사, 폐기물모니터링사업, 해양관측 조사사업 등이 해당된다.

40) 「해양환경관리법」 제23조, 같은 법 시행규칙 제12조.

41) 「해양환경관리법 시행규칙」 별표6(육상에서 발생한 폐기물 중 해역에 배출가능한 폐기물).

42) 「해양환경관리법 시행규칙」 별표7(육상에서 발생한 폐기물의 배출해역 및 처리방법).

43) 「해양환경관리법」 제10조.

〈표 2-12〉 국가해양환경정보통합관리 대상 사업

관련 법	사업명
해양수산발전기본법	• 제17조 규정에 따른 국가해양관측망 사업
해양과학조사법	• 제10조 및 제21조 규정에 따른 해양과학조사사업
해양환경관리법	• 제9조 규정에 따른 해양환경측정망 사업 • 제77조 규정에 따른 해양오염영향조사 • 시행규칙 제14조 규정에 따른 폐기물 해양배출해역의 폐기물 모니터링사업
수로업무법	• 제7조 규정에 따른 수로조사 중 해양관측 조사사업

자료: 「국가해양환경정보통합관리에 관한 규정」 제3조, 저자 재정리

(2) 해양수질 관리제도 운용 현황

본 법에서 해양환경의 보전·관리를 위해 환경보전해역 및 특별관리해역을 지정하여 운영·관리하고 있다. 환경보전해역이란 해양환경 및 생태계가 양호한 해역 중 「해양환경보전법」 제13조제1항에 따른 해양환경기준의 유지를 위하여 지속적인 관리가 필요한 해역이다. 특별관리해역은 해양환경기준의 유지가 곤란한 해역 또는 해양환경 및 생태계의 보전에 현저한 장애가 있거나 장애가 발생할 우려가 있는 해역이다. 두 해역 모두 해양수산부장관이 지정·고시하여야 하며, 해양오염에 직접 영향을 주는 육지까지 포함하고 있다. 환경관리해역의 지정, 해제, 변경 등을 하기 위해서는 「해양환경관리법」 제9조에 따른 해양환경측정망 조사 결과, 같은 법 제39조에 따른 잔류성오염물질 조사 결과, 「해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률」 제10조에 따른 국가해양생태계종합조사 결과, 국가 및 지방자치단체에서 3년 이상 지속적으로 시행한 해양환경 및 생태계 관련 조사 결과 등을 고려해야 한다.⁴⁴⁾ 해양수산부장관은 환경관리해역의 해양환경 상태와 오염원 조사 결과가 「해양환경보전법」 제13조제1항에 따른 해양

44) 「해양환경관리법」 제15조.

환경기준을 초과하게 되어 국민의 건강, 생물의 생육에 심각한 피해를 줄 수 있다고 인정되는 경우에 행위제한의 조치를 취할 수 있다.⁴⁵⁾ 해양환경기준은 해수수질, 해저퇴적물로 크게 구분되며 해수수질은 생활환경 기준, 생태기반 해수수질 기준, 해양생태계 보호 기준, 사람의 건강보호 기준을 포함하고, 해저퇴적물은 주의기준과 관리기준으로 나누어져 있다. 환경보전해역은 「해양환경관리법」 시행령에서 정하고 있는 시설의 설치와 변경을 해역 내에서 제한할 수 있으며, 특별관리해역은 해역 내 시설의 설치 및 변경의 제한과 사업장에서 배출되는 오염물질의 총량을 규제할 수 있다.

오염물질 총량규제를 실시하려는 경우에는 「해양환경관리법」 시행령 제11조에 따라 관계 중앙행정기관의 장 및 시·도지사와 협의하여 오염물질 총량규제를 실시하는 해역을 지정·고시해야 한다. 특히 오염물질 총량규제 실시해역을 지정할 때 낙동강·금강·영산강·섬진강수계별 제정되어 있는 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률 시행령에 따라 고시된 수계구간 및 그 영향을 주는 유역은 제외하도록 법에 명시되어 있다. 같은 법 시행령 제12조에 근거하여 오염물질 총량규제 항목은 해양수산부장관이 화학적 산소요구량, 질소, 인, 중금속에 대해 해양환경기준, 해역의 이용현황 및 수질상태 등을 종합적으로 고려하여 해당 오염물질 총량규제 실시해역의 관할 시·도지사와 협의함으로써 결정된다. 또한, 오염물질 총량규제를 실시하기 위하여 총량관리에 관한 기본방침을 수립해야 하며, 기본방침에는 ① 오염물질 총량규제 항목 및 목표수질, ② 오염원 조사 및 오염부하량 산정방법, ③ 유역별, 행정구역별 및 오염원별 오염부하량의 할당, ④ 총량관리기본계획 및 시행계획의 승인기준 등이 포함된다. 총량관리

45) 「해양환경관리법」 제15조의2.

기본방침에 따라 해당 시·도지사는 총량관리기본계획을 수립해야 한다. 기본계획에는 ① 지역개발계획의 구체적인 내용, ② 관할 지방자치단체별 오염부하량의 할당, ③ 지역 및 해역에서 배출되는 오염부하량의 총량 및 삭감계획, ④ 지역개발계획으로 인하여 추가로 배출되는 오염부하량 및 그 삭감계획 등이 포함된다. 기본계획에 따라 광역시장·특별자치도지사·시장·군수는 총량관리시행계획을 수립하여야 한다.⁴⁶⁾

〈표 2-13〉 오염물질 총량관리 관련 방침 및 계획

구분	주요 내용
총량관리기본방침	•오염물질 총량규제 항목 및 목표수질 •오염원 조사 및 오염부하량 산정방법 •유역별, 행정구역별 및 오염원별 오염부하량의 할당 •총량관리기본계획 및 시행계획에 대한 승인기준
총량관리기본계획	•지역개발계획의 구체적인 내용 •관할 지방자치단체별 오염부하량의 할당 •지역 및 해역에서 배출되는 오염부하량의 총량 및 삭감계획 •지역개발계획으로 인하여 추가로 배출되는 오염부하량 및 그 삭감계획

자료: 「해양환경관리법 시행령」 제12조, 저자 재정리

환경관리해역에 대해 환경관리기본계획을 5년마다 수립하고 환경관리기본계획을 구체화하여 환경보전을 위한 해역별 관리계획을 수립·시행하도록 하고 있다. 환경관리해역기본계획에는 해양환경의 관측, 오염원의 조사·연구, 해양환경 보전 및 개선대책, 환경관리에 따른 주민지원 등에 관한 사항이 포함된다. 또한 같은 법 시행령 제16조에 따르면 환경관리해역의 관리에 필요한 사항으로 ① 환경관리해역기본계획 및 해역별 관리계획 이행 실태의 평가·관리, ② 해역의 수질오염 총량 관리에 관한 사항, ③ 해역의 수질·저질 및 생태계 관

46) 「해양환경관리법 시행령」 제12조.

리에 관한 사항, ④ 해역의 환경개선 투자계획 수립, ⑤ 퇴적물 준설, 인공서식지 조성 등 해역의 환경용량 확대에 관한 사항, ⑥ 해양오염 방지와 해양환경개선 시설의 설치 및 운영·관리에 필요한 기술 및 재정 지원, ⑦ 해양환경보전의 홍보 및 교육에 관한 사항 등이 명시되어 있다.⁴⁷⁾

〈표 2-14〉 환경관리해역기본계획 주요 내용

법	주요 내용
해양환경관리법 제16조	• 해양환경의 관측에 관한 사항 • 오염원의 조사·연구에 관한 사항 • 해양환경 보전 및 개선대책에 관한 사항 • 환경관리에 따른 주민지원에 관한 사항
해양환경관리법 시행령 제16조	• 환경관리해역기본계획 및 해역별 관리계획 이행 실태의 평가·관리 • 해역의 수질오염 총량 관리에 관한 사항 • 해역의 수질·저질 및 생태계 관리에 관한 사항 • 해역의 환경개선 투자계획 수립 • 퇴적물 준설, 인공서식지 조성 등 해역의 환경용량 확대에 관한 사항 • 해양오염방지과 해양환경개선 시설의 설치 및 운영·관리에 필요한 기술 및 재정 지원 • 해양환경보전의 홍보 및 교육에 관한 사항 • 그 밖에 해양수산부장관이 필요하다고 인정하는 사항

자료: 「해양환경관리법」 제16조 및 「해양환경관리법 시행령」 제16조, 저자 재정리

해양오염에 따른 해양환경개선 관련하여 조치사항 및 부담금에 대한 조항이 명시되어 있다. 해역관리청은 오염물질의 유입·확산 또는 퇴적 등으로 인한 해양오염을 방지하고 해양환경 개선을 위해 필요할 경우에 해양환경조치를 시행할 수 있으며, 조치사항으로는 오염물질 유입·확산방지시설의 설치, 오염물질의 수거 및 처리, 오염된 퇴적물의 수거 등이 있다. 또한, 같은 법 시행규칙에 추가적인 사항이 있으며, 연안습지정화, 연약지반 보강 등 해양환경복원사업의 실

47) 「해양환경관리법 시행령」 제16조.

시, 준설토사 등 수거 퇴적물의 사용 등에 관하여 해양수산부장관이 정하는 조치, 수거된 오염퇴적물의 안전한 처리 및 처분 등이다.

해양오염퇴적물에 대한 조사 및 오염퇴적물 정화 복원 사업을 추진하기 위해 대상, 사업 절차 또는 기준, 정화·복원 방법 등을 정하기 위해 해양 「해양오염퇴적물 조사 및 정화·복원 범위 등에 관한 규정」이 제정되어 있다. 해양오염퇴적물이란 일정 기준 이상의 유해물질 등이 포함되어 인체의 건강 또는 해양생태계에 위해를 주거나 위해를 줄 우려가 있는 해양퇴적물로 정의된다.⁴⁸⁾ 해양오염퇴적물 정화·복원 사업은 오염도 및 오염원조사, 실시설계, 정화·복원, 사업 중·후 모니터링으로 구분되며, 해양오염퇴적물의 수거 및 처리, 미생물, 저질개선편제 등 물리학·화학·생물학적 방식을 활용한 해양오염퇴적물의 오염도 저감 등의 방식으로 정화·복원 사업을 실시 할 수 있다. 또한 사업 범위는 유해화학물질 영향 및 부영양화 영향에 따라 구분하여 설정하도록 되어 있다. 본 사업을 시행하기 위해 해역관리청은 해양오염퇴적물 분포현황조사를 통해 얻어진 결과, 오염해역에 대한 유입 오염원 관리 현황 등의 여건을 고려하여 대상해역을 선정한다. 대상 해역 선정 후에는 정화·복원 대상의 물량의 산정, 소요 예산의 산출, 정화·복원 방법 등을 계획하기 위해 실시설계를 수행해야 한다. 또한 정화·복원 대상해역을 관할하는 시·도지사는 해당 해역에 대한 오염물질의 유입 차단 및 수거·처리 등과 같은 관리 대책을 마련하도록 규정으로 정하고 있다. 사업 전후의 해양환경변화를 정확히 파악하고 사업의 효과적인 관리를 위해 모니터링을 실시하도록 되어 있다. 모니터링은 해수, 해저퇴적물, 해양생물로 구분하여 조사항목, 정점, 시기 등에 대한 기준이 정해져있다.

48) 「해양오염퇴적물 조사 및 정화·복원 범위 등에 관한 규정」 제2조.

2) 물환경보전법

(1) 개요

「물환경보전법」은 하천·호소 등 공공수역의 수질을 포함한 총괄적 물환경⁴⁹⁾을 관리하고 보전하는 것을 목적으로 제정된 법률이다. 이 법에서 정의하는 공공수역의 범위는 하천, 호소, 항만, 연안 해역을 비롯하여 그 밖에 공공용으로 사용되는 수역과 이에 접속하여 공공용으로 사용되는 수로(지하수로, 농업용수로, 하수관로, 운하)를 포함하고 있다.⁵⁰⁾

이 법에 따르면 국가와 지방자치단체는 물환경의 오염·훼손을 억제하고 물환경을 보전하기 위한 시책을 마련해야 할 책무를 가지며, 국민들은 국가와 지방자치단체가 추진하는 관련 시책에 참여하고 협력해야 할 책무를 가지고 있다.⁵¹⁾

「물환경보전법」에 따른 공공수역의 관리는 권역단위로 이루어지고 있다. 같은 법 제22조(국가 및 수계영향권별 물환경 관리)와 시행규칙 제31조(수계영향권 구분기준)에 따르면 환경부장관은 하천유역의 특성을 고려하여 수계영향권을 대권역·중권역·소권역으로 구분하여 고시하도록 되어있으며, 관련 법정계획도 수계영향권별로 수립되고 있다.

49) "물환경"이란 사람의 생활과 생물의 생육에 관계되는 물의 질(수질) 및 공공수역의 모든 생물과 이들이 둘러싸고 있는 비생물적인 것을 포함한 수생태계를 총칭함(「물환경보전법」 제2조제1항)

50) 「물환경보전법」 제2조제9항, 같은 법 시행령 제5조

51) 「물환경보전법」 제3조제1항

〈표 2-15〉 「물환경보전법」에 따른 수계영향권의 구분

구분	구분 기준	비고
대권역	한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강의 4개 권역으로 구분	• 수계영향권별 관리의 효율성을 고려
중권역	규모가 큰 자연하천이 공공수역으로 합류하는 지점의 상류 집수구역 기준으로 구분	• 환경자료의 수집 및 관리 고려 • 유역의 수질오염물질 총량관리 • 이수 및 치수 고려
소권역	상류집수구역 기준, 행정구역 경계(리·동 등)에 따라 구분	• 환경자료의 수집 및 관리 고려

자료: 「물환경보전법」 제23조의2, 저자 재정리

먼저 환경부장관은 「물환경보전법」 제23조의2(국가 물환경관리기본계획의 수립)에 따라 10년 단위로 ‘국가 물환경관리계획’을 수립하고 있으며, 이 계획은 수질·수량관리 및 수생태계 보전을 포함한 정부 물환경관리 정책의 최상위 계획으로서, 같은 법에 근거한 하위계획인 대·중·소권역 물환경관리계획과 오염총량관리 기본계획 및 시행계획의 가이드라인 역할을 수행하고 있다.⁵²⁾

유역환경청장은 「물환경보전법」 제24조(대권역 물환경관리계획의 수립)에 근거하여 대권역별로 10년 단위의 ‘대권역 물환경관리계획’을 수립한다. 이 계획은 ‘국가 물환경관리기본계획’에 제시된 비전을 해당 대권역 지역의 현황을 고려하여 구체화하는 실행 전략을 수립하는 역할을 하며, 중권역·소권역 물환경관리계획의 기본이 되는 총괄계획으로써 의미를 가지고 있다.⁵³⁾

52) 환경부(2017), p. 3.

53) 환경부, 「영산강·섬진강 대권역 물환경관리계획 수립연구(‘16~’25)(2017), p. 3.

〈그림 2-7〉 제2차 물환경관리 기본계획(2016~2025)의 체계



자료: 환경부(2016), p. 10

지방환경관서의 장은 「물환경보전법」 제25조(중권역 물환경관리 계획의 수립)에 근거하여 물환경목표기준 달성여부, 수계관리위원회의 요구, 그 외 환경부령으로 정하는 경우 등에 따라 대권역 중 일부 권역에 대해 ‘중권역 물환경관리계획’을 수립 한다.⁵⁴⁾ 이 계획은 중 권역 내 이해관계자들이 물환경을 개선하기 위해 공동으로 수립하는 구체적인 세부계획이며, 동시에 소권역 물환경 관리계획의 지침이 되는 상위계획으로써 역할을 수행하고 있다⁵⁵⁾. 중권역 물환경관리계획은 수질오염총량관리제도, 배출부하량관리 및 유역 내 수질관리, 유해물질 배출관리, 농어촌지역 가축분뇨 관리강화 등 권역 내 물환경 관리를 위한 각종 세부 계획을 포함하고 있다.⁵⁶⁾

54) 지방환경관서의 장은 ① 관할 중권역이 물환경목표기준에 미달하는 경우, ② 4대강 수계법에 따른 관계 수계관리위원회에서 중권역의 물환경 관리·보전을 위하여 중권역 계획의 수립을 요구하는 경우, ③ 그 밖에 환경부령으로 정하는 경우 중권역별로 ‘중권역 물환경관리계획’을 수립해야 함(「물환경보전법」 제25조)

55) 새만금지방환경청, (2018), p. 3.

56) 위의 책, p. 6.

마지막으로 지방자치단체의 장은 대권역·중권역 물환경관리계획에 따라 소권역별로 ‘소권역 물환경관리계획’을 5년마다 수립할 수 있으며, 계획 수립 대상인 소권역이 둘 이상의 행정구역에 걸쳐있는 경우 환경부장관이나 시·도지사가 계획을 수립할 수 있다.⁵⁷⁾ 소권역 물환경 기본계획에는 해당 소권역의 물환경 현황조사와 수질예측 및 관리방안 도출을 비롯하여 주요 정책과제별 세부대책과 투자계획 및 재원조달방안 등이 포함된다.⁵⁸⁾

〈표 2-16〉 권역별 물환경관리계획의 위상과 역할

구분	수립근거	수립주체	관리대상	비고
• 국가 물환경관리 기본계획	「물환경보전법」 제23조의2	환경부장관	전 국토의 하천·호소·연안 수계 등	정부 물환경관리 정책의 최상위 계획
• 대권역 물환경 관리계획	「물환경보전법」 제24조	유역환경청장	「물환경보전법」 제22조 제2항, 같은 법 시행규칙 제31조에 따른 4개 대권역 ⁵⁹⁾	-
• 중권역 물환경 관리계획	「물환경보전법」 제25조	지방환경관서의 장	대권역 중 일부 구역(필요시)	대권역 물환경 관리계획 수립권역 중 필요시 수립
• 소권역 물환경 관리계획	「물환경보전법」 제26조	지방자치단체의 장 또는 환경부장관/시·도지사 ⁶⁰⁾	「물환경보전법」 제22조 제2항, 같은 법 시행규칙 제31조에 따른 소권역	-

자료: 환경부(2016), p.11. 「물환경관리법」 제23조의 2, 같은 법 제24조, 제25조, 제26조, 같은 법 시행규칙 제31조, 저자 재정리

57) 「물환경보전법」 제26조, 제27조

58) 인천녹색환경지원센터 홈페이지(검색일: 2019. 11. 7.)

59) 한강권역, 낙동강 권역, 금강권역, 영산강·섬진강 권역

60) 소권역계획 수립대상지역이 둘 이상의 시·도/시·군·구에 걸쳐 있는 경우 환경부장관 또는 시·도지사가 계획수립의 주체가 됨 (「물환경관리법」 제27조)

(2) 유역수질 관리제도 운용 현황

환경부장관은 「물환경보전법」 제4조(수질오염물질의 총량관리)에 따라 물환경목표기준⁶¹⁾을 달성·유지하지 못하는 수계유역에 속하는 지역과 수질오염으로 인한 위해가 우려되는 수계유역에 속하는 지역 등을 대상으로 수질오염총량관리를 도입하여 수질을 관리하고 있다. 수질오염총량관리제도는 하천의 목표수질을 설정하고, 이를 달성하기 위한 오염부하량을 산정하며, 그 한도 내에서 지역과 배출원에 오염물질 배출총량을 할당하는 방식으로 수질을 관리하는 제도이다⁶²⁾. 현재 수질오염총량관리는 한강수계, 낙동강수계, 금강수계, 영산강수계, 삼교천, 진위천에 도입·시행 되고 있다⁶³⁾.

〈표 2-17〉 수질오염총량관리 추진 현황

수계	단계	관리대상물질	해당구역
한강수계	1단계 (2013~2020년)	BOD, TP	• 경기도, 서울특별시, 인천광역시 (27개 시군구, 32개 단위 유역)
낙동강수계	3단계 (2016~2020년)	BOD, TP	• 강원도, 경상남도, 경상북도, 대구광역시, 부산광역시, 울산광역시, 전라남도, 전라북도 (41개 시군구, 41개 단위 유역)
금강수계	3단계 (2016~2020년)	BOD, TP	• 경기도, 경상남도, 경상북도, 대전광역시, 세종특별자치시, 전라북도, 충청남도, 충청북도 (31개 시군구, 32개 단위 유역)
영산강수계	3단계 (2016~2020년)	BOD, TP	• 경상남도, 광주광역시, 전라남도, 전라북도 (24개 시군구, 24개 단위 유역)

61) 「물환경관리법」 제10조의2 제2항, 제3항, 중권역별 물환경 목표기준(환경부고시 제2018-6호)에 명시된 건강보호항목 목표기준, 생활환경기준

62) 낙동강유역환경청 홈페이지(검색일: 2019. 11. 7.); 국립환경과학원 수질총량정보시스템 홈페이지(검색일: 2019. 11. 7.)

63) 국립환경과학원 수질총량정보시스템 홈페이지(검색일: 2019. 11. 7.)

수계	단계	관리대상물질	해당구역
삼교천	1단계 (2019~2030년)	BOD, TP	•충청남도 (3개 시군구, 3개 단위 유역)
진위천	1단계 (2012~2020년)	BOD, TP	•경기도 (8개 시군구, 1개 단위 유역)

자료: 국립환경과학원 수질총량정보시스템 홈페이지(검색일: 2019. 11. 7.) 저자 재정리

수질오염총량관리를 추진하기 위해 오염총량관리지역을 관할하는 시·도지사는 「물환경보전법」 제4조의3에 따라 ‘오염총량관리 기본방침⁶⁴⁾’을 바탕으로 ‘오염총량관리 기본계획’을 수립한다. 관할 지역의 시·도지사는 기본계획의 수립 시 소유역별로 오염부하량을 할당하며, 오염총량관리 조사·연구반의 검토를 통해 기본계획안을 보완, 최종적으로 환경부장관의 승인 절차를 거친다.⁶⁵⁾

오염총량관리 기본계획 수립지역 중 목표수질이 달성·유지되지 않는 지역의 경우 「물환경보전법」 제4조의4(오염총량관리시행계획의 수립·시행 등)에 근거하여 기본계획에 따라 ‘오염총량관리 시행계획’을 수립하며, 환경부장관 또는 시·도지사의 승인을 받은 후 이를 시행해야 한다.⁶⁶⁾

오염총량관리대상지역의 효과적인 관리를 위해 「물환경보전법」은 초과배출에 대한 제재조치를 명시하고 있다. 예를 들어 특정인(기업)이 할당된 오염부하량이나 지정된 배출량을 초과하여 배출하는 경우, 환경부장관이나 지자체의 장이 수질오염방지시설 개선 등의 필요한 조치를 명할 수 있으며, 명령의 불이행 시 해당시설에 대해 일정기간 조업정지나 시설 폐쇄를 명할 수 있다. 또한 과징금을 부과·

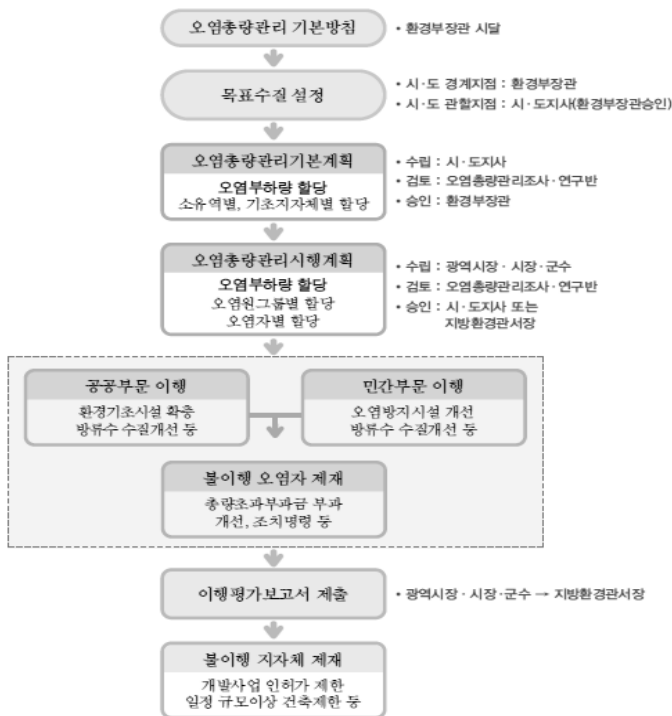
64) 환경부훈령 제1440호, ‘오염총량관리 기본방침’

65) 환경부 국립환경연구원 홈페이지(검색일: 2019. 11. 7.), 낙동강유역환경청 홈페이지(검색일: 2019. 11. 7.)

66) 「물환경보전법」 제4조의4

징수하는 방법도 같은 법 상 명시되어 있다⁶⁷⁾. 또한 오염총량관리를 시행하는 지자체에서 할당 부하량을 초과하거나, 특별한 사유 없이 오염총량관리 기본계획을 수립·시행하지 않는 경우 도시개발사업, 산업단지의 개발, 관광지 및 관광단지의 개발, 일정규모 이상의 건축물 설치 등 주요 개발사업⁶⁸⁾의 시행이 제한되며, 이를 위반할 경우 재정적 지원의 중단이나 삭감, 그 밖의 조치들을 취할 수 있다⁶⁹⁾.

〈그림 2-8〉 수질오염총량관리제도 시행절차



자료: 환경부 국립환경연구원 홈페이지(검색일: 2019. 11. 7.)

67) 「물환경보전법」 제4조의6, 제4조의7, 4조의8

68) ① 「도시개발법」 제2조제1항제2호에 따른 도시개발사업의 시행, ② 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제2조제8호에 따른 산업단지의 개발, ③ 「관광진흥법」 제2조제6호 및 제7호에 따른 관광지 및 관광단지의 개발

69) 「물환경보전법」 제4조의8

3) 하수도법

(1) 개요

「하수도법」은 하수도의 설치나 관리를 위한 기준을 정함으로써 하수와 분뇨를 적정하게 처리하여, 하수의 범람으로 인한 침수 피해를 예방하는 것을 목적으로 하고 있다⁷⁰⁾. 이 법에서 명시하는 하수도는 하수관로, 공공하수처리시설, 간이공공하수처리시설, 하수처리시설, 분뇨처리시설, 배수설비, 개인하수처리시설 및 그 밖의 시설물을 포함하고 있어 하수도의 관리는 연안으로 유입되는 배출수 및 해수수질의 관리와 직접적인 관련이 있다⁷¹⁾. 「하수도법」 제3조(국가 및 지방자치단체의 책무)에 따라 국가는 하수도의 설치나 관리를 위한 정책을 수립하고 지방자치단체가 관련 책무를 수행하기 위해 필요한 지원을 할 의무를 가지며, 지방자치단체의 장은 관할구역 내의 하수 및 분뇨를 적정하게 처리해야 할 의무를 갖는다.⁷²⁾ 또한 이 법을 통해 각종 하수처리시설의 방류수수질기준을 설정하여 관리하고 있어 하천과 해수수질관리와도 밀접한 연관이 있다⁷³⁾.

「하수도법」에 근거한 하수도의 관리는 유역단위로 이루어지고 있다. 먼저 환경부장관은 「하수도법」 제4조(국가하수도 종합계획의 수립)에 근거하여 10년 단위의 법정계획인 ‘국가 하수도 종합계획’을 수립하며, 이를 통해 하수처리구역 내·외를 포함한 전국의 공공하수도 및 개인하수도를 운영·관리하고 있다. 국가하수도 종합계획은 하수도 관련분야의 최상위 계획이며, 이 계획에는 하수처리의 여건, 하수처리의 목표, 정책방향 등을 비롯하여 각종 하수도 사업의 추진,

70) 「하수도법」 제1조

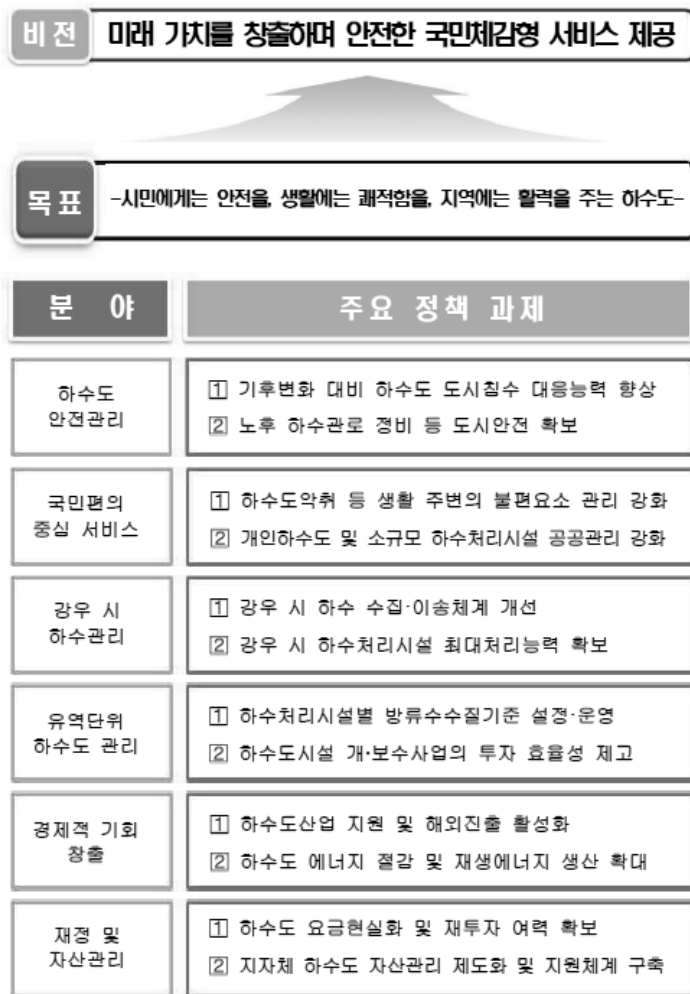
71) 「하수도법」 제2조

72) 「하수도법」 제3조제1항, 제2항

73) 「하수도법」 제7조, 같은 법 시행령 제4조, 같은 법 시행규칙 제3조 및 [별표 1], [별표 2], [별표 3]

하수도의 확충·정비·보급관련 사항, 연구 및 기술개발 관련사항, 사업소요 비용과 재원조달에 관한 사항 등을 포함하고 있다⁷⁴⁾.

〈그림 2-9〉 국가하수도 종합계획의 비전 및 목표



자료: 환경부(2015a), p. 35

74) 「하수도법」 제4조

유역환경청장 또는 지방환경청장은 같은 법 제4조의2(유역하수도 정비계획의 수립)에 근거해 전국을 30개 유역단위로 구분, 각 유역단위로 20년마다 ‘유역하수도 정비계획’을 수립해야 한다.⁷⁵⁾ 유역하수도 정비계획은 각 유역별 수질상황을 고려한 종합적인 하수도 정비 계획이며, 공공하수도를 효율적으로 운영·관리하는 것을 목표로 하고 있다. 유역하수도 정비계획에는 국가하수도종합계획에서 제시된 주요정책과제를 바탕으로, 유역별 수질관리목표와 방류수수질기준 설정을 포함하여 하수도의 운영·관리전략, 하수시설과 관로의 배치관련 사항, 하수처리구역 및 하수도설치 우선순위, 기타 관련 재원 조달에 관한 사항 등을 포함하고 있다.⁷⁶⁾

‘하수도정비 기본계획’은 국가하수도종합계획의 하위계획이자, 하수도정비에 관한 최상위 행정계획이다⁷⁷⁾. 이 계획은 「하수도법」 제5조에 근거하여 지방자치단체의 장(특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장 또는 군수)이 해당 지자체에 포함되어 있는 유역을 대상으로 20년 단위로 수립하는 법정계획이다. 하수도정비 기본계획의 수립 시에는 하수도 정비에 관한 기본방침, 상위계획인 유역하수도정비계획에 따른 세부 시행방안을 비롯하여 하수처리구역 관련 사항, 하수도의 설치·배치관련 사항, 하수도정비사업의 실시순위관련 사항, 방류오염물질 저감 계획 및 하수저류시설의 설치 관련 사항, 하수처리결과물(찌꺼기) 및 분뇨 처리 관련 사항, 관련 비용 산정 및 재원조달에 관한 사항 등을 포함해야 한다.

75) 장원근 외(2017), pp. 10~11.

76) 「하수도법」 제4조의2

77) 환경부(2015b), p. 1.

〈표 2-18〉 「하수도법」에 따른 하수도 관계계획의 위상과 성격

구분	수립근거	수립주체	관리대상	비고
• 국가하수도 종합계획	「하수도법」 제4조	환경부장관	하수처리구역 내·외를 포함하는 전국	하수도 관련 계획 중 최상위계획
• 유역하수도 정비계획	「하수도법」 제4조의2	유역환경청장 또는 지방환경청장 ⁷⁸⁾	환경부장관이 고시하는 유역하수도 정비계획 수립 단위유역	-
• 하수도정비 기본계획	「하수도법」 제5조	지방자치단체장 (특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장 또는 군수 ⁷⁹⁾)	해당 지자체의 관할구역 내에 위치한 유역	-

자료: 환경부(2013), p. 2. 「하수도법」 제4조, 같은 법 제4조의2, 제5조, 저자 재정리

(2) 하수처리 관리제도 운용 현황

「하수도법」 상에는 하수처리시설을 통해 배출되는 방류수의 수질 기준이 명시되어 있으며, 이를 기준으로 배출수의 수질을 유지·관리하고 있다. 환경부장관은 법 제7조(방류수수질기준)에 따라 공공하수처리시설, 간이공공하수처리시설, 분뇨처리시설, 개인하수처리시설 등 각종 하수처리시설에 대해 방류수 수질기준을 결정하여 고시하고 있다⁸⁰⁾. 단 특별대책지역으로 지정된 지역이나 상수원의 보전, 생활환경보전 등의 이유로 엄격한 기준이 필요한 지역, 또는 유역하수도

78) 수립권역이 2 이상의 지방환경관서에 걸쳐 있거나 그 밖의 특별한 사유가 있을 때에는 환경부령으로 정하는 지방환경관서의 장이 해당 유역하수도 정비계획을 수립함(환경부, 2013, p. 2.)

79) 하수도 정비기본계획의 수립권자는 특별시장·광역시장·시장 또는 군수이며, 단, 하수도가 둘 이상의 특별시·광역시·시 또는 군(광역시의 군을 제외한다)의 관할구역에 걸쳐거나 그 밖의 특별한 사유가 있을 때에는 대통령령이 정하는 시·도지사, 시장 또는 군수(광역시의 군수를 제외한다)가 당해 하수도정비기본계획을 수립함(「하수도법」 제5조).

80) 「하수도법 시행규칙」 제3조, [별표 1](공공하수처리시설·간이공공하수처리시설의 방류수수질기준), [별표 2](분뇨처리시설 방류수수질기준), [별표 3](개인하수처리시설 방류수수질기준)

정비계획의 권역별 수질관리 목표를 달성하기 위해 엄격한 기준이 필요한 지역에 대해서는 별도의 기준을 설정하고 있다⁸¹⁾.

공공하수처리시설과 간이공공하수처리시설에 대한 방류수 수질기준은 생물화학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 부유물질(SS), 총질소(T-N), 총인(T-P), 총대장균군수, 생태독성(TU)의 6개 항목을 대상으로 설정되어 있다. 전체 시설에 동일한 기준을 적용하지 않고 하수처리용량에 따라 1일 하수처리용량이 500m³ 이상인 시설, 1일 하수처리용량이 500m³ 미만 50m³ 이상인 시설, 1일 하수처리용량이 50m³ 미만인 시설로 나누어 적용하고 있다.

1일 하수처리용량이 500m³ 이상인 시설에 대해서는 상수원 보호구역, 수질보전 특별대책지역 지정 여부 등 보다 엄격한 수질관리가 필요한 지역들을 고려하여 다시 I 지역, II 지역, III 지역, IV 지역으로 구분하여 기준을 적용하도록 명시⁸²⁾되어 있다. 연안지역의 경우 IV 지역으로 구분되며, 가장 낮은 방류수수질기준(생물화학적 산소요구량 10mg/L 이하, 화학적 산소요구량 40mg/L 이하, 부유물질 10mg/L 이하, 총질소 20mg/L 이하, 총인 2mg/L 이하)이 적용된다.

81) 「하수도법」 제7조

82) ① I 지역: 상수원보호구역, 수질보전 특별대책지역, 「한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항, 「낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항, 「금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항 및 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항에 따라 각각 지정·고시된 수변구역, ② II 지역: 제22조제2항에 따라 고시된 중권역 중 화학적 산소요구량(COD) 또는 총인(T-P)의 수치가 같은 법 제24조제2항제1호에 따른 목표기준을 초과하였거나 초과할 우려가 현저한 지역으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 지역, ③ III 지역: 「물환경보전법」 제22조제2항에 따라 고시된 중권역 중 한강·금강·낙동강·영산강·섬진강 수계에 포함되는 지역으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 지역, ④ IV 지역: I 지역, II 지역, III 지역을 제외한 지역

〈표 2-19〉 공공하수처리시설 및 간이공공하수처리시설 방류수수질기준

구분		생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총질소 (T-N) (mg/L)	총인 (T-P) (mg/L)	총 대장균 군수 (개/ml)	생태 독성 (TU)
1일 하수처리용량 500㎥ 이상	I 지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.2 이하	3,000 이하	1 이하
	II 지역	5 이하	20 이하	10 이하	20 이하	0.3 이하		
	III 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	0.5 이하		
	IV 지역	10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하		
1일 하수처리용량 500㎥ 미만 50㎥ 이상		10 이하	40 이하	10 이하	20 이하	2 이하	3,000 이하	1 이하
1일 하수처리용량 50㎥ 미만		10 이하	40 이하	10 이하	40 이하	4 이하		

자료: 「하수도법 시행규칙」 제3조에 따른 공공하수처리시설 및 간이공공하수처리시설의 방류수 수질기준

분뇨처리시설의 방류수 수질기준은 생물화학적 산소요구량, 화학적 산소요구량, 부유물질, 총대장균군수, 기타(총질소, 총인)의 5개 항목을 대상으로 설정되어 있으며, 시설별 규모에 상관없이 동일한 기준을 적용하고 있다⁸³⁾.

개인하수처리시설의 방류수수질기준은 오수처리시설과 정화조로 나누어 적용되며, 오수처리시설의 경우 1일 처리용량을 기준으로 50 ㎥ 미만인 시설과 50㎥ 이상인 시설로 나누어서 적용하고 있다. 50㎥ 미만인 시설의 경우 수변구역에 위치한 시설에 보다 엄격한 기준을

83) 「하수도법 시행규칙」 제3조에 따른 분뇨처리시설의 방류수 수질기준

적용하며(생물화학적 산소요구량 10mg/L 이하, 부유물질 10mg/L 이하) 그 외 지역에는 보다 완화된 기준을 적용하고 있다(생물화학적 산소요구량 20mg/L 이하, 부유물질 20mg/L 이하). 1일 처리용량이 50m³ 이상인 오수처리시설의 경우 모든 지역에 동일한 기준을 적용하며, 대상 항목은 생물화학적 산소요구량, 부유물질, 총질소, 총인, 총대장균군수이다. 정화조의 경우 11인용 이상 규모를 가진 시설만을 대상으로 하며 수변구역 및 특정지역에 더 엄격한 기준을(생물화학적 산소요구량 제거율 65% 이상, 생물화학적 산소요구량 100mg/L 이하), 기타 지역에는 완화된 기준을(생물화학적 산소요구량 제거율 50% 이상) 적용하도록 명시되어 있다⁸⁴⁾.

〈표 2-20〉 개인하수처리시설의 방류수 수질기준

구분	1일 처리용량	지역	항목	방류수 수질기준
오수처리 시설	50m³ 미만	수변구역	생물화학적 산소요구량(mg/L)	10 이하
			부유물질(mg/L)	10 이하
		특정지역 및 기타지역	생물화학적 산소요구량(mg/L)	20 이하
			부유물질(mg/L)	20 이하
	50m³ 이상	모든 지역	생물화학적 산소요구량(mg/L)	10 이하
			부유물질(mg/L)	10 이하
			총질소(mg/L)	20 이하
			총인(mg/L)	2 이하
정화조	11인용 이상	수변구역 및 특정지역	총대장균군수(개/mL)	3,000 이하
			생물화학적 산소요구량 제거율(%)	65 이상
		기타지역	생물화학적 산소요구량(mg/L)	100 이하
			생물화학적 산소요구량 제거율(%)	50 이상

자료: 「하수도법 시행규칙」 제3조에 따른 개인하수처리시설의 방류수 수질기준

84) 「하수도법 시행규칙」 제3조에 따른 개인하수처리시설의 방류수 수질기준

방류수수질기준은 하수도 관련 법정계획의 수립 시 유역별로 목표 달성여부 판단을 위해 설정·활용된다. 예를 들어 유역하수도 정비계획을 수립 할 때 유역별로 방류수 수질기준을 설정해야 하며, 향후 계획의 달성여부를 판단할 때도 활용된다.⁸⁵⁾ 또한 공공하수도의 운영, 재해시설⁸⁶⁾의 대체·철거·수리, 공공하수도 유입제외 하수의 선정, 개인하수도 관리지역 지정, 개인하수처리시설 준공검사 시 기준 등으로 활용된다.⁸⁷⁾ 마지막으로 공공하수처리시설, 간이공공하수처리시설 또는 분뇨처리시설을 운영하는 자는 정당한 사유 없이 방류수수질기준을 초과하여 방류하는 행위가 금지되는 등 행위제한의 기준이 되는 역할을 수행하고 있다.⁸⁸⁾

4) 폐기물관리법·자원순환법

(1) 개요

「폐기물관리법」은 사람의 생활이나 사업 활동에 필요하지 않게 된 물질인 ‘폐기물’(연소재, 옌니, 폐유, 폐산, 폐알칼리 및 동물의 사체 등을 포함)의 발생을 최대한 억제하고 발생한 폐기물을 친환경적으로 관리하는 것으로 목적으로 제정된 법률이다⁸⁹⁾. 이 법에 따르면 지방자치단체의 장은 관할구역의 폐기물 배출과 처리상황을 파악하여 폐기물이 적정하게 처리될 수 있도록 폐기물처리시설을 설치·운영해야 하며, 폐기물의 처리방법을 개선하고 폐기물 처리사업을 능률적으로 수행해야 하는 의무를 가진다.⁹⁰⁾

85) 「하수도법」 제4조의2

86) 「하수도법」 제23조에 근거, 오염된 하수가 공공하수도에 유입되는 경우 그 하수로 인한 장해를 제거하는 데 필요한 시설

87) 「하수도법」 제19조, 제23조, 제28조, 제34조의2

88) 「하수도법」 제19조제2항

89) 「폐기물관리법」 제1조, 제2조

이 법에서 정의하는 폐기물 중 수질오염방지시설에 유입되거나 공공수역으로 배출되는 폐수는 포함되어 있지 않으며, 해당 폐수의 처리는 「물환경보전법」의 관련 조항에 따르도록 명시되어 있다. 또한 가축분뇨는 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」을, 하수 및 분뇨는 「하수도법」에 따르도록 명시되어 있다.⁹¹⁾ 이 법에서는 폐기물을 처분하는 방법으로 ‘중간처분’과 ‘최종처분’의 두 가지 방법을 제시하고 있는데, 최종처분의 경우 해역으로 배출하는 방법을 포함하고 있어 해양을 보호나 관리해야 할 대상이 아닌 처분장으로 인식하고 있다.⁹²⁾ 폐기물의 해역 배출 시 관련사항은 「해양환경관리법」으로 정하는 바에 따르도록 명시되어 있다.⁹³⁾ 기존의 폐기물관련 법정계획은 「폐기물관리법」에 근거한 ‘국가폐기물관리종합계획’에 따랐으나, 해당계획이 폐지되고 폐기물의 관리와 처분에 대한 내용은 후술할 「자원순환기본법」에 근거한 ‘자원순환 기본계획’에 통합되었다.

「자원순환기본법」은 폐기물의 발생을 최대한 억제하고 발생된 폐기물의 순환이용 및 처분을 통해 천연자원과 에너지의 소비를 줄임으로써 환경을 보전하는 것을 목적으로 한다.⁹⁴⁾ 이 법에 따르면 국가는 자원순환사회로의 전환을 추진하기 위한 정책을 수립·시행해야 하며, 지방자치단체는 국가의 정책에 따라 관할구역의 여건을 고려한 정책을 수립·시행하도록 명시되어 있다⁹⁵⁾.

90) 「폐기물관리법」 제4조

91) 「폐기물관리법」 제3조

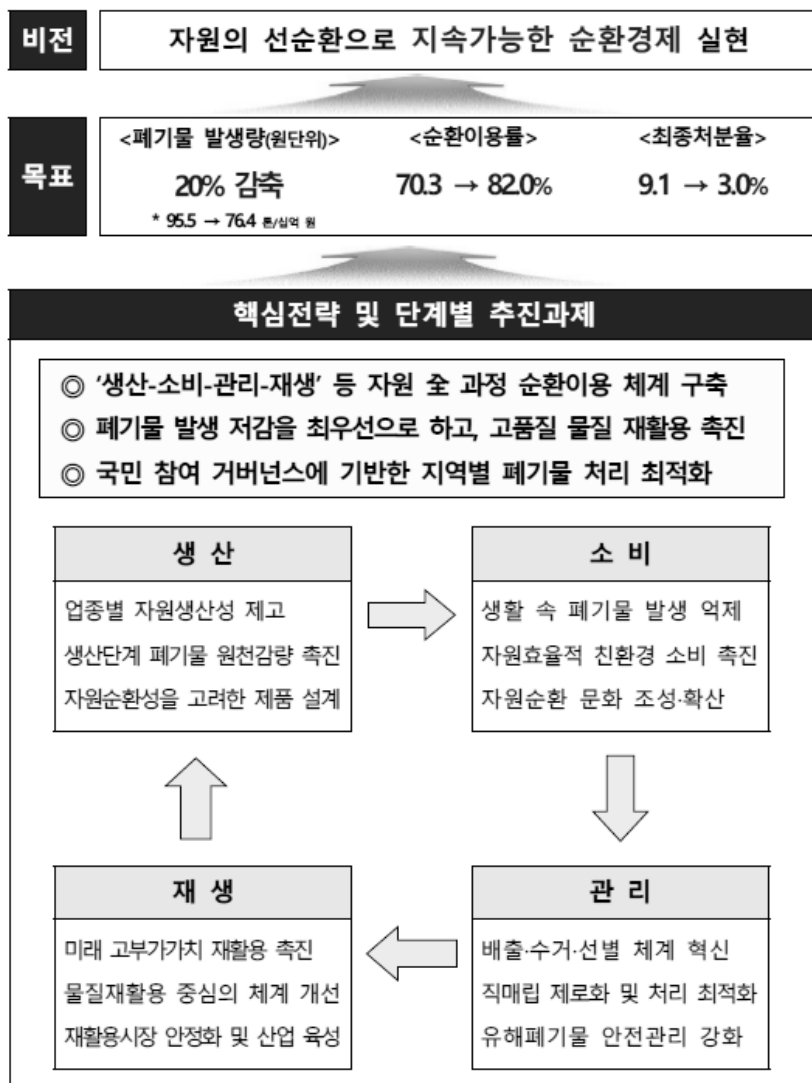
92) 폐기물의 중간처분: 소각, 중화, 파쇄, 고형화, 폐기물의 최종처분: 매립, 해역으로 배출 (「폐기물관리법」 제2조)

93) 「폐기물관리법」 제3조

94) 「자원순환기본법」 제1조

95) 「자원순환기본법」 제5조

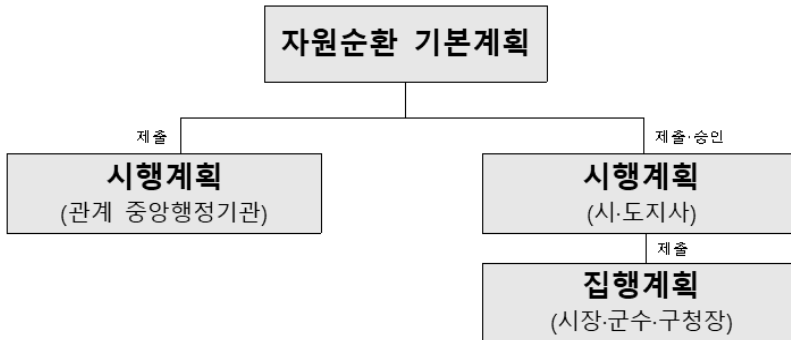
〈그림 2-10〉 제1차 자원순환 기본계획의 비전 및 전략



자료: 관계부처합동(2019), p. 39

환경부장관은 「자원순환기본법」 제11조에 근거하여 자원의 효율적 이용과 폐기물의 발생 억제 및 순환이용 촉진을 위한 중장기 정책 목표와 방향을 제시하기 위해 관계 중앙행정기관의 장과 협의를 거쳐 ‘자원순환 기본계획’을 10년마다 수립하고 시행해야 하며, 기본계획을 수립한 후 5년이 경과한 뒤 타당성을 검토하여 필요시 변경계획을 수립해야 한다.⁹⁶⁾ 자원순환 기본계획은 자원순환 분야의 최상위 계획이며, 자원순환 시행계획과 집행계획의 방향을 제시하는 역할을 한다.⁹⁷⁾ 자원순환 기본계획에는 자원관련 내용(자원순환사회로의 전환을 위한 방침과 목표, 자원의 절약, 순환이용의 활성화 등)과 더불어 폐기물의 발생억제와 폐기물의 처분에 관한 내용을 포함해야 한다.

〈그림 2-11〉 자원순환 기본계획과 관련 계획간 관계



자료: 관계부처합동(2019), p. 3

96) 「자원순환기본법」 제11조, 제12조

97) 관계부처합동(2019), pp. 2~3.

관계 중앙행정기관의 장(특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사·특별자치도지사)은 자원순환 기본계획의 내용을 바탕으로 기본계획의 시행계획을 수립하여 환경부장관에게 제출하고 시행해야 하며, 시장·군수·구청장은 관할지역의 여건을 고려하여 연차별 시행계획을 수립하여 시·도지사에 제출하고 시행해야 한다.⁹⁸⁾

(2) 폐기물 관리제도 운용 현황

환경부장관과 관계중앙행정기관의장, 시·도지사 및 시장·군수·구청장은 「자원순환기본법」 제13조에 근거하여 필요시 자원순환에 관한 통계조사를 실시할 수 있다.⁹⁹⁾ 자원순환 통계조사는 크게 자원순환 실태조사와 폐기물 발생·처리 및 순환이용 현황조사의 두 분야로 나뉜다. 자원순환 실태조사의 경우 5년마다 이루어지며 주로 현장조사 자료를 기초로 이루어진다. 이 조사에서 폐기물의 처분과 관련된 항목은 폐기물의 종류별·처분 방법별 처분 현황, 폐기물의 처분방법별 잔재물 발생 및 처리현황이 있다. 폐기물 발생·처리 및 순환이용 현황조사의 경우 매년 이루어지며 서면조사를 기초로 이루어진다. 조사대상 항목 중 폐기물의 처분관련 항목은 시·도 및 시·군·구별 폐기물의 처분 방법별 현황이 있다. 자원순환 통계조사 결과는 자원순환 기본계획과 기본계획에 따른 시행계획 및 집행계획의 수립 시 활용되며 국가자원순환 목표의 설정¹⁰⁰⁾시 활용된다.

98) 「자원순환기본법」 제12조, 관계부처합동(2019), p. 3.

99) 「자원순환기본법」 제13조

100) 환경부장관은 ① 폐기물 발생량 대비 폐기물 최종처분량의 비율인 최종처분율, ② 폐기물 발생량 대비 폐기물 순환이용량의 비율인 순환이용율, ③ 에너지화 가용폐기물 발생량 대비 에너지화된 폐기물량의 비율인 에너지화수율에 대한 국가의 중장기적이고 단계적인 자원순환 목표를 설정해야 함(「자원순환기본법」 제14조)

〈표 2-21〉 「자원순환기본법」에 따른 자원순환 통계조사 항목

구분	조사 주기	조사 방법	조사항목
• 자원순환 실태조사	5년	현장 조사 중심	- 가정 부문과 비가정 부문의 계절별 폐기물 발생원단위 - 가정 부문과 비가정 부문의 계절별 폐기물 조성비 - 발생원별·계절별 폐기물의 수분, 가연분, 회분과 발열량 및 원소분석 - 발생원별·계절별 폐기물의 탄소, 수소, 질소 등 원소분석 - 폐기물의 종류별 및 재활용 방법별·용도별 재활용 현황 - 폐기물의 종류별 및 처분 방법별 처분 현황 - 폐기물의 재활용·처분 방법별 잔재물 발생 및 처리 현황 - 그 밖에 자원순환 정책 수립에 필요한 사항
• 폐기물 발생· 처리 및 순환이용 현황 조사	1년	서면 조사 중심	- 특별시·광역시·특별자치시·도 및 특별자치도 또는 시·군·구별 폐기물 종류별 발생 현황 - 시·도 및 시·군·구별 폐기물의 종류별 및 재활용·처분 방법별 현황¹⁰¹⁾ - 시·도 및 시·군·구별 폐기물 처분시설, 폐기물 재활용시설 및 업체 현황 - 생활폐기물 관리구역 및 관리예산 등 폐기물관리 현황 - 시·도 및 시·군·구별 순환자원 인정실적 및 사용 현황 - 그 밖에 자원순환 정책 수립에 필요한 사항

자료: 「자원순환기본법」 제13조, 같은 법 시행규칙 제10조

5) 국토의 계획 및 이용에 관한 법률

(1) 개요

국토의 계획 및 이용에 관한 법률은 국토의 이용·개발과 보전을 위한 계획의 수립 및 집행 등에 필요한 사항을 정하여 공공복리를 증진시키고 국민의 삶의 질을 향상시키기 위한 목적으로 제정된 법률이다. 우리나라는 1960년대 이후부터 도시화가 급속히 진행됨에 따라 도시개발 수요는 꾸준히 증가하였으나 이를 수용할 수 있는 개발용지는 부족한 상황이었다. 그 결과로 수도권을 중심으로 개발 가용지

101) 잔재물 발생 및 처리현황을 포함

확대를 목적으로 1993년에 준농림지역제도가 도입되었다. 제도의 도입 이후 주택, 공장 등을 건설할 수 있는 용지를 확보할 수 있었으나 반대로 과도한 개발로 인한 난개발 문제를 동시에 초래하였다. 이러한 난개발을 해소하고 ‘선계획-후개발’을 목적으로 체계적인 국토이용체계를 구축하기 위해 국토를 도시지역과 비도시지역으로 구분하여 도시지역은 도시계획법으로, 비도시지역은 국토이용관리법을 제정하여 운용하였다. 이후 도시지역과 비도시지역간의 형평성 문제 등으로 균형적으로 도시계획기법을 적용하기 위한 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」(이하 국토계획법)을 제정하였다.¹⁰²⁾ 국토계획법은 국토의 체계적인 이용 및 개발을 위하여 각 시·군이 행정구역 전역에 대하여 도시계획을 수립하도록 되어 있다. 본 법에서는 광역도시계획, 도시·군 기본계획 및 관리계획, 용도지역제, 도시·군계획시설 및 사업, 지구단위계획, 행위제한 등에 관한 사항이 명시되어 있다.

(2) 도시계획 관리제도 운용 현황

해양수질관리를 위한 본 법의 관련 조항은 제6조(국토의 용도 구분), 제7조(용도지역별 관리 의무), 제8조(다른 법률에 따른 토지이용에 관한 구역 등의 지정 제한 등), 제36조(용도지역의 지정), 제40조(수산자원보호구역의 지정), 제58조(개발행위허가의 기준 등), 제61조·제92조(관련 인·허가등의 의제), 제76조(용도지역 및 용도지구에서의 건축물의 건축 제한 등) 등이 해당된다. 국토의 토지 이용실태 및 특성, 장래 이용 방향 등을 고려하여 용도지역을 지정하도록 되어 있으며 이 중 자연환경·수자원·해안·생태계·상수원 및 수산자원의 보호·육성 등을 위하여 필요한 지역으로 ‘자연환경보전지역’을 지정할

102) 국토교통부(2018a), p. 95.

수 있다. 자연환경보전지역에서는 환경오염 방지, 자연환경·수질·수자원·해안·생태계 및 문화재의 보전과 수산자원의 보호·육성을 위하여 필요한 조사와 대책을 마련해야 한다. 자연환경보전지역 중 타 법에 해당하는 경우의 건축물이나 그 밖의 시설의 용도·종류 및 규모 등의 제한에 관하여 「수도법」에 따른 상수원보호구역과 「해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률」(이하 해양생태계법)에 따른 해양보호구역은 해당 법에 따르도록 되어 있다. 용도지역별 다른 법률에 따라 토지이용에 관한 지역·지구·구역을 지정할 시 국토교통부장관과의 협의를 거치지 않거나 국토교통부장관 또는 시·도지사의 승인을 받지 않아도 된다.¹⁰³⁾ 하천·해양 관련 사항으로 「한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」에 따른 수변구역, 「수도법」에 따른 상수원보호구역, 「해양생태계법」에 따른 해양보호구역 및 해양생태도 1등급 권역¹⁰⁴⁾ 등이다. 용도구역으로는 수산자원을 보호·육성하기 위하여 필요한 공유수면이나 그에 인접한 토지에 대해 도시·군 관리계획으로 수산자원보호구역의 지정 또는 변경을 결정할 수 있다. 개발행위를 위한 허가 기준으로 주변지역의 물의 배수, 하천·호소·습지의 배수 등 주변 환경과 조화를 이루어야 함이 명시되어 있다. 또한, 개발행위(변경), 실시계획 관련 허가를 할 때 인·허가 등의 의제 사항이 있다. 해당 사항으로 ① 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」(이하 공유수면법)에 따른 공유수면의 점용·사용의 허가, 실시계획의 승인 또는 신고, 매립면허 및 공유수면매립실시계획의 승인, ② 「소하천정비법」에 따른 소하천공사 시행 및 점용 허가, ③ 「수도법」에 따른 전용상수도 설치 및 전용공업용수도 설치의 인가, ④ 「연안관리법」에 따른 연안

103) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제8조.

104) 해양생태도 1등급 권역은 국토교통부장관 또는 시·도지사의 협의 또는 승인을 위한 중앙도시계획위원회 또는 시·도도시계획위원회의 심의에서 제외됨.

정비사업실시계획의 승인, ⑤ 「하수도법」에 따른 공공하수도에 관한 공사 시행 및 공공하수도의 점용허가, ⑥ 「하천법」에 따른 하천공사 시행 및 하천 점용의 허가 등이 명시되어 있다.

〈표 2-22〉 「국토계획법」 내 하천·해양 부문 관련 조항

조항	내용
제6조 (국토의 용도 구분) 제36조 (용도지역의 지정)	• 국토는 토지의 이용실태 및 특성, 장래의 토지 이용 방향 등을 고려하여 용도지역 구분 및 지정 - 자연환경보전지역 : 자연환경·수자원·해안·생태계·상수원 및 문화재의 보전과 수산자원의 보호·육성 등을 위하여 필요한 지역
제7조 (용도지역별 관리 의무)	• 용도지역의 효율적인 이용 및 관리를 위하여 개발·정비 및 보전에 필요한 조치 마련 - 자연환경보전지역 : 환경오염 방지, 자연환경·수질·수자원·해안·생태계 및 문화재의 보전과 수산자원의 보호·육성을 위하여 필요한 조사와 대책 마련
제8조 (다른 법률에 따른 토지이용에 관한 구역 등의 지정제한 등)	• 다른 법률에 따라 지역·지구·구역을 지정하는 경우 승인 또는 심의 제외 구역 - 「한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」 등에 따른 수변구역 - 「수도법」에 따른 상수원보호구역 - 「해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률」에 따른 해양보호구역 - 「해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률」에 따른 해양생태도 1등급 권역
제40조 (수산자원보호구역의 지정)	• 해양수산부장관은 수산자원을 보호·육성하기 위하여 필요한 공유수면이나 그에 인접한 토지에 대한 수산자원보호구역의 지정 또는 변경을 도시·군 관리계획으로 결정할 수 있음
제58조 (개발행위허가의 기준 등)	• 개발행위허가를 위한 기준으로 주변지역의 물의 배수, 하천·호소·습지의 배수 등 주변 환경과 조화를 이룰 것
제61조·제92조 (관련 인·허가등의 의제)	• 개발행위(변경), 실시계획 관련 인·허가 등의 의제처리 사항 - 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」에 따른 공유수면의 점용·사용의 허가, 실시계획의 승인 또는 신고, 매립면허 등 - 「소하천정비법」에 따른 소하천공사 시행 및 점용 허가 - 「수도법」에 따른 전용상수도 설치 및 전용공업용수도 설치의 인가 - 「연안관리법」에 따른 연안정비사업실시계획의 승인 - 「하수도법」에 따른 공공하수도에 관한 공사 시행 및 공공하수도의 점용 허가 - 「하천법」에 따른 하천공사 시행 및 하천 점용의 허가

조항	내용
제76조 (용도지역 및 용도지구에서의 건축물의 건축 제한 등)	• 자연환경보전지역 중 타 법에 해당하는 경우의 건축물이나 그 밖의 시설의 용도·종류 및 규모 등의 제한에 관하여 해당 법에서 정하는 바에 따름 - 「수도법」에 따른 상수원보호구역 - 「해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률」에 따른 해양보호구역

자료: 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제6~8조, 제36조, 제40조, 제58조, 제61조, 제76조, 제92조, 저자 재정리

비용부담 원칙 관련하여 본 법에서는 비용 부담의 원칙에 따라 광역도시계획 및 도시·군계획의 수립과 도시·군계획시설사업에 관한 비용은 주체가 국가일 경우에는 국가예산, 지방자치단체가 주체인 경우에는 해당 지자체가, 행정청이 아닌 자는 그 자가 부담함을 원칙으로 하고 있다. 지방자치단체의 비용 부담에 있어서 도시·군계획시설사업으로 이익을 받게 되는 지자체에 시설사업에 든 비용의 일부를 부담시킬 수 있다.¹⁰⁵⁾ 또한, 도시·군계획시설사업으로 인해 주체 지자체가 아닌 다른 지자체가 이익을 받게 될 경우 협의하여 해당 지자체와 협의하여 비용을 부담시킬 수 있도록 법에 명시되어 있다. 도시·군계획시설이란 기반시설 중 도시·군관리계획으로 결정된 시설을 말하며 하천·해양 수질 관련 기반시설로는 수도 등의 공급시설, 하천·유수지 등 방재시설, 하수도, 폐기물처리 및 재활용시설, 빗물저장 및 이용시설 등 환경기초시설 등이 포함된다.

이밖에도 본 법에 따라 수립해야 해야 하는 관련 계획으로 광역도시계획, 도시·군기본계획, 도시·군관리계획이 있다. 광역도시계획은 도시·군계획에 대한 지침이 되는 계획으로 광역계획권의 공간구조구상, 부문별 계획 내 환경보전계획 등을 수립하는 계획이다. 도시·

105) 비용을 부담하기 전 행정안전부장관과 협의가 필요함

군기본계획은 장기적으로 시·군이 공간적으로 발전하기 위한 계획의 구조적인 틀을 제시하는 종합계획이다. 토지이용계획, 기반시설, 도심 및 주거환경, 환경의 보전과 관리, 경관 및 미관계획 등을 수립한다. 도시·군관리계획은 용도지역·지구·구역, 기반시설, 도시개발사업 등을 단계적으로 집행할 수 있도록 상위 도시계획을 바탕으로 수립된 세부실천계획이다. 용도지역·지구의 지정 또는 변경계획, 수산자원보호구역의 지정 또는 변경계획, 기반시설의 설치·정비 또는 개량에 관한 계획, 지구단위계획 등을 포함한다.¹⁰⁶⁾

106) UPIS 도시계획정보서비스, '광역 및 도시·군계획'(검색일: 2019.11.8)

〈표 2-23〉 광역 및 도시·군계획

구분	광역도시계획	도시·군기본계획	도시·군관리계획
정의	- 도시계획체계상 최상위 계획 - 도시·군기본계획, 도시·군관리계획 등 하위계획에 대한 지침	장기적으로 시·군이 공간적으로 발전하여야 할 구조적 틀을 제시하는 종합계획	용도지역·지구·구역, 기반시설, 도시개발사업 또는 정비사업, 지구단위계획 등을 단계적으로 집행할 수 있도록 물적으로 표현하는 계획
입안권자	국토교통부장관, 시·도지사, 시장 또는 군수	특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장 또는 군수	특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장 또는 군수
수립주기	20년 단위	5년마다 도시·군기본계획의 타당성을 전반적으로 재검토하여 이를 정비하고 여건변화로 인하여 내용의 일부 조정이 필요한 경우에는 도시·군기본계획 변경	10년 단위로 수립하는 법정계획으로 5년마다 재검토
주요내용	- 계획의 목표 및 전략 - 광역계획권의 현황 및 특성 - 공간구조 구상 - 부문별 계획 - 기능분담계획 및 토지이용계획, 교통 및 물류 유통체계, 문화·여가공간계획, 광역시설계획, 녹지관리계획, 경관계획, 환경보전계획, 방재계획 - 개발제한구역의 조정 - 집행 및 관리계획	- 지역의 특성과 현황 - 계획의 목표와 지표의 설정 - 공간구조의 설정 - 토지이용계획 - 기반시설 - 도심 및 주거환경 환경의 보전과 관리 - 경관 및 미관 - 공원·녹지 - 방재·안전 및 범죄예방 - 경제·산업·사회·문화의 개발 및 진흥 - 계획의 실행	- 용도지역·용도지구의 지정 또는 변경 계획 - 개발제한구역, 도시자연공원구역, 시가지조정구역, 수산자원보호구역의 지정 또는 변경계획 - 기반시설의 설치·정비 또는 개량에 관한 계획 - 도시개발사업이나 정비사업에 관한 계획 - 지구단위계획구역의 지정 또는 변경계획과 지구단위계획 - 입지규제최소지역의 지정 또는 변경계획과 입지규제최소구역계획

자료: UPIS 도시계획정보서비스(검색일: 2019. 11. 8.)

6) 하천법

(1) 개요

「하천법」은 하천사용의 이익을 증진하고 하천을 자연친화적으로 정비·보전하며 하천의 유수(流水)로 인한 피해를 예방하기 위하여 하천의 지정·관리·사용 및 보전 등에 관한 사항을 규정함으로써 하천을 적정하게 관리하고 공공복리의 증진에 이바지함을 목적¹⁰⁷⁾으로 제정되었다. 본 법은 하천의 지정, 정보화 및 계획 수립, 하천공사 등의 시행, 하천의 점용 등, 하천환경의 보전·관리, 하천수의 사용 및 분쟁조정, 하천에 관한 비용과 수익, 감독 등으로 구성되어 있다.

본 법에 따라 하천은 국가하천과 지방하천으로 구분하고 있으며, 유역면적 합계가 200km²이상인 하천이자 「수도법」에 따른 상수원보호 구역 등을 관류하는 하천¹⁰⁸⁾은 국가하천으로 지정하고 있다. 지방하천은 지방의 공공이해와 밀접한 관계가 있는 하천으로서 시·도지사가 그 명칭과 구간을 지정하는 하천이다. 국토교통부장관은 국가하천을 지정하려는 경우에 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」(이하 수자원법) 제29조에 따른 국가수자원관리위원회의 심의를 받아야 한다. 지방하천은 시·도지사가 지정하며, 지역수자원관리위원회의 심의를 거치도록 법에 명시되어 있다.

하천관리청은 그가 관리하는 하천에 대하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 하천의 이용 및 자연친화적 관리·보전에 필요한 기본적인 사항 등을 포함하는 10년 단위의 하천기본계획을 수립해야 한다. 또한 국토교통부장관은 수자원법 제18조에 따라 하천유역수자원관리 계획 등과의 연계가 필요하다고 판단할 경우에 시·도지사가 하천관

107) 「하천법」 제1조.

108) 유역면적 합계가 50km² 이상이면서 200km² 미만인 하천.

리청인 하천에 대하여 하천기본계획을 수립할 수 있도록 하고 있다. 하천기본계획은 하천유역의 국토계획 및 도시·군계획 등에 대한 변동사항을 고려하여 공통유역도를 기본으로 권역별로 수립하도록 하고 있다. 하천기본계획에 포함되어야 하는 사항으로 하천의 개황(概況)(일반현황, 자연조건, 하천의 수질 및 생태, 하천수의 이용현황 등), 홍수방어계획, 하천공사의 시행 등이 해당된다.¹⁰⁹⁾ 하천기본계획의 수립 기준은 「수자원법」에 따라 수자원장기종합계획과 하천유역수자원관리계획을 기본으로 수립하도록 되어 있다. 또한 해당 하천유역의 국토계획법에 따른 관련계획(도시·군계획)을 조사하여 하천기본계획과 관련되는 사항에 대해서 관계기관과 미리 협의하도록 되어 있다.¹¹⁰⁾

「하천법」 제25조(하천기본계획)제8항 및 같은 법 시행령 제24조의 2(하천기본계획의 수립 기준 등)에 따라 하천기본계획의 수립 기준·절차·방법 등의 세부적인 사항을 정하기 위해 「하천기본계획 수립 지침(안)」의 제정절차가 진행 중에 있다. 해당 지침 제정안의 주요 내용으로는 하천기본계획의 수립 기준, 절차, 방법 등이 명시되어 있다. 세부적으로는 유역현황, 하도, 치수, 이수, 하천환경의 특성 등 하천의 기초자료 조사 및 검토, 종합분석, 하천 정비 및 관리계획, 투자계획 및 기대효과, 기타 고려사항 등이 포함되어 있다. 하천기본계획의 수립 절차¹¹¹⁾로는 ① 하천기본계획 수립을 위한 조사, 분석, 정비·관리·시행 계획 등의 검토, ② 관계 행정기관, 지역주민 및 시민단체, 분야별 전문가 자문, ③ 하천기본계획(초안) 마련, ④ 하천기본계획 설명회, ⑤ 전략환경영향평가 협의 요청, ⑥ 관계 행정기관 협의

109) 「하천법 시행령」 제24조.

110) 「하천법 시행령」 제24조의2.

111) 국토교통부(2018b), p.5.

및 설명회, ⑦ 전략환경영향평가 협의 완료, ⑧ 하천기본계획(안) 마련, ⑨ 수자원관리위원회 심의, ⑩ 하천기본계획 전산화, ⑪ 하천기본계획 고시 순으로 진행된다.

(2) 하천수질 관리제도 운용 현황

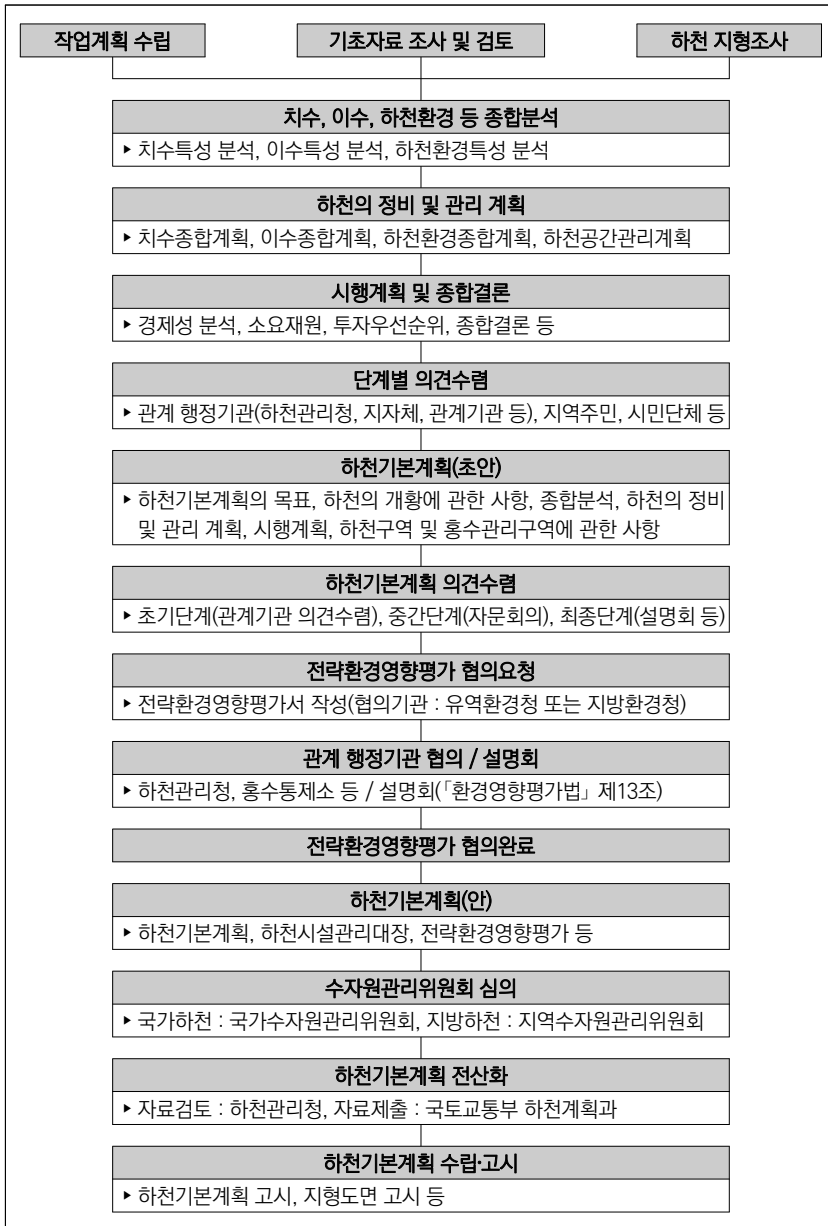
하천 수질 관련하여 기초자료 조사 및 검토 단계에서 하천의 수질 및 저니질 현황, 유역의 수질오염원 및 오염부하량 조사, 하천생태 현황, 수질오염 원인 및 취약현황 등의 하천환경 특성을 조사한 내용을 포함하도록 하고 있다. 기초자료 조사 및 검토와 관련된 법제도로 「수자원법」의 하천유역조사, 하천유역수자원관리계획, 「지하수법」의 지역지하수관리계획, WAMIS(국가수자원관리종합정보시스템), 「환경영향평가법」에 따른 전략환경영향평가 등이 포함된다.

하천기본계획 수립 지침(안)(2018)에 따르면¹¹²⁾ 하천 오염을 파악하기 위해 하천의 수질 및 저니질 현황조사단계에서는 수질 및 유량, 저니질 측정을 실시하며, 측정지점을 선정할 때에는 하천의 오염을 종합적으로 파악할 수 있는 대표지점, 표준유역 출구점, 환경부 수질조사 지점, 오염원 분포, 환경기초시설 방류지점, 지류 합류점 및 배수체계 등을 고려해야 한다. 수질현황은 금회 측정자료, 환경부 수질자료 등을 활용하고 유량조사는 각 하천별로 주요 수질조사지점과 병행하여 분기별로 실시하며, 수질조사시기와 맞춰 조사를 수행함으로써 갈수시~평수시에 해당되는 기간 중 유황분석 자료로 활용이 가능하도록 조사지침(안)에 명시되어 있다. 또한 저니질 현황 조사는 「토양환경보전법」의 토양오염 우려기준 및 토양오염 대책 기준을 활용해야 한다. 유역의 수질오염원 및 오염부하량 조사 단계에서는 환

112) 위의 책, pp. 21~23. 내용 정리.

정부의 증권역 물환경관리 기본계획 등을 활용하여 수질오염원 현황과 오염부하량을 파악하며, 유역의 수질오염원 현황은 표준유역별로 생활계, 산업계, 축산계, 토지계를 조사하고 오염원 분포현황도를 작성해야 한다. 유역의 오염부하량은 BOD, TN, TP에 대하여 발생부하량과 배출부하량을 표준유역별로 조사하도록 지침(안)에 명시되어 있다. 수질오염 원인 및 취약현황 조사단계에서는 하천 수질·저니질, 표준유역별 오염원·오염부하량 등을 바탕으로 유역의 수질 및 오염원 현황도를 작성하고 수질 취약구간에 대해 보고서에 작성해야 한다. 또한, 표준유역별 배출부하량, 하천구간별 수질 등을 바탕으로 오염원 직접 유입, 환경기초시설의 처리효율 문제, 하천유량의 부족 등 수질오염의 원인을 제시하며, 환경기초시설 투자계획, 개발·복원 계획 등의 조사와 계획 추진실적과 완료시점을 파악하여 장래 수질 예측에 활용하도록 하고 있다. 기초자료 조사 및 검토 단계에서 하천 기본계획 수립 시 관련계획도 검토하도록 지침(안)에 명시되어 있다. 관련 계획으로 하천유역수자원관리계획, 특정하천유역치수계획, 기수립하천 기본계획, 국가·지방하천 종합정비계획, 댐 개발 및 상·하수도정비 기본계획, 풍수해저감종합계획, 물환경 관리계획, 하천 관련 도시계획, 단지개발계획, 국가·지방공단 조성계획 등이 해당된다. 이러한 관련 계획 내에서 하천기본계획과 연계되는 사항을 사전에 관계 행정기관과의 협의를 통해 본 계획 수립 시 반영될 수 있도록 하고 있다.

〈그림 2-12〉 하천기본계획 수립 절차



자료: 국토교통부, 『하천기본계획 수립 지침(안)』, 2018, p. 6

하천의 점용에 대해서는 하천관리청으로부터 점용허가를 받아야 하며, 하천점용허가에는 하천의 오염으로 인한 공해, 그 밖의 보건위생상 위해를 방지함에 필요한 부관을 붙일 수 있도록 하고 있다. 허가 금지 항목으로 본 법 시행령으로 정하는 농약 또는 비료를 사용하여 농작물을 경작하는 행위, 같은 시행령으로 정하는 골재채취 등 하천 및 하천시설을 훼손하거나 훼손할 우려가 있는 행위, 가축을 방목하거나 사육하는 행위 등이 해당된다.¹¹³⁾ 다른 법률에 따른 인·허가 등의 의제처리 관련하여 「공유수면법」 제8조에 따른 공유수면의 점용·사용허가, 같은 법 제10조에 따른 협의 또는 승인, 같은 법 제17조에 따른 점용·사용실시계획의 승인 등이 의제처리 대상으로 포함되어 있다.¹¹⁴⁾ 하천관리청은 하천점용허가 시 기득하천사용자를 보호하는 조항이 명시되어 있다. 신규점용허가에 환경 피해 등이 야기되어 기득하천사용자의 기존의 하천에 관한 권리행사가 곤란해지는 등의 손실이 명백하게 발생할 경우 해당 신청인으로부터 기득하천사용자의 동의를 얻어야 한다.¹¹⁵⁾ 손실을 받은 기득하천사용자가 있을 경우에는 신규 하천점용허가를 받은 자가 손실을 받은 자와 협의를 통해 손실보상을 해야 한다.¹¹⁶⁾ 또한 하천관리청은 하천점용허가를 받은 자로부터 토지의 점용료, 예외조항을 제외하고 그 밖의 하천사용료를 징수할 수 있다.¹¹⁷⁾

하천환경의 보전·관리에 있어서 자연친화적인 공법으로 하천공사를 시행해야하며, 자연친화적 하천조성을 위해 보전지구, 복원지구, 친수지구를 지정할 수 있도록 법에 명시되어 있다. 보전지구 지정기

113) 「하천법」 제33조.

114) 「하천법」 제32조.

115) 「하천법」 제34조.

116) 「하천법」 제35조.

117) 「하천법」 제37조.

준은 하천의 자연생태계 유지를 위하여 보전가치가 큰 하천구역, 수량이 풍부하고 수질이 양호하여 용수공급, 주민의 건강에 미치는 영향이 큰 하천구역, 다양한 하천 생태계를 대표할 수 있거나 표본이 될 수 있는 하천구역으로 정하고 있다. 복원지구 지정기준은 보전지역 또는 시행령 제49조제1항 각 호에 해당하는 하천구역이 인간의 간섭이나 자연재해 등으로 훼손 또는 파괴되어 자연·역사·문화적 가치의 보전을 위하여 복원할 필요가 있는 경우이다. 친수지구는 보전·복원지구와 차이점으로 지정범위를 하천의 생태환경을 보전하기 위해 최소한으로 설정하도록 하고 있다.

〈표 2-24〉 수질관련 보전지구 등의 지정기준

지구	지정기준
보전지구	• 하천의 자연생태계 유지를 위하여 보전가치가 큰 하천구역 • 수량이 풍부하고 수질이 양호하여 용수공급, 주민의 건강에 미치는 영향이 큰 하천구역 • 다양한 하천 생태계를 대표할 수 있거나 표본이 될 수 있는 하천구역
복원지구	• 보전지역 또는 시행령 제49조제1항 각 호에 해당하는 하천구역이 인간의 간섭이나 자연재해 등으로 훼손 또는 파괴되어 자연·역사·문화적 가치의 보전을 위하여 복원할 필요가 있는 경우
친수지구	• 친수지구의 지정범위는 하천의 생태환경을 보전하기 위하여 최소로 하여야 함 - 직간접적인 친수활동을 목적으로 하천점용허가를 받아 상거래행위를 하는 하천구역 - 전통적으로 친수활동이 활발하게 이루어지고 있는 하천구역

자료: 「하천법 시행령」 제49조, 저자 재정리

하천 안에서의 금지행위로 하천의 유수를 가두어 두거나 그 방향을 변경하는 행위, 하천의 흐름에 영향을 미치는 부유물이나 장애물을 버리는 행위, 하천의 흐름에 지장을 주거나 하천을 오염시키는 행위로 시행령에서 정하고 있는 행위 등이 있다. 하천의 사용을 금지할

수도 있는데 하천관리청이 하천공사, 하천의 보전 및 하천환경 등을 고려하여 필요하다고 인정되는 때에는 구간을 정하여 하천의 사용을 금지하거나 제한할 수도 있다. 이밖에도 원상회복의무 조항도 명시되어 있다. 하천의 점용·사용 또는 하천수 사용을 허가받은 자는 그 허가가 실효될 때 하천을 원상으로 회복해야 하며, 하천관리청의 권한으로 원상회복의무를 면제할 수도 있다.

하천수 사용 및 관리에 있어서 하천수 사용 및 배분의 원칙에 따라 하천수는 타인의 권리와 공공의 이익을 침해하지 아니하고, 물 관리에 지장이 없는 범위 안에서 사용되어야 하며, 모든 국민이 그 혜택을 고루 향유할 수 있도록 배분되어야 함¹¹⁸⁾을 법적으로 명시되어 있다. 용수배분의 우선순위를 두고 있으며, 생활용수, 공업용수, 농업용수, 그 밖의 용수 순이다. 하천수의 사용허가는 환경부장관의 허가를 받아야 하며, 허가기준은 ‘하천수의 사용 및 관리 등에 관한 규칙’으로 정하고 있다. 본 규칙에 따라 허가기준¹¹⁹⁾은 ① 해당 하천에 허가되어 있는 하천수 사용 유량의 합이 홍수통제소 장이 정하여 고시한 하천수 사용허가의 기준유량 범위 내일 것, ② 해당하천의 하천유지유량이 부족하지 않을 것, ③ 하천수 사용허가를 받은 자 등의 권리를 침해하지 않을 것 등이다. 불허 및 취수량 제한 기준¹²⁰⁾으로 ① 하천수를 오염시키거나 유량감소를 유발하여 자연생태계를 해칠 우려가 있는 경우, ② 하천수의 적정관리 또는 도시·군관리계획, 그 밖에 공공사업에 지장을 주는 등 다른 공익을 해칠 우려가 있는 경우, ③ 하천수의 취수로 인근 지역의 시설물의 안전을 해칠 우려가 있는 경우, 그 밖에도 하천수의 보전을 위하여 필요하다고 인정되는 경우

118) 「하천법」 제49조.

119) 「하천수의 사용 및 관리 등에 관한 규칙」 제4조.

120) 「하천법」 제50조.

로 해당 하천에 허가되어 있는 하천수 사용 유량의 합에 허가하려는 하천수 사용 유량을 합산할 경우 하천수 사용허가의 기준이 되는 유량을 초과하거나 하천유지유량이 부족한 경우 등이 해당된다.

〈표 2-25〉 하천수 사용허가 및 불허가 기준

지구	지정기준
허가기준	• 해당 하천에 허가되어 있는 하천수 사용 유량의 합이 홍수통제소장이 정하여 고시한 하천수 사용허가의 기준유량 범위 내 • 해당 하천의 하천유지유량이 부족하지 아니할 것 • 하천수 사용허가를 받은 자 등의 권리를 침해하지 아니할 것
불허가기준	• 하천수를 오염시키거나 유량감소를 유발하여 자연생태계를 해칠 우려가 있는 경우 • 하천수의 적정관리 또는 도시·군관리계획, 그 밖에 공공사업에 지장을 주는 등 다른 공익을 해할 우려가 있는 경우 • 하천수의 취수로 인근 지역의 시설물의 안전을 해칠 우려가 있는 경우 • 그 밖에 하천수의 보전을 위하여 필요하다고 인정되는 경우(대통령령) - 해당 하천에 대하여 허가되어 있는 하천수사용 유량의 합에 허가하려는 하천수사용 유량을 합산할 경우 하천수 사용허가의 기준이 되는 유량을 초과하거나 하천유지유량이 부족한 경우

자료: 「하천법」 제50조, 「하천수의 사용 및 관리 등에 관한 규칙」 제4조, 저자 재정리

환경부장관은 생활·공업·농업·환경개선·발전·주운 등의 하천수 사용을 고려하여 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량(하천유지유량)을 정하여 국가수자원관리위원회의 심의를 거쳐 고시해야 한다. 하천유수의 상황을 대표할 수 있는 주요 지점(기준지점)을 하천별로 선정하여 기준지점별로 하천유지유량을 정하도록 하고 있으며, 「하천법」 시행령 제59조에 따라 기준지점의 선정 고려사항이 명시되어 있다. 그 중에서 하천 및 해양수질관리 방안을 모색하는 측면에서 연계할 수 있는 기준으로 ‘수량 및 수질관리의 기준이 될 수 있는 지점’이 포함되어 있다. 하천수 사용에 있어서 기준지점에서의 하천유지유량 확보가 어렵거나 하천수 사

용 허가수량을 조정하지 않을 시 발생하는 공공의 이익에 대한 피해 발생 우려가 있는 경우, 하천수의 사용자가 유효기간 안에 이를 사용하지 않거나 허가수량보다 규칙에서 정하는 비율 이하로 사용하는 경우에는 하천수 사용을 조정하도록 되어 있다.

〈표 2-26〉 기준지점의 선정

지구	지정기준
허가기준	• 수량 및 수질관리의 기준이 될 수 있는 지점 • 과거부터 관측된 수문자료가 충분하고, 유량관측이 지속적으로 실시되고 있는 지점 • 하천유수를 많이 사용하고 있는 지점 • 해수위의 변화에 영향을 받지 아니하는 지점 • 댐·하구둑 등 유수를 가두어 두는 구역이 아닌 지점 • 하천유지유량이 하천시설에 따라 지속적으로 유지될 수 있는 지점 • 하천시설의 설치로 하천수의 새로운 확보계획이 있는 지점

자료: 「하천법 시행령」 제59조, 저자 재정리

2. 조직체계 운영 현황

1) 해양수산부

「해양환경관리법」 관련 중앙 주무부처는 해양수산부, 실국은 해양정책실이며, 주무과인 해양환경정책과에서 해양환경관리법령 제·개정 업무, 해양환경관련 국제협력업무 총괄, 환경관리해역(특별관리해역, 환경보전해역) 관리기본계획 수립·시행, 해양환경 R&D 총괄 등을 주요 업무로 맡고 있다. 또한 해역이용협약에 대한 업무는 해양보전과에서 담당하고 있으며, 주요 업무로는 해양플라스틱 대책, 해역이용협약, 해역이용영향평가, 해양오염퇴적물 정화사업, 청항선 및 해양오염물질 저장시설 운영, 해양폐기물 관리, 해양미세플라스틱,

해양폐기물법, 해양배출, 폐기물해양배출정보관리시스템 운용 등이다. 본 법의 선박규제에 대한 업무는 해사안전국 해사산업기술과에서 맡고 있다. 주요 업무로 선박환경, 선박평형수, 선박에서의 오염방지에 관한 규칙 등이 있다.

〈표 2-27〉 해양환경관리법 담당 주무과 주요 업무

구분		내용
해양수산부	해양환경정책과	• 해양환경관리법령 제·개정 업무, 해양환경관련 국제협력업무 총괄, 환경관리해역(특별관리해역, 환경보전해역) 관리기본계획 수립·시행, 해양환경 R&D 총괄 등
	해양보전과	• 해양플라스틱 대책, 해역이용협의, 해역이용영향평가, 해양오염퇴적물 정화사업, 청항선 및 해양오염물질 저장시설 운영, 해양폐기물 관리, 해양미세플라스틱, 해양폐기물법, 해양배출, 폐기물해양배출정보관리 시스템 운용 등
	해사산업기술과	• 선박환경, 선박평형수 업무, 선박안전법, 선박에서의 오염방지에 관한 규칙 등

자료: 해양수산부, 조직현황(검색일: 2019. 11. 15.)

2) 환경부

환경부 조직은 기획조정실, 자연환경정책실, 생활환경정책실, 물통합정책국, 물환경정책국, 수자원정책국, 4대강조사평가단등 3개 실, 3개 국 및 평가단으로 이루어져 있다. 이 중 물환경정책국의 생활하수와, 수질관리과, 물환경정책과에서 하천수의 수질관리와 배출 전반에 관한 업무를 수행하고 있다¹²¹⁾.

물환경정책과에서는 「물환경보전법」에 따른 최상위법정계획인 국가물환경관리기본계획과 수질오염총량관리, 수질 조사와 관련한 업무를 담당하고 있다. 또한 수질보전 특별대책지역과 호소·저수지 수

121) 자료: 환경부 홈페이지(검색일: 2019. 10. 1.) 저자 재정리.

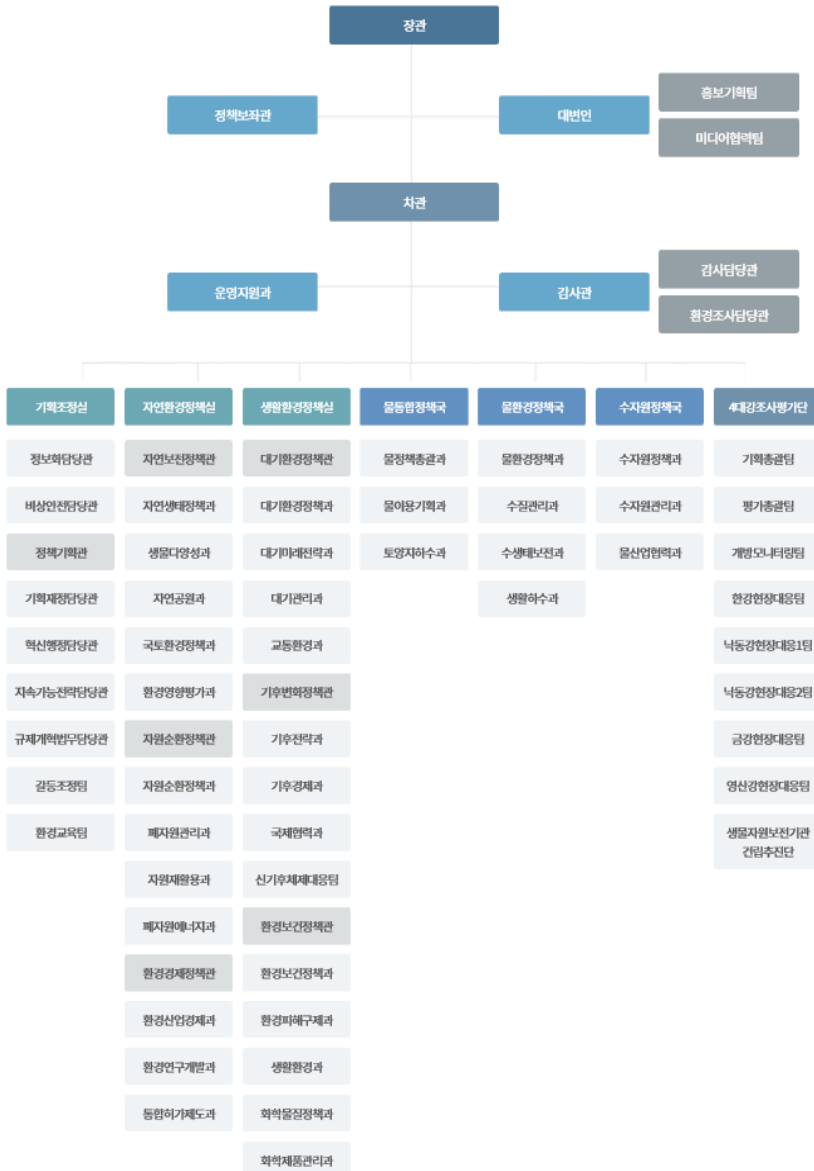
질관리대책 등의 업무를 담당한다. 생활하수과에서는 주로 하수도 관련법에 따른 법정계획의 관리와 시설물 관리업무를 담당하고 있다. 먼저 「하수도법」에 따른 법정계획인 ‘국가 하수도 정비기본계획’과 ‘유역하수도정비계획’을 관리하며, 하수도정비 중점관리지역을 지정하고 관리하고 있다. 또한 하수관로와 하수처리시설 확충업무, 공공하수도와 개인하수처리시설 관리를 담당한다. 수질관리과에서는 하천수의 배출에 관한 업무를 담당하고 있다. 배출허용기준과 배출시설 설치 제한지역을 설정하고 수질오염물질과 미량오염물질을 지정한다. 또한 공공폐수처리시설을 비롯한 폐수처리업에 관한 업무를 담당하고 있다.

〈표 2-28〉 환경부에서 수행하는 하천수질관리 및 배출관련 업무

실/국	과	담당업무
물환경정책국	생활하수과	• 하수도정비기본계획 • 유역하수도정비계획 및 하수도정비기본계획 관리 • 하수도정비중점관리지역 지정관리 • 하수관로, 하수처리시설 확충 • 공공하수도 운영 • 개인하수처리시설 관리
	수질관리과	• 배출허용기준, 배출시설 설치 제한지역, 배출부과금, • 수질오염물질 지정, 미량오염물질 • 수질TMS, 완충저류시설 • 공공폐수처리시설 • 수질오염사고, 녹조관리 • 폐수처리업 • 상수원주변도로 통행 제한, 산업폐수통계
	물환경정책과	• 물환경보전법 법령 관련 업무 • 수질오염총량관리 • 국가물환경관리기본계획, 환경기준 • 수질측정망, 통합집중형, 수질 및 측정조사 • 가축분뇨공공처리시설, 전자인계관리제도 • 수질보전 특별대책지역, 호소·저수지 수질관리대책

자료: 환경부 홈페이지(검색일: 2019. 10. 1.), 저자 재정리

〈그림 2-13〉 환경부 조직도



자료: 환경부 홈페이지(검색일: 2019. 10. 1.)

3) 국토교통부

「국토계획법」 관련 중앙 주무부처는 국토교통부, 실국은 국토도시실이며, 국토도시실은 국토정책관, 도시정책관, 건축정책관으로 구분된다. 국토도시실은 국토종합계획의 수립 및 운용, 지역개발정책의 수립 및 시행, 하천 관리계획 수립 및 하천공사, 도시재생, 산업입지 및 개발에 관한 정책 수립 등의 업무를 담당하고 있다. 이 중 도시계획 업무에 대한 주무과는 도시정책관 도시정책과로, 「국토계획법」 총괄, 도시기본계획, 도시관리계획, 지구단위계획, 용도지역제도, 도시계획시설, 중앙도시계획위원회 운영 등을, 도시개발 관련 업무는 도시활력지원과에서 도시개발정책·제도 운영, 도시개발사업시행·관리, 토지이용규제기본법 운영, 국토이용정보체계 구축 및 운영 등을 주요 업무로 맡고 있다. 이 밖에도 산업 부문은 국토정책관 산업입지정책과에서 산업입지 정책, 산업단지 지정 계획, 산업단지 법령·제도 개선 등을 맡고 있으며, 지역개발 부문은 지역정책과에서는 지역개발 및 지원 사업관리, 지역정책 수립, 지역개발사업·평가 등을 담당하고 있다.

〈표 2-29〉 국토교통부 조직별 주요 업무

구분	주요 업무
국토도시실	• 국토종합계획의 수립 및 운용 • 수도권정비정책의 수립 및 시행 • 지역개발정책의 수립 및 시행 • 하천 관리계획 수립 및 하천공사 • 특정지역, 개축지구, 새만금개발 지원 및 제주센터 지원 • 산업입지 및 개발에 관한 정책 수립 • 기업도시개발, 행정도시, 시화개발 • 국토계획법령, 중도위 운영 • 도시재생, 유비쿼터스 도시 도시(U-City)도시개발 • 개발제한구역, 도시공원, 녹지 관련 정책 • 건축법령, 건축표준화, 자재 • 토지이용규제 합리화, 국토이용정보체계 구축 • 경관법, 건축기본법, 건축물분양법 수립

구분	주요 업무
국토 정책관	국토 정책과
	수도권 정책과
	지역 정책과
	산업 입지 정책과
	복합 도시 정책과
도시 정책관	도시 정책과
	도시 경제과
	도시 활력 지원과
	녹색 도시과
건축 정책관	건축 정책과
	녹색 건축과
	건축 문화 경관과
	건축안 전과

자료: 국토교통부, 조직안내(검색일: 2019. 11. 15.)

「하천법」 관련 중앙 주무부처는 국토교통부, 실국은 국토도시실이며, 주무과인 하천계획과에서 하천점용, 국가하천 유지관리·보수, 하천정책, 하천방재, 보 모니터링, 하천계획과 계획수립, 방재업무 및 풍수해대책 등을 주요 업무로 맡고 있다. 하천수 사용은 환경부 수산자원정책국 수자원관리과에서 담당한다. 해당 과에서는 수문조사시설 설치 및 개선, 홍수대책상황실 운영, 하천수 사용, 친수구역조성사업 등을 맡고 있다.

〈표 2-30〉 하천법 담당 주무과 주요 업무

구분		주요 업무
국토교통부	하천계획과	• 하천점용, 국가하천 유지관리·보수, 하천정책, 하천방재, 보 모니터링, 하천계획과 계획수립, 방재업무 및 풍수해대책
환경부	수자원관리과	• 수문조사시설 설치 및 개선, 홍수대책상황실 운영, 하천수 사용, 친수구역 조성사업, 방재 및 계획 정책 등

자료: 국토교통부, 조직안내(검색일: 2019. 11. 15.); 환경부, 조직 및 기능(검색일: 2019. 11. 15.)

4) 유역환경청 및 지방환경청

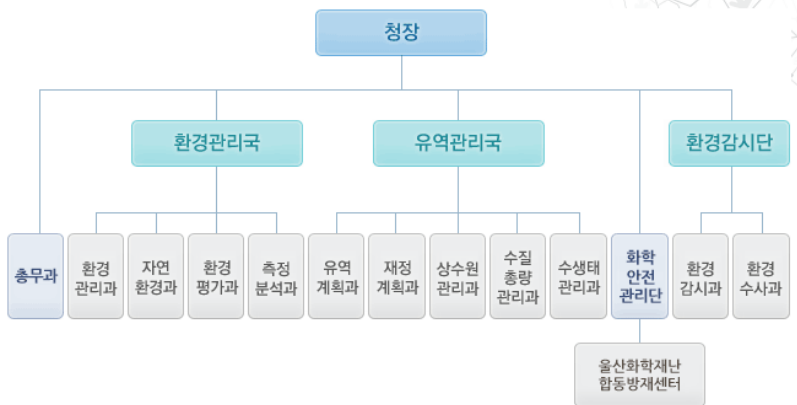
환경부 산하에는 소속기관인 유역환경청과 지방환경청이 있으며, 유역환경청은 한강, 낙동강, 금강, 영산강의 네 개 유역으로 나누어 유역별 수질관리를, 지방환경청은 원주지방환경청, 대구지방환경청, 전북지방환경청의 세 개의 환경청으로 나누어 지역별 수질관리를 담당하고 있다.

유역환경청은 환경관리국, 유역관리국, 환경감시단으로 이루어져 있으며, 이 중 유역관리국의 수질총량관리과에서 수질오염총량관리 관련 업무와 하수도정비기본계획 관련 업무를 수행하고 있다¹²²⁾.

122) 본 연구에서는 낙동강유역환경청을 예시로 살펴보았으며, 타 유역환경청의 경우에도 화학안전관리단(지역화학재난합동방재센터)을 제외한 나머지 조직구성은 동일함.

수질총량관리과에서는 오염총량관리 시행계획의 검토 및 승인, 이행평가 업무와 시행지역의 재정관련 사항, 오염총량관리 불이행시 제제 등 행정처분에 관한 사항 등 오염총량관리 전반에 관한 업무를 담당하고 있으며, 「하수도법」에 근거하여 시장·군수가 수립한 하수도 정비기본계획을 검토하고 승인하는 역할을 한다. 또한 환경기초시설의 운영 및 관리, 환경기초시설의 운영 및 관리, 실태조사에 관한 사항을 담당하고 있다.

〈그림 2-14〉 낙동강유역환경청 조직도

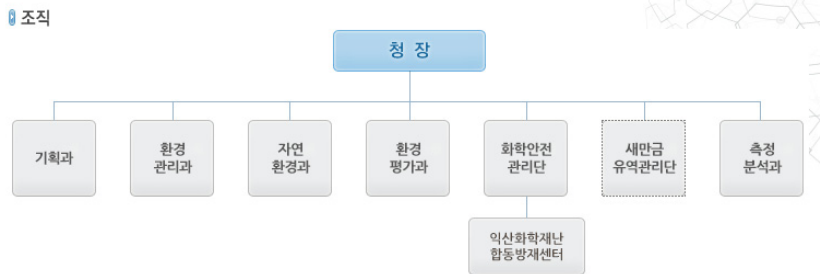


자료: 낙동강유역환경청 홈페이지(검색일: 2019. 10. 29.)

지방환경청의 경우, 유역관리단에서 유역환경청의 수질총량관에 해당하는 업무를 담당하고 있다. 전북지방환경청을 예로 들어 살펴보면, 기획과, 환경관리과, 자연환경과, 환경평가과, 화학안전관리단, 새만금 유역관리단, 측정분석과 등 5개 과, 2개 관리단으로 구성되어 있으며, 이 중 새만금유역관리단에서 오염총량관리 시행계획 검토 및 승인, 이행평가등 수질오염총량관리에 관한 업무를 담당하며, 「물환경보전법」에 근거한 ‘중권역 물환경관리계획’의 수립과 시행을 담

당하고 있다. 이외에도 환경기초시설의 운영 및 관리 등 수질관련 업무를 수행하고 있다.

〈그림 2-15〉 전북지방환경청 조직도



자료: 전북지방환경청 홈페이지(검색일: 2019. 11. 7.)

〈표 2-31〉 유역·지역환경청에서 수행하는 하천수질관리 및 배출관련 업무

국	과	담당업무
유역환경청 유역관리국	수질총량 관리과	- 오염총량관리 시행계획 검토 및 승인, 이행평가 - 공공처리시설 오염부하량 할당 및 사후관리 - 오염총량관리 불이행에 대한 제재 등 행정처분에 관한 사항 - 오염총량관리 시행지역 재정지원에 관한 사항 - 수질개선사업계획서 검토 및 승인 - 환경기초시설의 운영 및 관리실태조사에 관한 사항 - 공공하수·폐수종말처리시설 배출부과금 부과에 관한 사항 - 수질원격시스템(TMS) 구축 및 운영에 관한 사항 - 폐수종말처리시설 설치기본계획 및 비용부담계획 승인에 관한 사항 - 가축분뇨공공처리시설 설치사업 국고예산지원 사전검토 및 추진상황 점검 - 국고보조금(하수도·산업수질 분야) 교부·정산 및 집행관리 - 시장, 군수가 수립하는 하수도 정비기본계획 승인에 관한 사항 - 산업단지 등의 폐수의 재이용계획 승인 및 사후관리에 관한 사항

국	과	담당업무
지역환경청 유역관리단		• 오염총량관리 시행계획 검토 및 승인
		• 오염총량관리 이행평가
		• 중권역 물환경관리계획 수립·시행
		• 공공처리시설 오염부하량 할당 및 사후관리
		• 오염총량관리 불이행에 대한 제재 등 행정처분
		• 비점오염원 설치신고에 관한 사항
		• 수질개선사업계획서 검토 및 승인
		• 오염총량관리 시행지역 재정지원
		• 섬진강행정협의회 운영에 관한 사항
		• 환경기초시설 운영·관리
		• 새만금유역 수질개선 관리
		• 새만금 조류 경보제 운영에 관한 사항
		• 새만금통합관리시스템 운영·관리
		• 국고보조금(가축분뇨/공단폐종 공공처리설치사업, 생태하천 복원사업)에 관한 사항
		• 환경오염 취약지역·시기 등 특별점검
		• 환경사범에 대한 수사·조사 및 송치 등에 관한 사항
		• 지자체 환경관리실태 점검

자료: 낙동강유역환경청 홈페이지(검색일: 2019. 11. 7.); 전북지방환경청 홈페이지(검색일: 2019. 11. 7.)
저자 재정리

5) 환경공단

환경부 산하의 준정부기관인 환경공단은 환경오염방지, 환경개선, 자원순환 촉진과 기후변화대응 온실가스 관련 사업을 추진하고 있다. 환경공단은 5개 본부와 2개 지원단 및 사업단으로 구성되어 있으며, 하천수의 수질관리와 배출관련 업무는 물환경본부의 하수도처와 물환경관리처에서 담당하고 있다.

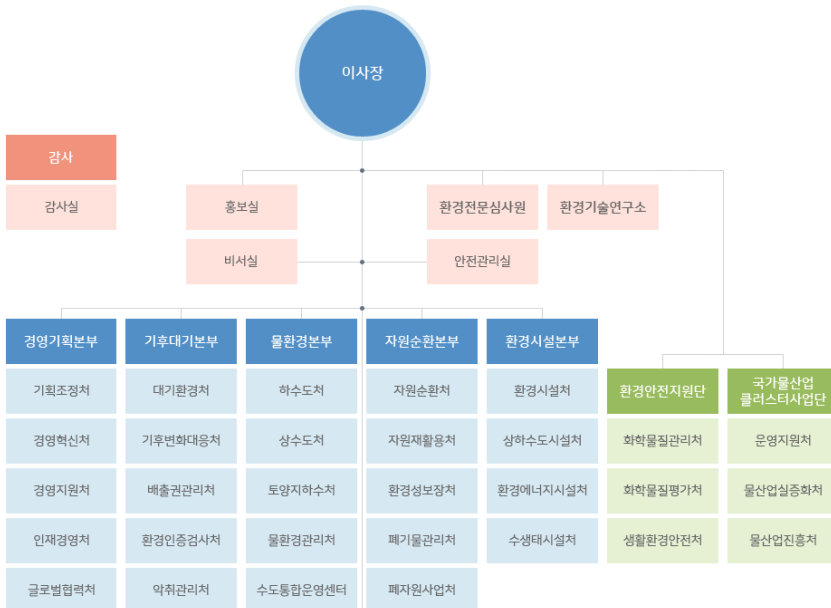
하수도처는 공공하수처리시설 사업관련 업무와 하수관로정비사업 관련 업무를 담당하고 있으며, 물환경관리처에서는 수질자동측정망의 운영관리, 수질원격감시체계 관제센터 설치·운영 등 수질 측정관련 업무를 수행하고 있다.

〈표 2-32〉 환경공단에서 수행하는 하천수질관리 및 배출관련 업무

국	과	담당업무
물환경본부	하수도처	• 공공하수처리시설 사업 재원협의 및 기술지원 • 하수도 정책지원에 관한 사업계획 수립 및 변경 • 하수관로정비사업 정책지원, 국고보조금 예산편성 및 사업계획 수립·변경 • 물재이용 정책지원, 물재이용 사업 재원협의 및 기술지원
	물환경관리처	• 수질자동측정망 설치 및 운영관리 • 수질원격감시체계 관제센터의 설치 및 운영관리 • 4대강 수질오염방제센터 운영 • 생태독성관리 기술지원 • 소관업무 관련 지방조직 업무의 지도·감독

자료: 한국환경공단 홈페이지(검색일: 2019. 10. 1.), 저자 재정리

〈그림 2-16〉 환경공단 조직도



자료: 한국환경공단 홈페이지(검색일: 2019. 10. 1.)

3. 조사체계

1) 물환경측정망

물환경측정망은 하천·호소 등 공공수역의 수질 및 수생태계의 실태를 파악하기 위하여 운영하며, 「환경정책기본법」 제22조(환경상태의 조사·평가 등), 「물환경보전법」 제9조(수질의 상시측정 등) 및 제9조의2(측정망 설치계획의 결정·고시 등), 제16조의2(방사성물질 등의 유입 여부 조사), 같은 법 시행규칙 제22조(국립환경과학원장이 설치·운영하는 측정망의 종류 등), 제23조(시·도지사가 설치·운영하는 측정망의 종류 등), 제24조(측정망 설치계획의 내용·고시 등), 제26조의4(방사능 조사 방법 등)와 「한국수자원공사법」 제26조의2(수질오염도 측정 등)에 법적 근거를 둔다.¹²³⁾

환경부는 「물환경측정망 설치·운영계획」을 고시하여 물환경측정망의 설치·운영·관리에 필요한 전반적인 사항을 정하고 있으며, 조사종류와 조사기관에 따라 세부적인 조사계획을 자체적으로 수립한다. 국립환경과학원 물환경평가연구과는 물환경측정망 설치·운영(조사지점, 측정항목, 정도관리, 자료관리 등)의 제·개정 적정성 검토와 계획 심의를 위하여 물환경측정망 운영위원회를 운영하고 있다. 위원장은 국립환경과학원 물환경연구부장이 맡으며, 위원은 국립환경과학원 및 환경청 과(팀)장, 4대강 물환경연구소장, 한국환경공단 및 한국수자원공사 수질측정망 담당팀장, 외부전문가 3~5인, 환경부 담당자로 구성된다.

123) 「물환경측정망 설치·운영 계획」(2019. 6. 11. 환경부고시 제2019-99호), p. 3.

〈표 2-33〉 물환경측정망의 종류 및 운영목적, 주체

종류	운영목적	운영주체
수질측정망	- 하천·호소 등 공공수역에 대한 수질현황 추세파악 - 주요 환경정책의 효과분석 및 정책수립을 위한 기초자료 확보	환경청 물환경연구소 시·도(보건환경연구원) 한국수자원공사 한국농어촌공사
총량측정망	- 오염총량관리 시행지역의 수질현황 및 수질오염총량제 이행사항 평가 - 단위유역의 수질, 유량 등 수지로염물질의 총량관리에 필요한 기초자료 확보	한강유역환경청 물환경 연구소
자동측정망	- 수질오염사고시 신속한 대응조치를 위한 수질감시경보 체계 운영 - 연속적인 수질변화 모니터링 등 수질측정망의 보완적 기능	환경청 물환경연구소 환경환경공단
퇴적물측정망	- 수저 퇴적물의 환경질(Sediment Quality) 현황조사 및 평가 - 퇴적물이 수질과 수생태계에 미치는 영향에 대한 기초자료 확보	물환경연구소
방사성물질측정망	- 공공수역 방사성물질(^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{131}I) 현황조사 - 방사성물질, 방사성폐기물의 하천·호소 등의 공공수역 유입 여부 조사	물환경연구소
생물측정망	- 하천, 하구, 호소 등에 대한 수생태계 현황 및 추세파악 - 주요 환경정책의 효과분석 및 정책수립을 위한 기초자료 확보	환경청 국립환경과학원 물환경연구소 시·도(보건환경연구원)
비점오염물질 측정망	- 강우에 의해 유출되는 비점오염물질의 실측자료 확보 및 추세 파악 - 비점오염물질 정량화, 유출특성 파악을 통해 정책수립 기초자료 확보 및 비점오염저감대책에 대한 효과 평가 수행	물환경연구소 한국환경공단

자료: 「물환경측정망의 설치·운영 계획」(2019. 6. 11. 환경부고시 제2019-99호), pp. 3~5., 저자 재정리

물환경측정망은 수질측정망, 총량측정망, 자동측정망, 퇴적물측정망, 방사성물질측정망, 생물측정망, 비점오염물질측정망으로 나누어 조사·운영하고 있다. 환경부(국립환경과학원, 환경청, 물환경연구소), 시·도(보건환경연구원), 한국수자원공사, 한국농어촌공사 등에서 조사를 수행한다.¹²⁴⁾

〈표 2-34〉 물환경측정망 유역별 조사지점수

단위: 개소

구분		수질측정망	생물측정망
계		2,249	3,880
한강권역	소계	634	1,079
	한강	186	199
	남한강	212	402
	북한강	81	188
	안성천	70	74
	한강동해	45	133
	한강서해	40	83
낙동강권역	소계	677	1,228
	낙동강	496	756
	태화강	38	37
	형산강	37	34
	회야·수영	33	37
	낙동강남해	48	207
	낙동강동해	26	157
금강권역	소계	474	719
	금강	259	394
	만경·동진	99	136
	삼교천	49	88
	금강서해	67	101
영산강·섬진강 권역	소계	463	854
	영산강	118	192
	영산강남해	39	29
	영산강서해	49	110
	섬진강	115	328
	섬진강남해	107	156
	탐진강	31	32
	제주도	4	7

주: 수질측정망은 일반측정망(하천, 호소, 농업용수, 도시관류, 산단하천 포함), 총량측정망, 자동측정망, 비점오염물질측정망, 퇴적물측정망, 방사성물질 측정망을 포함(중복지점은 1개로 산정함)

자료: 「물환경측정망의 설치·운영 계획」(2019. 6. 11. 환경부고시 제2019-99호), p. 5

물환경측정망 수질측정망(일반측정망, 총량측정망, 자동측정망, 비점오염물질측정망, 퇴적물측정망, 방사성물질측정망 포함)은 한강권역 634개소, 낙동강권역 677개소, 금강권역 474개소, 영산강·섬진강권역 463개소로 전국 총 2,249개소¹²⁵⁾를 운영 중이다.

수질측정망 하천 주요 지점¹²⁶⁾은 한강권역 17개소¹²⁷⁾, 낙동강권역 18개소¹²⁸⁾, 금강권역 12개소¹²⁹⁾, 영산강·섬진강권역 17개소¹³⁰⁾로 총 64개소를 지정하고 있다. 중권역 대표지점 116개소, 주요호소 49개소와 수질예보 지원지점 33개소도 운영하고 있다.

수질측정망 중 하천수의 연간 12회(매월) 조사항목은 수온, pH(수소이온농도 지수), DO(용존산소), BOD(생화학적 산소요구량), COD(화학적 산소요구량), TOC(총유기탄소), SS(부유물질), TN(총질소), DTN(용존총질소), NH₃-N(암모니아성 질소), NO₃-N(질산성 질소), TP(총인), DTP(용존총인), PO₄-P(인산염 인), 페놀류, 분원성대장균군수, 총대장균군수, 전기전도도, 클로로필-a이며, 연간 4회(3, 6, 9, 12월) 조사항목은 Cd(카드뮴), CN(시안), Pb(납), Cr⁶⁺(6가크롬), As(비소), Hg(수은), Sb(안티몬), ABS(알킬벤젠 술폰산염, 음이온계면활성제)이다.

시료의 채취방법, 채취시료의 보존, 현장측정, 시험방법은 「수질오

125) 중복지점은 1개로 산정

126) 주요하천 관리를 위한 대표 지점

127) 영월2, 충주댐, 달천4, 섬강401, 강청, 강상, 경안천5, 소양강2, 의암댐, 공지천2, 삼봉리, 팔당댐, 노량진, 가양 굴포천2, 임진강4, 안성천

128) 도산, 안동1, 반변천2-1, 안동3, 내성천3-1, 상주3, 왜관, 금호강6, 금호강3, 고령, 남강4-1, 남지, 물금, 구포, 학성, 형산강43, 회야강3, 수영강5

129) 옥천, 대청댐, 갑천2, 갑천5-1, 청원-1, 미호천601, 공주1, 부여1, 논산천4, 김제, 동진강3, 곡교천2

130) 담양, 우치, 광주1, 광주천1, 황룡강2, 황룡강301, 지석천4, 광산, 나주, 무안2, 적성, 요천-1, 주암댐, 보성천-1, 구례, 하동, 탐진강3

염공정시험기준」, 생물측정망의 분야별 조사 및 평가 방법은 「생물측정망 조사 및 평가지침(국립환경과학원 공고)」에 따른다. 시료채취부터 결과산출까지 일련의 과정을 「수질오염공정시험기준」 및 「물환경측정망 정도관리지침」에 따라 기록하여 관리한다.¹³¹⁾ 현장측정기의 교정·확인도 「물환경측정망정도관리지침」에 따르며, 수질오염항목의 측정·분석은 「수질오염공정시험기준」에 의하여 수행하고, 유량은 「수문(水文)조사 업무규정」 및 「수질오염총량관리를 위한 목표수질/유량측정사업 통합운영 지침」에 따라 관측한다.¹³²⁾

측정 자료는 물환경정보시스템에 공개하고 있다.¹³³⁾ 1996년 1월부터 현재까지의 일별(월 4회)·월 평균별·연 평균별 측정자료를 조회, 다운로드 가능하다.

2) 해양환경측정망

해양환경측정망은 우리나라 연안 및 근해역의 해양환경 상태와 오염원을 정기적으로 조사하여 해양환경 현황을 종합적으로 파악하기 위하여 운영하며, 「해양환경관리법」 제3조(적용범위), 제9조(해양환경측정망), 제123조(위임 및 위탁), 같은 법 시행규칙 제5조(해양환경측정망)에 의해 운영되고 있다.¹³⁴⁾

해양수산부는 「해양환경측정망 구성·운영계획」을 고시하여 해양환경측정망의 운영에 관한 사항을 정하고 있으며, 해양환경공단이 해양수산부로부터 위탁받아 조사·운영하고 있다.

131) 「물환경측정망 설치·운영 계획」(2019. 6. 11. 환경부고시 제2019-99호), p. 29.

132) 「물환경측정망 설치·운영 계획」(2019. 6. 11. 환경부고시 제2019-99호), p. 31.

133) 물환경정보시스템(검색일: 2019. 11. 7.)

134) 「해양환경측정망 구성·운영계획」(2019. 2. 27. 해양수산부고시 제2019-37호), p. 1.

〈표 2-35〉 해양환경측정망의 종류 및 개요, 운영주체

종류	조사개요	운영주체
항만환경측정망	- 전국 무역항, 연안항, 국가어항의 50개 정점에 대한 매질별(해수, 해저퇴적물, 해양생물) 조사 * 무역항(36개 정점), 연안항(8개 정점), 국가어항(6개 정점)	해양환경공단
하천영향 및 반폐쇄성해역환경 측정망	5개 생태구 21개 하천영향 하구 및 반폐쇄성 만의 230개 정점에 대한 매질별(해수, 해저퇴적물, 해양생물) 조사	
연안해역환경 측정망	5개 생태구 5개 연안의 145개 정점에 대한 매질별(해수, 해저퇴적물, 해양생물) 조사 * 해양환경기준(해양수산부고시 제2018-10호, 2018.1.23.)에 따라 해양환경측정망 조사해역 구분·적용	

자료: 「해양환경측정망 구성·운영계획」(2019. 2. 27. 해양수산부고시 제2019-37호), p. 3., 저자 재정리

해양환경측정망은 항만환경측정망, 하천영향 및 반폐쇄성해역환경 측정망, 연안해역환경측정망으로 구분되어 있다.

〈표 2-36〉 해양환경측정망 조사해역수 및 조사정점수

측정망	생태구역명		조사해역수 (조사정점수)	비고
			57(425)	
항만 환경측정망	소계		31(50)	
	서해중부생태구		3(3)	
	서남해역생태구		2(3)	
	대한해협생태구		12(22)	
	동해생태구		10(15)	
	제주생태구		4(7)	
하천영향 및 반폐쇄성해역 환경측정망	소계		21(230)	
	서해중부 생태구	한강하구	1(38)	인천, 시화호, 아산
		가로림만	1(3)	가로림만
		천수만	1(9)	태안, 천수만
		금강하구	1(23)	보령, 군산, 전주포, 고창

측정망	생태구역명		조사해역수 (조사정점수)	비고
			57(425)	
	서남해역 생태구	함평만	1(4)	함평만
		영산강하구	1(11)	무안, 목포, 해남
		도암만	1(5)	도암만
		득량만	1(5)	득량만
		여자만	1(3)	여자만
	대한해협 생태구	가막만	1(5)	가막만
		섬진강하구	1(25)	여수, 광양만, 섬진강하구
		진주만	1(2)	진주만
		진해만	1(33)	진해만, 마산만, 행암만, 신항
		낙동강하구	1(30)	낙동, 낙동강하구, 부산
	동해 생태구	태화강하구	1(19)	온산, 울산,
		영일만	1(11)	영일만
		영덕오십천하구	1(0)	강구항
		왕피천하구	1(1)	
		삼척오십천하구	1(1)	
연안해역 환경측정망	소계		5(145)	
	서해중부 생태구	서해중부연안	1(10)	대산, 가로림만, 태안
	서남해역 생태구	서남해역연안	1(25)	고창, 무안, 신안, 진도, 도암만, 완도, 고흥
	대한해협 생태구	대한해협연안	1(44)	여수, 남해, 사천, 고성자란만, 통영외안, 통영, 거제도남안, 거제도동안, 낙동, 기장, 온산, 울산, 감포,
	동해 생태구	동해연안	1(47)	구룡포, 영일만, 월포, 강구, 축산, 후포, 죽변, 삼척, 동해, 강릉, 주문진, 양양, 속초, 거진
	제주 생태구	제주연안	1(19)	제주, 조천, 성산포, 표선, 서귀포, 대정, 한림

자료: 「해양환경측정망 구성·운영계획」(2019. 2. 27. 해양수산부고시 제2019-37호), p. 4

해양환경측정망 조사정점수는 항만환경측정망 50개, 하천영향 및 반폐쇄성해역환경측정망 230개, 연안해역환경측정망 145개로, 전국 총 425개이다. 해양환경기준에 따라 해양환경측정망 조사해역을 31개로 구분하여 적용하고 있다.¹³⁵⁾

〈표 2-37〉 항만환경측정망 조사항목 및 시기

구분		조사항목	조사시기	조사정점
해수	일반항목(16)	수온, 염분, pH, DO, COD, TN, DIN(NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+), TP, DIP(PO_4^{3-}), Si(OH) ₄ , SPM, 투명도, Chlorophyll-a, 유분	2, 8월	50개 정점
	미량금속(8)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr6+, 총수은, As, CN	2, 8월	26개 정점
해저 퇴적물	일반항목(5)	입도, 강열감량, 황화물, COD, TOC	2월	26개 정점
	미량금속(13)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As, Ni, Co, Al, Li, Fe, Mn	2월	26개 정점
해양생물	미량금속(7)	Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	2월	23개 정점

비고

- 해수는 표·저층 조사를 원칙으로 하며, 단, 유분, 미량금속은 표층조사
- 유분은 항만 모든 정점에서 조사 실시하며, 미량금속의 조사정점은 [7. 측정망별 조사정점] 참조
- 해저퇴적물 조사정점은 미량금속 조사정점과 동일
- 해양생물은 진주담치 및 굴 체내의 미량금속 농도를 추정하여 해양환경 오염 상태를 진단

자료: 「해양환경측정망 구성·운영계획」(2019. 2. 27. 해양수산부고시 제2019-37호), p. 5

항만환경측정망 중 해수는 연 2회(2, 8월) 조사하며, 조사항목은 COD, TN, TP 등 일반항목 16개, Cu, Pb, Zn 등 미량금속 8개다. 또한, 해저퇴적물 일반항목 5개, 미량금속 13개, 해양생물 미량금속 7개의 물질을 연 1회(2월) 조사한다.

135) 해양수산부(2019b), p. 3.

〈표 2-38〉 하천영향 및 반폐쇄성해역환경측정망 조사항목 및 시기

구분	조사항목	조사시기	조사정점
해수	일반항목(17) 수온, 염분, pH, DO, COD, TN, DIN(NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺), TP, DIP(PO ₄ ³⁻), Si(OH) ₄ , SPM, 투명도, Chlorophyll-a, POC, DOC	2, 5, 8, 11월	230개 정점
	미량금속(8) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr6+, 총수은, As, CN	2, 8월	139개 정점
해저 퇴적물	일반항목(4) 입도, 강열감량, 황화물, COD	2월	139개 정점
	미량금속(13) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As, Ni, Co, Al, Li, Fe, Mn	2월	139개 정점
해양생물	미량금속(7) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	2월	22개 정점

비고

- 해수는 표·저층 조사를 원칙으로 하며, 단, 미량금속은 표층조사
- 미량금속의 조사정점은 [7. 측정망별 조사정점] 참조
- 해저퇴적물 조사정점은 미량금속 조사정점과 동일
- 특별관리해역 집중조사는 마산만, 부산연안에서 6, 7월 추가조사(총 6회), 시화호-인천연안은 6, 7, 9월 추가조사(총 7회)
- 하구역 및 만 시범조사는 금강하구, 영산강하구, 진해만, 영일만에서 6, 7월 추가조사(총 6회)
- POC와 DOC는 집중조사 및 시범조사 정점에서 조사함
- 해양생물은 진주담치 및 굴 체내의 미량금속 농도를 추정하여 해양환경 오염 상태를 진단

자료: 「해양환경측정망 구성·운영계획」(2019. 2. 27. 해양수산부고시 제2019-37호), p. 5

하천영향 및 반폐쇄성해역환경측정망 중 해수 일반항목은 연 4회(2, 5, 8, 11월) 17개 항목을 조사하며, 미량금속은 연 2회(2, 8월) 8개 항목을 조사한다. 또한, 해저퇴적물 4개, 미량금속 13개, 해양생물 미량금속 7개의 물질을 연 1회(2월) 조사한다.

〈표 2-39〉 연안해역환경측정망 조사항목 및 시기

구분	조사항목	조사시기	조사정점
해수	일반항목(15) 수온, 염분, pH, DO, COD, TN, DIN(NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺), TP, DIP(PO ₄ ³⁻), Si(OH) ₄ , SPM, 투명도, Chlorophyll-a	2, 5, 8, 11월	145개 정점
	미량금속(8) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr6+, 총수은, As, CN	2, 8월	33개 정점
해저 퇴적물	일반항목(4) 입도, 강열감량, 황화물, COD	2월	33개 정점
	미량금속(13) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As, Ni, Co, Al, Li, Fe, Mn	2월	33개 정점
해양생물	미량금속(7) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, 총수은, As	2월	5개 정점

비고

- 해수는 표·저층 조사를 원칙으로 하며, 단, 미량금속은 표층조사
- 미량금속의 조사정점은 [7. 측정망별 조사정점] 참조
- 해저퇴적물 조사정점은 미량금속 조사정점과 동일
- 해양생물은 진주담치 및 굴 체내의 미량금속 농도를 추정하여 해양환경 오염 상태를 진단

자료: 「해양환경측정망 구성·운영계획」(2019. 2. 27. 해양수산부고시 제2019-37호), p. 5

연안해역환경측정망은 중 해수 일반항목은 연 4회(2, 5, 8, 11월) 15개 항목을 조사하며, 미량금속은 연 2회(2, 8월) 8개 항목을 조사한다. 또한, 해저퇴적물 일반항목 4개, 미량금속 13개, 해양생물 미량금속 7개의 물질을 조사한다.

시료채취의 시기, 방법 및 기록과 현장측정기기의 교정·확인, 「해양환경측정망 구성·운영계획」에 따라 수행하며, 기타 사항은 「해양환경공정시험기준」을 따른다.¹³⁶⁾ 시료의 항목별 측정·분석방법은 「해양환경공정시험기준」에 따르고, 같은 기준에 없는 측정 및 분석방법은 「해양환경측정망 구성·운영계획」에 따라 같은 기준의 측정결과와 같거나 그 이상의 정확도가 있는 분석방법으로 실시하여야 하며, 그 경우 측정 및 분석 방법을 반드시 표기해야 한다.¹³⁷⁾

136) 「해양환경측정망 구성·운영계획」(2019. 2. 27. 해양수산부고시 제2019-37호), pp. 7~10.

137) 위의 자료, p. 12.

측정자료는 해양환경정보포털에 공개하고 있다.¹³⁸⁾ 1997년부터 현재까지의 연 4회 자료를 조회, 다운로드 가능하다. 또한, 해양수산부와 해양환경공단은 매년 「한국해양환경 조사연보」를 통해 해양환경측정망 조사결과를 발간한다.

제3절 문제점

1. 개별법에 따른 오염원 배출 및 관리 개념 차이 발생

해역으로의 오염원 배출 관련하여 「해양환경관리법」 제23조제1항에 따라 기본적으로 누구든지 육상에서 발생한 폐기물은 해양에 배출할 수 없다. 다만, 해양환경의 보전·관리에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 육상에서 처리하기 곤란한 폐기물 중 본 법 시행규칙에서 정하는 폐기물에 한하여 배출 폐기물, 배출 해역, 처리기준 및 방법에 대해 법적으로 명시하고 있다. 「물환경보전법」에서는 법 제15조제1항에 따라 수질관리를 위해 공공수역 내에 특정수질유해물질, 지정폐기물, 일반폐기물을 누출하거나 유출하는 행위를 금지하고 있으며, 이 때 같은 법 제2조에 명시된 공공수역의 범위에는 연안해역도 포함되어 있다. 이처럼 해양에 대한 오염원 배출을 원천적으로 금지하고 있는 법들이 있는 반면에 「폐기물관리법」은 본 법 제2조에서 폐기물의 최종처분방법 중 하나로 해역으로 배출하는 방법이 명시되어 있어 해양을 보호나 관리해야 할 대상이 아닌 처분장으로 인식하고 있음을 알 수 있다. 따라서 법의 제정목적에 따라 해역으로의 오

138) 해양환경측정망(검색일: 2019. 11. 7.)

염원 배출에 대한 관점이 다름을 알 수 있으며, 이는 해당 법에 따라 수립 및 운용되는 관련 계획에 따라 오염원 배출 및 관리 방향도 달라질 수 있음을 시사한다.

오염원의 해양배출을 원칙적으로 금지하고 있으나 그럼에도 오염원 유입으로 인해 발생할 수 있는 해양오염에 대응하기 위한 법적 근거도 확인할 수 있다. 「해양환경관리법」 제2조2호에 따르면 해양오염이란 해양에 유입되거나 해양에서 발생하는 물질 또는 에너지로 인하여 해양환경에 해로운 결과를 미치거나 미칠 우려가 있는 상태를 말한다.¹³⁹⁾ 이것은 이미 오염원이 해양환경에 영향을 미친 것 뿐만 아니라 그 이전에 영향을 줄 우려가 있는 상태까지도 포함하고 있는 것으로 오염이 실질적으로 발생하기 전에 해양오염 대응 마련이 필요하다는 근거가 된다. 또한 본 법 제23조에 따라 육상에서 발생한 폐기물의 해양배출을 금지하고 있는 것을 정책 활용을 위한 거시적인 관점에서 해석해보는다면 육상기인오염원이 해양으로 유입되는 것도 해양배출의 또 다른 형태로 볼 수 있다. 이처럼 육상기인오염원에 대한 사전적 해양 유입 차단방안을 모색할 수 있는 법적 근거는 마련되어 있으나 해양으로의 오염원 배출에 대한 법적 개념이 일원화되어 있지 못하고 해당 법에 따른 제도들의 개별적 운용 등의 요인으로 해양으로의 육상기인오염원의 유입과 처리를 통합적으로 관리하기에는 법제도적 한계가 있다.

139) 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제2조제3호에 따른 해양오염을 말함.

〈표 2-40〉 개별법에 따른 오염원 배출 개념

구분	해양환경관리법	물환경보전법	폐기물관리법
배출 관리	• 육상에서 발생한 폐기물은 해양에 배출할 수 없음 • 육상에서 처리하기 곤란한 일부 폐기물에 한하여 법적 절차에 따라 배출	• 수질관리를 위해 공공수역 내에 특정수질유해물질, 지정폐기물, 일반폐기물의 누출 및 유출 행위 금지	• 폐기물의 최종처분방법 중 하나로 해역으로 배출하는 방법이 명시되어 있음
관련 조항	• 법 제23조(육상에서 발생한 폐기물의 해양배출금지 등)	• 법 제15조(배출 등의 금지)	• 법 제2조(정의)

자료: 저자 작성

2. 수질관리 대상 내 해양 수질 조사·평가 항목 부재

연안 해역이 「물환경보전법」에 따른 수질관리 대상임에도 불구하고 같은 법 제9조(수질의 상시측정 등), 제9조의3(수생태계 현황 조사 및 건강성평가)에 근거한 수질 현황조사에서 해역에 대한 내역은 배제되어 있다. 또한 ‘물환경 목표기준’에도 별도의 해수관련 평가 기준과 항목이 없는데, 물환경 목표기준의 경우 같은 법 제24조~26조에 근거한 법정계획인 대·중·소권역별 물환경 관리계획의 달성여부를 평가하고 수질오염총량관리제도의 도입을 결정하는 기준으로 활용되기 때문에 현행 「물환경보전법」 체계 내에서 사실상 해역에 대한 수질관리가 이루어지기 힘든 상황이라고 볼 수 있다.

연안 해역으로 배출되는 배출수에 관한 별도의 기준이 명확하지 않은 상황은 「하수도법」에서도 마찬가지이다. 「하수도법」에 명시된 ‘하수도’에는 하수관로, 공공하수처리시설, 간이공공하수처리시설, 하수처리시설, 분뇨처리시설, 배수설비를 비롯하여 ‘개인하수처리시설’이 포함되어 있다(「하수도법」제 2조). 그러나 실질적으로 하수도 시설의 설치·운영·관리의 기준으로 활용되는 ‘방류수수질기준’의 경

우, 개인하수처리시설 중 일정 규모 이상의 정화조(11인 용 이상)에 대해서만 방류수 수질기준을 명시하고 있으며, 소규모 정화조의 경우 별도의 수질기준이 없는 상황이다(「하수도법 시행규칙」 제3조, 별표3. 개인하수처리시설의 방류수 수질기준).

〈표 2-41〉 수질관리 조사·평가 기준 및 항목 문제 요인

구분	물환경보전법	하수도법
문제 요인	• 수질의 상시측정, 수생태계현황조사 및 건강성평가 등 수질현황조사에서 해역관련항목 부재 • 물환경 목표기준에서 해수관련 평가 기준 및 항목 부재	• 소규모(11인용 미만)정화조에 대한 방류수 수질기준 부재
관련 조항	• 법 제 9조(수질의 상시측정 등) • 법 제9조의 3(수생태계 현황조사 및 건강성 평가)	• 시행규칙 제3조(방류수의 수질기준 등) • 시행규칙 별표3(개인하수처리시설의 방류수수질기준)

자료: 저자 작성

3. 하천·해양 관리계획 수립 지침 기준 간 정책 연계성 미비

하천기본계획은 「하천법」 제25조, 같은 법 시행령 제24조에 따라 하천유역의 국토계획 및 도시·군계획 등에 대한 변동사항을 고려하여 권역별로 계획을 수립하며, 수립 지침에서는 「국토계획법」에 따른 도시·군계획 등 관련계획을 조사하여 하천기본계획과 관련되는 사항에 대해 관계기관과 미리 협의하도록 수립기준을 정하고 있다. 이처럼 도시·하천의 연계된 계획 수단을 공유·반영하는 절차를 법적으로 명시함으로써 도시계획과 하천계획의 연계성을 도모하고 있으나 관리계획 수립 기준에 있어 해양환경과 연계된 항목은 마련되어 있지 않다. 하천기본계획에 포함되어야 하는 사항으로 하천의 수질

및 생태, 수해 및 가뭄의 피해현황, 토지이용계획 등에 따른 홍수방어계획, 하천수의 이용현황 등이 있으나 이용 이후에 하천수가 해양에 최종 방류되는 단계에 대한 고려사항은 없다. 특히 하천과 해양의 수질관리는 관리계획 간의 연계할 수 있는 법적 근거도 미비할 뿐만 아니라 수립되는 계획 내 현황파악에서도 중점적으로 다루어지고 있지 않다. 하천기본계획은 계획 수립을 위한 기초조사로 하천 이용현황, 유역·하천 오염원 위주로 조사하며, 해당 하천과 연결된 해역의 환경상태나 관리여건은 추가로 파악하지 않고 있다. 환경관리해역 관리계획도 해역의 환경상태를 파악하기 위해 하천수질을 분석하지만 주로 하천의 수질 상태 파악에만 그치는 수준으로 오염원의 유입 원인 및 경로, 관리여건 등의 구체적인 현황 파악이 제대로 이루어지지 못해 계획에 하천현황을 구체적으로 반영하는데 한계가 있다.

「국토계획법」에 따른 법정계획인 ‘도시·군관리계획수립지침’에서는 도시와 농어촌의 인구밀도, 토지이용의 특성 및 주변 환경 등을 종합적으로 고려하여 지역별로 계획의 상세정도를 다르게 하되, 기반시설의 배치계획, 토지용도 등은 도시와 농어촌이 서로 연계되어야 함을 기준으로 명시하고 있다. 또한 도시·군관리계획 수립을 통해 수산자원을 보호·육성하기 위하여 필요한 공유수면이나 그에 인접한 토지에 대해 수산자원보호구역을 지정할 수 있다(「국토계획법」 제40조). 본 계획의 용도지역, 환경기초시설계획, 환경성검토(생활환경 평가기준 및 방법) 부문에서 수질오염 예방을 위한 관련 사항이 명시되어 있다. 용도지역 중 공업지역은 수질 및 대기오염 등 환경오염의 발생을 고려하여 피해가 최소화 될 수 있도록 자연적 환경을 최대한 활용할 수 있는 입지를 선정해야 한다. 자연환경보전지역에 대해서는 다른 법령에서 정하고 있는 지역(수산자원보호구역, 습지보호지역, 수변구역,

연안육역 등)을 자연환경보전지역으로 지정할 수 있다. 환경기초시설 계획 중 하수도·수질오염방지시설에 대한 내용으로 ① 계획하수량은 계획오수량과 계획우수량을 계산하여 추정, ② 계획인구에 적합한 하수량을 산정하여 관거계획 수립, ③ 계획하수량이상이 발생되지 않도록 개발 조정, ④ 하수종말처리장은 하수를 최종적으로 처리하여 방류하는 시설로서 시·군내의 계획오수량을 처리할 수 있는 입지를 선정하여 도시·군관리계획으로 결정, ⑤ 하수종말처리장 등은 가급적 지하에 설치하도록 하고 지상을 공원 및 녹지로 설치하여 주변환경 보호 등이 계획 수립 지침 기준으로 포함되어 있다. 본 계획의 환경성 검토에 대한 수질부문에서는 생활환경 평가기준 및 방법이 제시되어 있으며, 대상 지역 내 하천, 호소 및 지하수의 수질 오염을 원천적으로 예방함을 목표로 한다. 수질오염의 원천적 예방을 관점으로 정성적으로 평가하며, 검토 지표는 대상지에 오염원(비점오염원 포함)이 존재하는 경우, 공간계획 차원에서 대상지에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 방안의 수립여부와 하천 및 호소의 오염방지를 위한 완충구역(수역) 설정 정도로 명시되어 있다. 이렇듯 법령에서 해양 수질 관리와 연계할 수 있는 요소가 구체적이진 않지만 일부 확인 할 수 있다. 그러나 이러한 수질관련 기준들이 실질적으로 하천과 해양수질의 통합 관리정책수단으로 계획과 제도에 반영되기에는 한계가 있다. 가장 실질적으로 정책수단이 활용되는 도시·군관리계획수립지침에서도 용도지역, 환경기초시설, 환경성 검토 등에 한정지어 수질 오염관리에 대한 사항을 명시하고 있으며, 해양수질과 연계하기 위해 「해양환경관리법」에 따른 환경관리해역 관리계획, 연안오염총량관리 등의 해양정책과 연계하는 계획적 요소가 없기 때문이다.

반대로 「해양환경관리법」 내에서도 환경관리해역기본계획과 관리

계획 수립 시 포함되어야 하는 사항으로 해역의 수질오염 총량 관리, 수질·저질 및 생태계에 관한 사항, 해역의 환경개선 투자계획, 환경 용량 확대 등으로 도시계획을 통해 관리하고 있는 육상에서의 수질 관리 여건은 제대로 반영하지 못하고 있는 것이다. 현재 운용되고 있는 환경관리해역 관리계획에서도 인구구조, 토지이용, 산업단지, 도시정비사업 등의 수준에서 현황을 파악함으로써 도시계획과의 연계성은 미비하다.

이처럼 해양, 하천, 도시의 관리계획별 수질관리를 위한 정책수단의 연계성을 제고할 수 있는 지침 기준이 마련되어 있지 않으며, 이렇게 수립된 계획들의 관리 범위도 이원화되어 있어 법정계획들의 정책 활용범위가 한정되어 개별적으로 운용됨으로써 육상, 하천에서 기인하는 오염원으로 인한 해양 수질문제를 해결하는데 해양정책으로만 대응하게 되는 한계가 있다.

〈표 2-42〉 관리계획 수립 지침 기준 문제 요인

구분	법률		
	국토계획법	하천법	해양환경관리법
문제 요인	• 해양수질오염 관리 방안 미비 • 환경관리해역 관리계획, 연안오염총량관리제 등 해양 환경 요인 연계 부족	• 해역인접 하천구역에 대해 해당 해역 특성 및 현황 반영 미비	• 인구구조, 토지이용, 산업단지 수준의 도시계획 요소 반영
관련 조항	• 법 제19조(도시·군기본계획의 내용) • 시행령 제19조(도시·군 관리계획의 수립기준)	• 시행령 제24조(하천기본계획의 수립) • 시행령 제24조의2(하천기본계획의 수립기준 등)	• 법 제16조(환경관리해역기본계획의 수립 등) • 시행령 제16조(환경관리해역기본계획 등의 내용)

자료: 저자 작성

제 3 장

제 3 장

국내외 하천·해양 수질관리 연계 사례

하천과 해양은 연결되어 있고 해양환경은 하천을 통해 바다로 유입되는 다양한 물질들과 그 물질들의 특성에 영향을 받는다. 따라서 해양의 수질을 관리하기 위해서는 하천 수질과의 연계는 필수적이라고 할 수 있다. 실제로, 방식과 정도의 차이는 있지만 국내외에서 하천과 해양의 수질을 연계하여 관리하는 정책들이 시행되고 있다. 국내외 기존 정책 및 제도를 통해 우리나라 수질 연계관리 정책을 개선할 수 있는 단초를 발견할 수 있을 것이다. 이 장에서는 우리나라, 미국, 일본의 하천·해양 연계 수질관리 정책 사례들을 살펴보겠다.

제1절 우리나라의 수질관리 연계정책 사례

국내에서 육상의 하천과 연안 해역의 수질관리를 연계하여 추진하고 있는 대표적인 사례로 환경관리해역 제도와 연안오염총량관리를

들 수 있다. 특별관리해역과 환경보전해역으로 구분되는 환경관리해역의 범위에는 연안의 해역과 그 해역의 수질에 영향을 미치는 육상의 유역이 포함된다. 해양환경의 개선이 필요한 특별관리해역에 대해서는 연안오염총량관리를 도입할 수 있는데, 우리나라는 현재 특별관리해역으로 지정된 5개 해역 중 4개 해역에 대하여 연안오염총량관리를 시행하고 있다. 연안오염총량관리를 통해 육상의 오염원부터 해수의 수질까지 정량적으로 연계하여 통합적으로 관리하려는 정책적 노력이 이루어지고 있다.

1. 환경관리해역 제도

과거 적조 등으로 우리나라 연안 해역의 환경이 악화되자 1982년 환경청은 광양만, 마산만, 부산연안, 울산연안을 특별관리해역으로 지정하였다(환경청고시 제82-6호). 해양환경 관련 업무가 해양수산부로 이관된 이후인 2000년, 「해양오염방지법」(현 「해양환경관리법」) 시행령 개정을 통해 정부는 현행 5개 특별관리해역 및 4개 환경보전해역을 환경관리해역으로 지정하였다.¹⁴⁰⁾

「해양환경관리법」 제15조(환경관리해역의 지정·관리)는 특별관리해역을 “해양환경기준의 유지가 곤란한 해역 또는 해양환경 및 생태계의 보전에 현저한 장애가 있거나 장애가 발생할 우려가 있는 해역으로서 해양수산부장관이 정하여 고시하는 해역”으로, 환경보전해역을 “해양환경 및 생태계가 양호한 해역 중 … 해양환경기준의 유지를 위하여 지속적인 관리가 필요한 해역으로서 해양수산부장관이 정하여 고시하는 해역”이라고 정의하고 있다. 특별관리해역은 기존 4개

140) 해양수산부(2019), p. 6.

해역에 인천연안·시화호를 추가한 5개소가 지정되었고, 환경보전해역은 환경보전해역으로 가막만, 득량만, 완도·도암만, 함평만 등 4개소가 신규로 지정되었다.

〈그림 3-1〉 특별관리해역 위치



자료: 해양수산부(2015b)

환경관리해역 제도가 기존 특별관리해역 체계와 달라진 점은 비단 인천연안과 환경보전해역이 추가되었다는 데 그치지 않는다. 위에서 언급한 「해양환경관리법」 제15조의 특별관리해역 및 환경보전해역 정의의 말미에는 모두 “(해양오염에 직접 영향을 미치는 육지를 포함한다)”라는 단서조항이 붙어 있다. 즉, 환경관리해역의 지리적 범위에 육상이 포함되어 해양환경과 육상환경의 직접적인 연계가 가능해

진 것이다. 「해양환경관리법」 제15조의2(환경관리해역에서의 행위제한 등)는 해양수산부 장관이 환경관리해역 안에서의 시설의 설치 또는 변경을 제한할 수 있고, 특별관리해역의 경우에는 그 안에 소재하는 사업장에서 배출되는 오염물질 총량규제 조치를 취할 수 있다고 되어 있다. 이처럼 환경관리해역 제도는 해양수산부 장관에게 해역의 환경에 영향을 미치는 육상에 대해서도 일정 부분의 권한을 부여하고 있다고 볼 수 있다.

〈표 3-1〉 환경관리해역의 지정

구분	정의 및 대상해역	근거
특별 관리 해역	「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제13조제1항에 따른 해양환경기준의 유지가 곤란한 해역 또는 해양환경 및 생태계의 보전에 현저한 장애가 있거나 장애가 발생할 우려가 있는 해역으로서 해양수산부장관 이 정하여 고시하는 해역(해양오염에 직접 영향을 미치는 육지를 포함한다) - 대상해역: 인천연안·시화호, 광양만, 마산만, 부산연안, 인천연안(총 5개소)	「해양환경관리법」 제15조 (환경관리해역의 지정·관리)
환경 보전 해역	해양환경 및 생태계가 양호한 해역 중 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제13조제1항에 따른 해양환경기준의 유지를 위하여 지속적인 관리가 필요한 해역으로서 해양수산부장관이 정하여 고시하는 해역 (해양오염에 직접 영향을 미치는 육지를 포함한다) - 대상해역: 가막만, 득량만, 완도·도암만, 함평만(총 4개소)	

자료: 저자 작성

물론, 육상 환경에 대해서는 환경부, 국토교통부, 그리고 각 지자체들이 고유의 권한을 가지고 있으며 해양수산부의 역할을 매우 제한적일 수밖에 없다. 그에 따라 「해양환경관리법」은 환경관리해역의 지정·관리, 환경관리해역 기본계획 및 해역별 관리계획의 수립·시행 등에 있어서 해양수산부 장관은 관계 중앙행정기관 및 지자체의 장과 협의하도록 규정하고 있다.

2. 특별관리해역 연안오염총량관리제의 도입과 경과

해양수산부는 환경관리해역 기본계획 및 해역별 관리계획을 수립·시행하여 주요 연안해역의 환경을 관리하고자 하였으나, 오염된 특별관리해역의 수질을 개선하는 데 큰 효과를 보기 어려웠다. 그에 따라 보다 강력한 정책 추진의 필요성이 대두되었고, 육상기인 오염물의 해양배출에 관한 해양오염관리시스템 구축 지시(대통령 업무보고, 2005. 8.)에 따라 연안오염총량관리제가 본격 도입되었다.¹⁴¹⁾

반폐쇄성 해역으로 해양오염이 심각했던 마산만 특별관리해역의 해양환경을 개선하기 위해 먼저 마산만에서 연안오염총량관리가 시작되었다. 제1차 마산만 연안오염총량관리제는 2007년부터 2011년까지 5개년 동안 시행되었다. 관리대상오염물질은 화학적산소요구량(COD)이었으며, 관리목표는 하계 기하평균 COD 2.5mg/L로 설정되었다. 이어 시행된 제2차 마산만 연안오염총량관리(2012~2016) 시에는 관리대상 오염물질에 총인(TP)을 추가하게 되었다. 관리목표는 COD 하계 기하평균 2.2mg/L, TP 0.041mg/L로 설정되었다. 제1차 및 제2차 마산만 연안오염총량관리 관리목표는 모두 달성되었으며, 그에 따라 마산만의 해수수질은 상당히 개선되는 효과를 볼 수 있었다. 현재는 제3차 연안오염총량관리가 시행되고 있으며, 제3차 관리목표는 COD 하계 기하평균 2.1mg/L, TP 0.032mg/L이다.

마산만 특별관리해역에 성공적으로 도입된 연안오염총량관리제는 이후 타 특별관리해역으로 확대되었다. 먼저 방조제 건설로 몸살을 앓고 있던 시화호의 해양환경을 개선하기 위한 정책수단으로 연안오염총량관리가 부각됨에 따라, 인천연안·시화호 특별관리해역 중 시

141) 경상남도, 앞의 책, p. 10.

화호 해역 및 유역에 대하여 제1차 연안오염총량관리(2013~2017)를 착수하였다. 마산만 연안오염총량관리(1차 제외)와 마찬가지로 시화호의 관리대상오염물질은 COD와 TP이다.

이어 2015년에는 부산연안 특별관리해역에서 연안오염총량관리를 시행하였다. 제1차 부산연안 연안오염총량관리의 관리구역은 전체 특별관리해역 범위 중 일부에 해당하는 수영만 일대로 한정되었으며, 관리대상오염물질로는 COD가 선정되었다. 수영만 일대는 해운대 및 광안리 해수욕장이 위치한 곳으로 비교적 좋은 수질 상태를 보이고 있었으나, 해수욕장이라는 특성상 보다 더 수질을 개선할 필요성이 있음을 고려한 결과였던 것으로 보인다.

울산연안 특별관리해역은 대규모 중화학공업 단지가 밀집해 있는 지역으로 1970년대의 본격적인 산업화 이후 많은 양의 오염물질이 바다로 배출되었다. 그러나 지형적인 특성상 다른 특별관리해역에서 문제가 되는 유기물이나 영양염보다는 해저퇴적물 중에 포함된 중금속 농도가 심각한 상태이다. 이에, 울산연안 특별관리해역의 연안오염총량관리는 COD나 TP가 아닌 구리, 아연, 수은을 관리대상오염물질로 선정하였으며, 외항강 하류 일대를 관리구역으로 정하고 있다. 울산연안의 제1차 연안오염총량관리는 2018년부터 2022년까지 시행된다.

3. 연안오염총량관리 추진체계

「해양환경관리법」 제15조의2(환경관리해역에서의 행위제한 등)는 특별관리해역에 대하여 연안오염총량관리를 시행할 수 있도록 규정하고 있다. 같은 법 시행령은 오염물질 총량규제 실시해역, 총량규제

항목¹⁴²⁾, 오염부하량 할당, 총량관리 이행평가 등에 관한 사항을 규정하고 있다. 한편, 「특별관리해역 연안오염총량관리 기본방침」(해양수산부훈령 제404호, 2018. 1. 8.)은 연안오염총량관리 제도 전반에 관한 사항을 규정하고 있다.

해양환경관리법 시행령 제11조(오염물질 총량규제 실시해역)는 관리구역 선정 시 환경부 수계 총량관리 구역을 제외하도록 하고 있다. 특별관리해역에 해당하는 광양만과 부산연안은 각각 섬진강, 낙동강 하구를 포함하고 있다. 이러한 배타적인 구역 구분은 담당 부처와 그 정책들 간의 효율적인 역할분담이라는 측면에서 긍정적으로 볼 수 있지만, 환경의 연계·통합관리의 측면에서 보면 개선의 필요성이 있다. 환경부 수계총량관리의 경우, 4대강 수질을 엄격히 관리하고 있지만, 하천수가 해양으로 유입된 이후의 환경 상태에 대해서는 고려하고 있지 않다. 연안오염총량관리의 경우 해양환경에 영향을 미치는 육상의 유역부를 포함하고 있지만 수계총량관리에 비하면 육상오염원에 대한 규제와 관리의 강도는 상대적으로 미흡하다.

연안오염총량관리 제도에서는 지자체의 역할이 다른 제도들에 비해 강조되고 있다. 「특별관리해역 연안오염총량관리 기본방침」 제2조(정의)는 시·도지사 및 시장·군수·구청장을 시행계획을 수립하고 이행하는 주체라는 의미에서 “시행청”이라고 칭한다. 기본방침 제17조(기본계획의 수립주체)에 따르면, 특별관리해역 연안오염총량관리 기본계획은 시·도지사가 수립하며, 기본계획 수립을 위한 일련의 조사, 부하량 산정 등을 주도하여야 한다. 시·도지사가 수립한 연안오염총량관리 기본계획은 해양수산부 장관의 승인을 받아야 한다.

142) 해양환경관리법 시행령 제12조(오염물질 총량규제 항목 등)에 따른 연안오염총량관리 관리대상 오염물질은 COD, TP, TN, 중금속이다.

연안오염총량관리 시행계획의 경우 해양환경관리법 시행령 제12조(오염물질 총량규제 항목 등)제4항에 따라 광역시장, 도지사, 시장, 군수가 수립하도록 규정되어 있다. 현재 부산연안 및 울산연안의 경우 부산광역시와 울산광역시가 기본계획과 시행계획을 모두 수립하여 해양수산부의 승인을 받는 체제로 제도가 운영되고 있다. 한편, 다른 특별관리해역, 예를 들어 마산만의 경우, 경상남도가 연안오염총량관리 기본계획은 수립하고 창원시가 시행계획을 수립하고 있다. 창원시가 수립한 시행계획은 경상남도의 승인을 거쳐 해양수산부에 제출된다.

이처럼 연안오염총량관리의 실질적인 주체는 지자체가 되어야 한다. 환경관리해역 제도의 경우 해양수산부가 관계 중앙행정기관 및 지자체와 협의하여 정책을 추진하게 되어있지만, 연안오염총량관리의 경우 지자체가 시행청으로서 기본계획 및 시행계획을 수립·시행한다. 그런데, 실제로 각 해역의 연안오염총량관리 제도 이행에 있어서 지자체의 역할이 기대에 미치지 못하고 있다. 시행청으로서 본연의 역할을 제대로 수행하기 위해서는 연안오염총량관리를 위한 충분한 예산, 인력, 조직이 필요하다. 그러나, 부산광역시가 일부 예산을 배정했던 사례를 제외하고는 대부분의 경우 시행청으로 기능하기 위해 필요한 역량 및 자원의 확보가 쉽지 않은 상황이다.

지자체와 더불어 지방해양수산청의 참여 확대가 필요하다. 현재 지방해양수산청은 특별관리해역 민관산학협의회에 구성원으로 포함되며, 연안오염총량관리와 관련된 논의 및 의사결정에 참여하고 있다. 그러나 향후에는 보다 실질적인 역할이 부여되어 연안오염총량관리의 한 부분을 담당하고, 지자체와 더불어 지역에서의 해양환경 관리의 주체가 되어야 한다.

제2절 미국의 수질관리 연계정책 사례

1. 수질 관리 체계

미국 수질관리는 「국가환경정책법(NEPA)」¹⁴³⁾과 「청정수질법(Clean Water Act, 1972)」, 「안전식수법(Safe Drinking Water Act, 1974)」, 「자원보전 및 회복법(Resource Conservation and Recovery Act, 1976)」, 「하천·항만법(Rivers and Harbors Act)」 등이 관할한다. 이 중에서 가장 핵심적인 법률은 「청정수질법(CWA)」으로 이 법은 공공 수역의 수질은 미국민의 물 이용에 있어 가장 중요한 조건임을 명시한다. 「청정수질법」은 주로 산업체 혹은 발생 오염원으로부터 오염 물질의 배출을 규제한다. 「청정수질법(CWA)」¹⁴⁴⁾에서 중요한 조항은 Section 301(a)이다. 이 조항은 오염물질을 허가 없이 배출하는 것을 금지한다. 배출 허가는 국가오염물질배출제거시스템(National Pollutant Discharge Elimination System; NPDES)을 통하여 관리한다고 규정한다. 한편 오염원 관리의 대상을 비점오염원까지 확대하는 총량관리(Total Maximum Daily Load) 제도를 시행하고 있다.

광활한 국토와 다양한 수자원을 가지고 있는 국가인 미국의 수질 관리 체계의 특징은 연방정부, 주정부, 지방정부가 역할과 기능이 다양하게 분할되어 있고, 상호 협력하는 체계라고 할 수 있다. 미국 연방정부 중에서 특히, 환경보호청(United States Environmental Protection

143) 1970년 1월 1일 발효된 기본법으로 크게 국가 환경정책과 목표의 설정, 목표 이행에 대한 연방정부 기관의 의무인 '환경평가(Environment Assessment)'와 '환경영향평가(Environment Impact Assessment)'에 대한 근거 제시, 그리고 '환경질에 관한 대통령 자문위원회'의 설치 등을 포함함.

144) CWA의 공식명칭은 1948년의 연방수질오염규제법(Federal Water Pollution Control Act; FWPCA)이었지만 이후에 개정되면서 CWA로 명명됨.

Agency: EPA)에서 수질에 관한 수질기준값(Water Quality Criteria)을 설정하는 것을 포함하여 수질관리를 연방정부의 업무를 주도하고 있다. 상무부의 해양대기청은 해양수질에 관한 업무를, 육상의 수질조사는 내무부의 지질조사국 등이 수질관리 업무를 담당하고 있다. 다시 말하면 연방정부기관은 「청정수질법」을 기초로 수질관리에 관한 시장 유인 기법과 선진 과학 기술 적용 등의 개발에 관여하며, 수질관련 정책의 감독·통제·검토 등의 부분에서 중요한 역할을 수행한다.

미국의 수질 관리에 관한 정책과 규제는 실질적으로 주정부와 지방정부가 담당한다. 미국은 오염 배출원이 전국에 산재해 있고 연방 국가의 특징상 규제 및 조치의 일차 책임은 주정부가 지닌다. 일반적으로 중앙부처인 환경보호청에서 수질과 관련된 위반 사항을 확인하게 되면, 먼저 주정부에 해당 사항을 통보한다. 이후 주정부가 적절한 조치를 취하거나 조치에 관한 계획을 환경보호청에 보고한다. 이때 주정부의 조치와 계획이 적절하지 않으면 환경보호청은 행정 및 사법 조치를 취하는 방식이다.

수질 관리 정책에서 수질환경기준의 설정은 중요하다. 미국의 일반적인 수질기준¹⁴⁵⁾은 「청정수질법」¹⁴⁶⁾에서 수질기준값(Water Quality Criteria)으로 제시하고 있다. 수질기준값¹⁴⁷⁾은 우리나라의 환경정책기본법의 환경기준과 유사하다. 인간건강 보호를 위한 기준값과 하천, 호소, 해역 등의 공공수역에 대한 수생태환경보호를 위한 기준값, 심미적 기준값이 제시되어 있다. 인간건강 보호 기준값은 총 122개

145) 수질 기준은 크게 수질기준값(Water Quality Criteria)과 수질환경기준(Water Quality Standards)으로 구분할 수 있는데, 환경보호처가 제시하는 기준은 수질기준값임. 수질환경기준은 우리나라 환경부의 목표수질과 유사한 개념임.

146) 환경보호처의 수질정책의 비전은 “수산 및 수영이 가능한(Fishable and swimmable)” 수질’임.

147) 청정수질법 304a 항에 따라 크게 환경처가 최신 과학정보를 통해 특정 수생생물과 인간건강에 영향을 미칠수 있는 농도로써 권고됨.

항목에 대하여 수역 전체를 대상으로 일괄적으로 설정되어 있다.

〈표 3-2〉 미국 수질기준값(Water Quality Criteria)의 특징

구분	관리항목	특징
건강보호 기준	122 개	• 음용 기준과 섭취 기준을 별도 제시 • 발암 위험 수준에 따른 연동 기준 • 최신 위해도연구 결과를 지속적 반영
수생태계 기준	56 개	• 담수와 해수를 구분하여 급성과 만성 기준값 제시 - 일부 중금속은 해수-담수 보정 기준값 제시 - 일부 담수 중금속은 경도 보정 수치 제시 • 독성/영양염/생물 등 기준값 개발
심미적 기준 (맛, 냄새 등)	26 개	• 단일 값 제시

자료: 미국 환경보호청 홈페이지(검색일: 2019. 10. 15.) 자료 재정리

한편 생활환경보호를 위한 기준값은 공공수역의 이용 목적, 용수 공급의 특성, 수산생물의 번식, 여가 활동의 보장, 항행을 포함하는 산업의 이용 목적 등을 고려하여 제시된다. 따라서 수질기준 값은 수질관리의 목표를 설정하고 오염 배출에 관한 규제의 근거로 활용된다. 수질환경기준(Water Quality Standards)을 설정하고 규제하는 주체는 역시 주정부이다. 주정부가 수질환경기준안을 마련하고 수질기준값을 제시한 환경보호청에 승인을 요청한다. 만약 주정부가 환경기준안을 제출하지 않을 경우에는 환경보호청이 마련하여 주정부에 제안한다. 이후 주정부는 환경보호청의 검토를 거친 기준안을 공표한다. 만약 주정부가 환경기준안을 공표하지 않으면 청정수질법 제 303b에 따라 회신일로부터 190일 이내에 확정 공표하는 체제이다.

〈표 3-3〉 미국의 인간건강보호 수질기준값(Warwe Quality Criteria)

단위: ug/L

오염물질 (P) = 특정오염물질	CAS 번호	담수		해수		설정 연도
		CMC1 (acute)	CCC2 (chronic)	CMC1 (acute)	CCC2 (chronic)	
Acrolein (P)	107028	3ug/L	3ug/L	—	—	2009
AestheticQualities	—	—	—	—	—	1986
Aldrin (P)	309002	3	—	1.3	—	1980
Alkalinity	—	—	20000	—	—	1986
alpha-Endosulfan (P)	959988	0.22	0.056	0.034	0.0087	1980
AluminumpH 5.0 – 10.5	7429905	--	--	—	—	2018
Ammonia	7664417	—	—	—	—	2013 담수 1989 해수
Arsenic	7440382	340	150	69	36	1995
Atrazine	1912249	—	—	—	—	—
Bacteria	—	—	—	—	—	1986
beta-Endosulfan (P)	33213659	0.22	0.056	0.034	0.0087	1980
Boron	—	—	—	—	—	1986
Cadmium (P)	7440439	1.8	0.72	33	7.9	2016
Carbaryl	63252	2.1	2.1	1.6	—	2012
Chlordane (P)	57749	2.4	0.0043	0.09	0.004	1980
Chloride	16887006	860000	230000	—	—	1988
Chlorine	7782505	19	11	13	7.5	1986
Chlorpyrifos	2921882	0.083	0.041	0.011	0.0056	1986
Chromium(III) (P)	16065831	570	74	—	—	1995
Chromium(VI) (P)	18540299	16	11	1,100	50	1995
Color	—	—	—	—	—	1986
Copper (P)	7440508	—	—	4.8	3.1	2007
Cyanide (P)	57125	22	5.2	1	1	1985
Demeton	8065483	—	0.1	—	0.1	1985
Diazinon	333415	0.17ug/L	0.17ug/L	0.82ug/L	0.82ug/L	2005
Dieldrin (P)	60571	0.24	0.056	0.71	0.0019	1995
Endrin (P)	72208	0.086	0.036	0.037	0.0023	1995
gamma-BHC(Lindane) (P)	58899	0.95	—	0.16	—	1995
Gases, TotalDissolved	—	—	—	—	—	1986
Guthion	86500	—	0.01	—	0.01	1986
Hardness	—	—	—	—	—	1986
Heptachlor (P)	76448	0.52	0.0038	0.053	0.0036	1980

오염물질 (P) = 특정오염물질	CAS 번호	담수		해수		설정 연도
		CMC1 (acute)	CCC2 (chronic)	CMC1 (acute)	CCC2 (chronic)	
HeptachlorEpoxide (P)	1024573	0.52	0.0038	0.053	0.0036	1981
Iron	7439896	—	1000	—	—	1986
Lead (P)	7439921	82	3.2	140	5.6	1984
Malathion	121755	—	0.1	—	0.1	1986
Mercury(P)	7439976 22967926	1.4	0.77	1.8	0.94	1995
Methoxychlor	72435	—	0.03	—	0.03	1986
MethylTertiary-ButylEster(MTBE)						
Mirex	2385855	—	0.001	—	0.001	1986
Nickel (P)	7440020	470	52	74	8.2	1995
Nonylphenol	84852153	28 ug/L	6.6 ug/L	7 ug/L	1.7 ug/L	2005
Nutrients	—	—	—	—	—	—
OilandGrease	—	—	—	—	—	1986
Oxygen,DissolvedFreshwater	7782447	—	—	—	—	1986
Oxygen,DissolvedSaltwater						
Parathion	56382	0.065	0.013	—	—	1995
Pentachlorophenol (P)	87865	19	15	13	7.9	1995
pH	—	—	6.5 - 9	—	6.5 - 8.5	1986
PhosphorusElemental	7723140	—	—	—	—	1986
Polychlorinated Biphenyls (PCBs) (P)	—	—	0.014	—	0.03	—
Selenium (P)	7782492	—	---	290	71	2016담수 1999해수
Silver (P)	7440224	3.2	—	1.9	—	1980
SolidsSuspendedandTurbidity	—	—	—	—	—	1986
Sulfide-HydrogenSulfide	7783064	—	2	—	2	1986
TaintingSubstances	—	—	—	—	—	1986
Temperature	—	—	—	—	—	1986
Toxaphene (P)	8001352	0.73	0.0002	0.21	0.0002	1986
Tributyltin(TBT)	—	0.46	0.072	0.42	0.0074	2004
Zinc (P)	7440666	120	120	90	81	1995
4,4'-DDT (P)	50293	1.1	0.001	0.13	0.001	1980

자료: 미국 환경보호청 홈페이지(검색일: 2019. 10. 15.) 자료 재정리

미국의 수질관리 규제는 크게 오염원을 점오염원(point source)과 비점오염원(Non-point Sources)으로 구분하여 규제한다. 점오염원에 관한 규제는 국가오염물질배출제거시스템이라는 제도로써 1972년부터 시작되었다. 점오염원은 오염물질의 발생과 배출이 구분 가능하고 구체적인 오염배출원을 의미한다. 대부분의 사업장과 시설물이 점오염원에 포함되며 오염물질을 공공수역으로 배출하기 위해서는 국가오염물질배출제거시스템에 따른 허가를 받아야 한다. 사업장에서 다양한 시설물에서 발생하는 폐수를 한꺼번에 모아서 배출할 경우에는 파이프 혹은 배관이 점오염원에 해당되므로 이에 대한 배출 허가를 받아야 한다. 국가오염물질배출제거시스템에 따른 배출 허가에는 일반적으로 배출 가능한 오염물질의 종류와 함께, 배출 물질의 양과 농도가 결정된다. 한편 환경청이나 주정부의 허가권자는 허가를 결정할 때 부가적인 조건을 설정할 수 있다. 부가적인 조건을 결정할 때에는 보통 해당 배출 시설과 동일한 유형의 시설에 적용되는 배출기준과 장비를 평가하여 정하게 된다.

한편 미국은 점오염원만을 통제하는 수질 관리정책은 수질개선에 한계가 있음을 인식하여 1992년부터 총량관리제도를 본격적으로 시행하고 있다. 총량관리제도는 현재 개발된 수질관리정책 중에서 가장 강력한 제도로써 관리대상에 비점오염원을 포함한다. 주정부는 수질기준을 충족시키지 못하는 수역에 대하여 총일일최대부하를 산정해야 한다. 기준을 초과하는 오염된 수역을 확인하고 기준 달성이 가능한 최대 일일 오염부하량을 산정하여 각 오염원에 할당한다. 할당된 오염부하량을 이행하기 위한 계획(법적, 재정적 측면 포함)을 수립하고 목표달성 여부를 지속적으로 평가하게 된다.

오염총량관리제도는 Section 303(d)에 규정되어 있으며 1985년에

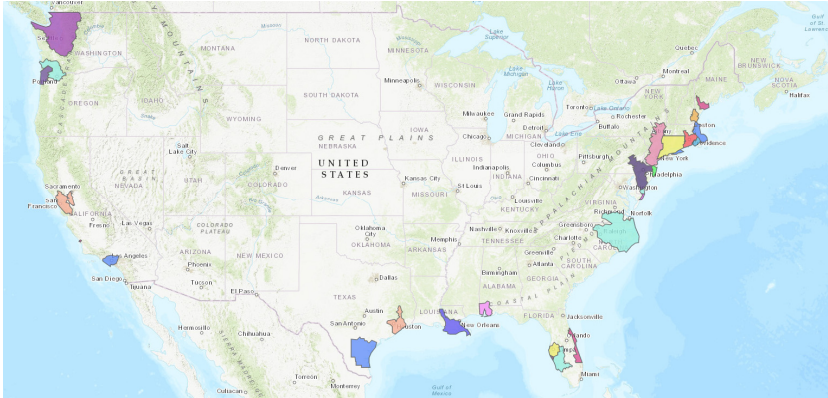
시행규정이 최초로 제정되었다. 1992년에는 2년마다 주정부가 총량 관리의 대상이 되는 수계 목록을 환경보호청에 보고하도록 한 시행 규정을 개정하였다. 그러나 비점오염원과 관리의 기술적 어려움으로 인해 허용부하량 산정에 난관을 겪게 되었다. 환경보호청이나 주정부가 오염총량관리 계획을 수립·이행하도록 시민들이 요구하면서 각종 소송을 제기하였고, 환경보호청은 법원으로부터 이행 명령을 받게 되었다.

2. 수질 조사

1) 국가하구프로그램(National Estuary Program, NEP)

NEP는 「청정수질법(Clean Water Act, CWA)」 320조에 따라 1987년에 승인되어 미국환경보호청(Environment Protection Agency, EPA)이 주관하는 프로그램이다. NEP는 수질, 서식지 및 수자원을 비롯한 하구 환경 보전과 관련하여 포괄적인 관리 계획을 수립하고 시행하는 것이 목표이다. 국가적으로 중요한 28개 하구의 수질 보전과 생태계 보호를 위한 정책 개발을 목적으로 하는 모니터링을 실시하고 있다. 조사항목으로는 수질(DIN, DIP, 용존산소, 투명도, Chl-a 등), 퇴적물(독성, 오염도, TOC 등), 생물 생태(저서생물의 종조성), 독성(어·패류 내 중금속 및 잔류성 유기오염물질) 등이 있다.

〈그림 3-2〉 NEP 시행지역 위치



자료: 미국 환경보호청 NEP 지도(검색일: 2019. 12. 19.)

NEP는 지역 내에 있는 하구의 관리에 각 지역 공동체가 참여할 수 있도록 유도한다. 민(시민, 비영리단체)·관(연방·주·지방정부)·산·학을 대표하는 이해당사자들이 하구와 관련된 문제를 파악하고, 문제를 해결하기 위한 구체적인 방안을 찾으며, 하구를 보호하거나 복구하기 위한 공식적인 계획을 수립하기 위한 공동 작업을 수행한다. 종합보전관리계획(Comprehensive Conservation and Management Plan, CCMP)의 수립 및 시행 과정 전체에 걸쳐 이해당사들이 다양한 관점과 관심사를 반영하여 적극적으로 참여한다. NEP를 통해 지역 사회가 하구를 보다 잘 보호, 복원 및 유지 관리하는 것을 돕는다.

미국 인구의 절반 이상이 하구를 포함한 연안 100마일(약 161km) 이내에 살고 있으며, 점점 인구가 증가한다. 이러한 인구 이동과 기후 변화로 인해 수질 악화, 생태계 건강 저하 등 하구의 전반적인 환경 문제가 심화하고 있으며, 이는 사회경제적 영향을 미친다. 예를 들어, 수서유해종(Aquatic Nuisance Species, ANS) 유입으로 인한 토착 생태계가 피해를 입고, 그 피해는 인간의 상업 활동에 악영향을 준다.

이러한 피해를 줄이기 위해, 28개 NEP는 서로 다른 유역 관리자와 환경 문제에 대한 성공적인 해결 방식에 대한 정보를 공유한다.¹⁴⁸⁾

2) 국가수질평가(National Water-Quality Assessment, NAWQA) 프로젝트

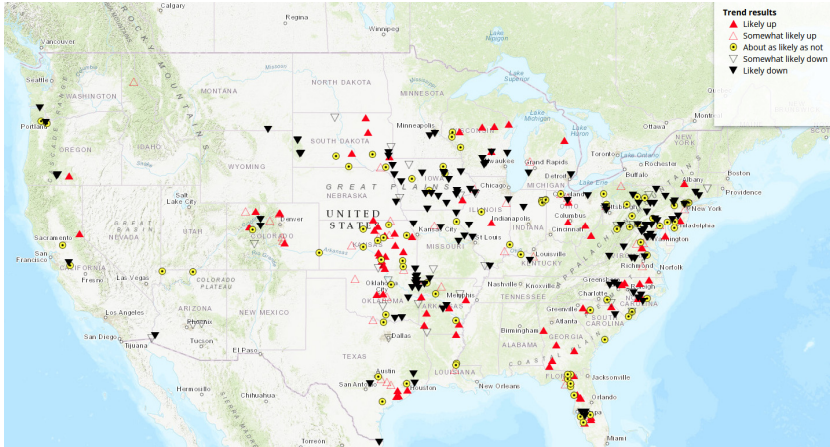
NAWQA는 전국의 지표수 및 지하수의 현황과 장기 추세를 파악하고, 수질과 수생태에 미치는 사회경제적 영향을 분석하기 위해 1991년부터 설치 운영중인 프로젝트로, 미국지질조사국(U.S. Geological Survey : USGS)이 주관하고 있다. NAWQA는 지하수 및 지표수에 대한 장기적이고, 일관적으로 비교 가능한 정보를 생산하는 것이 특징이다.

NAWQA는 111개의 강과 하천과 20개의 강 연안지역, 41개의 강 내륙지역 등을 모니터링 하고 있다. 조사항목으로는 수질, 대기오염, 비료, 농약, 토지 이용 변경 등이 있다. 주요물질은 DO, pH, 수온, 전기전도도, 휘발성 유기 화합물, 방사성 동위원소, 안정성 동위원소 등이 있다. 지표수 수질 연구로는 첫째, 소규모 하천에서의 물리·화학적 스트레스-개울 생태 간 관계 연구, 둘째, 전국 하천의 수화학(영양소, 살충제, 퇴적물, 탄소 및 염분 등), 수생태(물고기, 무척추 동물, 조류 등)의 추세, 셋째, 하천 및 하천 오염 물질 부하 모델링 등이 있다.¹⁴⁹⁾

148) 미국환경보호청 홈페이지(검색일: 2019. 12. 19.)

149) 미국 지질조사국 홈페이지(검색일: 2019. 12. 19.)

〈그림 3-3〉 NWQAP의 수질 변화 모니터링



자료: 미국 지질조사국 홈페이지(검색일: 2019. 12. 19.)

NAWQA는 연방과 주·지방정부가 식수, 관개, 여가, 에너지 개발 등에 사용되는 수자원을 개선하고, 보호하기 위한 과학 기반 정책 및 관리 전략을 개발하는 데 사용하는 과학적 데이터와 지식을 생산한다.

3. 미국 수질 관리 정책 연계 사례

미국은 훼손된 체사피크만의 환경을 개선하기 위해 1983년 체사피크만 프로그램(Chesapeake Bay Program)을 설립하였다. 이를 통해 지난 1970년대부터 추진해 왔던 환경 개선 사업이 단일 프로그램으로 통합될 수 있는 계기를 마련하였다. 미국은 이 프로그램을 통해 중앙 부처 간의 협력, 지역 이해관계자의 참여, 상호 협력 원칙에 따른 운영, 지역의 인적·물적 자원의 효과적인 투자 등에 많은 성과를 확보하고 있다. 특히 수질 개선을 위하여 육상기인 영양염의 유입을 저감하는 대책 마련에 있어서 중앙정부와 지방정부뿐만 아니라 지역

이 보유하고 있는 다양한 자연·인문·사회·경제적인 자원을 효과적으로 연계하는 전략을 추진하고 있다.

미국에서 가장 큰 하구인 체사피크만(Chesapeake Bay)¹⁵⁰⁾은 해초 류숲과 습지가 발달하여 미국 동부 해양 생물의 서식지와 산란지로 유명하다. 총 3,600여 종 이상의 생물이 서식하고 있고, 어류, 꽃게, 굴 등을 이용하는 수산업이 발달한 지역¹⁵¹⁾이다. 그러나, 1950년대 부터 시작된 인구 증가와 개발로 만의 환경이 악화되었다. 이후 수산 자원이 격감하고 하천과 해양의 수질이 악화되었으며, 일부 지역에 Kepone을 포함하여 다양한 독성 물질이 축적되고 수산생물체에 PCB와 수은이 농축된 것이 확인되었다.

이 문제를 해결하기 위해 미 환경청은 ‘체사피크만의 현황 및 문제점에 관한 미 상원 보고(1983)¹⁵²⁾’를 통해 수질 기준 미달을 확정하고 체사피크만의 환경 현안을 명시하였으며 이를 해결하기 위한 종합 대책 마련을 권고하였다¹⁵³⁾. 이 프로그램을 통해 지역 주민은 체사피크만의 환경 현안인 영양염, 퇴적물, 독성물질 문제가 모두 수질 관리와 연관이 큰 것을 인식하게 되었으며, 특히 영양염 문제가 체사피크만의 수질 회복을 위해 가장 중요한 부문으로 확인하였다. 1985년에는 인산이 포함된 세제의 이용을 금지하기도 하였다. 1987년에는 ‘2000년까지 질소와 인 유입량의 40%를 저감’하는 것을 목표로 ‘제2차 체사피크만 협약(Chesapeake Bay Agreement 1987)’을 체결하였다.¹⁵⁴⁾ 이때 영양염 저감 목표 달성을 위해 오염총량관리(TMDL)

150) 체사피크만 유역은 뉴욕, 메릴랜드, 버지니아, 펜실베이니아, 델라웨어, 웨스트버지니아주와 워싱턴특별시를 포함

151) 미국 꽃게 총 생산량의 30% 정도, 25,000,000파운드의 굴 수확 등 지역주민 수익의 50% 이상을 수산 산업이 차지

152) 5대 환경현안: 영양염 축적, 퇴적물 유입증가, 독성물질, 서식처 감소, 수산자원 남획

153) 청정수질법 303(d)의 ‘국가관리 대상 수자원(Impaired Water)’ 목록에 등재

제도를 적용하기로 미 환경청과 합의하였다.

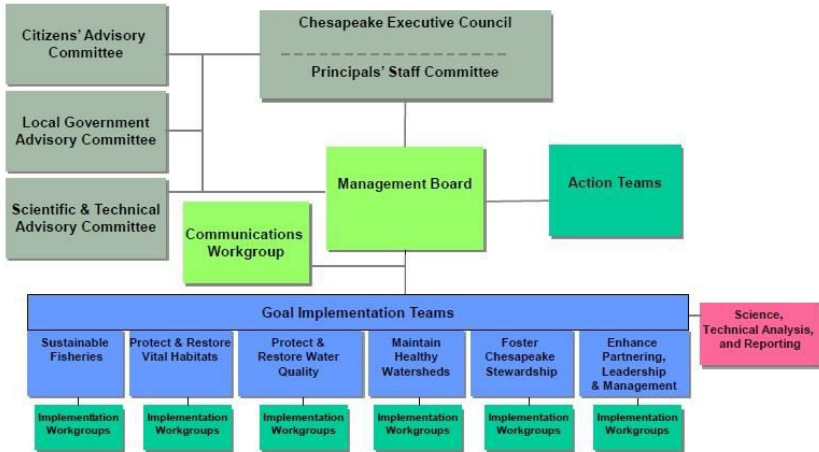
체사피크만 프로그램은 하구를 대상으로 연방정부, 주정부, 지방정부, 지역단체 및 이해관계자가 합의의 원칙하에 운영한 최초의 프로그램이다. 이 프로그램의 시사점은 이해관계자의 참여를 활성화를 위한 적극적 노력, 현장조사 및 모니터링 자료의 공개·관리 강화, 전문가 활용을 극대화하는 워킹그룹의 운영, 법률 및 제도의 연계 강화 등을 들 수 있다.¹⁵⁵⁾ 먼저 이 프로그램은 정부 기관과 시민 등 이해관계자를 의견을 심의하고 승인하기 위해 ‘이사회(Chesapeake Executive Council)’를 구성하였다. 또한 체사피크만 이사회의 결정 사항, 주정부 간의 합의 사항, 연방정부기관의 협의 사항을 기존 법제도와 원활하게 연계하기 위해 ‘체사피크만 집행위원회(Chesapeake Bay Commission, CBC)’를 설치하였다. 집행위원회¹⁵⁶⁾ 의장은 버지니아, 메릴랜드, 펜실베이니아, 버지니아 순으로 매년 선출하며 프로그램의 최종 의사결정기구인 체사피크 이사회 위원으로 활동한다.

154) 2000년에는 대기 및 지하 수계를 경유하여 유입하는 영양염의 현황과 영향에 대한 자료 부족 등을 이유로 영양염 40% 저감목표 달성연도를 2005년으로 유예(‘제3차 체사피크만 협약(Chesapeake Bay Agreement 2000)’)

155) 체사피크 이사회(Chesapeake Executive Council), 4개의 위원회(Committee), 3개의 자문위원회(Advisory Committee), 8개의 소위원회(Subcommittee), 31개의 워킹그룹(Working Group)을 구성함.

156) 현재 총 21인의 위원으로 구성되는데, 각 주별로 주 의회 대표 5인, 주정부 행정기관대표 1인, 시민 1인으로 구성하며, 위원회 구성원의 선정, 임기 등에 관한 사항은 개별 주법에 명시하고 있음.
예: 버지니아 주법 § 62.1부터 69.5항까지

〈그림 3-4〉 체사피크만 프로그램 의사결정 조직



자료: 미국 체사피크만 홈페이지(검색일: 2019. 11. 2.) 자료 재정리

프로그램에 참여하는 연방정부기관 간의 협력을 증진하기 위해 먼저 6개 연방정부 기관(환경청(EPA), 미공병단(USAES), 어류·야생동물 보호국(FWS), 지질조사국(USGS), 해양대기청(NOAA))을 중심으로 ‘제 1차 연방정부기구 간 협력증진을 위한 협약(1984)’을 체결하였고, 이후 약 25개 연방기관이 참여하여 2차 협약(‘Agreement of Federal Agencies on Ecosystem Management in the Chesapeake Bay’, 1994)을 체결하였다. 지방자치단체의 참여를 활성화하기 위해서 ‘지방정부 파트너십 계획(local Government Partnership Initiative, 1994)’을 수립하였고, 1996년에 마련한 ‘지방정부참여행동계획(Local Government Participation Action Plan, 1996)’에는 현재 약 1,650개의 지방자치단체를 참여시키고 있다. 한편 다양한 수질 조사 자료의 정도관리와 활용성 향상을 위해 메릴랜드 주정부가 주관하는 정도관리 프로그램(Split Sample and Blind Audit Programs)¹⁵⁷⁾을 운영하기도 하였다.

157) 미국 체사피크만 프로그램 홈페이지(검색일: 2019. 11. 2.)

제3절 일본의 수질관리 연계정책 사례

1. 수질 관리 체계

수질관리를 포함하여 일본의 환경 관련 기본 법률은 「환경기본법」¹⁵⁸⁾이다. 총 3장 46개조로 구성된 「환경기본법」을 통해 환경의 보전 및 관리를 위한 국가 이념¹⁵⁹⁾을 설정하고 중앙정부, 지방자치단체, 사업자, 국민의 의무를 정하고 있다. 이 법의 설립 배경은 일본 고도 성장기의 부작용 중의 하나인 이타이이타이병 등의 공해 사고가 자주 발생함에 따라 일본 전역에서 반공해 운동이 발생하였다. 이로 인한 각종 환경소송의 경우 기업이 패소하는 사례가 급증하였고, 기업 활동이 위축되었다. 이에 일본 정부는 산업 공해를 저감하고 기업의 경제활동을 장려하기 위해 이 법을 만들었다. 이 법은 환경 이념을 달성하기 위한 주요 정책으로 환경기본계획의 수립(15조), 환경기준(16조), 공해방지계획(17조), 환경영향평가(20조) 및 심의회의 설치 및 운영 등을 제시하고 있다. 「환경기본법」과 함께 「수질오탁방지법」, 「수도법」, 「특별조치법」, 「하수도법」, 「하천법」 등이 일본의 수질관리와 연관된 주요 법률이다.

「수질오탁방지법」은 1970년 사업장에서 공공 수역으로의 폐수 배출과 지하수 오염을 방지하고, 오염피해가 발생하면 사업자의 손해 배상책임을 규정함으로써 피해자를 보호하기 위해 제정되었다. 이 법은 총 35개 조문과 부칙으로 이루어져 있다. 배출수의 배출 규제(제3조~제14조의4), 생활배수대책의 추진(제14조의5~제14조의11)

158) 구 「공해대책기본법(1967)」

159) 현재와 미래 세대는 환경의 혜택을 향유하고 이를 미래 세대에 건강하게 계승한다(2조)

오탁상황의 감시등(제15조~제18조), 손해배상(제19조~제20조의5) 등이 법률의 주요 내용이다. 이 중에서 수질관리와 가장 연관이 큰 내용은 배출수에 대한 규제이다. 배출수 규제는 크게 공공 수역을 대상으로 하는 일반적인 배출수 기준에 의한 규제와 특정수역의 수질을 보전하기 위한 총량규제로 구분되는데, 공공 수역의 이용 용도에 따른 배수 기준의 설정과 기준 준수를 위한 조치로 구분된다.

「하천법」은 1896년에 홍수관리를 위해 제정되었다. 이 법은 홍수관리를 위해 필요한 사항을 규정하는 하천기본방침의 제정을 강조한다. 하천기본방침은 하천별로 기본홍수량을 설정하고, 댐과 하도에 이를 할당하는 내용을 골자로 한다. 또한 하천관리계획의 수립·시행과 홍수 발생 시를 대비하는 비상 계획의 수립이 주요 내용이다. 한편 이 법은 일본 경제의 성장과 함께 다양해지는 용수 수요에 대응하기 위해 1964년에 개정되었다. 개정된 「하천법」은 수자원의 확보를 위해 수계 관리 일원화와 수질관리를 강화하는 것을 주요 개정 내용으로 하고 있다¹⁶⁰⁾. 최근에는 하천 수질에 대한 관심이 고조되면서 1997년 재개정¹⁶¹⁾을 통해 수질 환경 관리를 법의 목적에 명문화하고 지역 이해관계자에 대한 의견 수렴을 명문화하였다.

일본의 수질관리 정책을 담당하는 기관은 크게 환경부, 국토교통부, 농림수산부, 경제산업부, 후생노동부 등이 있다. 환경부는 수질, 생태계, 폐기물, 정화조 관련 업무를, 국토교통부는 수자원, 하천, 하수도 분야를, 후생노동부는 상수도 분야를, 농림수산부는 배수, 산림, 수산 분야를, 경제산업부는 공업용수, 수력발전 분야를 각각 담당하고 있다. 그러나 수자원 개발 및 보전, 유역 수질 관리, 점·비점

160) 「하천법」 제1조: 유수의 정상적인 기능이 유지되도록 이것을 종합적으로 관리한다.

161) 제1조: 하천환경의 정비와 보전

오염원 관리, 배출수 관리 등의 수질 관리와 관련된 정책과 계획이 부처별로 각자 개별적으로 추진되거나 중복되는 경향이 강하다. 이는 부처 간의 수평적인 연계와 업무협력이 취약하고 수직적인 상하 관계가 강하다는 일본 행정의 특징이 반영된 현상이다, 지방정비국, 지방산업 경제국 등 우리나라의 지방청에 해당하는 기관은 중앙 부서와의 업무 연계에만 집중한다. 도도부현(都道府県), 정령시(政令市) 등 자치단체의 관리 부서 역시 중앙부처의 국가 대책 및 계획과의 연계에만 관심을 가지는 경향이 강하다.

이러한 한계를 극복하기 위해 지속가능한 수자원 관리를 강조하며 각 부처가 협력하는 노력이 시작되었다. 특히 유역 중심의 종합 관리 정책을 요구하는 의견에 따라 부처별 실무 부서¹⁶²⁾들이 공동으로 ‘건강한 물 순환계 구축에 관한 관계부처 연락회의¹⁶³⁾’를 설치하였다. 5년 동안 실태조사, 시범사업¹⁶⁴⁾ 추진 및 다양한 회의를 거치면서 ‘건강한 물 순환계 구축¹⁶⁵⁾을 위한 계획을 위하여’라는 협력 정책을 발표하기도 하였다.

162) 수도과(후생노동부 건강국), 토지개발기획과(농림수산부 농촌진흥국), 치산과(농림수산부 임야청), 산업시설과(경제산업부 경제산업정책국), 전략기반정비과(경제산업부 자원에너지청), 유역관리과(국토교통부 도시·지역정비국), 하천계획과(국토교통부 하천국), 수환경관리과(환경부 환경관리국)

163) 1998년 8월 시작

164) 오사카부의 네야천 유역과 도쿄부의 칸다강 유역

165) 건강한 물 순환계는 ‘유역을 중심으로 하는 일련의 물 흐름의 과정에서 인간사회의 행위와 환경보전에 미치는 물의 기능이 적절한 균형에서 확인되는 상태’라고 정의함.

〈표 3-4〉 일본 물관리에 관한 주요 조직과 업무

부처	부국	소관 주요 법률	소관업무
환경부	종합환경정책국	환경기본법	공해방지계획
	수·대기환경국	수질오탁방지법 수도수원수역의수질보전에 관한 특별조치법 호소수질보전특별조치법 다이옥신대책특별조치법 토양오염대책법, 공업용수법	하천, 호소 해역의 수질기준 다이옥신류의 환경기준 배수규제, 총량규제 수질보전계획, 도수원수질보전 폐쇄성수역수질보전계획 호소수질보전계획
	폐기물·리사이클 대책부	폐기물 처리 및 청소에 관한 법률 정화조법 등	폐기물 처리기준 시설기준 정화조 구조·관리 등
	지구환경국	해양오염 등 및 해생재해 방지에 관한 법률	해양의 수질오탁 방지 등
국토 교통부	토지·수자원국 수자원부	수자원개발촉진법 수원지대책특별조치법 등	수자원계획, 수자원유효이용시책, 수원지대책 등
	하천국	하천법 특정도시하천침수피해대책법 특정다목적댐법 해안법 / 수방법 수도원수보전사업실시촉진에관한법률	하천·댐사업 수이권 치수·이수·하천환경 해안사업 / 방재 수도원수보전사업 등
	도시지역정비국 하수도부	하수도법 등	하수도사업 유역별하수도정비종합계획 하수처리수재이용사업 등
	사방부	사방법 등	사방사업 등
	항만국	항만법 등	항만사업 등
	종합정책국	해양오염 등 해상재해방지에 관한 법률	해양의 수질오탁방지 등
	주택국	건축기준법 정화조법 등	급배수건축설비 정화조 구조 등
	농림 수산부	토지개량법 등	토지개량사업, 농지관리 등 농촌집락배수사업 등
농림 수산부	농촌진흥국	토지개량법 등	토지개량사업, 농지관리 등 농촌집락배수사업 등
	수산청		어업촌집락배수사업 등
농림 수산부	생산국	축산배설물의 관리적정화 및 이용촉진에 관한 법률	가축배수관리 등

자료: (사)일본수환경학회(2009) 「일본의수환경행정」 p. 39. 발췌 재정리

일본의 수질에 관한 기준은 「환경기본법」 제16조¹⁶⁶⁾에 기초한다. 이 기준은 정부가 정한 환경보전 정책 및 행정의 목표¹⁶⁷⁾이다. 따라서 법적으로 달성해야 할 의무는 아니며 ‘유지되기를 바라는 상태’로 이해하는 것이 타당하다. 예를 들면 환경기준보다 오염된 지역에 대해서는 적극적인 환경개선 대책이 필요하다는 근거로 활용되며, 오염되지 않은 지역은 현 상태보다 악화되지 않는 노력이 필요하다는 의미로 해석할 수 있다. 이와는 달리 「수질오탁방지법」의 배출수 기준은 법적 구속력을 지닌다. 기준이 달성되지 않을 경우는 배출수 규제 등 시책이 충분하지 않다는 것을 의미하며, 오염원인에 대한 해결 및 손해 배상을 위한 적절한 조치가 시행될 수 있다.

일본의 환경기준은 우리나라 「환경정책기본법」의 환경기준과 유사한 구조이다. 하천, 호소, 해역 등 용수 이용에 따라 그리고 사람의 건강보호와 생활환경 기준으로 구분하여 제시된다. 사람의 건강보호에 관한 기준은 사람의 건강에 부정적 영향을 미칠 수 있는 물질에 관한 기준으로 모든 공공 수역에 일률적으로 적용하고 있다. 즉, 수역의 이용 상태, 오염원의 특성, 유량 등 다양한 공공수역의 조건에 상관없이 항상 유지되어야 하는 목표이다.¹⁶⁸⁾ 예를 들면 수은, 납, 비소 등은 인간의 활동으로부터 혹은 지구화학적인 활동으로 자연환경 내에서도 검출될 수 있다. 그러나 이러한 물질은 수 환경 내에 존재 하다면 인간의 건강에 부정적 영향을 미칠 수 있으므로 수역 내의 존재 원인과는 상관없이 관리해야 한다는 것을 의미한다. 한편 해역에서

166) 사람의 건강보호기준과 생활환경보전기준으로 크게 구분하여 설정되어 있음.

167) 법적으로 달성해야 할 의무는 아니며 ‘유지되기를 바라는 상태’로 해석함.

168) 예를 들면, 인간의 건강보호 기준에 속하는 항목은 상수처리 과정에서 제거 혹은 분해되지 않고 인간에게 흡입될 수 있는 위험성이 있음. 그리고 어패류 등의 섭취를 통해 인간에게 영향을 미칠 수 있음. 따라서 일본의 건강보호 기준은 하천, 호소, 지하수, 해역 등 모든 공공수역에서 물 순환 과정을 통해 기준 미만으로 수질이 달성, 유지되어야 하는 기준으로 판단하고 있음.

의 불소나 붕소는 자연적으로 존재하는 물질로 환경기준 값을 초과할 수 있으므로 해역의 건강 항목 기준의 적용에서 제외하였다.

〈표 3-5〉 일본 공공수역의 환경기준(사람의 건강보호)

기준		모니터링 물질 및 지침 값	
항목	기준값	범주	지침 값
카드뮴	≤0.01mg/L	클로로포름	≤0.06mg/L
전시안	미검출	트랜스1,2-디클로로에틸렌	≤0.04mg/L
납	≤0.01mg/L	1,2-디클로로프로판	≤0.06mg/L
육가크로뮴	≤0.05mg/L	p-디클로로벤젠	≤0.2mg/L
비소	≤0.01mg/L	이속사티온	≤0.008mg/L
총수은	≤0.0005mg/L	다이아지논	≤0.005mg/L
알킬수은	미검출	페니트로티온	≤0.003mg/L
폴리염화비페닐	미검출	아이소프로싸이올레인	≤0.04mg/L
디클로로메탄	≤0.02mg/L	옥신코퍼	≤0.04mg/L
사염화탄소	≤0.002mg/L	클로로탈로닐	≤0.05mg/L
1,2-디클로로에탄	≤0.004mg/L	프로피자미드	≤0.008mg/L
1,1-디클로로에틸렌	≤0.02mg/L	EPN	≤0.006mg/L
시스 1,2-디클로로에틸렌	≤0.04mg/L	디클로로보스	≤0.008mg/L
1,1,1-트리클로로에탄	≤1mg/L	페노부카브	≤0.03mg/L
1,1,2-트리클로로에탄	≤0.006mg/L	이프로벤포스	≤0.008mg/L
트리클로로에틸렌	≤0.03mg/L	클로르나이트로펜	-
테트라클로로에틸렌	≤0.01mg/L	톨루엔	≤0.6mg/L
1,3-디클로로프로필렌	≤0.002mg/L	크살렌	≤0.4mg/L
티람	≤0.006mg/L	비스 프탈레이트	≤0.06mg/L
사마진	≤0.003mg/L	니켈	-
싸이오벤카브	≤0.02mg/L	몰리브덴	≤0.07mg/L
벤젠	≤0.01mg/L	안티몬	≤0.02mg/L
셀레늄	≤0.01mg/L	염화비닐단량체	≤0.002mg/L
질산염 질소 및 아질산염 질소	≤10mg/L	에클로로히드린	≤0.0004mg/L
불소	≤0.8mg/L	1,4-디옥산	≤0.05mg/L
붕소	≤1mg/L	총망간	≤0.2mg/L
		우라늄	≤0.002mg/L

비고 : 1. 기준치는 연평균 값으로 한다. 그러나 총시안 값은 최고 값으로 한다.

2. “미검출”은 지정된 측정방법에 대한 검출한계 이하의 값을 말한다.

3. 붕소와 불소의 기준 값은 해역 수질에 적용하지 않는다.

자료: 일본환경부 홈페이지(검색일: 2019. 8. 2.)

일본의 생활환경 기준은 건강보호 기준과는 달리 공공수역의 이용 목적을 먼저 규정하고 수역의 이용 용도에 따라 차등적으로 설정한다. 즉 수역의 이용 목적이 상이할 수 있으므로 수질 관리는 이용 수역에 대한 정책 목표에 따라 탄력적으로 적용되어야 한다는 것을 의미한다. 이때 생활환경은 ‘인간의 생활과 밀접한 관계가 있는 재산과 동식물 및 그 생육환경을 포함’하는 것으로 규정하고 있으며 상수, 공업용수, 농업용수, 수산업 용수 등을 포함한다.¹⁶⁹⁾ 1971년 국가가 공공수역의 이용 용도를 최초로 설정하였으나 이후에는 도도부현의 지사에게 지정권한이 위임되었다. 그러나 특정수역에 해당하는 기타 카미강의 37개 하천과, 도쿄만 등 10개 해역은 수역의 중요성, 관할권 및 지방자치단체 간의 협의 등의 이유로 여전히 국가가 지정하고 있다. 예를 들어 하천에 대한 환경기준은 수소이온농도, 생화학적산소요구량 등 5개 항목에 관하여 6개의 수역 용도 유형(AA~E)으로 구분하여 제시한다. AA 용도에 해당하는 자연환경보전은 관광 등 깨끗한 환경의 보전을 의미하며, E 등급의 자연보전은 생물의 일상생활에 부정적 영향을 미치지 않는 상태를 의미한다. 상수 1급은 여과 및 간단한 처리를 거쳐 이용할 수 있는 물로서 깨끗한 하천수를 의미하며, 상수 2급과 3급은 상수로 이용하기 위해 침전 여과 혹은 고도처리를 거쳐야 하는 것을 나타낸다. A 유형의 수산1급은 연어 등 빈영양화 상태의 용수를 의미하며, 수산 3급은 잉어, 붕어 등이 서식할 수 있는 용수를 나타낸다. 공업1급은 침전가 일반적 처리를 거친 용수이고, 공업3급은 특수처리를 거친 용수를 의미한다.

169) 상수 1, 2, 3급, 수산 1, 2, 3급, 공업용수 1, 2, 3급, 농업용수, 환경보전 등으로 구분되어 있음.
1971년 당시 환경기준 설정 시 수도원수는 후생성의 생활환경 심의회, 농업용수는 농림성 공해연구회, 공업용수는 일본공업용수협의회, 수산용수는 일본수산자원보전회 등의 자문을 통해 설정됨.

〈표 3-6〉 일본의 생활환경보호를 위한 환경기준: 하천

구분	물 사용 용도	기준값				
		수소이온 농도 (pH)	생화학적 산소 요구량 (BOD)	부유물질 (SS)	용존산소 (DO)	총 대장균
AA	상수 1급: 자연환경보 전 및 A-E 용도의 상수	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	$\leq 1\text{mg/L}$	$\leq 25\text{mg/L}$	$\geq 7.5\text{mg/L}$	$\leq 50\text{MPN}/100\text{mL}$
A	상수 2급: 수산1급, 수 영 및 B-E 용도의 상수	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	$\leq 2\text{mg/L}$	$\leq 25\text{mg/L}$	$\geq 7.5\text{mg/L}$	$\leq 1,000\text{MPN}/100\text{mL}$
B	상수 3급: 수산2급 및 C-E 용도의 상수	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	$\leq 3\text{mg/L}$	$\leq 25\text{mg/L}$	$\geq 5\text{mg/L}$	$\leq 5,000\text{MPN}/100\text{mL}$
C	수산 3급, 공업 1급 및 D-E 용도의 상수	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	$\leq 5\text{mg/L}$	$\leq 50\text{mg/L}$	$\geq 5\text{mg/L}$	-
D	공업 2급, 농업용수, F 용도의 상수	$6.0 \leq \text{pH} \leq 8.5$	$\leq 8\text{mg/L}$	$\leq 100\text{mg/L}$	$\geq 2\text{mg/L}$	-
E	공업 3급 및 자연보전 상수	$6.0 \leq \text{pH} \leq 8.5$	$\leq 10\text{mg/L}$	쓰레기와 같은 부유물이 관찰되지 않음	$\geq 2\text{mg/L}$	-

비고: 1. 기준 값은 일평균으로 한다. 해역과 호수의 기준 값도 동일하게 적용한다.

2. 농업용수의 PH 기준 값은 6.0~7.5, 용존산소는 5mg/L 이상으로 각각 적용한다. 호소의 기준 값도 동일하게 적용한다.

자료: 일본환경부 홈페이지(검색일: 2019. 8. 2.)

환경기본법 제16조에 따른 환경기준이 정책의 목표를 의미한다면, 정책 목표를 달성하기 위하여 여러 법률에서 수질관련 기준을 제시하고 있다. 즉 사업장 혹은 업소에서 경제활동에 따라 공공수역으로 오염물질을 배출할 경우에는 관련 법률에서 제시하는 기준을 준수해야 한다. 예를 들면, 일반 사업소와 특정 사업소가 사용하는 용수를 취수하는 공공 수역은 환경기본법 상의 환경기준(1)을 준수하는 상태이어야 한다(이하 〈표 3-7〉 참조). 또한 취수된 용수를 가공하는 정수장에서 사업소와 특정사업장으로 용수를 재공급하기 위해서는 수질 기준(3)을 만족해야 한다. 사업소와 특정사업장은 하천이나 해역 등

의 공공수역으로 이용수를 배출하기 위해서는 배수기준(2)을 만족해야 한다. 한편 특정 사업장으로 지정된 시설은 하천이나 해역으로 이용수를 배출할 수 없다. 특정사업장은 반드시 처리시설의 구조기술상의 기준(4)을 준수하는 하수처리시설로 이송 처리해야 한다. 이용수의 이송 역시 재해시설 설치 등에 관한 조례기준(6)과 특정사업장의 하수배제 제한에 관한 기준(7)을 준수한 상태로 이송해야 한다. 이송된 이용수를 하수처리장이 공공수역으로 배출할 경우에는 배출수 기준(2), 방류수질 기술 상의 기준(5), 고도처리시설의 질소와 인에 관한 수질기준(8)을 준수해야 한다.

〈표 3-7〉 일본 수질관리 관련 기준과 근거법

구분	관련 근거	연도
1. 환경기준	환경기본법 제16조	1993
2. 배출수 기준	수질오탁방지법 제3조	1970
3. 수질기준	수도법 제4조	1957
4. 처리시설의 구조기술 상의 기준	하수도법 제6조	1984
5. 방류수질 기술 상의 기준	하수도법 제8조	1958
6. 재해시설 설치 등에 관한 조례기준	하수도법 제12조	-
7. 특정사업장의 하수배제 제한에 관한 기준	하수도법 제12조의2	-
8. 고도처리시설의 질소와 인에 관한 수질기준	하수도법 제2조의2	-

자료: (사)일본수환경학회(2009) 「일본의수환경행정」 pp. 29-31 발췌 재정리

2. 수질 조사 현황

일본은 하천, 호소, 해역 등의 공공수역의 수질 현황과 관련 정책의 개발 및 평가를 위해 「수질오탁방지법」, 「하천법」, 「수도법」 등에 따라 하천, 호소, 해역에 대하여 다양한 수질 조사를 실시하고 있다. 「수질오탁방지법」의 경우 도도부현(都道府県) 지사의 수질오염 상시

감시에 대한 의무를 부여하고 있으며(제15조), 지사는 관련 국가 기관과 협력하여 관측지점, 측정방법이 포함된 측정계획을 수립·실시하고, 그 결과를 공표해야 한다(제16조).

한편 국토교통부 하천국은 「하천법」에 따라 하천환경 정비와 보존을 위하여 관할구역을 대상으로 하천·호소·지하수의 수질조사 및 하천 퇴적물조사를 실시하고 있다. 항만국은 세토내해 전역을 대상으로 수질 모니터링을 실시하고 있으며, 후생노동부는 「수도법」에 근거하여 수도사업자가 하천수와 지하수에 대해 수질검사를 실시하여 보고 한다.

「수질오탁방지법」에 따른 수질 조사의 경우 2006년에 인간건강 항목에 대해서 중앙정부와 지방자치단체는 2006년 한 해동안 총 5,487개 정점(하천: 3,940지점, 호소: 398지점, 해역: 1,149지점)에서 237,873개 시료를 채취하였고, 생활환경 항목은 총 7,155 정점(하천: 4,582지점, 호소: 443지점, 해역: 2,130지점)에서 409,182개 시료를 측정하였다((사)일본수환경학회, 2009).

또한 「수질오탁방지법」에 따라 광역자치단체장인 도도부현(都道府県) 지사와 정령시장장은 공장과 사업장의 배출수 기준 준수 여부를 감시하기 위하여 인간의 건강 항목 중 23개 항목과 생활환경 항목 15개 항목 등 총 38개 항목을 대상으로 현장 조사를 실시하고 있다. 오염총량관리가 추진되는 COD, 질소, 인 항목에 대해서는 수질과 함께 별도로 오염부하량을 산정하고 그 결과를 보고해야 한다.

일본의 수질 조사는 다양한 목적과 기관이 참여하기 때문에 시료 채취부터 전처리·측정·보고에 이르는 전체 과정에서 정도관리를 실시하고 있다. 일본의 수질 조사에 관한 정도 관리는 환경부에서 수립한 ‘중요조사 항목 등 조사 매뉴얼(수질, 퇴적물, 수서생물)’을 따른

다. 이 지침에는 표준작업절차, 분석법, 기구와 장치의 성능 평가 및 유지관리, 분석의 신뢰성 진단 부분을 포함한다. 한편 수질 조사의 정도 관리를 위해 환경부가 주관하는 종합정도관리를 실시하기도 하며, 외부기관이 참여하는 진단 및 감사 제도를 실시하고 있기도 하다.¹⁷⁰⁾

3. 세토내해 등의 총량관리

일본은 「환경기본법」, 「수질오탁방지법」, 「하천법」 등에 의해 수질 관리를 추진하고 있으나, 광역적 공공수역의 환경 개선이 미흡하여 1973년부터 세토내해를 대상으로 전년도 화학적산소요구량 유입의 50%를 삭감하는 방안을 도입하였다. 이에 따라 세토내해 인근의 도도부현은 산업폐수의 배출량 위주로 유입량의 50% 이상 삭감하는 방안을 모색하고 배출수 기준을 재설정하였다. 그러나 관리대상 사업장을 산업폐수만을 대상으로 한정하였고, 해역의 환경용량과 생물학적 과정에 대한 정보가 부족하여 삭감 계획은 이를 근거로 1978년 수질오탁방지법 및 세토내해환경보전특별조치법(1972년 제정)의 관련 조항을 개정하여 본격적으로 총량관리를 추진하였다.

2005년부터 2010년까지 추진된 제7차까지 총량관리를 통해 세토내해의 오염물질 유입량은 기준년도(1972년) 대비 생활계는 50% 미만, 산업계와 기타계는 33% 정도 감소하였다. 이는 세토내해의 환경용량을 고려한 50% 이상 삭감이라는 목표를 달성하지 못한 것이다. 이에 일본정부는 원인 분석 및 향후 추진방향의 재정립을 위한 다양

170) 환경부가 주관한 2007년 종합정도관리에는 공공기관이 86개[도도부현(都道府県) 47개 기관, 시(市) 39개 기관, 민간 369개 기관 등 총 455개 기관이 참여

한 활동¹⁷¹⁾을 추진하였다. 결과적으로 크게 물환경 관리 관련 목표 및 규제의 재설정, 물환경 개선 대책의 효과 예측에 관한 기술 및 방법의 재검토, 목표 달성을 위한 단계별 계획의 설정 등의 필요성을 인식하고 중앙관계행정기관 및 지방자치단체의 협력할 것을 강조하였다.

예를 들어 물환경 관리 관련 목표 및 규제의 재설정은 현행 국토교통부, 환경부, 농림부 등 관련 부처의 주요 규제와 정책을 재검토하고 세토내해의 건강한 물환경 순환의 측면에서 관련 규제를 재개정한다는 의미이다. 예를 들면 1979년 어떤 사업소에 할당된 배출 부하량이 1989년 동일한 다른 사업장에 할당된 배출 부하량보다 크다 할지라도 1979년 사업소의 배출부하는 조정하지 않았다. 다시 말하면 1989년 사업소는 1979년 사업소보다 최신 기술의 적용으로 설치 운영되었기 때문에 동일 업종이라 할지라도 오염부하의 삭감이 용이하다. 그러므로 신규 사업소는 더 많은 오염부하를 삭감해야 한다는 의미이다. 그러나 1972년부터 현재까지 운영 중인 사업소가 대부분인 상황에서 기존 사업소의 처리 시설 개선 등에 관한 조치를 실시하지 않을 경우는 신규 사업소에 대한 과도한 부담과 사업 활동의 위축을 초래할 수 있으므로 기존 사업소에 대한 시설 개선에 대한 적극적인 유인 시책을 포함하고 있다.

171) '향후 폐쇄성 해역 대책에 관한 간담회(2회: 2006, 2011)', '향후 폐쇄성 해역 대책을 검토할 때의 논점 정리(2007)', '폐쇄성 해역 중장기 비전 설정을 위한 간담회 및 워킹그룹 운영(2007~2010)'

제4절 종합 및 시사점

우리나라, 미국, 일본의 사례를 보면 하천과 해양의 수질 관리가 다양한 주체에 의해, 여러 관련법에 의거하여, 다양한 방식으로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 따라서 여러 법률간, 주체 간 연계와 협력이 매우 중요하다고 할 수 있다.

미국의 경우에는 연방정부의 여러 기관들, 주정부, 지방정부 등이 제각각 다른 역할을 가지고 협력하고 있다. 그러나 미국의 경우 하천, 호소 등 육상과 하구, 해양의 수질 관리가 모두 「청정수질법」이라는 단일한 법에 따라 주로 이루어진다는 특징이 있다. 그에 따라 법적으로 일관된 정책 추진이 가능하다는 점은 매우 큰 장점으로 작용한다.

또, 미국은 국가하구프로그램(NEP)을 통해 하천과 해양의 연계된 관리가 이루어지고 있다고 볼 수 있다. 이 프로그램은 우리나라나 일본과 달리 하천 상부 유역까지 모두 포괄함으로써 하천-해양 연계 관리의 범위를 확장시켜주는 역할을 하기도 한다.

일본의 수질 관리는 법적으로 「환경기본법」, 「수질오탁방지법」, 「하천법」으로 분산되어 있다. 「환경기본법」이 수질기준을 제시하고, 「수질오탁방지법」이 배출수 규제에 관한 내용을 규정하고 있음을 확인하였다. 일본의 법은 상대적으로 해양 수질 자체에 대해서는 많이 다루고 있지 않은 것으로 보인다.

그러나, 「수질오탁방지법」에 따른 수질조사는 눈여겨볼 필요가 있다. 일본의 경우 목적에 따라 다양한 법에 따라 각기 다른 기관이 수질조사를 실시하지만, 「수질오탁방지법」에 따른 조사의 경우 그 대

상이 하천, 호소, 해역을 모두 포함한다는 점에서 일관성을 가진다. 우리나라의 경우 하천, 호소 등 육상수계에 대한 조사와 해역에 대한 조사를 각기 다른 부처에서 다른 체계에 따라 수행하고 있는 것과 대조되는 부분이다.

이처럼 국가별로 세부적인 차이는 있지만, 각 국가는 육상 수계에 대한 규제와 관리를 통해 해양 수질을 보전하기 위한 제도와 정책을 시행하여 왔다. 그러나 이러한 노력에도 불구하고 해양의 오염을 막을 수는 없었다. 그에 따라 도입된 제도가 연안오염총량관리제였다. 강력한 수질관리 연계 제도인 연안오염총량관리제를 통해 미국, 일본, 우리나라는 연안의 해수수질을 개선하는 효과를 거둘 수 있었다.

미국과 일본의 사례를 통해 우리나라의 수질 연계 관리체계를 개선할 수 있는 몇 가지 시사점을 얻을 수 있다. 먼저, 수질관리에 있어서 지방정부의 역할 확대가 필요하다는 점을 들 수 있다. 미국과 일본은 기관별로 역할이 구분되어 있기는 하지만, 우리나라에 비해 연안오염총량관리에 있어서 주정부나 지방정부가 실질적으로 주도적인 역할을 수행하고 있다. 우리나라는 법적으로는 지자체가 시행청으로서 연안오염총량관리 기본계획 및 시행계획의 수립과 이행을 담당하도록 되어 있으나 현실적으로 권한이나 역할이 제한적이다.

다음으로 효과적인 하구 관리 제도가 하천과 해양 수질 연계 관리에 기여하는 부분을 지적할 수 있다. 우리나라는 하구환경의 관리 필요성을 인식하기 시작하고 있으나, 아직 체계적인 정책이 추진되고 있다고 보기 어렵다. 큰 하천들의 경우 하굿둑 등으로 인해 하천과 해양이 부분적으로 단절되어 있는 것이 우리 현실이다. 총량관리 제도의 경우에도 4대강 수계에 대한 수질총량관리와 연안오염총량관리가 서로 배타적인 구역을 설정하여 추진되고 있어, 동일한 하천 하구

를 통해 서로 연결·연계되는 사례가 없다.

효과적인 구역 지정과 명확한 경계 설정이 중요하다. 육상과 해양에 용도구역 등 다양한 구역 설정이 이루어지고 있으나, 하천과 해양의 연계성을 고려하여 구역이 설정되지 않는 경우가 많다. 또 육상과 해양의 경계를 명확하게 정해야 연계 관리가 용이할 것이다.

마지막으로 관계기관 및 이해관계자들 간의 협력이 중요함을 들 수 있겠다. 우리나라도 해양수산부와 환경부 사이에 정책협의회가 최근 복원되어 정기적인 협의와 협조가 이루어지고 있기는 하지만, 관계된 중앙정부기관 및 지자체들의 협조 체계가 강화될 필요가 있다. 지역 이해관계자 협의기구의 경우에도 하천과 해양에 별도로 구성·운영되고 있는데, 인접한 지역의 협의체들이 통합적으로 운영되거나 연계를 강화하면 보다 바람직할 것이다.

제 4 장

하천·해양 수질관리 정책의 연계 방안

제1절 정책 연계의 여건 및 방향

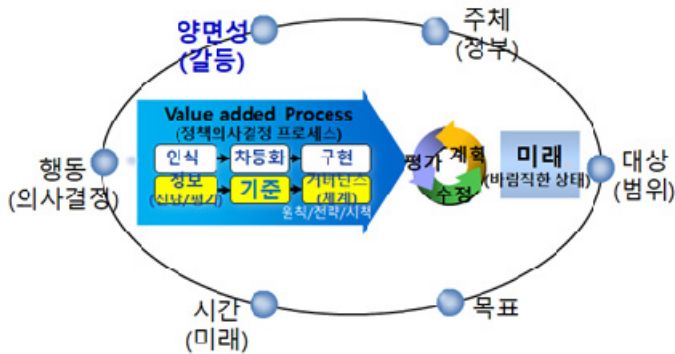
1. 국토이용 및 환경보전 정책의 추진 구조

지난 수십 년간 우리나라 국가 정책은 환경 문제를 포함하는 복지 분야의 정책보다는 경제 성장과 국토 개발을 중요시하는 방향으로 추진되었다. 특히 우리나라 영토가 가지는 용량(Carrying Capacity)이 제한적일 수 있다는 인식이 확산되기까지는 경제성장 우선의 국토개발 정책에 치중하였고, 이에 따른 부작용으로 다양한 환경오염 문제가 발생하였다. 마산만과 시화호의 오염이 대표적인 예라고 할 수 있다. 정부는 경제성장 위주의 부작용을 해결하고 성장과 보전의 조화를 위하여 국토의 공공수역인 하천, 호수, 저수지, 해양에 대한 환경 보전에 노력하고 있다.

일반적으로 정책은 개인, 단체, 기업, 정부 등이 바람직한 미래상

을 달성하기 위하여, 현재와 미래까지 해야 할 일을 결정하는 일체의 행동방침을 말한다. 즉 환경 정책은 정부가 환경의 일부 혹은 전부를 대상으로 선정하고, 대상의 바람직한 미래상을 달성하기 위해 일정 기간 동안 ‘해야 할 일과 하지 말아야 할 일을 결정하는 계획을 수립하는 것이라 할 수 있다. 따라서 하천과 해양의 수질관리에 관한 정책을 효과적으로 연계하는 방안을 모색하기 위해서는 먼저 연계의 대상과 범위를 확인해야 하며, 다음으로 연계함으로써 달성할 수 있는 바람직한 미래상을 고려해야 하고, 마지막으로 해야 할 일과 하지 말아야 할 일이 종합적으로 정리된 계획을 검토해야 한다.

〈그림 4-1〉 환경정책 수립과정과 요소



자료: 저자 작성

하천과 해양을 포함하여 우리나라의 수질 관리정책의 가장 기본적인 사항은 「환경정책기본법」에 포함되어 있다. 이 법은 “환경보전에 관한 국민의 권리·의무와 국가의 책무를 명확히 하고 환경정책의 기본 사항을 정하여 환경오염과 환경훼손을 예방하고 환경을 적정하고 지속가능하게 관리·보전함으로써 모든 국민이 건강하고 쾌적한 삶을 누릴 수 있도록 함을 목적으로 한다.”고 규정함으로써 바람직한 미래

상을 제시하고 있다. 보다 구체적으로 환경의 보전을 통해 달성하고자 하는 미래의 상태와 목표를 환경기준으로 제시하고 있다. 환경기준은 대기, 소음, 수질 및 수생태계로 구분하여 제시한다. 이 중에서 수질 및 수생태계에 관한 환경기준은 다시 하천, 호소, 지하수, 해양으로 구분한 후, 사람의 건강보호에 관한 기준과 생활환경기준으로 제시되고 있다.

한편 보전의 대상인 환경을 자연환경과 생활환경으로 구분하고, “환경보전이라 함은 환경오염¹⁷²⁾ 및 환경훼손¹⁷³⁾으로부터 환경을 보호하고 오염되거나 훼손된 환경을 개선함과 동시에 쾌적한 환경 상태를 유지·조성하기 위한 행위를 말한다”로 규정함으로써 오염방지 및 오염개선이 미래의 목표달성을 위해 해야 할 일임을 강조한다. 구체적으로 국가와 지방자치단체는 관할구역의 환경보전계획을 수립하고 시행해야 함을 규정하고 있는 것이다. 특히 국가와 지방자치단체는 “국토환경 유지를 위하여 환경계획 등을 수립할 때에는 「국토기본법」에 따른 국토계획과의 연계방안 등을 강구하여야 한다”는 조항을 명시함으로써 국토이용 정책과 환경정책과의 조화를 강조하고 있다.

국토교통부를 비롯하여 정부의 국토이용 정책은 먼저 국토의 발전을 위해 필요한 토지 이용 용도를 파악하고, 용도별 적합 구역을 지정한 후, 지정 구역에 기반시설 등을 효과적으로 배치할 수 있도록, 토지 이용과 공급에 관한 정책을 추진하는 방식이다. 이러한 내용을

172) “환경오염”이란 사업활동 및 그 밖의 사람의 활동에 의하여 발생하는 대기오염, 수질오염, 토양오염, 해양오염, 방사능오염, 소음·진동, 악취, 일조 방해, 인공조명에 의한 빛공해 등으로서 사람의 건강이나 환경에 피해를 주는 상태를 말한다.(「환경정책기본법」 제2조제4호)

173) “환경훼손”이란 야생동식물의 남획(濫獲) 및 그 서식지의 파괴, 생태계질서의 교란, 자연경관의 훼손, 표토(表土)의 유실 등으로 자연환경의 본래적 기능에 중대한 손상을 주는 상태를 말한다.(「환경정책기본법」 제2조제5호)

담고 있는 법률이 바로 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」이라 대표적이라 할 수 있다. 이 법의 제4조에 따라 중앙관계기관 및 지방자치단체의 장은 상기 내용을 담고 있는 국가계획, 광역도시계획, 도시·군계획(도시·군기본계획과 도시·군관리계획)을 국토 전체, 광역, 지역을 대상으로 각각 수립한다. 이 때, 국토의 조화로운 이용과 개발을 위해 같은 법 제6조에 따라 집중적인 개발에 대한 체계적 관리가 필요한 지역은 도시지역으로, 자연환경, 수자원, 해안, 생태계 및 문화재, 수산자원의 보호가 필요한 지역은 자연환경보전지역으로 각각 지정하는 국토의 용도구역 구분 정책¹⁷⁴⁾을 추진하고 있으며, 「토지이용규제기본법」을 통해 토지 이용 규제와 관련 정책의 불편 해소와 투명성을 보장하고 있다.

육상 수질의 관리에 관한 환경 정책은 국토 이용 정책과의 조화로운 추진 원칙에 따라 연계되어 있다. 예를 들면, 우리나라는 산업 입지를 원활하게 확보하고 산업의 합리적 배치를 통하여 국토의 균형 개발과 산업의 지속적 발전을 보장하고자 1990년에 「산업입지 및 개발에 관한 법률」을 제정하였다. 즉 이 법은 국가·일반·도시첨단산업단지와 농공단지등을 조성하여 산업 발전을 위한 토지 이용과 시설 인프라가 효과적으로 배치될 수 있도록 제정되었다. 이 때, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제 42조제1항제4호에 따라 이 지역은 용도구역 중에서 도시지역의 공업지역에 지정된다. 환경부는 지정된 산업·농공단지를 포함하여 도시지역의 공업지역에서 배출되는 폐수와 하수를 각각 처리할 수 있도록 「하수도법」에 따른 공공하수처리구역과 「물환경보전법」에 따른 공공폐수처리구역을 각각 지정한다.

174) 인구와 산업의 집약에 따른 체계적인 개발관리의 필요성, 자연환경 등의 보호의 필요성 등을 고려하여 도시지역, 관리지역, 농림지역, 자연환경보전지역으로 구분 (「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제6조)

지정된 처리구역에서 유입하는 하수와 폐수는 ‘하수도정비기본계획’과 ‘공공폐수처리시설 기본계획’을 통해 체계적으로 처리된다. 해당 기본계획은 국토 이용 계획처럼 상위 계획인 국가하수종합계획·유역하수도정비계획과 대권역·중권역 물환경 관리계획과 연계된다¹⁷⁵⁾.

이처럼 하천 등의 육상 수질 환경 정책과 국토 이용 정책이 체계적으로 연계되는 이유 중의 하나는, 과거에 하천 등의 수질관리 정책이 국토교통부의 전신인 건설부가 담당하였기 때문이라고 할 수 있다. 1990년대에 국토교통부(구 건설부)는 하천 등의 수질 환경관리 정책을 추진함에 있어 유역 중심의 접근법(Watershed Approach)을 채택하기 시작하였다(박종관, 2005). 이러한 정책 기조는 1994년 환경부가 신설된 이후에도 더욱 발전하게 되어 4대강 수계총량관리제도를 포함하여 우리나라 물환경 보전 정책의 기본 원칙으로 자리 잡게 되었다. 최근 제정된 「물관리기본법」 역시 유역별 관리¹⁷⁶⁾를 주요한 원칙으로 다시 제안하고 있다. 따라서 하천과 해양의 수질관리 정책의 연계는 국토이용과 환경보전 정책의 추진 방식인, 용도를 고려한 구역 지정과, 지정 후 계획을 통한 관리 방식을 고려하여 정책 연계를 제고해야 한다. 또한 하천 등의 수질보전 정책의 근간이 되는 유역 중심의 관리 원칙에 관한 사항을 함께 고려해야 할 것이다.

우리나라의 하천과 해양의 수질관리에 관한 세부 정책은 환경부와 해양수산부가 양분하여 추진한다고 할 수 있다. 환경부는 주로 「물환경보전법」, 「하수도법」, 「하천법」 등을 통해, 해양수산부는 「해양환경의 보전 및 활용에 관한 법률」, 「해양환경관리법」 등을 통해 각각 하천과 해양을 대상으로 미래상의 설정, 계획의 수립·시행, 행위제한

175) 상위계획 간의 연계를 통해 국토 전체의 하·폐수 처리에 있어 소외 구역을 최소화하고 효과적인 자원과 예산의 배분이 가능하도록 하고 있음

176) 「물관리기본법」 제 11조

등의 정책을 추진 중이다. 또한 하천과 해양의 환경보전에 영향을 미칠 수 있는 국토이용 정책은 국토교통부 소관의 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」, 「토지이용규제기본법」 등에 포함되어 있다.

이 중에서 하천의 수질관리 정책은 환경부와 지방자치단체가 담당한다. 2장에서 전술한 바와 같이 「물환경보전법」 제22조 및 제23조의2에 따라 환경부장관은 10년마다 국가 물환경관리기본계획을 수립하고, 효율적인 수질관리를 위해 하천과 하천 수계를 대권역, 중권역, 소권역으로 구분한다. 이 때 같은 법 제10조의2에 따라 수계영향권별로 이용목적, 환경 현황, 생태계 건강성, 오염원의 현황 및 전망 등을 고려하여 물환경목표기준을 결정하여 고시한다. 목표기준의 달성을 위해 같은 법 제24조에 따라 유역환경청장은 한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강 대권역의 물환경관리계획을 10년마다 수립한다. 또한 지방환경관서의 장은 관할 중권역의 물환경목표기준을 달성하지 못하였거나 대권역의 수계관리위원회가 요구할 경우 중권역 관리계획을 수립한다. 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장은 대권역 및 중권역 계획에 따라 소권역 계획을 수립한다.

한편 각 수계영향권별로 같은 법 제10조의2에 따른 목표기준을 달성하지 못했거나, 수질오염에 의해 주민의 건강과 재산에 위해가 발생할 우려가 있는 수계의 유역을 대상으로 수질오염 방지와 개선을 위해 오염물질에 관한 총량관리를 시행할 수 있다. 이 때 환경부장관은 관계 행정기관과 협의하여 총량관리의 목표가 되는 수질과 함께 총량으로 관리할 지역을 지정·고시한다. 같은법 제4조에 따라 「4대강수계법」¹⁷⁷⁾을 적용하는 총량관리지역과 「해양환경관리법」에 따른

177) 「금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」, 「낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」, 「영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 및 「한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」

오염총량규제 적용 지역은 구분되어 있고 해당 법률의 규정에 따라 총량규제가 적용된다.

해양의 수질관리 정책은 해양수산부와 지방자치단체가 전담한다고 할 수 있다. 해양수산부는 해양 수질관리를 포함하여 해양환경의 보전을 위해 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제13조에 따라 해양환경기준을 설정·고시하였다. 현재 해양환경기준은 「환경정책기본법」의 환경기준과 「해양수산발전기본법」 제13 및 제14조를 고려하여 수질뿐만 아니라 퇴적물에 관하여 고시되어 있는데, 우리나라 영해와 EEZ 전체를 총 31개 해역으로 세분하여 해역별로 2026년까지 달성할 목표기준이 설정되어 있다¹⁷⁸⁾.

해양수산부는 10년마다 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제10조에 따라 시·도지사의 의견을 들은 후 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 해양환경종합계획을 수립한다. 한편 「해양환경관리법」에서 해양환경의 상태가 양호한 해역으로 지속적인 환경보전이 필요한 해역과, 해양환경기준의 유지가 곤란한 해역 또는 해양환경 보전에 현저한 문제가 있거나 문제가 발생할 우려가 있는 해역을 대상으로 환경관리해역을 지정·관리할 수 있다. 환경관리해역의 관를 위해 해양환경종합계획을 고려하여 환경관리해역기본계획과 해역별 관리계획을 수립한다.

178) 해양수산부고시 제2018-10호(2018. 1. 23.)

2. 분절된 하천·해양 수질관리 정책의 통합 필요

전술한 바와 같이 우리나라 환경보전 정책은 환경보전 정책의 목표를 제시하는 환경기준은 관리 대상을 대기, 소음, 수질 및 수생태계로 구분한다. 수질 및 수생태계에 관한 기준은 하천, 호소, 지하수, 해역으로 다시 세분하여 별도로 제시된다. 따라서 현행 법률 구조에서 하천과 해양의 수질 관리 대상과 목표는 연계 대상이 아니라 구분하여 별도로 관리해야 하는 대상이다.

그러나 우리나라 수자원의 지속적인 물순환¹⁷⁹⁾을 체계적이고 통합적으로 관리하기 위해 제정된 「물관리기본법」이 규정하는 정의에서, 하천과 해양은 물순환에서 수자원이 흐르거나 저장되는 구역으로 같은 법 제11조의 유역별 관리 원칙을 적용 받는다. 유역별 관리 원칙은 유역이 수문학적 단위에 따라 대·중·소 유역으로 세분될 수 있고, 물관리는 유역 단위로 시행되어야 하며, 각 유역간 물관리¹⁸⁰⁾는 조화와 균형을 이루어야 한다는 것을 의미한다. 다만 ‘유역¹⁸¹⁾’이라는 공리적 개념에서의 하천은 물이 흐르는 복잡한 시스템을 가지는 내부 구조이지만, 해양은 물이 외부로 빠져나가는 종착역(sink)으로만 인식되는 경향이 크다.¹⁸²⁾ 그러나 같은 법 제12조의 통합 물관리 원

179) 강수(降水)가 지표수(地表水)와 지하수(地下水)로 되어 하천·호수·늪·바다 등으로 흐르거나 저장되었다가 증발하여 다시 강수로 되는 연속된 흐름을 말한다.〔「물관리기본법」 제3조제1호〕

180) 모든 사람과 생명체가 물을 자연환경의 구성요소 및 사회·경제 활동의 필요요소이자 자원으로서 보전하고 경제적으로 이용하며, 가뭄·홍수로 인한 재해를 줄이거나 예방하는 일을 말한다.〔「물관리기본법」 제3조제2호〕

181) "유역"이란 분수령(分水嶺)을 경계로 하여 하천 등이 모이는 일정한 구역을 말한다.〔「물관리기본법」 제3조제4호〕

182) 유역의 구성요소 중 하천은 크기와 하천의 지류·분류 체계에 따라 대·중·소 유역으로 세분되기도 하고, 하천수의 흐름과 정체에 따라 하천-호소로 구분되기도 하면서 유역의 물 순환 과정에서 역동적인 요소로 인식되고 있으나, 해양은 하천수가 최종적으로 이동하여 저장되는 곳이라는 인식이 강함.

칙에서 수자원 관리 주체인 국가와 지방자치단체는 물순환 전 과정에 있는 모든 형상의 물은 상호 균형을 이루도록 관리되어야 하며, 수질 관리를 포함하여 물관리 정책을 수립·시행할 경우에는 물순환 전 주기를 고려해야 한다. 이 법에 따르면 하천과 해양은 물순환과 물관리의 정의와 원칙에 따라 통합적인 관리로 연계되어야 한다.

물순환에서 하천과 해양이 만나는 구역을 하구하고 일컫는다. 그러나 우리나라는 하천과 해양이 만나는 하구를 관리대상으로 규정하는 법률은 명확하지 않다고 할 수 있다.¹⁸³⁾ 하천과 해양의 수질관리 정책 연계를 위해, 연계 구역을 먼저 확인하고자 현행 법률의 규정을 확인하였다. 하천은 「하천법」 제2조에 따라 “지표면에 내린 빗물 등이 모여 흐르는 물길로서 공공의 이해에 밀접한 관계가 있어 같은 법 제7조제2항 및 제3항에 따라 국가하천 또는 지방하천으로 지정된 것을 말하며, 하천구역과 하천시설을 포함한다.”로 규정한다. 국가하천은 같은 법 제7조제2항에 따라 유역면적이 200km² 이상인 하천이거나 다목적댐과 연결된 하천, 그리고 범람 등에 의한 안전 관리가 필요한 하천을 대상으로 지정된다. 또한 50km² 이내의 유역면적을 가지고 있는 하천이지만, 인구 20만 명 이상의 도시를 관류하거나, 상수원보호구역, 국립공원, 유네스코생물권보전지역, 문화재보호구역, 생태·습지보호지역을 관류하는 하천을 국가하천으로 지정할 수 있다. 지방하천은 지방의 공공 이해와 밀접한 관계가 있는 하천으로서, 시·도지사가 그 명칭과 구간을 지정하는 하천을 말한다.

183) 다만 「해양환경관리법」 22조(오염물질의 배출금지 등) 제2항 및 시행령 제34조 별표 4에서 오염물질(같은법 제2조제11호에 따른 해양에 유입 또는 해양으로 배출되어 해양환경에 해로운 결과를 미치거나 미칠 우려가 있는 폐기물·기름·유해액체물질 및 포장유해물질)을 배출할 수 없는 시설이나 공간 중의 하나로서 하구역(조석의 영향을 받는 감조구역의 상류경계 및 하구로 유입되는 유입하천의 유역)을 정의하고 있어, 하구역은 오염물질이 하천 등을 경유하여 해양으로 유입하는 구역으로 규정하고 있음.

지정된 국가하천과 지방하천의 관리를 위해 같은 법 제25조에 따라 하천정비계획을 수립한다. 계획의 지리적 경계인 하천구역은 「하천법」 제10조에 따라 “홍수기에 하천수로 채워지는 구역에 해당하는 토지와 부지(제방 등의 시설을 포함)로 결정”된다. 하천구역을 결정할 때에는 같은 법 시행규칙 제3조에 따라 명칭, 하천 기점과 종점, 변경일 및 사유 등을 기록하여 같은 법 제7조제6항에 따라 국민에게 고시한다. 따라서 하천구역의 고시 내용 중에 있는 하천의 종점이 해양과의 경계에 해당한다고 할 수 있다.

「하천법」에 적용 또는 준용되지 않는 하천을 소하천이라 하는데, 행정안전부가 관할하는 「소하천정비법」에 따라 지정된다. 같은 법 제3조제4항 및 같은 법 시행규칙 제2조에 따라 소하천의 관리청은 소하천명, 기점·종점, 하천연장, 지정사유 등을 고시해야 한다. 한편 같은 법 제3조의 3에 따라 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수 또는 자치구의 구청장은 “소하천의 형상과 기능을 유지하고 있는 토지의 구역, 소하천 시설이 설치된 토지의 구역, 제방이 있는 곳은 그 제방으로부터 물이 흐르는 쪽의 토지의 구역¹⁸⁴⁾”을 소하천구역으로 결정할 수 있고, 이 구역의 관리를 위해 같은 법 제6조에 따라 소하천정비종합계획을 10년마다 수립한다.¹⁸⁵⁾ 따라서 소하천 역시 종점에 해당하는 지역이 해양과 만나는 경계이이다. 국가·지방하천과는 달리 소하천의 종점은 해수면으로 고시되는 경우가 많다.

184) 「소하천정비법」 제3조의 3(소하천구역의 결정)

185) 소하천정비종합계획에 따라 소하천정비중기계획을 5년마다 수립하며, 중기계획에 따라 소하천 정비사업을 실시할 경우는 소하천정비시행계획을 수립

〈그림 4-2〉 창원시 소하천정비계획의 하천구역 상세

하천 번호	소하천명 (합류하천)	수계명	하천구역			하천면적(㎡)
			시 점(과협)	시 점(상지)	종 점	
31	황포천	바다	진전면 수평리 445	진전면 수평리 444-1	해변	800
32	대포앞산1천	바다	구산면 대포리 919	구산면 대포리 425	해변	1,000
33	대포앞산2천	바다	구산면 수평리 454	구산면 대포리 87-10	대포앞산1천	1,000
34	산촌천	바다	구산면 옥제리 600-1	구산면 옥제리 648-13	해변	1,000
35	반동천	바다	구산면 반동리 540	구산면 반동리 570	해변	1,240
36	장구천	바다	구산면 구북리 142	구산면 구북리 133	해변	600
37	남포천	바다	구산면 남포리 677	구산면 남포리 677	해변	1,200
38	옥제천	바다	구산면 옥제리 397	구산면 옥제리 421-1	해변	1,000
39	가포천	바다	가포동 405-3	가포동 530	가포동174-3	1,200
40	간사천	바다	가포동 518-8	가포동 500-4	해변	500
41	덕동1천	바다	덕동 374	덕동 378-1	해변	1,000
42	덕동2천	바다	덕동 325	덕동 430	해변	750
43	월영천	바다	월영동 507	월영동 산108	해변	850
44	장천	바다	월영동 313	월영동 218-3	해변	1,400
45	완월천	바다	완월동 127-6	완월동 산28-6	장군천	600
46	자산천	바다	자산동 289	자산동 279-33	해변	1,600
47	광명천	바다	회성동 300	회성동 306	상호천	1,350
48	송정천	바다	회성동 63-1	회성동 14	상호천	2,300
50	안성2천	낙동강	회성동 안성리 13	내서읍 안성리 25	안성소류지	500
51	안성3천	낙동강	회성동 안성리 217	내서읍 안성리 219	안성천	700
52	새터천	낙동강	내서읍 안성리 504	내서읍 안성리 631-2	안성천	1,000
53	한곡천	낙동강	내서읍 평성리 471	내서읍 평성리 6	안성천	800
54	한계천	낙동강	내서읍 창계리 1403	내서읍 창계리 1383-1	창계천	1,230
55	창계1천	낙동강	내서읍 창계리 830	내서읍 창계리 1011	창계천	500
56	창계2천	낙동강	내서읍 창계리 955	내서읍 창계리 980-1	창계천	1,500
57	구술천1천	낙동강	내서읍 줄리 221	내서읍 줄리 223-2	광려천	1,730
58	구술천2천	낙동강	내서읍 줄리 152	내서읍 줄리 123-1	광려천	900

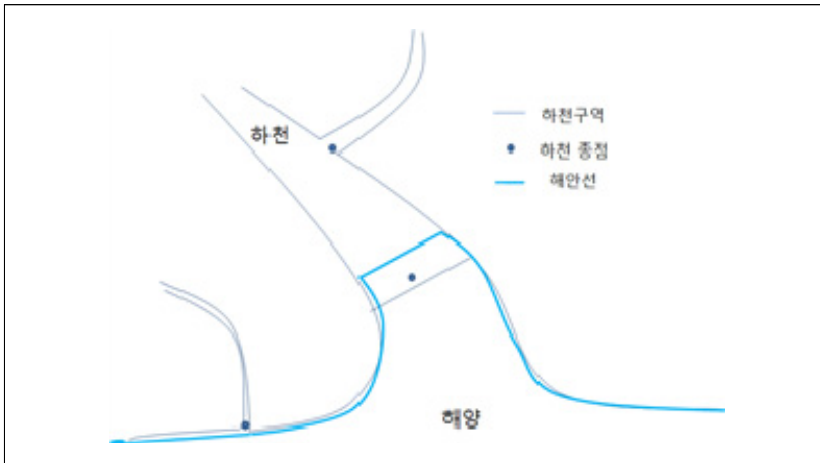
자료: 창원시홈페이지 소하천정비종합계획보고서(검색일: 2019. 9. 19.)

한편 해양은 「해양수산발전기본법」 제3조제1호에 따라 “대한민국의 내수·영해·배타적경제수역·대륙붕 등 대한민국의 주권·주권적 권리 또는 관할권이 미치는 해역과 헌법에 의하여 체결·공포된 조약 또는 일반적으로 승인된 국제법규에 의하여 대한민국의 정부 또는 국민이 개발·이용·보전에 참여할 수 있는 해역을 말한다.” 같은 법에서 해역은 별도로 정의하고 있지 않다. 다만, 「연안관리법」에 따르면, (연안)해역은 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제6조제1항

제4호에 따른 해안선¹⁸⁶⁾으로부터 지적공부에 등록된 지역까지로 정의하는 지역인 바닷가와 해안선으로부터 영해까지의 지역인 바다를 포함한다.

이를 종합하면 하천과 해양의 수질관리 정책이 적용되는 대상 구역이 현행법으로는 분절되어 있다. 다만 하천이 해양을 만나는 하천의 경계는 하천구역과 소하천구역의 종점이고, 해양이 하천을 만나는 경계 지역은 해안선으로 해석할 수 있다. 이 때 하천 종점이 해안선과 일치할 경우도 있으나, <그림 4-4>와 같이 하천 종점이 해안선보다 해양쪽에 있는 경우와 하천 종점이 해안선보다 내륙 쪽으로 지정되면 하천 종점 지역과 해양의 해안선 사이에 빈 공간이 생겨 관리 사각지대가 발생할 수 있다.¹⁸⁷⁾

〈그림 4-3〉 하천과 해양의 법적 경계 모식도



자료: 저자 작성

186) 해안선은 약최고조조면(略最高高潮面: 일정 기간 조석을 관측하여 분석한 결과 가장 높은 해수면에 이르렀을 때의 육지와 해수면과의 경계로 표시

187) 일반적으로 하굿둑이 건설되어 있는 지역은 하굿둑이 하천과 해양의 경계

제2절 하천·해양 수질 정책의 연계 방안

우리나라 국토 이용과 환경보전 정책의 공통적인 추진 방식은 크게 구역 지정을 통한 관리대상의 결정, 관리대상의 미래상인 목표 설정과 이의 달성을 위한 관련 계획을 수립하는 구조임을 살펴보았다. 이때 관리 범위와 계획은 대상의 크기에 따라 대·중·소로 구분되고 각각 연계된다. 또한 현행 환경 관련 법률상에서는 하천과 해양의 환경정책이 연계되어야 하나, 연계 구역인 하구가 관리대상에서 소외되고 있음을 확인하였다. 이에 하천과 해양의 수질관리 정책을 연계하는 방안을 다음과 같은 순서로 제시하고자 한다. 첫째, 하구를 관리하는 단일 법률을 제정할 때, 고려해야 하는 지정하고 이에 따른 계획 범위를 설정하는 방안에 관한 내용이다. 둘째, 하구를 단이루 관리구역으로 수질 관리 정책과 연관된 환경 기준 규제에 관한 내용이다. 마지막으로 하천과 수질의 정책 기반이 되는 과학 분야에 관한 내용이다.

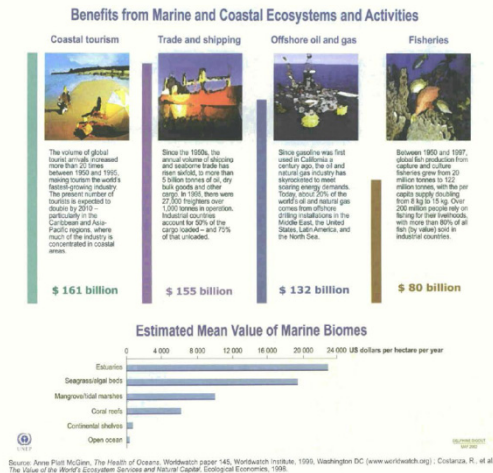
1. 유역관리를 확대하여 하천·해양 수질통합관리체계 구축

하구는 담수와 해수가 만나 혼합되는 전이 지대로서 주변 유역의 지형, 하천 유량, 조석·조차에 따라 하루 동안에도 물리화화적인 특성이 자주 변하고 다양한 생태계를 형성하고 있기 때문에 일정한 경계를 획정하기 어렵다(Thrush et al., 2014)¹⁸⁸⁾. 한편 하구는 전 세계적으로 항만, 관광, 어장 등으로 활용되고 있는데, 하구의 가치는 연간 22,832/ha로 추정되어 6개의 해양 생물계(biome) 중에서 가장 큰 가치¹⁸⁹⁾를 지니고 있다(GESAMP, 2001b, UNEP, 2002). 미국은 이러한

188) Thrush et al., 2014, p. 226.

하구의 가치 보존과 건강한 환경을 유지하기 위해 1987년 청정수질법 개정¹⁹⁰⁾으로 국가하구프로그램(National Estuary Program)을 시작함으로써 과도한 개발과 오염으로부터 국가 주요 자산인 하구를 보호할 수 있는 기틀을 마련하였다. 미국 상원의회는 국가하구프로그램을 통해 주지사가 국가 자산인 하구를 선정하고 관리할 수 있는 권한을 승인하였고, 주정부 주관 하에 미국환경보호청의 협조를 받아서 총 28개 지역의 국가하구프로그램이 운영 중이다. 우리나라 역시 역사적으로 한강의 제물포, 낙동강의 부산포, 태화강의 염포 등 하구에 위치한 지역은 수산업이 발전하였고, 외국과의 무역 중심지 역할을 수행한 곳이며, 대부분의 대형 항만과 산업시설이 하구에 입지하고 있다.

〈그림 4-4〉 해양 생태계의 이용에 관한 가치와 효용



자료: UNEP 홈페이지(검색일: 2019. 3. 24.)

189) GESAMP에 따르면, 해양 생태계를 6개의 생물권(하구, 해중림, 망그루브, 산호초, 대륙붕, 대양)으로 구분하여 개별 생물권의 가치를 22,832, 19,004, 9,990, 6,075, 804, 252 USD/yr/ha로 각각 평가됨 (GESAMP, 2001. A sea of Troubles, GESAMP Reports and Studies 70. p. 4. (검색일: 2019. 4. 5.))

190) United States. Water Quality Act of 1987, PL. 100-4, sec. 317. 33 U.S.C. § 1330 (1987.2.4. 승인) (검색일: 2019. 6. 4.)

하구의 가치를 단일 법률로 관리하기 위한 구역을 설정할 경우, 크게 두 가지 자연적 특징을 고려해야 한다. 하나는 하천과 해양은 물리화학적 특성이 크게 다르다는 점이다. 일반적으로 하천수는 지표면의 고도 차이에 따라 하천의 상류에서 하류 방향으로 선형적으로 흐른다. 해양에 비해 수심이 얇은 편이고, 하천수의 무기질 성분인 염분 역시 해양에 비해 상당히 적다. 반대로 해양은 조석으로 인한 주기적인 왕복 운동을 포함해서 입체적인 흐름을 가진다. 또한 해수는 많은 양의 무기질 성분이 포함되어 염분이 상당히 높다. 즉 하천과 해양이 만나는 하구 지역은 저염분의 선형적인 운동을 하는 하천이 고염분의 입체적인 흐름인 해양과 만나는 환경이라고 할 수 있다. 이 때 하천과 해양에 포함된 물질들은 화학적 변화를 겪기도 하며, 서식하는 생물 역시 하천과 해양에 각각 서식하는 생물과 다른 생태계를 형성하기도 한다. 또한 하천 유량과 조석의 영향을 규정함에 따라 하구의 지리적 범위는 크게 달라질 수 있고 계절적으로 차이가 클 수 있다. 한강, 낙동강, 섬진강과 같은 큰 하천의 하구에는 이러한 특성이 더욱 크게 관리범위의 설정에 영향을 줄 수 있다. 해양수산부가 설정한 총 31개 해역 중에서 21개의 해역은 하천영향권역을 구분하였는데, 한강하구권역은 인천, 경기, 충남 연안까지 포함한다.¹⁹¹⁾

〈표 4-1〉 상이한 하천과 해양의 환경 특성

특성	하천	해양
지형	수심이 낮음	수심이 깊음
물리	고도 차에 의한 선형적 흐름	조석에 의한 입체적·주기적 유동
화학	염분이 거의 없음	고염분(~34psu)

자료: 이창희 등(2004). 「지속가능한 하구역 관리방안 I」, 저자 재정리

191) 해양수산부는 총 31개 해역의 해역별 수질 목표를 설정함에 있어 총 21개의 해역을 하천 영향권역으로 구분함(해양수산부고시 제2018-10호(2018. 1. 23.) 참조)

다른 하나는 우리나라는 하구에 하굿둑이 건설되어 있는 지역이 많다는 점이다. 낙동강, 영산강, 안성천 등의 국가하천 하구에는 하굿둑이 건설되어 있다(이창희 등, 2004). 하굿둑은 용수 확보 및 염해 영향 차단 등을 목적으로 설치되었다. 그러나 하굿둑으로 인해 하천은 해양과 직접 연결되지 않고, 하굿둑의 하천 쪽은 마치 호소와 같은 환경이 형성된다. 요약하면 우리나라의 하천과 해양의 수질관리 정책 연계는 하천-해양 연계와 호소-해양 연계 정책으로 구분하여 고려해야 한다.

한편 우리나라는 1990년대 이후 「토지이용규제기본법」과 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에서 용도구역이 단순화되고, 준도시 및 준농림지역의 규제와 행위제한이 허용중심에서 제한중심으로 전환되었다. 또한 농지전용 등에 관하여 지방자치단체장의 의사결정 권한이 강화되었다. 따라서 환경을 보전하는 정책보다는 토지를 적극적으로 개발하는 정책이 강화되었다고 할 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이 「국토기본법」 제2조¹⁹²⁾와 「환경정책기본법」 제4조에 따라 국토의 이용 계획과 환경보전 계획의 조화를 강구해야 한다. 국토 이용 계획 중에서 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 도시·군기본 계획¹⁹³⁾과 도시·군관리계획과 환경부의 「하천법」에 따른 '하천기본 계획'이 하천과 해양의 정책 연계에서 중요하다.

즉, 도시·군관리계획은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제27조 제2항과 「환경영향평가법」 제7조에 따라 물환경을 포함하여 환경 분

192) 제2조(국토관리의 기본 이념) 국토는 모든 국민의 삶의 터전이며 후세에 물려줄 민족의 자산이므로, 국토에 관한 계획 및 정책은 개발과 환경의 조화를 바탕으로 국토를 균형 있게 발전시키고 국가의 경쟁력을 높이며 국민의 삶의 질을 개선함으로써 국토의 지속가능한 발전을 도모할 수 있도록 수립·집행하여야 한다.

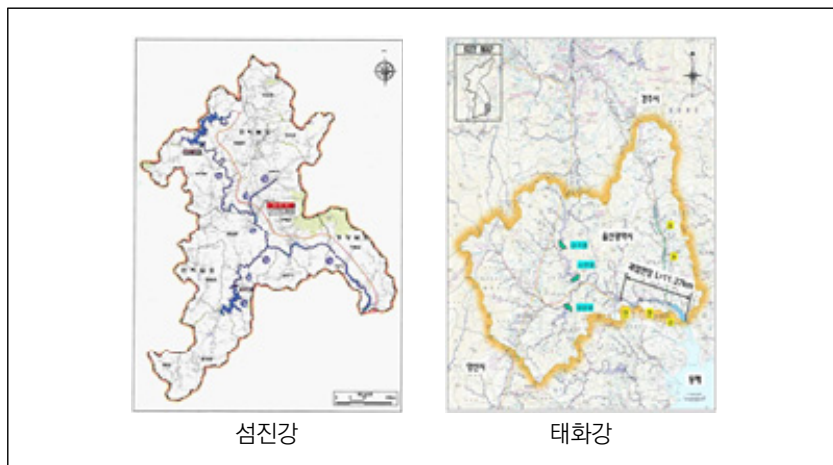
193) 특별시·광역시·특별자치시·특별자치도·시 또는 군의 관할 구역에 대하여 기본적인 공간구조와 장기발전방향을 제시하는 종합계획으로서 도시·군관리계획 수립의 지침이 되는 계획

야에 대한 내용을 포함해야 한다. 또한 「물환경보전법」에 따른 소권역 물환경관리에 관한 계획을 수립해야 한다. 그러나 하천과 해양이 만나는 연안지역의 지방자치단체장이 수립한 관련 계획과 토지이용 규제정보시스템¹⁹⁴⁾에서 확인할 수 있는 자료에서 이러한 내용을 확인하기 어렵다. 연안지역의 시군관리계획 대부분이 하천과 해양의 수질 환경을 포함하여 환경에 대한 세부 정책이 포함되어 있지 않고, 일부 지역의 계획에서 하천구역과 보호구역의 도면만 확인이 가능하다.

한편 하천기본계획은 4대강과 같은 국가 하천이나 시·도 경계의 하천의 경우 환경부장관이 수립하지만, 지방하천을 포함하여 소규모 하천은 지방자치단체의 장이 하천구역의 결정 및 계획을 수립한다. 현재 수립된 대부분 계획의 지리적 범위가 하천구역과 하천의 종점만을 대상으로 하고 있어 해양 수질 정책과 연계되는 내용은 거의 없다. 지방하천에 관한 기본계획의 지리적 범위 역시 하천과 해양의 수질관리 연계는 고려되지 않고 있다. 이러한 상황에서 하구를 대상으로 하는 법률을 제정하고, 이 법에 따른 정책 추진에 있어 하천과 해양을 포함한 통합적인 수질관리를 하는 방안이 가장 적절한 대안으로 판단된다.

194) 토지이용규제정보서비스 홈페이지, <http://luris.molit.go.kr/web/index.jsp>
(검색일: 2019. 2. 18.)

〈그림 4-5〉 섬진강, 태화강 하천기본계획의 관리 범위



자료: 하천관리지리정보시스템: 섬진강(2009년, pp.1~6), 태화강(2013년, pp.1~6)(검색일: 2019. 10. 28)

한편 현재 추진 중인 정책 중에서 하천, 하구, 해양의 수질 관리를 통합적으로 관리할 수 있는 제도는 환경관리해역 제도와 및 특별관리해역의 총량규제가 유일하다.¹⁹⁵⁾ 「해양환경관리법」 제15조에 따르면, “해양환경 및 생태계가 양호한 해역 중 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제13조제1항에 따른 해양환경기준의 유지를 위하여 지속적인 관리가 필요한 해역”을 환경보전해역으로, “해양환경기준의 유지가 곤란한 해역 또는 해양환경 및 생태계의 보전에 현저한 장애가 있거나 장애가 발생할 우려가 있는 해역”은 특별관리해역으로 각각 지정할 수 있다. 환경보전해역과 특별관리해역은 각각 「토지이용규제기

195) 다만 「해양환경관리법」 22조(오염물질의 배출금지 등) 제2항 및 시행령 제34조 별표 4에서 오염물질을 배출할 수 없는 시설이나 공간 중의 하나로서 하구역(조석의 영향을 받는 감조구역의 상류 경계 및 하구로 유입되는 유입하천의 유역)을 정의하고, 하구역을 오염물질이 하천 등을 경유하여 해양으로 유입하는 구역으로 규정하고 있어 수질 연계 정책 방안 개발에 적용할 수는 있음. 그러나 관리대상인 오염물질(〈같은법 제2조제11호에 따른 해양에 유입 또는 해양으로 배출되어 해양환경에 해로운 결과를 미치거나 미칠 우려가 있는 폐기물·기름·유해액체물질 및 포장유해물질〉)은 폐기물 등 해양으로 배출되지 않아야 되는 물질만을 규정하고 있어 일반적인 수질관리 정책으로 확대하여 연계 방안을 고려하기에는 제한적임.

본법」 제5조제1호의 별표1의 따른 연번 230과 231에 해당하는 지역·지구 등에 속하는 토지¹⁹⁶⁾이다. 현재 환경보전해역은 총 4개소가, 특별관리해역은 총 5개소가 지정되어 있다. 환경보전해역으로 지정된 해역은 환경보전을 위해 같은 법 제15조의2와 시행령 제10조제3항에 따라 1일 폐수배출량이 2천 m^3 이상인 시설의 설치 또는 변경을 제한할 수 있고, 특별관리해역으로 지정된 해역은 같은 법 제15조의2와 시행령 제10조제4항에 따라 1일 폐수배출량이 1천 m^3 이상인 시설의 설치 또는 변경 등에 관한 행위를 제한할 수 있다.¹⁹⁷⁾

한편, 특별관리해역에서는 같은법 제15조의2제2항에 따라 해역 안에 소재하는 사업장에서 배출되는 오염물질의 총량규제를 실시할 수 있으며, 이 때 같은법 시행령 제11조제1항에 따라 실시해역의 범위를 지정·고시해야 한다. 현재 광양만 특별관리해역을 제외한 4개 특별관리해역에서 총량규제가 실시 중이나, 실시해역의 지정에 관한 고시는 없다. 다만, 같은법 시행령 제12조제3항에 따라 시·도지사가 수립하는 총량관리기본계획의 지리적 범위로서 실시해역의 범위가 제시되고 있다. 현재 계획 상의 총량규제 실시해역 범위는 해면부의 경우 특별관리해역의 지정·고시 범위에 포함되어 있으나, 육지부는 특별관리해역의 지정·고시 범위를 초과하고 있어 정책의 관할 범위에 관한 다툼이 발생할 수 있다.

예를 들면, 마산만 총량규제 실시해역의 육지부에는 포함되어 있는 지방하천의 상류 지역은 마산만 특별관리해역의 지정 범위에서는 제외되어 있다. 따라서 「해양환경관리법」에 따른 특별관리해역의 지

196) 지역·지구·구역·권역·단지·도시·군계획시설 등 명칭에 관계없이 개발행위를 제한하거나 토지 이용과 관련된 인가·허가 등을 받도록 하는 등 토지의 이용 및 보전에 관한 제한을 하는 일단(一團)의 토지(토지와 연결한 해수면으로서 토지와 같이 제한되는 경우에는 그 해수면을 포함한다. 이하 같다)(토지이용규제기본법 제2조의제1호)

197) 폐수 배출 시설의 입지 및 방류수 수질 기준 등에 관한 정책 연계는 아래에서 자세히 검토할 예정임

정 범위보다 같은법 시행령에 따른 총량규제 실시해역의 범위가 더욱 넓게 지정되어 구조이다.

〈그림 4-6〉 총량규제 실시해역의 범위 예시(마산만)



자료: 경상남도(2017), p. 7

〈표 4-2〉 마산만 총량규제 실시해역의 해양으로 직접 연결되는 하천 현황

하천코드	하천명	구분	소재	비고
2720300	수정천	지방하천	마산합포구	
2720290	우산천	지방하천	마산합포구	
	창원소하천(월영천)	소하천	마산합포구	
2720280	장군천	지방하천	마산합포구	
	척산천	소하천	마산합포구	
2720260	회원천	지방하천	마산합포구	
2720230	삼호천(삼호+산호+양덕)	지방하천	마산합포구, 마산회원구	

하천코드	하천명	구분	소재	비고
	팔용천	소하천	마산회원구	
2720170	창원천	지방하천	창원성산구, 창원의창구	
2720180	내동천	지방하천	창원의창구	
2720090	남천	지방하천	창원성산구, 창원의창구	
2720080	여좌천(대천)	지방하천	진해구	
	구이동천	소하천	진해구	
2720070	신이천	지방하천	진해구	
2720020	대장천	지방하천	진해구	
2720040	두동천	지방하천	진해구	
2720050	동천	지방하천	진해구	

자료: '창원시 소하천정비종합계획보고서'(검색일: 2019. 9. 19)

총량규제는 육상 유역에서 발생하여 해당 해역으로 유입하는 오염 물질을 차단하거나 저감하기 위해 개발된 정책이다. 따라서 수문학 적으로 총량규제의 관리 범위에는 해역 환경에 영향을 미칠 수 있는 유역 전부를 포함해야 타당하다. 현행처럼 유역 범위를 특별관리해 역의 지정범위로 제한 할 경우에는 특별관리해역 범위 밖의 입지하 는 사업장에서 오염물질이 유입되거나, 지정 구역 밖이지만 유역의 상류에서 배출되는 오염물질의 영향을 관리할 수 없는 한계가 있다. 따라서 육상 유역의 관리 범위를 총량관리기본계획의 지리적 범위와 특별관리해역 지정 범위를 일치시키는 것이 필요하다. 또한 부산연 안, 울산연안¹⁹⁸⁾, 광양만 특별관리해역은 국가하천(낙동강, 섬진강) 과 지방하천(울산 태화강과 회야강)의 일부가 각각 특별관리해역의 지정 범위에 포함되어 있다. 현행 「4대강수계법」에 따라 시행중인 수 계오염총량관리제도와 「해양환경관리법」에 따른 특별관리해역 총량

198) 울산연안 특별관리해역에 포함되는 회야강은 국가하천 지정에 관한 지역 관심이 높은 편

규제는 관리범위가 상호 배제되어 중복되지는 않는다. 향후 태화강 및 섬진강 하류를 대상으로 연안오염총량관리가 시행될 경우에는 해당 하천을 경유하여 유입하는 오염물질의 저감을 위해 낙동강 및 섬진강 수계 총량관리제와 부산연안과 광양만 특별관리해역의 총량 규제와의 연계가 중요해 질 것이다.

2. 공공처리시설의 방류수 수질기준의 연계

환경보전 정책의 목표를 제시하는 「환경정책기본법」의 환경기준 중에서 하천과 해양의 수질기준은 사람의 건강보호 기준과 생활환경 기준을 공통적으로 활용하며, 해양에서는 생태기반해수수질과 해양생태계 보호를 위한 기준을 별도로 제시하고 있다.

〈표 4-3〉 해양과 하천의 환경기준상의 기준의 항목 개수

구분	하천	해양
사람의건강보호	19개	19개
생활환경	8개	3개
생태기반 해수수질	-	1개
해양생태계보호	-	8개

자료: 환경정책기본법의 시행령 제2조 별표1 재정리

먼저 하천과 해양에 공통적으로 포함된 사람의 건강보호 기준 항목은 각각 20개와 19개가 설정되어 있다. 공통 항목은 카드뮴, 비소, 시안, PCB, PCE, 디클로로메탄 등을 포함하여 11개이다. 해양은 아연, 구리, 페놀을 별도 항목으로 선정하여 기준을 제시하고 있고, 하천은 해양에 비해 유기염소 계열 항목을 세분하여 제시하는 특징이 있다. 한편 하천은 유기인계 물질 전체를 대상으로 ‘검출되지 않아야

함'으로 기준을 제시하고 있으나, 해양은 다이아지논, 파라티온, 말라티온 등 유기인계 항목에 대해서만 기준을 제시한다. 유기염소계 항목은 PCB와 PCE와 같이 하천과 해양에서 공통적으로 제시되는 항목도 있으나, 1,2-디클로로에탄과 1.1.1 -트리클로로에탄과 같이 유사한 화학적 계열이지만 하천과 해양이 별도 항목을 선정하여 기준을 제시하는 경우도 있다.

하천과 해양의 수질 특성이 다르기 때문에 물질별 용존 형태와 기준이 다를 수 있다. 특히 중금속 계열과 유기화학물질 계열 항목에서 기준이 다를 수 있다. 우리나라의 경우 수질기준 중에서 하천과 해양 수질의 카드뮴과 PCE의 기준이 각각 다르게 제시되는 것이 대표적인 예이다. 따라서 하천과 해양의 수질 관리 정책의 목표를 평가할 수 있는 기준으로는 비소, 납, 크롬, ABS, 벤젠, 디클로로메탄 등이 가능하다.

〈표 4-4〉 해양과 하천의 사람의 건강보호 기준 비교

단위: mg/L

항목	하천	해양	비고	
			특정1	오염2
카드뮴(Cd)	0.005	0.01	1	
비소(As)	0.05	0.05	1	
시안(CN)	*** (0.01)	0.01	1	
수은(Hg)	*** (0.001)	0.0005	1	
유기인**	*** (0.0005)	-	1	
폴리클로리네이티드비페닐(PCB)	*** (0.0005)	0.0005	1	
납(Pb)	0.05	0.05	1	
6가 크롬(Cr6+)	0.05	0.05	1	
음이온 계면활성제(ABS)	0.5	0.5		
사염화탄소	0.004	-	1	
1,2-디클로로에탄	0.03	-	1	
테트라클로로에틸렌(PCE)	0.04	0.01	1	

항목	하천	해양	비고	
			특정1	오염2
디클로로메탄	0.02	0.02	1	
벤젠	0.01	0.01	1	
클로로포름*	0.08	-	1	
디에틸헥실프탈레이트(DEHP)	0.008	-	1	
안티몬	0.02	-	1	
1,4-다이옥세인	0.05	-	1	
포름알데히드	0.5	-	1	
헥사클로로벤젠	0.00004	-		농약
아연(Zn)	-	0.1		1
구리	-	0.02	1	
다이아지논**	-	0.02	(1)	
파라티온**	-	0.06	(1)	
말라티온**	-	0.25	(1)	
트리클로로에틸렌	-	0.03	1	
1,1,1 - 트리클로로에탄	-	0.1		휘발성
페놀	-	0.05	1	

자료: 환경정책기본법의 시행령 제2조 별표1 재정리

주: 1) * : trichloromethane / ** : 유기인 계열 / *** : 검출되어서는 안됨, ()안은 계측한계

- 2) 특정1: 「물환경보전법」 제2조제8호 및 같은 법 시행규칙 제4조의 [별표 3]에 포함된 물질
- 3) 오염2: 「물환경보전법」 제2조제7호 및 같은 법 시행규칙 제3조의 [별표 2]에 포함된 물질

생활환경 기준을 살펴보면, 하천은 총 8개 항목이, 해양은 총 3개 항목이 각각 제시되어 있다. 공통적으로 포함되는 항목은 수소이온농도(pH)와 대장균군 항목이다. 하천의 수소이온농도 항목은 6개 등급으로 제시되고 있다. 그러나 실질적으로는 pH 6.5~8.5(아주 좋음부터 보통)와 pH 6.0~8.5(약간나쁨~나쁨)인 2개 등급으로 제시하는 방식이다. 아주 나쁨에 해당하는 기준은 제시하지 않고 있다. 해양의 pH 기준은 하천의 아주 좋음부터 보통에 해당하는 pH 6.5~8.5를 단일 기준으로 제시하며, 등급의 기준은 제시하지 않는다. 따라서 생활환경의

pH 항목을 정책 연계를 위한 대상항목으로 선택할 경우에는 pH 6.5~8.5가 단일 목표로 선정 가능하다. 한편 대장균군 항목은 하천의 경우 총대장균군과 분원성 대장균군으로 세분하여 4개 등급으로 각각 제시되지만, 해양은 총대장균 항목만 1개 등급으로 제시하기 때문에 총대장균군을 연계 대상 항목으로 선정한다면 가능하다.¹⁹⁹⁾

〈표 4-5〉 해양과 하천 수질기준의 생활환경기준 등급 수

항목		하천		해양
pH		6개 (2개 : 6.5~8.5 / 6.0~8.5)		1개 (6.5~8.5)
BOD(mg/L)		7개		-
COD(mg/L)				-
TOC(mg/L)				-
SS(mg/L)		6개		-
DO(mg/L)		7개		-
T-P(mg/L)				-
유분(mg/L)		-		1개
대장균군 (개수/100mL)	총	4개	50/500/1000/5000	1개(1,000)
	분원성		10/100/200/1000	-

자료: 환경정책기본법의 시행령 제2조 별표1 재정리

해양의 수질환경 보전을 위해 생태기반 해수수질과 해양생태계보호 기준이 별도로 제시되고 있다.²⁰⁰⁾ 이 중에서 생태기반 해수수질 기준은 과거 해양환경기준의 생활환경 기준이 해역별 특성을 반영하지 않고 단일 항목(COD, TN, TP 농도, DO 등)으로 환경을 평가함으로써, 동일 지역에서 항목별로 서로 다른 등급으로 평가되는 한계를 극복하

199) 「해수욕장의 이용 및 관리에 관한 법률」 제29조와 제30조에 따른 해수욕장의 수질은 대장균군과 대표적인 분원성대장균인 장내구균(Enterococci)을 동시에 관리 대상 항목으로 제시하고 있음.

200) 해양의 환경보전을 위해 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제5조 및 제13조제1항에 따라 보전의 대상을 퇴적물, 해양생물까지 확대하여 기준을 제시하고 있음(해양수산부고시 제2018-10호 (2018. 1. 23)).

기 위해 개발되었다(박미옥 등, 2019). DO(용존산소), DIN(용존무기 질소), DIP(용존무기인), Chl-a(식물플랑크톤 농도), SD(투명도) 등을 종합하여 해양수질 환경을 산정²⁰¹⁾하고, 산정된 지수(Water Quality Index, WQI)를 5개 등급 구간(I 등급 매우좋음, II(좋음), III(보통), IV(나쁨), V(아주 나쁨))으로 세분하여 기준을 제시하는 방법이다. 따라서 생태기반 해수수질 기준은 과거 해양의 생활환경 기준에 포함된 항목들로 구성되어 있으며, 과거에는 하천의 생활환경 기준과 연계할 수 있었던 기준이다.²⁰²⁾ 그러나 이 기준을 활용하여 하천과 해양의 연계 목표의 항목으로 선정할 경우, 법적인 해석을 명확히 해야 한다.

〈표 4-6〉 생태기반 해수수질 기준

등급	수질평가 지수값(Water Quality Index)
I (매우 좋음)	23 이하
II (좋음)	24 ~ 33
III (보통)	34 ~ 46
IV (나쁨)	47 ~ 59
V (아주 나쁨)	60 이상

자료: 해양수산부고시 제2018-10호(2018. 1. 23) 재정리

201) $WQI = 10 \times [\text{저층산소포화도}] + 6 \times [(\text{식물플랑크톤 농도} + \text{투명도}) / 2] + 4 \times [(\text{용존무기질소} + \text{용존무기인}) / 2]$

202) 구) 해역 수질환경기준(2011년 폐지)

등급	해역 수질의 생활환경기준(2011년 폐지)						
	pH	COD (mg/L)	DO (mg/L)	총대장균군 (총대장균군수/ 100mL)	용매추출 유분 (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
I	7.8-8.3	1 이하	7.5 이상	1,000 이하	0.01 이하	0.3 이하	0.03 이하
II	6.5-8.5	2 이하	5 이상	1,000 이하	0.01 이하	0.6 이하	0.05 이하
III	6.5-8.5	4 이하	2 이상	-	-	1.0 이하	0.09 이하

주 1. 등급 I : 침동·방어 및 미역 등 수산생물의 서식·양식 및 해수욕에 적합한 수질

2. 등급 II : 해양에서의 관광 및 여가선용과 송어 및 김 등 등급 I 의 해역에서 서식·양식에 적합한 수산생물 외의 수산생물의 서식·양식에 적합한 수질

3. 등급 III : 공업용 냉각수, 선박의 정박 등 기타 용도로 이용되는 수질

해양의 수질기준 중에는 해양생태계보호 기준이 있다. 이 기준은 중금속류 6개 항목(구리, 납, 아연, 비소, 카드뮴, 6가크로뮴(Cr6+))을 단기와 장기 기준으로 제시한다. 이 기준에서 제시한 6개 항목의 농도는 카드뮴과 크롬 항목의 단기기준 농도를 제외하면, 사람의 건강보호 기준보다 엄격한 기준이다. 한편 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제13조제1항에 따른 해양수산부고시 제2018-10호(2018. 1. 23)에서는 수은과 니켈의 단기 및 장기 기준을 추가하여 8개 항목의 해양생태계 보호 기준을 제시하고 있다. 니켈은 별도로 제시된 항목이며, 수은의 기준은 「환경정책기본법」의 기준보다 완화된 농도를 기준으로 제시하고 있다.

〈표 4-7〉 해양생태계보호 기준

단위: µg/L

구분		구리	납	아연	비소	카드뮴	6가크로뮴 (Cr6+)	수은
해양 생태계 보호	단기 기준*	3.0	7.6	34	9.4	19	200	1.8
	장기 기준**	1.2	1.6	11	3.4	2.2	2.8	1.0
사람의 건강 보호	해역	20	50	100	50	10	50	0.5
	하천	-	50	-	50	5	50	미검출

자료: 「환경정책기본법」 제12조제2항 및 시행령 제2조의 별표1의 환경기준과 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제 13조제1항에 따른 해양수산부고시 제2018-10호(2018. 1. 23)의 해양생태계 보호 기준을 종합

주1) * 단기 기준: 1회성 관측값과 비교 적용

** 장기 기준: 연간 평균값(최소 사계절 동안 조사한 자료)과 비교 적용

일반적으로 카드뮴과 비소 등과 같은 생물 독성이 강한 물질은 하천수와 해양수에 존재하는 기준보다 인간의 섭취 혹은 건강보호 기준이 엄격하다.²⁰³⁾ 현재 해양생태계 보호기준은 이와는 반대로 설정되어 있

203) 한편 구리와 아연은 영양보조제를 통해 추가적으로 섭취할 정도로 인간에 필수적인 물질임.

다. 해당 물질이 생태계의 먹이사슬을 통해 생물축적(bioaccumulation)되어 인간 신체에 미칠 수 있는 부정적인 영향을 예방하기 위해 해양생태계 기준을 엄격하게 설정하였다고는 해석할 수 있으나, 이러한 사실은 국민에게 명확하게 알려야 한다. 왜냐하면, 수질 기준은 달성하기 위해 필요한 기술의 적정성과, 설비 및 재료 투자에 활용할 예산 가용성이 함께 고려되어야 하기 때문이다.

한편 하천수와 해양수는 화학적 특성이 다르기 때문에 항목별로 용존 상태가 다를 수 있다. 따라서 항목별 기준 역시 다르게 제시될 수 있다. 우리나라 수질기준 중에서 카드뮴과 PCE의 인간건강보호 기준이 하천과 해양에서 각각 별도로 수치로 제시되는 것을 예로 들 수 있다. 미국의 경우 「청정수질법」에 따라 생활환경 기준과 인간의 건강보호 기준을 제시한다. 특히 인간의 건강보호에 영향을 줄 수 있는 120개의 우선관리물질²⁰⁴⁾에 대하여 중점적으로 관리하고 있다. 이 중에서 비소, 카드뮴, 크롬, 구리, 납, 수은, 니켈, 셀리늄 등 중금속류의 일부 항목은 하천의 경도(hardness)와 해수 염분의 영향을 반영하여 보정한 값을 기준으로 제시하고 있다.²⁰⁵⁾ 우리나라 역시 하천과 해역의 수질 기준을 연계할 때, 보다 과학적인 기준 설정을 위해서는 기준에 포함되는 항목의 존재 형태 및 거동에 관한 보다 과학적인 연구결과가 필요하다.

204) 미국환경보호청 홈페이지(검색일: 2019. 4. 8.)

205) 미국환경보호청 홈페이지(검색일: 2019. 4. 9.)

예시	하천 CMC	하천 CCC	해수 CMC	해수 CCC
카드뮴	$1.136672 - [(\ln \text{hardness})(0.041838)]$	$1.101672 - [(\ln \text{hardness})(0.041838)]$	0.994	0.994

〈표 4-8〉 미국의 하천·해양·사람의 건강보호 수질기준

단위: $\mu\text{g/L}$

항목	담수		해수		인간의 건강보호		비고 (제정 연도)
	최대 농도 (CMC)	연속 농도 (CCC)	최대 농도 (CMC)	연속 농도 (CCC)	물과 생물 동시 섭취	생물만 섭취	
카드뮴(Cd)	2.0 1.8	0.25 0.72	40 33	8.8 7.9	-	-	2002 2016
비소(As)	340	150	69	36	0.018	0.14	
시안(CN)	22	5.2	1	1	4	400	
수은(Hg)*	1.4	0.77	1.8	0.94	-	0.3 mg/kg	
PCB**	—	0.014	—	0.03	0.000064	0.000064	
납(Pb)	82	3.2	140	5.6	-	-	1984 2002
	65	2.5	210	8.1			
6가크롬 (Cr6+)	16	11	1,100	50	-	-	먹는물 기준
아연(Zn)	120	120	90	81	7,400	26,000	
구리(Cu)	13	9	4.8	3.1	1,300	-	2002 2007
	-	-					
다이아지온	0.17	0.17	0.82	0.82	-	-	
파라티온	0.065	0.013	—	—	-	-	
말라티온	—	0.1	—	0.1	-	-	

자료: 미국환경보호청 홈페이지(검색일: 2019. 4. 8.~ 9.) 자료 재정리

주: 1) CMC : 단기적인 영향이 발현되는 최대농도 기준(Criterion Maximum Concentration)

2) CCC : 장기노출 영향이 발현되는 연속농도 기준(Criterion Continuous Concentration)

3) * 메틸 수은 포함, ** polychlorinated biphenyl

앞서 정리한 「환경정책기본법」에서 제시하는 수질 및 수생태계 분야에 포함되어 있는 하천과 해양의 ‘사람의 건강보호 기준’과 ‘생활 환경 기준’은 장기적으로 달성하고자 하는 환경 정책의 미래상이자 목표이다. 이를 활용하여 정부는 우리나라 하천과 해양의 이용목적, 수질 특성, 오염원을 고려하여 대상 구역을 세분하여 수계영향권별·해역별로 국토이용과 수질 보전에 관한 계획을 수립한다. 이 때 계획

은 보통 중단기적으로 수립되기 때문에 계획의 목표로 활용할 수 있는 기준 역시 별도로 필요할 수 있다.

하천의 수계영향권은 「환경정책기본법」제39조제1항 및 시행령 제14조, 「물환경보전법」제22조제2항에 따라 수계영향권별 관리지역을 4개 대권역, 118개 중권역, 825개 소권역으로 세분한다.²⁰⁶⁾ 현재 「물환경보전법」 제10조의2제1항에 따라 118개 중권역만을 대상으로 사람의 건강보호기준(20개 항목)과 생활환경기준(8개항목)의 물환경목표기준을 제시하였다.²⁰⁷⁾ 사람의 건강보호기준은 「환경정책기본법」의 환경기준과 동일한 항목과 등급으로 제시하였고, 생활환경기준은 중권역 수계의 이용 목적, 환경 현황, 생태계 건강성, 오염원의 현황 및 전망 등을 고려하여 7개 등급(매우 좋음~매우 나쁨) 중의 하나를 선택하여 중권역별로 제시하였다.

해양은 역시 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」 제 15조제1항과 시행령 제6조에 따라 해역의 특성과 이용 수요를 반영하여 권역으로 구분하고 있다. 또한 같은 법 제13조에 따라 2026년까지 총 31개 해역의 목표기준을 생태기반 해수수질기준으로 제시하였다²⁰⁸⁾. 하천과는 달리 사람의 건강보호의 기준은 제시하지 않는다.

206) 환경부고시 제2017-70호(2017.4)

207) 환경부고시 제2018-6호, (2018. 1. 18): 49개 호소의 물환경목표기준을 함께 제시

208) 해양수산부고시 제2018-10호(2018. 1. 23)

〈그림 4-7〉 해역의 권역 구분(총 31개소)



자료: 해양수산부고시 제2018-10호(2018. 1. 23) 발체

해양의 31개 해역 중에서 21개 해역은 하천 중권역에 인접하거나 직접 영향을 받을 수 있다. 해당 하천 중권역과 목표기준을 〈표 4-9〉에 비교·정리하였다.²⁰⁹⁾ 하천 중권역의 목표기준과 해양의 목표기준은 유사하다. 가로림만, 득량만, 여자만 등은 하천 중권역에 연결되지 않고 지방하천 혹은 소하천이 연결되어 있기 때문에 중권역 목표기준은 설정되어 있지 않다. 2026년까지 생태기반 해수수질 기준으로 2등급(좋음)을 달성하고자 하는 한강하구 해역의 경우, 한강하류,

209) 나머지 10개 해역(서해중부 연안, 서해중부 외해, 서남해역 연안, 서남해역 외해, 제주연안, 제주 외해, 대한해협연안, 대한해협 외해, 동해연안, 동해외해)는 하천과 직접 연결되지 않아 분석에서 제외

한강서해, 시화호 등의 3개 중권역이 접하고 있고 각각 3등급(약간 좋음), 2등급(좋음), 4등급(약간나쁨)이 물환경목표기준이다. 2등급이 목표기준인 금강하구 해역은 만경강(3등급), 동진강(2등급), 금강하구연(2등급), 금강서해(1b등급), 부남방조제(2등급) 중권역이 인접하거나 영향을 주고 있다. 다만 <그림 4-6>과 <표 4-9>처럼 해역과 하천의 수계영향권역이 일치하지 않아 권역별 목표를 연계하여 제시하기 어려운 지역이 있기 때문에 신중한 검토가 필요하다.

〈표 4-9〉 하천의 중권역 목표기준과 인접한 해역 목표기준

해양		하천	
해역명	목표기준(등급)	중권역명	목표기준(등급)
한강하구	2	한강하류, 한강서해, 시화호	3, 2, 4
가로림만	2	-	-
천수만	2	-	-
금강하구	2	만경강, 동진강, 금강하구연, 금강서해, 부남방조제	3, 2, 2, 1b, 2
함평만	1	-	-
영산강하구	2	영산강하류, 영산강하구연	1b, 1b
도암만	1	탐진강	1b
득량만	1	-	-
여자만	2	-	-
가막만	1	-	-
섬진강하구	1	섬진강하류, 섬진강서남해	1b, 1b
진주만	2	가화천	1b
진해만	2	-	-
낙동강하구	1	낙동강남해, 낙동강하구연	1b, 1b
태화강하구	1	태화강	2
영일만	2	형산강	2
영덕오십천하구	2	영덕오십천	1a
왕피천하구	2	왕피천	1a
삼척오십천하구	2	-	1a
강릉남대천하구	2	-	1b
양양남대천하구	2	-	1a

자료: 「물환경보전법」 제22조제2항에 따른 환경부고시 제2018-6호, 2018. 1. 18.)(검색일: 2019. 4. 2.)

주: 해양의 해역별 목표기준 : 생태기반 해수수질 1등급(매우좋음) 2등급(좋음), 3등급(보통), 4등급(나쁨), 5등급(아주 나쁨)

한편 경제활동이 활발할수록 자원과 시설은 집약되고 생산에 필요한 인구는 밀집되는 산업화·도시화 과정을 겪는다. 이러한 과정에서 상품·서비스 생산활동의 부산물로서 폐기물과 폐수가, 인구 밀집의 부산물로서 오수가 각각 발생한다. 최근 축산업을 집약적인 육성에 따라 가축 분뇨를 대량으로 발생하기도 한다. 이러한 부산물은 적절히 처리되어 배출되어야만 하천과 해양을 비롯하여 공공수역의 환경이 보전될 수 있다.

우리나라는 「물환경보전법」 제15조에 따라 공공수역에 특정수질 오염물질, 지정폐기물, 석유 제품, 유독물질, 농약 등을 유출하거나 버릴 수 없다. 따라서 환경부장관과 지방자치단체의 장은 오수·폐수 배출시설에서 발생하는 수질오염물질의 부정적인 영향을 일정한 수준 이하로 경감시킨 후, 공공수역으로 배출할 수 있도록 조치를 취해야 한다. 다시 말하면 환경부장관과 지방자치단체의 장은 「환경정책기본법」의 환경기준과 「물환경보전법」 및 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」상의 수계영향권별·해역별 목표기준을 달성하기 위해 수질오염을 유발할 수 있는 물질들이 공공수역으로 배출되는 현상에 대한 대책을 추진해야 한다.

「물환경보전법」의 제12조 제3항 및 시행규칙 제26조 별표10의 공공폐수처리시설²¹⁰⁾에서 배출하는 방류수 수질기준(공공폐수처리시설의 방류수 수질기준), 같은 법 제32조의 폐수배출시설²¹¹⁾에서 배

210) "공공폐수처리시설"이란 공공폐수처리구역의 폐수를 처리하여 공공수역에 배출하기 위한 처리시설과 이를 보완하는 시설로서, 국가·지방자치단체 및 한국환경공단, 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제16조제1항(제5호와 제6호는 제외한다)에 따른 산업단지개발사업의 시행자, 「사회기반시설에 대한 민간투자법」 제2조제7호에 따른 사업시행자가 설치·운영할 수 있음.

211) "폐수배출시설"이란 수질오염물질을 배출하는 시설물, 기계, 기구, 그 밖의 물체로서 환경부령으로 정하는 것을 말한다. 다만, 「해양환경관리법」 제2조제16호 및 제17호에 따른 선박 및 해양시설은 제외한다.

출되는 '수질오염물질²¹²⁾의 배출허용기준' 「하수도법」 제7조제1항에 따른 공공하수처리시설의 방류수수질기준(같은 법 시행규칙제3조제1항제1호의 별표1)과 분뇨처리시설의 방류수수질기준(같은 법 시행규칙제3조제1항제1호의 별표2), 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제13조에 따른 정화시설의 방류수수질기준(같은 법 시행령 제11조의 별표4), 「해양환경관리법」 제15조의2제1항의 환경보전해역에 같은 법 시행규칙 제10조제3항에 해당하는 1일폐수배출량이 2천 세제곱미터이상인 시설의 설치제한, 같은 법 제15조제2항의 특별관리해역에 같은 법 시행규칙 제10조제4항에 해당하는 1일폐수배출량이 1천 세제곱미터이상인 시설의 설치제한 등과, 같은 법 시행령 제13조에 오염부하량 할당 등이 대표적인 제도라고 할 수 있다.

이 중에서 하수와 폐수를 처리한 후 공공수역으로 방류하는 공공폐수처리시설과 공공하수처리시설 등은 일정한 요건을 조건으로 하는 처리구역 지정, 처리 시설의 설치 및 운영, 관련 계획 수립에 의한 관리, 방류수에 대한 기준 등의 정책을 통해 하천과 해양의 수질환경을 보전하고 있다. 먼저 「물환경보전법」 제48조에 따라 “수질오염이 악화되어 환경기준을 유지하기 곤란하거나 물환경 보전에 필요하다고 인정되는 지역의 각 사업장에서 배출되는 수질오염물질²¹³⁾을 공동으로 처리·배출하기 위하여 공공폐수처리시설²¹⁴⁾을 설치할 수 있다. 공공폐수처리시설은 같은 법 제61조에 따라 크게 산업단지 공공

212) 수질오염의 요인이 되는 물질로서 「물환경보전법」시행규칙 제3조 별표2에 포함된 물질

213) 수질오염물질"이란 수질오염의 요인이 되는 물질로서 환경부령으로 정하는 것을 말한다.(「물환경보전법」시행규칙 제3제 별표2)

214) 「물환경보전법」제2조제17호 및 제48조제1항에 따라 “공공폐수처리시설”이란 공공폐수처리구역의 폐수를 처리하여 공공수역에 배출하기 위한 처리시설과 이를 보완하는 시설로서, 국가·지방자치단체 및 한국환경공단, 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제16조제1항(제5호와 제6호는 제외한다)에 따른 산업단지개발사업의 시행자, 「사회기반시설에 대한 민간투자법」 제2조제7호에 따른 사업시행자가 설치·운영할 수 있음.

폐수처리시설과 농공단지 공공폐수처리시설로 구분하는데, 이 시설에서 폐수가 처리되어 공공수역²¹⁵⁾으로 배출될 수 있는 수질오염물질은 총 56개 물질²¹⁶⁾을 대상으로 고시되어 있다.

공공폐수처리시설의 방류수수질기준²¹⁷⁾은 I ~ IV 지역으로 세분하여 적용된다. I 지역은 깨끗한 수질환경을 조성하기 위해 지정하는 지역²¹⁸⁾이, II 지역은 같은 법 제22조제2항에 따라 고시된 중권역 중에서 생물화학적 산소요구량(BOD), 총유기탄소량(TOC) 또는 총인(T-P) 항목의 수치가 목표기준(법 제10조의2제1항)을 초과하였거나 초과할 우려가 있는 지역이, III 지역은 한강·금강·낙동강·영산강·섬진강 수계에 포함되는 중권역 지역으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 지역(I 지역 및 II 지역은 제외)이, IV 지역은 I ~ III 지역을 제외한 지역이 각각 적용된다. IV 지역은 새만금 지역을 제외하면 대부분 연안 지역을 포함한다.

방류수수질기준 항목은 「환경정책기본법」의 생활환경 기준의 항목 중에서 pH, 총유기탄소량을 제외한 6개 항목이, 사람의 건강보호 기준과 연관된 항목은 물벼룩에 대한 급성독성시험기준에 따른 '생태독성(TU) 방류수 수질기준'이 적용된다. 방류수 수질기준 중에서 부유물질 항목은 I ~ IV 지역 모두 환경기준의 Ia 등급에 해당하는 기준을 적용하고 있으나, 생물화학적산소요구량, 화학적산소요구량은 환경기준의 나쁨 이상(V~VI) 등급을 적용 중이다. 총인 항목은 I

215) 하천, 호소, 항만, 연안해역, 그 밖에 공공용도로 사용되는 수역과 이에 접속하여 공공용으로 사용되는 환경부령으로 정하는 수로

216) 「물환경보전법」시행규칙 제3제 별표2

217) 물환경보전법 시행규칙 제26조 별표10(공공폐수처리시설의 방류수수질기준)

218) 상수원보호구역(「수도법」제7조), 수질보전 특별대책지역(「환경정책기본법」제22조제1항), 4대강수계총량법의 수변구역(제4조제1항), 새만금 하천구역(「새만금사업 촉진에 관한 특별법」제2조제1호에 따른 새만금사업지역으로 유입되는 하천이 있는 지역)으로 지정 고시된 지역

지역에는 환경기준 Ⅲ등급이, Ⅱ지역은 Ⅳ등급이, Ⅲ지역은 Ⅴ등급이, Ⅳ지역은 Ⅵ등급이 방류수 기준으로 적용된다. 총대장균군 기준은 지역과 상관없이 보통(Ⅲ등급)이 방류수 수질기준이 적용된다. 한편 사람의 건강보호와 연관성이 높은 수질오염물질의 영향에 관한 기준은 I~Ⅳ 지역모두 ‘물벼룩에 대한 급성독성시험기준을 생태독성값(TU)의 1이하’로 일괄적으로 적용하고 있다. 생태독성값(TU)²¹⁹⁾은 100/EC50(%)로 통계적으로 산정한다.²²⁰⁾ 생태독성값이 1이하라는 기준은 방류수가 지닌 독성으로 인해 독성시험 표준생물인 물벼룩(Daphnia magna)의 50% 이하의 개체수가 동태적으로 부정적인 영향을 받는다는 것을 의미한다.

〈표 4-10〉 공공폐수처리시설의 방류수수질기준²²¹⁾²²²⁾

단위: mg/L

구 분	Ⅰ 지역		Ⅱ 지역		Ⅲ 지역		Ⅳ 지역	
	적용 기준	환경 기준*	적용 기준	환경 기준*	적용 기준	환경 기준*	적용 기준	환경 기준*
BOD	10	V	10	V	10	V	10	V

219) 수질오염공정시험기준(국립환경과학원고시 제2018-65호, 2018. 12. 21)

220) 다만 반수영향농도(EC50)를 통계적으로 산정하기 어려울 경우에는 물벼룩 실험생물이 0~10% 정도 영향을 받으면 TU값은 0으로 하고, 10~49%가 영향을 받을 경우에는 0.2×(영향 받는 생물의 비율)로 산정한다.

221) 1. 산업단지 및 농공단지 공공폐수처리시설의 폐놀류 등 수질오염물질의 방류수 수질기준은 위 표에도 불구하고 해당 처리시설에서 처리할 수 있는 수질오염물질 항목으로 한정하여 별표 13 제2호나목의 표 중 특례지역에 적용되는 배출허용기준의 범위에서 해당 처리시설 설치사업시행자의 요청에 따라 환경부장관이 정하여 고시한다.

2. 적용기간에 따른 수질기준란의 ()는 농공단지 공공폐수처리시설의 방류수 수질기준을 말한다.

3. 생태독성 항목의 방류수 수질기준은 물벼룩에 대한 급성독성시험기준을 말한다.

4. 생태독성 방류수 수질기준 초과외의 경우 그 원인이 오직 염(산의 음이온과 염기의 양이온에 의해 만들어지는 화합물)을 말한다. 이하 같다) 성분 때문이라고 증명된 때에는 그 방류수를 법 제2조 제9호의 공공수역 중 항만 또는 연안해역에 방류하는 경우에 한정하여 생태독성 방류수 수질기준을 초과하지 않는 것으로 본다.

5. 제4호에 따른 생태독성 방류수 수질기준 초과원인이 오직 염 성분 때문이라는 증명에 필요한 구비서류, 절차·방법 등에 관하여 필요한 사항은 국립환경과학원장이 정하여 고시한다.

222) 적용기간 : 2013. 1. 1. ~2019. 12. 31.

구 분	Ⅰ 지역		Ⅱ 지역		Ⅲ 지역		Ⅳ 지역	
	적용 기준	환경 기준*	적용 기준	환경 기준*	적용 기준	환경 기준*	적용 기준	환경 기준*
COD	20**	Ⅵ	20**	Ⅵ	40	Ⅵ	40	Ⅵ
SS	10	Ⅰ a	10	Ⅰ a	10	Ⅰ a	10	Ⅰ a
TN	20	-	20	-	20	-	20	-
T-P	0.2	Ⅲ	0.3	Ⅳ	0.5	Ⅴ	2	Ⅵ
총대장균군 수 (개/100mL)	3,000	Ⅲ	3,000	Ⅲ	3,000	Ⅲ	3,000	Ⅲ
생태독성(TU)	1	-	1	-	1	-	1	-

주: 1) * : 적용기준에 해당하는 「환경정책기본법」의 환경기준

2) ** 농공단지 공공폐수처리시설의 화학적산소요구량 방류수 수질기준은 40 이하

자료: 「물환경보전법」 시행규칙 제26조 별표10(공공폐수처리시설의 방류수수질기준)과 「환경정책기본법」 시행령 제2조별표1의 내용 재정리

한편 「하수도법」에 따른 공공하수처리시설은 지방자치단체의 장²²³⁾이 사람의 건강 보호를 위한 공중위생, 생활환경의 개선, 「환경정책기본법」의 환경기준 유지 등을 위해 관할구역의 유역별로 하수도 정비에 관한 계획을 20년마다 수립하는 하수도정비기본계획에 따라 설치한다. 이 때 하수도정비기본계획은 환경부장관이 수립하는 국가하수도정비기본계획과 유역청장 혹은 지방환경관서의 장이 수립하는 유역하수도정비계획과, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제18조에 따라 수립하는 도시·군기본계획 등과 각각 연동되어야 한다.²²⁴⁾ 공공하수처리시설의 방류수 수질기준²²⁵⁾은 1일 하수처리용량 500m³ 이상인 시설에 대하여서는 「물환경보전법」의 공공폐수처리시설의 방류수 수질기준과 동일한 방식으로 적용구역을 I ~ IV 지역으로 적용하고 있다. 항목과 기준 역시 동일하지만, I 지역의 BOD가 5mg/L

223) 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장 또는 군수

224) 하수도정비기본계획수립지침(환경부 생활하수와 - 3890(2011.11)) p. 2, 5.

225) 같은 법 시행규칙 제3조제1호의 별표1

이하, 총대장균군의 숫자가 1,000 개/100mL이하로 제한하여 공공폐수처리시설의 방류수기준보다 강화된 기준이 설정되어 있다. II 지역의 BOD 기준 역시 5mg/L이하로 공공폐수처리시설의 기준인 10 mg/L이하보다 강화된 기준을 적용한다. 이처럼 공공처리구역 방류수의 기준 중에서 하수의 기준을 강화하는 방식은 과거 분뇨처리를 하수 처리 체계와 연계했던 것처럼 폐수처리 체계를 유역관리 중심으로 전환하는 데 중요한 역할을 수행하고 있다. 현재 「물환경보전법」 시행규칙 제6조 별표4에 따르면 총 82개의 폐수시설 중에서 30여 개의 폐수배출시설이 1일 하수처리용량 500㎥ 이상의 공공하수처리시설로 병합하여 처리할 수 있다.

〈표 4-11〉 공공하수처리시설·간이공공하수처리시설의 방류수수질기준²²⁶⁾

단위: mg/L

구분	1일 하수처리용량											
	500㎥ 이상								500㎥ 미만~ 50㎥ 이상		50㎥ 미만	
	I 지역		II 지역		III 지역		IV 지역		적용	기본	적용	기본
	적용 기준	환경 기준*	적용 기준	환경 기준*	적용 기준	환경 기준*	적용 기준	환경 기준*				
BOD	5	II	5	II	10	V	10	V	10	V	10	V
COD	20	VI	20	VI	40	VI	40	VI	40	VI	40	VI
SS	10	I a	10	I a	10	I a	10	I a	10	I a	10	I a
T-N	20	-	20	-	20	-	20	-	20	-	40	-
T-P	0.2	III	0.3	IV	0.5	V	2	VI	2	VI	4	VI
총대장균 군수 (개/100mL)	1000	II	3000	III	3000	III	3000	III	3000	III	3000	III
TU	1	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-

주: *: 환경정책기본법의 적용 등급

자료: 「하수도법」 시행규칙 제3조제1항제1호의 별표1과 환경정책기본법 시행령제2조별표1의 내용 재정리

226) 적용기간: 2013. 1. 1. ~ 2019. 12. 31.

1일 하수처리용량이 500m³ 이하의 시설²²⁷⁾은 적용구역을 세분하지 않고 항목별로 일괄적인 기준을 항목별로 적용하고 있고, T-N 기준이 다른 기준에 비해 2배 정도 높다.

해양은 육상에서 유입되는 오염물질에 관한 별도의 행위제한이나 규제는 없는 실정이다. 다만 「해양환경관리법」 제15조에 따라 지정되는 환경관리해역에서는 같은 법 시행령 제10조(환경관리해역에서의 시설 설치 제한)와 제13조(사업장별 오염부하량의 할당 등)가 유일하다고 할 수 있다. 따라서 하천을 경유하여 유입한 오염물질을 관리하여 해양 수질을 보전하기 위해서는 대상 하천-해양 구역을 환경관리해역으로 지정해야만 가능하다. 즉, 환경관리해역 중에서 환경보전해역은 같은 법 시행령 제10조제3항에 해당하는 1일 폐수배출량이 2천 세제곱미터이상인 시설의 설치를, 특별관리해역에서는 같은 법 시행규칙 제10조제4항에 해당하는 1일 폐수배출량이 1천 세제곱미터이상인 시설의 설치를 각각 제한함으로써 농공단지 및 산업단지 시설에서 배출할 수 있는 폐수를 관리할 수 있다. 그러나 해당 시설에서 배출하는 폐수를 공공폐수처리시설 및 공공하수처리시설로 유입시키거나 그 해당 지역에 적용되는 법령에 따른 방류수 수질기준 이하로 처리하는 시설은 법적으로 제외된다.²²⁸⁾

「물환경보전법」 시행령 제13조에 따라 총량관리기본방침에서 정한 목표수질을 달성하기 위하여 환경부와 해양수산부가 협력할 수 있다. 「물환경보전법」 제12조제3항에 따른 방류수 수질기준이 적용되는 공공폐수처리시설, 「하수도법」 제7조에 따른 방류수 수질기준이 적용되는 시설(공공하수처리시설·분뇨처리시설 및 개인하수처리

227) 1일 하수처리량이 500m³ 미만~ 50m³ 이상(마을하수도)과 50m³ 미만 시설(개인하수처리시설)로 구분하여 방류수 수질기준 제시

228) 「해양환경관리법」 시행령 제10조제3항제1호 및 시행령 제10조제4항제1호

시설), 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제13조에 따른 방류수 수질기준이 적용되는 정화시설에 대하여 해양수산부와 환경부는 목표수질을 달성하기 위해 해역으로 유입하는 시설의 오염부하량의 할당 또는 배출량의 지정에 관한 협의를 할 수 있다.

방류수 수질기준에 관한 하천 환경전담부서와 해양수산부간의 협의는 하천으로 유입하는 오염물질의 양을 저감하기 위해 반드시 필요하다. 예를 들면, 울산연안 특별관리해역의 용암폐수처리시설에서 방류하는 오염물질의 양이 상당하지만, 해당 중권역인 회야강의 목표기준은 II등급, 방류 구역인 두왕천 소권역은 VI 등급 지역이기 때문에 「물환경보전법」에 따라 방류수 수질은 COD 40mg/L 까지 방류할 수 있고, 「해양환경관리법」 시행령 제10조제4항제1호에 따라 해당 시설은 공공처리시설이므로 40mg/L 이하 기준만 준수하면 합법적이다. 따라서 해양 수질환경 보전을 위해서는 공공하수처리시설의 배출구가 연안지역의 하천인 경우에는 하천의 영향을 반영할 수 있는 기준을 재설정할 필요가 있다.

특별관리해역의 경우, 「하수도법」, 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」의 방류수 수질기준에 관한 조항 중에서 ‘보다 엄격한 방류수수질기준의 적용’이 있다. 이 때 「해양환경관리법」 제15조제1항제2호에 따라 지정되는 특별관리해역은 「하수도법」 제7조제1항제1호와 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제13조제1항에 따라 생활환경 또는 자연환경의 보전을 위하여 방류수 기준을 다르게 적용할 수 있는 지역이다.²²⁹⁾ 이처럼 보다 엄격한 방류수 수질기준의 적용은 지방자치단체장이 조례를 통해서도 가능하다. 「하수도법」 제7조제2항에 따른 경기도 환경기본조례 제16조의2, 제주특별자치

229) 하수도법 시행령 제4조제8호, 가축분뇨법 시행령 제12조제7호

도 대기·수질·오수 및 폐기물관리에 관한 조례 제3조, 제주특별자치도 보전지역 관리에 관한 조례 제14조, 제주특별자치도 하수도 사용조례 제2조가 대표적인 사례이다. 따라서 특별관리해역은 공공처리시설의 방류수가 해양 수질에 미치는 영향을 파악하고, 이를 토대로 방류수 수질기준에 관한 협의가 가능하다.

3. 과학적·객관적 정책 연계를 위한 조사 연구 체계의 개편

하천 및 해양의 환경에 관한 조사 혹은 모니터링 자료는 하천과 해양의 물환경 상태와 환경현안의 파악, 정책의 목표 설정, 물환경 정책의 이행 효과 평가 등을 위한 정책 기본 자료로 활용된다. 이러한 물환경 조사를 위하여 우리나라는 환경부, 국립환경과학원, 환경공단 등이 주관하는 물환경측정망과 해양수산부가 주관하는 해양환경측정망을 대표적으로 운영하고 있다.

〈표 4-12〉 하천 및 해양환경측정망의 개요

	운영목적	구성	운영계획의 주요내용
해양환경측정망	【해양환경관리법 5조】	【해양환경관리법 시행규칙 제5조】	
	해양환경의 상태 및 변화 파악	1. 항만환경측정망 2. 연근해환경측정망 3. 환경관리해역환경측정망 4. 하구역환경측정망 5. 해양대기환경측정망 6. 오염심각해역수질자동측정망	1. 조사 시기 및 횟수 2. 측정위치 및 위치도면 3. 측정항목 및 방법 4. 해역구분 및 측정망 종류 5. 그 밖에 해양환경측정망의 구성·운영에 필요한 사항
수질측정망	【물환경보전법 9조】	【물환경보전법 시행규칙 제22조】	【물환경보전법 제9의2조】
	수질현황 파악, 수질오염도 측정,	1. 비점오염원에서 배출되는 비점오염물질 측정망 2. 법 제4조제1항에 따른 수질오염물	1. 조사 지점 2. 측정항목 및 측정주기 3. 측정망 운영 관리(운영, 지점 조정,

운영목적	구성	운영계획의 주요내용
수질오염물질의 지정 및 관리	질의 총량관리를 위한 측정망 3. 영 제8조 각 호의 시설 등 대규모 오염원의 하류지점 측정망 5. 법 제22조제2항에 따른 대권역·중권역을 관리하기 위한 측정망 6. 공공수역 유해물질 측정망 【물환경보전법 시행규칙 제23조】 1. 법 제22조제2항에 따른 소권역을 관리하기 위한 측정망 2. 도심하천 측정망	채취분석방법, 조사결과의 기재) 4. 측정자료의 관리활용(결과 처리보고, 자료 확정평가, 활용) 5. 그 밖에 측정망의 구성·운영에 필요한 사항

자료: 「물환경측정망 설치·운영 계획」(환경부고시 제2019-99호, 2019. 6. 11) 및 해양환경측정망 구성·운영계획」(해양수산부고시 제2019-37호, 2019. 2. 27) 발체 후 재정리

수질측정망과 해양환경측정망의 운영계획 상의 조사 항목, 주기, 정점은 <표 4-13>에 요약하였다.

<표 4-13> 하천 및 해양 수질 조사 현황

구분	조사항목	조사시기	조사정점
해수 수질	일반항목(17) 수온, 염분, pH, DO, COD, TN, DIN(NO3-, NO2-, NH4+), TP, DIP(PO43-), Si(OH)4, SPM, 투명도, Chlorophyll-a, POC, DOC	2, 5, 8, 11월	230개
	미량금속(8) Cu, Pb, Zn, Cd, Cr6+, 총수은, As, CN	2, 8월	139개
하천 수질	일반항목(19) 수온, pH, DO, BOD, COD, TOC, SS, 총질소, DTN, NH3-N, NO3-N, 총인, DTP, PO4-P, 페놀류, 분원성대장균군수, 총대장균군수, 전기전도도, 클로로필-a	매월 (48회)	2,249개
	중금속 등(8) Cd, CN, Pb, Cr6+, As, Hg, Sb, ABS	3,6,9,12월 (매월)	

주: 하천의 경우 주요지점에 대한 수질조사는 일반항목은 48회, 중금속 등은 매월 확대조사 실시 중.
 특히 3월과 9월에는 TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름, 1,4-다이옥세인, 포름알데히드, hexa클로로벤젠을 추가 조사하고, 7월에는 PCB, 유기인을 매년 1회 조사함

자료: 해양환경측정망 구성·운영계획」(해양수산부고시 제2019-37호, 2019. 2. 27) 저자 재정리

해양환경측정망의 하천영향 및 반폐쇄성해역 환경측정망의 해수 수질 조사는 총 369개 정점에서 25개 항목을 항목별로 최대 년 4회 측정한다. 수질측정망의 하천측정망은 총 2,249정점에서 27개 항목을 측정하지만, 주요 지점의 경우 1주일마다 측정한다.

하천과 해양 수질 조사의 일반 항목은 수온, pH, DO, COD, TOC, SS, 질소, 인, 전기전도도, 클로로필-a를 공통적으로 측정한다. 그러나, 하천 조사는 BOD, 페놀류, 분원성대장균군수, 총대장균군수를 별도로 조사하고 있고, 해양수질 조사는 규산염($\text{Si}(\text{OH})_4$)와 투명도를 별도로 측정한다. 한편, 중금속 등에 관한 조사는 7개 공통 항목(Cu, Pb, Cd, Cr^{6+} , 총수은, As, CN)을 조사하고, 하천 조사는 ABS, 해양 조사는 Ni를 별도로 조사한다.

일반적으로 수질 관련 조사 항목은 하천과 해양의 특성에 따라 인간의 건강보호와 환경의 보전을 위해 필요하거나 이의 거동에 영향을 줄 수 있는 현상을 파악할 수 있는 물질을 선택하는 것이 일반적이다. 전자의 경우는 환경 기준으로 선택되는 경우가 많고 후자는 환경영향 평가, 예측 모델의 개발 등에 활용된다. 하천과 해양의 수질 조사항목의 연계를 위해서는 인간건강과 생활환경보전을 위한 공통적이고 대표적인 항목을 먼저 고려하는 것이 타당하다. 그러나 공통적으로 대표 측정하는 항목이라 할지라도 다수의 물리화화적인 현상을 대표하는 항목은 정책의 개발 및 적용에 있어 필요성이 적을 수 있다. 예를 들면 하천과 해양의 수온과 염분은 수체의 특성을 대변하는 대표적인 항목이다. 대부분의 조사와 모니터링에서도 두 항목은 필수적이다. 그러나 실질적인 연계를 위해 선정하는 대표항목으로서 적절하지 않다. 이 두 항목은 정책수단에 의한 관리로 조절하기 매우 어려운 항목이며, 관리와 조절을 위해서는 투자 비용 대비 효용

이 크지 않을 수 있다. 따라서 수질 환경 관리의 정책 연계를 위해서는 대표적인 측정항목 중에서도 환경 현안과 밀접하게 연동되어 있는 항목을 먼저 선택하는 것이 타당하다.

화학적산소요구량, 질소 계열, 인 계열, 탄소 계열 항목은 하천과 해양의 수질 조사의 일반 항목 중에서 공통적으로 측정하고 있다. 화학적산소요구량은 하천과 해양에 존재하는 동물의 호흡에 관련된 항목으로 농도가 높아지면 수생 동물의 서식에 필요한 산소 부족을, 낮은 농도는 건강한 환경을 정량적으로 표현할 수 있는 항목이다. 질소와 인, 탄소 항목은 수생 식물의 일차생산과 관련된 항목으로 항목의 측정값이 낮으면 빈영양 상태를, 높으면 부영양 상태를 정량적으로 표현한다. 부영양 상태의 수생 환경은 녹조 및 적조 현상을 유발한다고 알려져 있다. 이러한 항목은 수생 환경의 상태를 파악할 수 있는 항목으로 하천과 해양 수질 정책의 연계 및 활용에 적합한 항목이다. 이 중에서도 특히 화학적산소요구량은 물환경보전법과 하수도법 상의 처리배출수 모니터링 항목과 연안오염총량관리 관리대상물질로 활용되고 있어 하천 및 해양 수질의 연계 활용에 대한 효용이 큰 항목이다. 즉, 연계 항목의 선택에서 하천과 해양의 환경 문제를 유발하거나 환경 현안을 대표할 수 있는 항목인 화학적산소요구량이 타당하다.

그러나 하천과 해양의 화학적산소요구량을 측정하는 방법은 각각 수질오염공정기준과 해양환경공정시험기준에 따라 서로 다른 방법이 고시되어 있다. 산화제로 사용하는 물질이 서로 달라 동일한 시료를 가지고 측정한다고 할지라도 상이한 수치값이 측정될 수 있다. 또한 낙동강과 섬진강 하구의 물환경측정망과 해양환경측정망의 화학적 산소요구량을 대상으로 비교하면 낙동강하구와 섬진강 하구의 하

학적산소요구량 항목은 통계학적으로 상이한 모집단 자료로 판정되어 이 값들을 단순 비교하여 정책에 활용할 경우 과학적 판단 오류가 발생할 수 있다.²³⁰⁾²³¹⁾²³²⁾

〈그림 4-8〉 낙동강하구 정점 위치



자료: 저자작성 및 해양환경 정보지도(검색일: 2019. 10. 23.)

- 230) 낙동강하구3정점(해양환경측정망)과 낙본L정점(총량측정망)의 평균 비교를 위하여 t-test를 수행하였다. 2004년부터 2018년까지의 자료를 가용한 자료를 모두 이용하였다. 분석 결과 두 정점 자료의 평균이 다르다고 볼 수 있음. t-test에 앞서 등분산검정(귀무가설 : 두 그룹의 분산이 같다)을 수행한 결과, F-value가 0.2389로 유의수준 5% 하에서 귀무가설을 기각하지 못하여 두 정점 자료의 분산은 같다고 할 수 있다. 이에 Pooled method를 이용하여 t-test(귀무가설 : 두 그룹의 평균이 같다)를 수행한 결과, t-value가 0.0001보다 작게 나와 유의수준 5% 하에서 귀무가설을 기각하여 두 정점 자료의 평균이 다르다고 해석할 수 있음.
- 231) 섬진강하구1정점(해양환경측정망)과 섬본E정점(총량측정망)의 t-test 결과 또한 자료의 평균이 다르다고 해석된다. t-test에 앞서 등분산검정(귀무가설 : 두 그룹의 분산이 같다)을 수행한 결과, F-value가 0.9.334로 유의수준 5% 하에서 귀무가설을 기각하지 못하여 두 정점 자료의 분산은 같다고 할 수 있다. 이에 Pooled method를 이용하여 t-test(귀무가설 : 두 그룹의 평균이 같다)를 수행한 결과, t-value가 0.0001보다 작게 나와 유의수준 5% 하에서 귀무가설을 기각하여 두 정점 자료의 평균이 다르다고 해석할 수 있다.
- 232) 하천과 해양의 항목 및 조사 주기 등에 관한 내용은 본보고서의 제2장 참조

〈표 4-14〉 물환경측정망-해양환경측정망 기초통계량(낙동강하구)

구분	N	평균	표준편차
총량측정망 낙본L	15	6.302	0.3904
해양측정망 낙동강3	15	1.513	0.5393

자료: 저자 작성

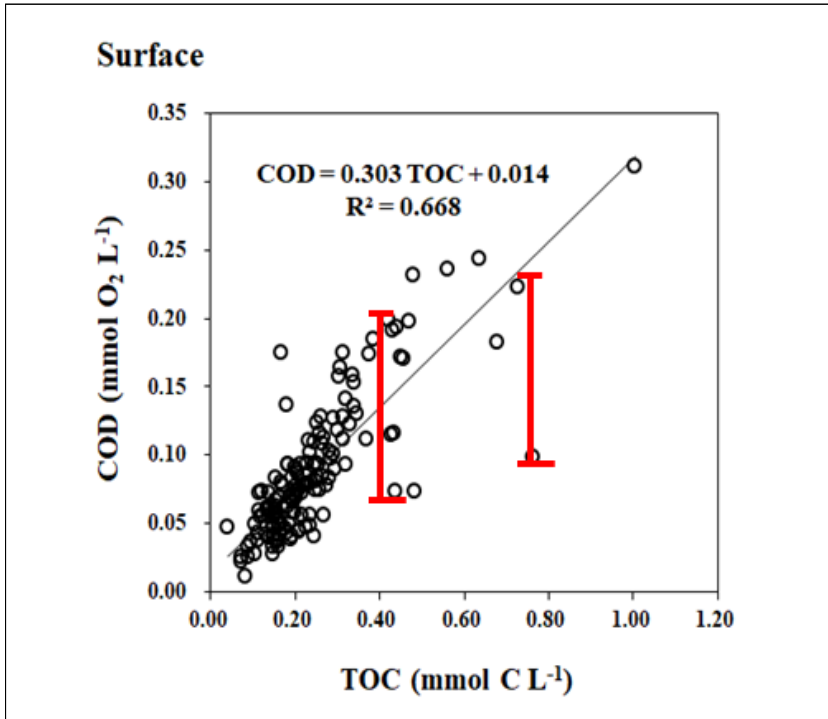
〈표 4-15〉 물환경측정망과 해양환경측정망 평균 비교(낙동강하구)

구분	통계량	통계치
등분산검정	F-value	0.2389
t-test (Pooled method)	t -value	<0.0001

자료: 저자 작성

한편 방류수 수질기준 중에서 화학적산소요구량을 총유기탄소량으로 전환한다. 「물환경보전법」의 공공폐수처리시설의 방류수 수질기준은 2020년 1월 1일부터, 「하수도법」의 공공하수처리시설 등의 방류수수질기준은 2021년 1월1일부터 적용된다. 이 경우, 특별관리해역의 오염물질 총량규제 항목 역시 총유기탄소량 항목을 고려해야 한다. 이처럼 과거 항목을 신규 항목으로 대체하고자 할 경우에는 등급별 수치에 관한 면밀한 해석이 필요하다. 〈그림 4-8〉에서 볼 수 있듯이 해양환경의 항목들은 이분산성(heteroskedacity)을 갖는 것이 일반적이다. 따라서 TOC 0.4mmol C/L에 해당하는 COD 수치는 0.6~0.2 mmol C/L의 범위로 대체할 수 있기 때문이다.

〈그림 4-9〉 COD와 TOC의 관계



자료: 해양환경공단, 「해양환경측정망 운영 자료」(2019)

한편 미량금속 역시 하천과 해양의 측정값을 활용하기에는 고려해야 할 점이 많다. 미량금속의 경우 하천과 해양 수질에서 공통적으로 측정하는 항목인 Cu, Pb, Cd, Cr6+, 총수은, As, CN²³³⁾ 등은 인간의 건강보호 분야와 생활 건강 분야에 모두 포함되어 있는 항목으로 하천-해양 수질 정책 연계에 중요한 항목이라 할 수 있다. 특히 중금속은 과거 일본 카드뮴에 의한 이따이이따이병, 수은에 의한 미나마타병이 발생한 만큼 하천과 해양의 수질 환경정책 연계에 필요한 항목이다. 그러나, 중금속 등은 하천과 해양의 용해도, pH, 경도에 따라

233) 향후 해양 수질조사 미량금속 항목 중 CN은 제외되고 니켈이 추가될 예정

측정값 농도가 환산하여 적용해야 한다. 미국은 수생환경의 보호를 위한 기준에서 하천수와 해수에 녹아 있는 물질 간의 비교를 위해 일부 카드뮴, 구리, 크롬 6가 등의 준거치에 대한 전환계수를 제시하고 있다. 예를 들면 미국은 하천과 해수에서 비소를 측정한 값을 준거치 (각각 340, 150, 69, 36 $\mu\text{g/L}$)와 환산 없이 비교하나, 크롬 6가는 하천에서 측정한 값에 0.982를 곱하여 하천 CMC 준거치인 16 $\mu\text{g/L}$ 값과 비교한다. 한편 해수에서 측정한 값은 해수 CMC 준거치 1,100 $\mu\text{g/L}$ 가 비교하기 위한 값은 현장에서 측정한 값에 0.993을 곱하여 산정한 값이다. 이는 각 항목은 수체의 물리화학적 특성인 경도 (hardness), pH 등의 특성이 지역이나 수체마다 달라 측정 항목의 측정값을 준거치와 비교하거나 지역적으로 비교하고 활용가능한 값으로 변환해야 한다는 의미이다.

하천과 해양의 수질에 함유되어 있는 중금속을 대상으로 연계 항목을 선택할 경우 역시 화학적산소요구량과 마찬가지로 하천 및 해양에서 공통적으로 측정하는 항목이고 환경 현안과 연관된 물질 중에서 수체 내 거동과 지역 특성이 적게 반영되는 비소, 크롬, 수은 등이 가장 먼저 연계할 수 있는 항목이라 판단된다. 환경 현안으로 중요한 카드뮴과 납은 수체의 물질 거동과 지역 특성 등을 확인한 후, 하천과 해양 변환 계수를 개발하고 연계할 수 있을 것으로 판단된다.

〈표 4-16〉 미국 하천 및 해양 수질의 용존상 중금속의 전환계수

구분	하천 CMC	하천 CCC	해수 CMC	해수 CCC
비소	1	1	1	1
카드뮴	$1.136672 - [(\ln \text{ hardness})(0.041838)]$	$1.101672 - [(\ln \text{ hardness})(0.041838)]$	0.994	0.994
크롬 6가	0.982	0.962	0.993	0.993
구리	0.96	0.96	0.83	0.83
납	$1.46203 - [(\ln \text{ hardness})(0.145712)]$	$1.46203 - [(\ln \text{ hardness})(0.145712)]$	0.951	0.951
수은	0.85	0.85	0.85	0.85
니켈	0.998	0.997	0.99	0.99
은	0.85	—	0.85	—
아연	0.978	0.986	0.946	0.946

주: 1) CMC: Criterion Maximum Concentration

2) CCC: Criterion Continuous Concentration

자료: 미국환경보호청 홈페이지(검색일: 2019. 4. 9.)

또한 하천이나 해양으로 유입되는 공공처리시설의 방류수의 독성은 물벼룩을 이용한 생태독성으로, 해양의 수질환경은 발광박테리아와 단각류를 활용하여 각각 평가한다. 공공처리시설의 방류수 수질 기준은 생태독성 1이하(실험 물벼룩의 생리생태적인 이상이 50% 이하 개체수일 경우)로 관리하고 있고, 해양은 실험 생물 개체수의 영향이 30% 이하를 기준으로 관리한다. 따라서 50% 이하와 30% 이하에 관한 체계적인 비교가 필요하다.

제 5 장

결론 및 정책제언

제1절 요약 및 결론

이 연구는 하천과 해양의 수질관리가 환경부와 해양수산부로 양분되어 있는 현재 여건에서 하천과 해양의 환경보전에 관한 사항을 파악하고, 개별적인 정책을 연계·개선할 수 있는 방안을 제시하고자 수행되었다. 하천과 해양은 서로 다른 자연 환경이다. 하천은 염분 등의 무기물질이 적게 포함되어 있고, 상류에서 하류 방향으로 일방적인 유동 흐름을 가지는 환경이다. 반면 해양은 무기물질의 함유량이 많고 입체적·주기적인 유동을 가지는 환경이다. 따라서 하천과 해양의 물환경 특성과 환경보전 목표를 반영하여 개별적으로 보전정책을 추진하는 체계는 타당한 측면이 있다. 그러나 하천은 하구에서 해양과 만난다, 하천에 포함된 다양한 수질오염물질이 해양으로 하구를 통해 유입된다. 따라서 하천의 수질환경은 필연적으로 해양의 수질 환경에 영향을 끼친다고 할 수 있다.

이 연구보고서의 전체 구성을 살펴보면, 먼저 하천과 해양만나는 하구 지역의 수질 현황을 파악하고 하천과 해양의 수질 보전 정책에 직간접적으로 연관이 있는 우리나라의 법률과 제도를 분석하였다. 이어서 우리나라를 비롯하여 미국과 일본의 하천-해양 수질관리 정책의 사례를 분석하여 정책 개발에 필요한 시사점을 정리하였다. 시사점을 토대로 정책의 연계에 필요한 세부 사항(구역의 지정, 환경기준의 조정, 관련 계획의 개선 사항 등을 제시하였다. 이 연구에서 검토한 내용을 세부적으로 살펴보면 아래와 같다.

제2장에서는 하천과 해양의 수질 및 환경 보전에 관한 제도적 현황을 정리하였다. 먼저 하천은 「환경정책기본법」에 따라 「물환경보전법」, 「하천법」, 「하수도법」, 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 등의 법률이 중요한 정책과 제도를 포함하고 있다. 해양은 「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」, 「해양환경관리법」 등이 중요한 법률이라 할 수 있다. 한편, 하천과 해양의 수질에 영향을 미칠 수 있는 국토 이용에 관한 사항은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」, 「토지이용 기본법」이 관여하고 있다.

「환경정책기본법」은 우리나라 환경보전 정책의 기본 구조와 방향을 제시하는 법률이다. 환경보전의 이념, 국가 및 지방자치 단체의 환경보전에 관한 책무, 환경보전의 목표로서 환경기준의 설정, 목표달성을 위해 필요한 계획의 수립 등에 관한 사항을 담고 있다. 이 중에서 가장 중요한 것은 환경기준의 설정이라고 할 수 있다. 이 법의 환경기준은 먼저 보전해야 할 대상을 대기, 소음, 수질 및 수생태계 분야로 구분한다. 이 중에서 수질 및 수생태계는 수질 환경의 특성에 따라 하천, 호소, 해양 등으로 세분하고 사람의 건강을 보호하기 위해 필요한 항목과, 보다 나은 생활 환경을 유지하기 위해 필요한 항

목과 목표를 기준으로 제시하고 있다. 사람의 건강보호 기준은 단일 등급을 일괄적으로 제시하고 있으며, 생활환경 기준은 8개의 항목에 대하여 여러 개의 구간으로 등급을 구분하여 제시하고 있다.

「환경정책기본법」의 목표를 달성하기 위해 하천은 「물환경보전법」에 따라 대권역, 중권역, 소권역으로 관리구역을 세분하고 각 수계영향권별로 목표기준을 제시하고 있다. 이러한 수계영향권별 목표기준을 달성하기 위한 별도의 규제가 시행중이다. 「물환경보전법」, 「하수도법」, 「가축분뇨의 관리와 이용에 관한 법률」에 따른 처리시설의 방류수 수질기준이 대표적인 예라고 할 수 있다. 해양은 영해와 EEZ를 총 31개 관리 해역으로 세분하여 해역별로 달성하고자하는 목표기준을 제시하고 있다. 해역별 기준을 달성하기 위해 행위제한 등의 기준을 마련하였으며, 배출시설의 방류수 기준은 하천의 기준과 연계하고 있다. 다만 하천의 대상 항목과 해역 항목이 서로 달라 연계가 어렵고, 동일 항목이라 할지라도 하천수계영향권의 목표기준만을 고려한 것이 대부분이다.

제2장 제1절에서 확인한 바와 같이 하구별로 해양환경측정망과 물환경측정망의 농도를 비교하면, 항목별 농도는 유사하게 나타났다. 그러나 총질소는 약 10배 정도, 화학적산소요구량은 2배 정도 하천의 농도가 높게 나타났다. 마산만의 경우 2007년부터 연안오염총량관리를 실시함으로써 해역 환경은 개선되었다. 그러나 여전히 지방하천과 소하천을 경유하여 일일 7,000~8,000 kg/일 규모의 화학적산소요구량이 마산만으로 유입되고 있으며, 창원하수처리시설과 진해하수처리시설을 통해 유입되는 화학적산소요구량으로 인해 해역수질 농도가 10% 정도 영향을 받는 것을 확인하였다. 울산 특별관리해역은 용암폐수처리시설에서 방류하는 오염물질의 양이 상당하지

만, 중권역인 회야강의 목표기준은 II등급, 방류 구역인 두왕천 소권역은 VI 등급 지역이기 때문에 물환경보전법에 따라 COD의 방류수 수질은 40mg/L 까지 고농도의 오염물질을 방류할 수 있다. 따라서 해양 수질환경 보전을 위해서는 항목 선정과 하천 영향을 반영한 목표 기준의 결정 등이 필요하다는 것을 확인할 수 있다.

제3장에서는 하천과 해양의 정책 연계의 사례로서 미국의 체사피크만 프로그램, 일본의 세토내해의 수질오염총량관리제, 우리나라의 특별관리해역에서 추진 중인 연안오염총량관리 사례를 검토하였다. 체사피크만프로그램은 6개의 주정부(버지니아, 메릴랜드, 펜실바니아, 워싱턴특별시 등)가 유역을 공유하는 미국 최대의 하구로서 체사피크 만이 지니는 풍부한 수산자원, 자연경관 가치를 보전하기 위해 개발된 프로그램이다. 체사피크만은 미국 동부의 굴 생산량의 60% 이상을 차지할 정도로 수산자원이 풍부한 하구 지역이었으나, 인구 집중, 산업화, 환경용량을 초과하는 오염물질의 유입 등으로 인해 수질을 포함하여 생태 환경이 파괴되었다. 1982년 버지니아, 메릴랜드, 펜실바니아 주정부와 연방정부의 대표인 미국환경청은 체사피크만의 환경을 개선 및 생태·수산자원을 복원하기 위해 제1차 체사피크만 프로그램을 추진하였다. 만의 복원을 위해 질소, 인 등의 영양물질의 과도한 유입, 해조류 서식지의 소멸, 저층 무산소환경의 증가, 독성물질의 영향 등 5대 현안 분야를 선정하고, 이를 해결하기 위해 각 주정부와 연방정부가 공동으로 하천과 해양의 수질 정책을 연계하기 시작했다.

특히 체사피크만으로 유입하는 질소, 인의 양을 환경용량 범위 내로 감축하기 위해 총량규제(TMDL) 방식을 도입하고 있다. 이에 따라 각 주정부는 관할 지역의 하천별로 유입량을 할당 받고, 이를 이행하

기 위한 체계적인 전략 계획(Tributary Strategy)을 마련하였다. 연방 정부는 환경청을 필두로 미지질조사국, 해양대기청 등이 참여하여 기술적인 지원, 주정부간의 법제도 개정, 연방정부 정책과의 연계 분야를 지원하고 있다.

체사피크만 프로그램은 6개의 정부기관이 공동으로 만의 환경개선을 위해 주정부의 하천과 해양의 정책을 연계하기 위해 노력한 대표적인 사례라 할 수 있다. 체시피크 만의 환경 특성에 알맞은 환경기준을 별도로 개발하였고, 목표를 달성하기 위해 주정부의 기존 법률을 개정하였다. 조사연구 결과의 질을 향상하기 위해 정도 관리 프로그램을 연방기관과 주정부의 환경 분석 기관이 공동으로 협력하였다. 특히 체시피크만의 환경 목표 선정, 개선 프로그램 개발, 지역 역량 활용을 확대하고자 시민들의 자발적인 참여를 보장하고 의사결정 과정에 참여 시킨 점 등이 주요한 시사점이라 할 수 있다.

일본의 세토내해는 전세계 최초로 연안 해양 지역을 대상으로 하는 오염물질에 대한 총량관리가 실시된 지역이다. 일본의 하천 및 해양의 수질관리는 「환경기본법」에 따라 「수질오탁방지법」, 「하천법」 등에 의해 다양한 정책인 추진된다. 1973년부터 시작된 세토내해 총량관리제의 목표는 ‘세토내해로 유입되는 1972년 COD 유입량의 50%를 삭감’하는 것이다. 이를 목표로 세토내해 유역의 광역자치단체는 폐수를 중심으로 배출량 저감 방안과 배출수 방류 기준을 재설정하였다. 그러나 폐수로부터 기인하는 COD 유입만을 저감하여서는 목표 달성이 어려움을 확인하고, 유입 저감 대상을 하수 기인 COD로 확대하였다. 제7차 총량관리를 통해 세토내해의 오염물질 유입량은 1972년 대비 생활계는 50% 미만, 산업계와 기타계 오염유입량은 33% 정도를 저감하고 있다. 정부 주도 방식의 세토내해 총량관리제

의 시사점은 다음과 같다. 목표 대비 시책(방류수 수질기준 등)의 조정, 개선 대책의 효과 분석 기술의 재검토, 목표 달성을 위한 계획의 조정 등에 중앙관계행정기관 및 지방자치단체 만이 참여함에 따라 정책의 수정 및 조정이 용이하다는 것이다.

한편 마산만을 필두로 시작된 우리나라의 총량관리는 해역 환경개선을 위해서 「하수도법」에 따른 지정된 방류수 수질기준을 준수하는 방식을 탈피하고, 해역의 환경용량에 따라 배출시설별로 할당량을 조절하는 방식이다. 우리나라는 마산만 특별관리해역을 포함하여 부산연안, 시화호, 울산연안에 연안오염총량관리를 시행 중이다.

이러한 연안오염총량관리제가 성공하기 위해서는 할당량을 협의·조정하는 전담 조직의 구성과 운영이 필수적이다. 수계의 총량관리와는 달리 연안오염총량관리는 지역 이해관계자가 참여하는 민관산학협의회라는 조직을 해역별로 새롭게 구성하였다. 민관산학협의회에 참여하는 지역이해관계자의 대표는 해당 그룹의 추천을 통해 구성된다. 2005년 발족한 마산만 민관산학협의회의 경우, 시민 대표의 참여는 3개 지방자치단체(창원시 마산시, 진해시)에 속하는 환경운동가와 시민 대표 각 1인으로 결정되었다. 이에 따라 3개 지방자치단체의 환경분야 담당자 역시 3개 지자체 별로 해양환경분야 1인과 육상환경분야 1인으로 확정되었다. 이러한 위원 추천 방식은 민관산학대표들의 안전 의결에 대한 형평성을 고려하였기 때문이다.

제4장은 제2장과 제3장에서 검토하였던 여건과 사례지역의 시사점을 종합하여 하천과 해양의 연계를 위한 구역범위의 선정, 「환경정책기본법」을 필두로 관련 법률상의 기준과 관리계획의 연계, 하천과 해양의 조사정보에 관한 내용을 정리하였다. 현행법상으로 하천과 해양이 만나는 하구 구역은 해양 쪽의 경계는 해안선을 이은 선이라

고 할 수 있고, 하천이 해양을 만나는 경계는 하천구역(소하천구역)의 종점이라고 할 수 있다. 다만 하굿둑으로 연결된 하구의 경우는 하굿둑이 해양과 하천의 경계이다. 이러한 하구는 물리화학적 특성이 독특하여 보전의 가치가 있는 지역이므로 별도의 관리대상으로 하는 법률체계가 필요하다. 하천과 해양의 환경보전을 위해 시행중인 환경보전 정책의 행위 제한 사항을 검토하고 수질 연계를 위한 조정이 필요한 규제를 확인하였다. 한편 하천과 해양의 정책 연계를 위해 기존의 조사체계를 개선해야 할 부분을 확인하였다.

제2절 정책제언

1. 하천·하구·해양의 수질관리체계를 통합 관리하는 방안

하천과 해양이 하구를 통해 다양한 오염물질이 해양으로 유입되는 상황에서 현행 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 도시·군기본계획과 도시·군관리계획과 「물환경보전법」, 「하천법」에 따른 관련 계획 등에서 해양의 수질환경 보전에 관한 내용을 충분하게 고려하지 않고 있으므로, 「해양환경관리법」의 해양수질 보전정책의 목표달성과 계획 추진은 쉽지 않다. 따라서 해양환경 보호를 위한 하천과 해양의 수질정책 연계를 위한 정책 개발은 아래의 사항을 포함하는 통합관리 체계를 강구해야 한다.

첫째, 하천과 해양이 만나는 하구를 하천과 해양의 수질 정책 연계를 위한 시범지역으로 지정하여 통합 관리하는 방안을 강구해야 한다. 하구는 지형, 유량, 조석 등에 따라 환경 및 생태적 가치가 높아

하구를 관리하기 위한 단일 법률 제정도 가능하다고 판단된다. 다만, 현행 하천의 유역관리 체계를 국가·지방·소하천 별 하구로 구분하여 관리하고 있어, 이에 대응하는 해양의 관리 체계가 보다 정밀해져야 할 것이다.

둘째, 하·폐수 처리시설의 방류구가 하천의 하류이거나 해양으로 직접 방류되는 시설의 설치와 운영에 대한 실태 파악이 시급하다. 이와 함께 처리시설의 방류수가 해양 수질에 미치는 영향에 대한 과학적 진단이 필요하다. 이를 통해 해양수질 환경 보전을 위해 필요한 처리시설의 설치 및 변경에 관한 정책 수요를 파악할 수 있을 것이며, 공공처리시설 방류수에 관하여 해양 수질환경 보전을 위한 기준의 조정이 가능하다.

셋째, 하천과 해양 인근의 시군구에서 수립하는 도시군관리계획과 하천기본계획에서 해양의 수질에 대한 영향을 검토하는 절차를 강화해야 한다. 현재 사업장 시설물의 설치 혹은 공유수면 점·사용은 해역이용 협의제도 혹은 환경영향평가제도를 통해 일차적으로 수질 등 환경에 대한 영향이 평가되지만, 상기 두 가지 계획을 포함하여 상위 계획은 협의·검토 절차가 다소 미흡하다. 따라서 해양환경관리법의 해역이용협의 제도에 이를 포함하거나 기타 관련 법률상에 검토 절차에 관한 사항을 확인·보완할 필요가 있다.

넷째, 지방자치단체의 해양 수질관리에 대한 권한과 의무를 강화해야 한다. 미국과 일본처럼 지방자치단체가 연안 수질 조사를 실시하고, 해당 지자체의 발전 계획에 따른 자체 환경기준을 설정함으로써 환경 개선사업과 지역 발전을 조화롭게 추진할 수 있는 역량을 마련해야 할 것이다. 더불어 「물환경보전법」의 폐수처리시설, 「하수도법」의 하수처리시설과 하수관로, 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법

를」의 정화시설 등에서 배출하는 방류수 수질기준의 협의, 나아가 해당 지역의 특성에 맞는 보다 엄격한 방류수 수질기준의 설정 등에 관한 사항은 지방자치단체가 조례를 통해 환경관서에 요구할 수 있다. 따라서 하천을 경유하는 오염물질을 관리하기 위해서는 지방자치단체의 역할이 매우 중요하다. 물론 지방자치단체의 경계와 자원이용에 대한 상충이 발생할 수 있으나, 해양 수질 관리에 관심과 참여를 강화하기 위해서는 지자체의 권한과 역할을 강화할 필요가 있다.

2. 하천·하구·해양의 과학적 연구체계 연계 방안

하천과 해양의 수질 관리 정책을 효과적으로 연계하기 위해서는 근간이 되는 조사 자료의 연계·활용이 원활해야 한다. 그러나 하천과 해양의 수체특성과 분석 방법이 상이하다. 따라서 과학기술 관련 정책의 효과적인 연계를 위해 아래의 사항을 고려해야 할 것이다.

첫째, 수질관리 연계를 위한 항목은 환경기준에 포함되어 있는 모든 항목이 대상이 될 수 있다. 그러나 하천과 해양의 환경 현안과 긴밀한 연관성이 있는 항목을 시범적으로 선정하고 조사 방법과 자료의 활용도를 제고하는 것이 타당할 것이다. 수체의 용존산소 환경을 대변하는 화학적산소요구량이나, 중금속 항목 중 1~2개를 선택하는 것이 바람직하다. 이 때, 하천의 중권역 목표와 해양의 31개 해역별 목표 기준에 관한 사항을 고려해야 한다.

둘째, 하천 조사와 해양조사 방법에 대한 검토가 필요하다. 각 조사의 주기를 고려하여 대표 조사 시기를 선정하는 것이 중요하다. 이 때 해양환경측정망 조사를 고려하는 것이 바람직하다. 해양환경조사는 매년 4회 추진되고 있고 조사선박의 운영 등 제약 조건이 하천 조

사보다 많은 편이기 때문이다. 조사 정점은 전국의 대규모 하천의 하구를 대상으로 먼저 선택하는 것이 시범적으로 운영하는 것이 타당하며, 하천의 중권역 대표 지점과 인근 지역의 가장 가까운 해양환경 측정망을 연계할 위한 정점으로 선정하는 것이 효율적이다. 낙동강의 경우 하천의 낙본 1지점과 해양환경측정망 낙동강하구3정점이 이에 해당할 수 있다. 현재 하천과 해양의 측정망을 담당하는 기관인 국립환경과학원(환경공단)과 국립수산물품질관리원(해양환경공단)이 전담팀을 구성하여 이를 조정하는 것이 효과적이다. 추진계획을 공동으로 수립하고, 전담팀에는 관련 학회 등의 외부 전문가 그룹을 참여시킬 필요가 있다.

셋째, 다년간의 조사 연구 성과가 확보되면, 수질 관련 환경 기준을 연계해야 한다. 특히 「환경정책기본법」의 인간의 건강보호기준에 포함된 항목과 해양의 생태기반 해수수질 기준에 포함된 항목의 포함 여부 및 기준에 대한 조정을 할 수 있을 것이다. 이 경우 측정 조사기관 중심의 TFT 혹은 협력체가 환경부-해양수산부 담당자가 참여하는 조직으로 확대되어야 할 것이다.

넷째, 조사의 연계에 대한 경험을 바탕으로 백서를 작성해야 한다. 특히 환경기준을 조정할 경우에는 각 기준이 미치는 다양한 영향에 대한 매뉴얼을 작성해야 한다. 미국의 Gold Book 혹은 Red Book처럼 물질별로 필요한 과학적 사실과 의사결정에 대한 절차를 국민이 쉽게 확인할 수 있게 해야 한다.

다섯째, 해양에 대한 과학 조사 능력을 확충해야 한다. 물환경측정망과 비교하면 해양환경측정망의 조사 정점과 조사 주기 등이 부족하다. 하천의 조사와는 달리 해양은 3차원적인 구조이고 하루에 두 번 정도 조수간만의 영향을 받아 수체의 생지구화학적 거동이 복잡

하다. 복잡하고 다양한 해양 수질 현상과 현안을 해석하기에 현재 조사 체계는 부족하다고 할 수 있다.

여섯째, 해양의 특성을 반영하는 대표적인 모델을 개발해야 한다. 조사에 따른 결과를 활용하여 정책의 효과를 예측하는 방법은 수치 모델링 방법이 유일하다. 하천의 경우 수계오염총량관리 정책을 통해서 장기간 표준화된 모델을 개발하여 정책 수립 및 평가에 활용하고 있으나, 해양은 마산만, 시화호 등의 일부 해역을 제외하고는 이러한 모델이 없기 때문에 정책 개발에 제약이 많다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

경상남도, 「마산만 특별관리해역 제3차 연안오염총량관리 기본계획」, 2017.

관계부처협동, 「제1차 자원순환 기본계획(2018~2027)」, 2019.

국토교통부, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 해설집」, 2018a.

_____, 「하천기본계획 수립 지침(안)」, 2018b.

박미옥·이용우·박준건·강철순·김성길·김성수·이석모, 「2013~2017년 한국연안의 생태기반해수수질 평가 결과」, 『한국해양환경·에너지학회지』, 제22권 제1호, 2019.

박성은·이원찬·홍석진·김형철·김진호, 「조석 주기별 오염물질 방출에 따른 마산만의 체류시간 및 해수교환율 변화」, 『한국해양환경·에너지학회지』, 제14권 제4호, 2011.

새만금지방환경청, 용담댐 하류 중권역 물환경관리계획 수립연구(‘19~’23)최종보고서, 2018.

이창희·남정호·김선희·박석두·노백호·노태호·이수재·문현주·하유진·허경미·김동우·김수진·방승석, 「지속가능한 하구역 관리 방안 II」, 한국환경정책평가연구원, 2004.

이창희·남정호·김선희·김홍상·노백호·문현주·심영규·안소은·박창석·이수재·노태호·강대석·신용식·최유진·강수진·한은진·김재경·한종화·박해경, 「지속가능한 하구역 관리 방안 II」, 한국환경정책평가연구원, 2005.

장원근·남정호·한기원, 「육상오염원 관리체계 선진화 방안」, 한국해양수산개발원, 2012.

장원근·한기원·박희망·최수빈, 「연안소규모 하·폐수 처리시설의 관리 문제점 및 개선방향」, 한국해양수산개발원, 2017.

정우성·홍석진·이원찬·기형철·김진호·김동명, 「마산만 육상기인오염원의 오염 기여율 모델링」, 『한국해양안전학회지』, 제22권 제1호, 2016.

한국해양수산개발원, 「연안소규모 하·폐수 처리시설의 관리 문제점 및 개선방향」, 2017.

- 홍석진·이원찬·윤상필·박성은·조윤식·권정노·김동명, 「마산만의 자생 유기물 저감을 위한 단순 박스모델의 적용」, 『해양환경안전학회지』, 제13권2호, 2007.
- 해양수산부, 「연안오염총량관리 도입시행연구」, 2009.
- _____, 「연안오염총량관리 도입시행연구」, 2010.
- _____, 『육상오염원 관리 및 연안오염총량관리제 도입·시행(II)』, 2012a.
- _____, 『육상오염원 관리 및 연안오염총량관리제 도입·시행(III)』, 2012b.
- _____, 「전국연안 실태조사」, 2015.
- _____, 「제3차 환경관리해역 기본계획(2019~2023)」, 2019a.
- _____, 「해양환경측정망 구성·운영계획」, 2019b.
- _____, 「해역별 환경기준 설정 연구」, 2013.
- 해양수산부·경상남도, 「마산만 특별관리해역 제2차 연안오염총량관리 기본계획」, 2012.
- 해양수산부·해양환경공단, 「국제 및 국내 해양시설 실태조사 연구」, 2012.
- _____, 「2019년 한국해양환경 조사연보」, 2020.
- 해양환경공단, 해양환경측정망 운영결과 보고. 2019 (비공개)
- 환경부, 「영산강·섬진강 대권역 물환경관리계획 수립연구(‘16~’25) 최종보고서」, 2017.
- _____, 「유역하수도 정비계획 수립지침」, 2013.
- _____, 「제2차 국가하수도 종합계획(2016~2025)」, 2015a.
- _____, 「하수도정비 기본계획수립지침」, 2015b.
- _____, 「제2차 물환경관리 기본계획」, 2016.

〈국외 문헌〉

(사)일본수환경학회, 「일본의 수환경행정」, 2009.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R. et al. "The value of the world's ecosystem services and natural capital," *Nature*, 387, 1997. doi:10.1038/387253a0.

GESAMP, "State of the Marine Environment," GESAMP Reports and Studies No. 39, 1990.

_____, "Protecting the Oceans from Land-based Activities," GESAMP Reports and Studies No. 71, 2001a. (<http://www.gesamp.org/site/assets/files/1251/protecting-the-oceans-from-land-based-activities-en.pdf>) (검색일: 2019. 10. 9.)

_____, A sea of Troubles, GESAMP Reports and Studies 70. 2001b, p. 4. (검색일: 2019. 4. 5. 검색)

Matsuda, O., & H. Kokubu, "Recent coastal environmental management based on new concept of *Satoumi* which promotes land-ocean interactions: A case study in Japan," *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 183, 2016.

Ramesh, R., Z. Chen et al., "Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone: Past, present & future," *Anthropocene*, 12, 2015.

Thrush, Simon & Townsend, Michael & Hewitt, Judi & Davies, Kathryn & Lohrer, Andrew & Lundquist, Carolyn & Cartner, Katie., The many uses and values of estuarine ecosystems. Ecosystem Services in New Zealand – Condition and Trends, 226–237. 2014.

U.S. Environmental Protection Agency, *Monitoring Guidance for the National Estuary Program*, 1992.

〈인터넷 자료〉

- 공공데이터포털, 한국환경공단_공공하수처리시설 운영 현황 <https://www.data.go.kr/dataset/3073222/fileData.do> (검색일: 2019. 11. 22.)
- 국립환경과학원 수질총량정보시스템 홈페이지, <http://tmdlms.nier.go.kr/gwsf/gwsfWDStatus.do?> (검색일: 2019. 11. 7.)
- 국토교통부 홈페이지, 조직안내, http://www.molit.go.kr/USR/WPGE0201/m_212/DTL.jsp (검색일: 2019. 11. 15.)
- 낙동강유역환경청, 수질오염총량제도란?, (<http://www.me.go.kr/ndg/web/index.do?menuId=3504>, (검색일: 2019. 10. 29.)
- 물환경정보시스템 <http://water.nier.go.kr/> (검색일: 2019. 10. 29.)
- 물환경정보시스템, 수질측정망, http://water.nier.go.kr/waterData/generalSearch.do?menuIdx=3_1_1&siteTypeCd=A (검색일: 2019. 12. 28.)
- 미국 지질조사국 홈페이지, 국가수질평가, https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/national-water-quality-assessment-nawqa?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects (검색일: 2019. 12. 19.)
- _____, 수질변화, <https://nawqatrends.wim.usgs.gov/swtrends/> (검색일 : 2019. 12. 19.)
- 미국 체사피크만 프로그램 홈페이지, https://www.chesapeakebay.net/documents/cbp_governance_document.pdf (검색일: 2019. 11. 2.)
- _____, https://www.chesapeakebay.net/what/programs/quality_assurance_nontidal_water_quality_monitoring/quality_assurance_split_sample_and_blind_audit_programs (검색일: 2019. 11. 2.)
- 미국 환경보호청 홈페이지, <https://www.epa.gov/wqc> (검색일: 2019. 10. 15.)
- _____, National Recommended Water Quality Criteria 2002. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-12/documents/national-recommended-hh-criteria-2002.pdf> (검색일: 2019. 4. 8.)

- _____. National recommended water quality criteria: human health criteria table. <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-human-health-criteria-table> (검색일: 2019. 4. 9.)
- _____. National recommended water quality criteria: aquatic life criteria table. <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table> (검색일: 2019. 4. 9.)
- _____. <https://www.epa.gov/nep/how-national-estuary-programs-address-environmental-issuesQ> (검색일: 2019. 12. 19.)
- _____. NEP 지도, <https://gispub2.epa.gov/NEPmap/> (검색일: 2019. 12. 19.)
- 인천녹색환경지원센터 홈페이지 (<http://www.igec.re.kr/user/bbs/igec/5/383/bbsDataView/31576.do?page=7&column=&search=&bbsDataCategory=>, (검색일: 2019. 8. 1.)
- 일본환경부 홈페이지, <https://www.env.go.jp/en/standards/wp.pdf> (검색일: 2019. 8. 2.)
- 전북지방환경청 홈페이지, 조직현황, <http://me.go.kr/smg/web/index.do?menuId=894> (검색일: 2019. 11. 7.)
- 창원시홈페이지. 소하천정비종합계획보고서, <https://www.changwon.go.kr/portal/contents.do?mId=0401120000> (검색일자: 2019. 9. 19.)
- 토지이용규제정보서비스 홈페이지, <http://luris.molit.go.kr/web/index.jsp> (검색일: 2019. 2. 18.)
- 하천관리지리정보시스템 홈페이지 http://www.river.go.kr/WebForm/sub_04/sub_04_01_01.aspx (검색일: 2019. 10. 28.)
- 한국환경공단 홈페이지, 조직도, <http://www.keco.or.kr/kr/intro/group/contentsid/1682/list.do?deptId=000010053> (검색일자: 2019. 11. 7.)
- 해양수산부 홈페이지, 조직현황, <http://www.mof.go.kr/content/view.do?menuKey=630&contentKey=6> (검색일: 2019. 11. 15.)
- 해양환경포털, 해양환경측정망, <https://www.meis.go.kr/> (검색일: 2019. 11. 7.)
- 해양환경포털, 해양환경 정보지도, <https://www.meis.go.kr/map> (검색일: 2019. 11. 7.)

- 환경부 국립환경연구원 홈페이지, 수질오염총량관리제도, <http://webbook.me.go.kr/DLi-File/F002/000/96212.pdf> (검색일: 2019. 11. 7.)
- 환경부 홈페이지, 조직 및 기능, <http://me.go.kr/home/web/index.do?menuId=10427> (검색일: 2019. 11. 15)
- 환경부 홈페이지, 하수도통계, http://me.go.kr/tablet/web/policy_data/read.do;jsessionid=ulRTyx3+xiok1Q7g5InCp1xr.mehome1?pagerOffset=60&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=10264&orgCd=&condition.code=A5&condition.deleteYn=N&seq=6937 (검색일: 2019. 10. 25.)
- 환경부, 조직 및 기능, <http://me.go.kr/home/web/index.do?menuId=10427> (검색일: 2019. 10. 1.)
- UPIS 도시계획정보서비스, '광역 및 도시·군계획', http://upis.go.kr/upispweb/cmmngmt/viewIntro.do#div_two (검색일: 2019. 11. 8)
- UNEP 홈페이지, Vital Water Graphics: An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters, 2002. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20624/Vital_water_graphics.pdf?sequence=1&%3BisAllowed= (검색일 : 2019. 5. 21.) p. 38

〈법령 자료〉

- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」(2019. 8. 20, 법률 제16492호).
- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」(2019. 12. 31, 대통령령 제30299호).
- 「국가해양환경정보통합관리에 관한 규정」(2013. 10. 18, 해양수산부훈령 제829호).
- 「도시·군관리계획수립지침」(2018. 12. 21, 국토교통부훈령 제1132호).
- 「물환경보전법」(2019. 11. 26, 법률 제 16605호).
- 「물환경측정망 설치·운영 계획」(2019. 6. 11. 환경부고시 제2019-99호)

「수질오염공정시험기준」(2018. 12. 21. 국립환경과학원고시 제2018-65호)

「오염총량관리 기본방침」(2019. 12. 27. 환경부훈령 제1440호)

「자원순환기본법」(2018. 10. 16. 법률 제15840호)

「폐기물관리법」(2019. 4. 16, 법률 제 16318호).

「하수도법」(2018. 10. 16. 법률 제15843호)

「하수도법 시행규칙」(2019. 12. 20, 환경부령 제 833호).

「하수도정비기본계획수립지침(환경부 생활하수과 - 3890(2011.11))」

「하천법」(2018. 12. 24, 법률 제16057호).

「하천법 시행령」(2019. 2. 8, 대통령령 제29515호).

「하천수의 사용 및 관리 등에 관한 규칙」(2018. 6. 14, 환경부령 제767호).

「해양오염퇴적물 조사 및 정화·복원 범위 등에 관한 규정」(2018. 2. 14, 해양수산부 고시 제2018-15호).

「해양환경관리법」(2019. 8. 20, 법률 제16520호).

「해양환경관리법 시행령」(2019. 10. 8, 대통령령 제30106호).

「해양환경관리법 시행규칙」(2019. 7. 9, 해양수산부령 제358호).

「해양환경기준」(2018. 1. 23. 해양수산부고시 제2018-10호, 일부개정)

「해양환경측정망 구성·운영계획」(2019. 2. 27. 해양수산부고시 제2019-37호)

「해양환경 보전 및 활용에 관한 법률」(2017. 3. 21, 법률 제14746호).

「환경정책기본법 시행령」[별표 1] 환경기준(제2조 관련)(2019. 7. 2. 개정)

부록

〈부록 1〉 하천수질 기여율과 해양수질의 응답특성

하천수질 기여율과 해양수질의 응답특성

190621, 한국해양수산개발원

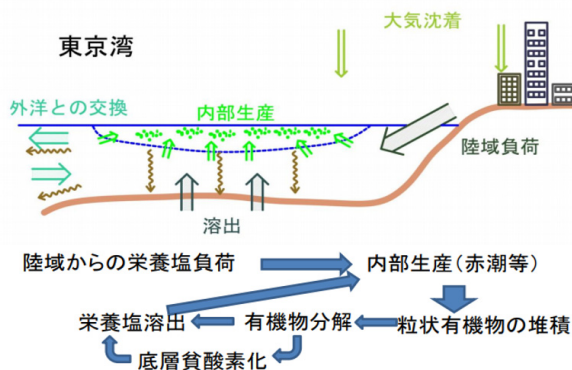
홍석진 71sj@korea.kr 국립수산과학원 갯벌연구센터

발표내용

1. 해역 수질과 육상기인 오염원의 기여율
2. 사례분석

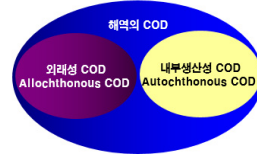
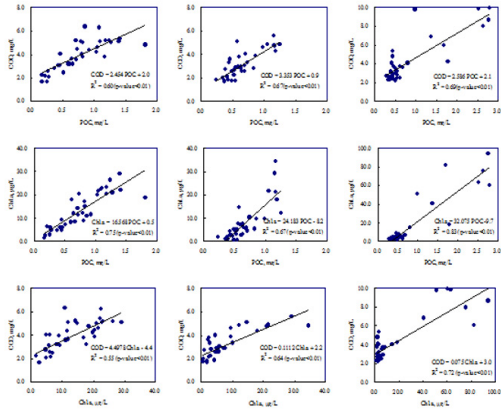
COD

수중에서 산소를 소모하는 유기물질의 양 $\approx$ 탄소량 = 하수의 성분 : 목표는 '하수' 자체로 이미 수질의 **출렁한 지표** (=외부유입부하 + 내부생산과정, **인과관계**) 예측이 용이 가능



그림출처 : <http://www.mlit.go.jp/common/000227061.pdf>

마산만의 자생 COD (COD ∞ POC ∞ phytoplankton)



- 진해만 전체의 자생 COD는 COD농도의 약 42%
- 마산만의 COD 제어 = 식물플랑크톤 제어

해역 수질의 응답특성

유입 부하량 삭감에 따른 수질 농도의 변화량 (또는 변화상태)을 표현

総量規制の效果

総量規制

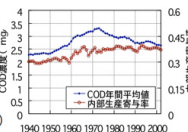
流入負荷のうち有機物の削減 → 非生物有機物量の削減
無機栄養塩の流入量は70年代と同レベル → 植物プランクトン量は維持

▶ COD濃度変化

有機物: 100%
植物プランクトン: 0%

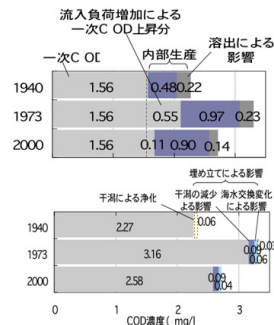
有機物: 105%
植物プランクトン: -5%

$3.20\text{mg/l} \rightarrow 3.04\text{mg/l} \rightarrow 2.74\text{mg/l}$
(70年代前半) (80年代前半) (90年代後半)



総量規制のCOD濃度に対する効果は有機物量の減少による。

東京湾COD濃度



기여율

합계값 또는 평균값의 증감에 대해, 어떤 구성항목이 전체를 증감시키는 데 얼마나 공헌했는지를 나타내는 지표

= 개별 구성 항목의 증감액 / 전체 증감액 X 100

예) A · B · C 세 가지 상품을 파는 상점에서 당일 매출액이 전날에 비해 50만원 증가했는데 A가 40만원 증가, B가 20만원 증가, C가 10만원 감소하였다고 가정할 경우

- 각 상품의 기여율은 A가 80%(=40÷50×100), B가 40%(=20÷50×100), C가 -20%(=10÷50×100)

하천의 수질 오염기여율

하천의 수질 오염기여율
본류 말단지점의 유달 부하량을 기준 부하량을 하여 각 지천 별 유달부하량 비를 산정

Pollutant contribution rate (%) → ‘누구 책임이나?’

$$C_m = \frac{Q_c C + Q_w C_w}{Q_c + Q_w}$$

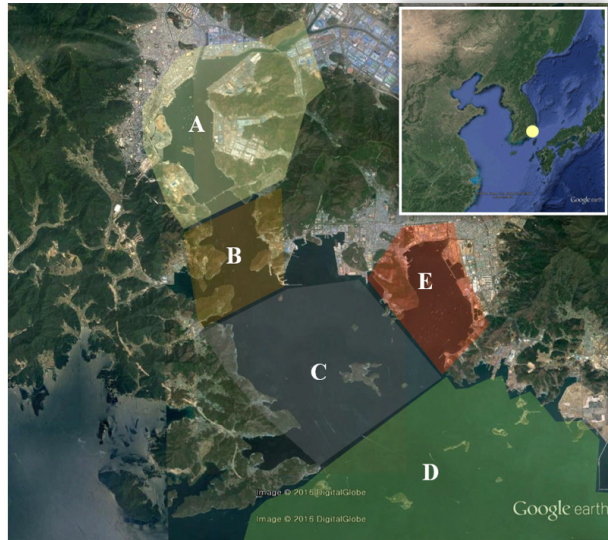
- [기여율 산정] 본류구간 지천 합류 전·후 유달부하량 변화에 대한 합류지점 유달부하량 비율을 산정

그림 출처 : 환경부(대구지방환경청, 2015)

[illegible]

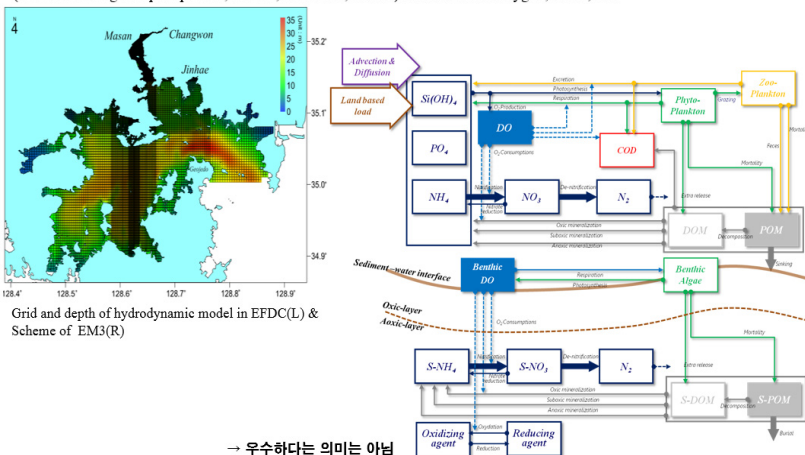
Masan bay

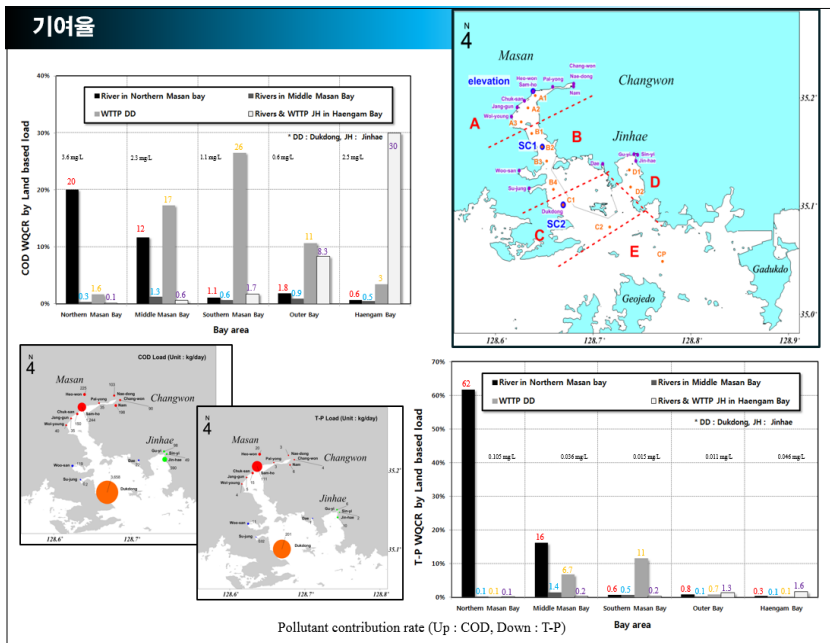
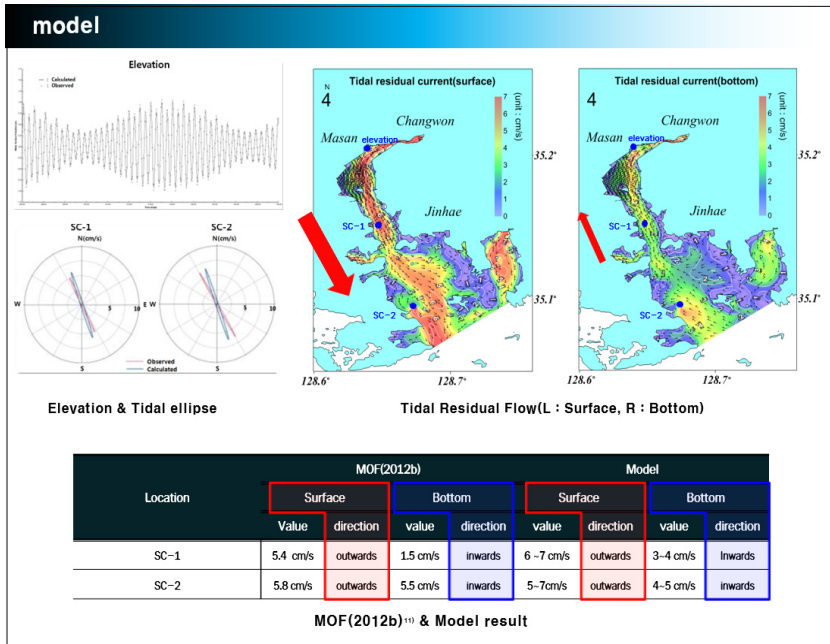
Masan bay



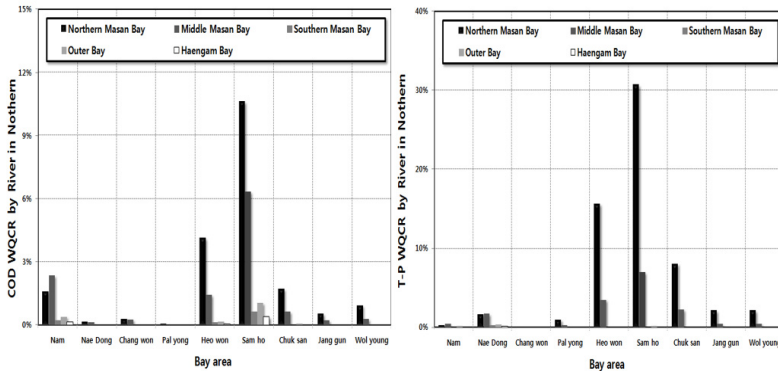
model

- EFDC(Environmental Fluid Dynamics Code, US EPA & DSI INC.) were used for Hydrodynamics.
- EM3(Ecosystem Model for Marine environment Management by MOF, KOREA⁽²⁾) were used for the calculation of marine water quality, developed for TPLMS. EM3 is possible to add or omit of the state variable in accordance with the purpose and have been considered autochthonous COD by internal production. Water quality compartments are considered as phytoplankton, zooplankton, carbons (particulate organic carbon, dissolved organic carbon), nutrients (dissolved inorganic phosphorus, silicon, ammonia, nitrate) and dissolved oxygen, COD, T-P.





우선순위는?



Model calculation result of pollutant contribution rate at Zone A (R: COD, L: T-P)

→ ‘누구 책임이나?’

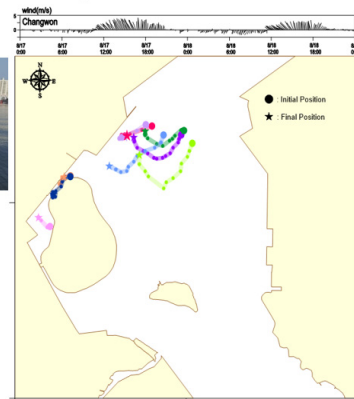
→ 누구의 역할이 더 크냐?

마산만 북부 상황 변화?

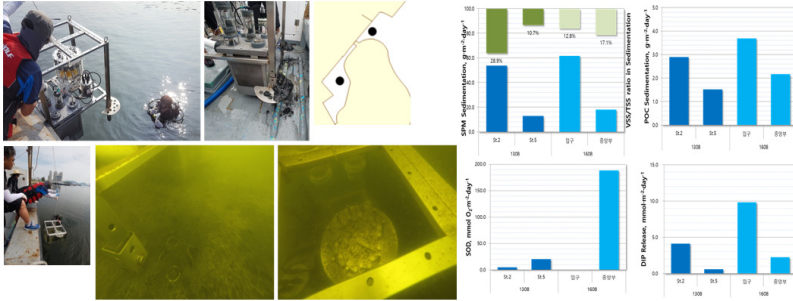
※ 2016.08.17, 표류부이 추적(인공섬 내측의 표류수 체류 및 소통 상황파악)



- 조사 중(대조기 낙조시)에는 남풍이 대체로 우세
- 모든 부이가 만 내에 체류, 좌편향 특성을 보임
- 특히, 인공섬 내측에 투하한 부이는 해안선에 안착하거나, 움직임이 미미함 (외부로 이탈 불가)

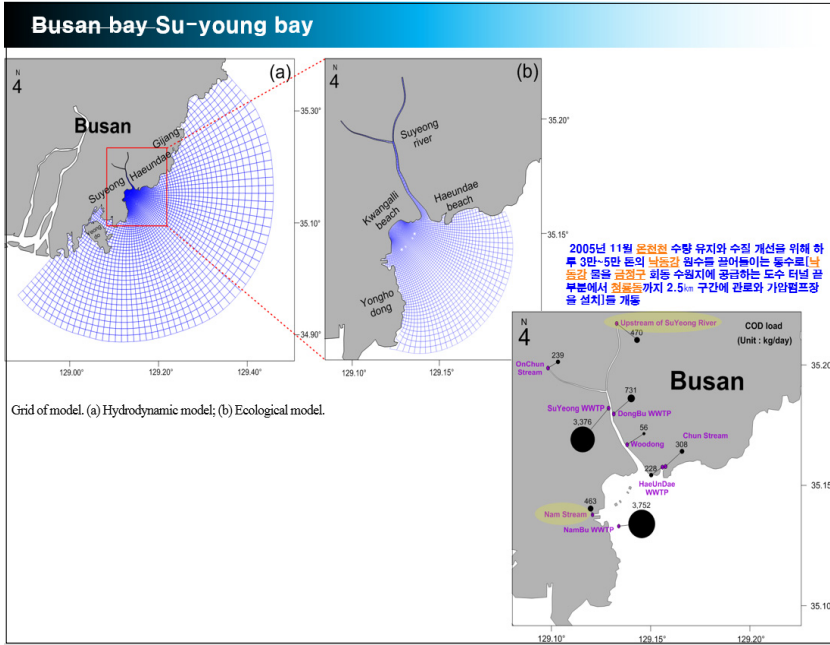


마산만 복부 상황 변화?



- 수중의 시아 나뭇(수심은 5~10)
- 퇴적층 상태 악화(퇴적물 검고 악취)

Busan bay



Drifting buoy trace

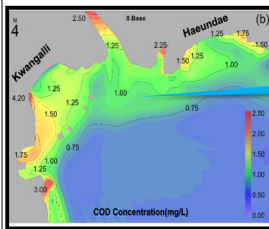
2016년 10월18일~19일은 대조기 낙조 시 수영만 하구, 남천방류부, 남부하수처리장 해중방류부 인근의 3개소에서 다수의 표류부이를 추적 평균이동 궤적



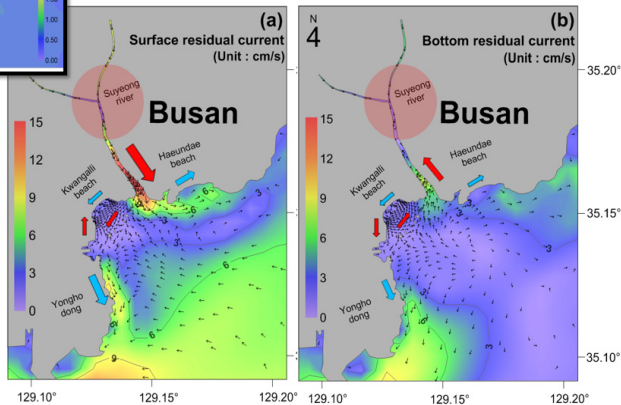
• 남부하수처리장 해중 방류구 인근에서 추적
• 남쪽으로 향하는 흐름을 타고 영도 외해역까지 신속하게 진출

• 남천 유출구에서 추적
• 영도 앞에도 외해로 진출 하지 못하고 인근해역에서 정지함

model



• 만 중앙부에서 COD 1mg/L 수준

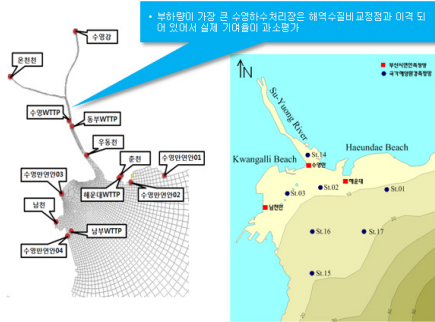
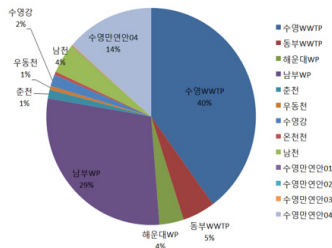


(a) Surface residual current, (b) Bottom residual current, (→) same direction both surface and bottom layers, (↔) different direction at surface and bottom layers.

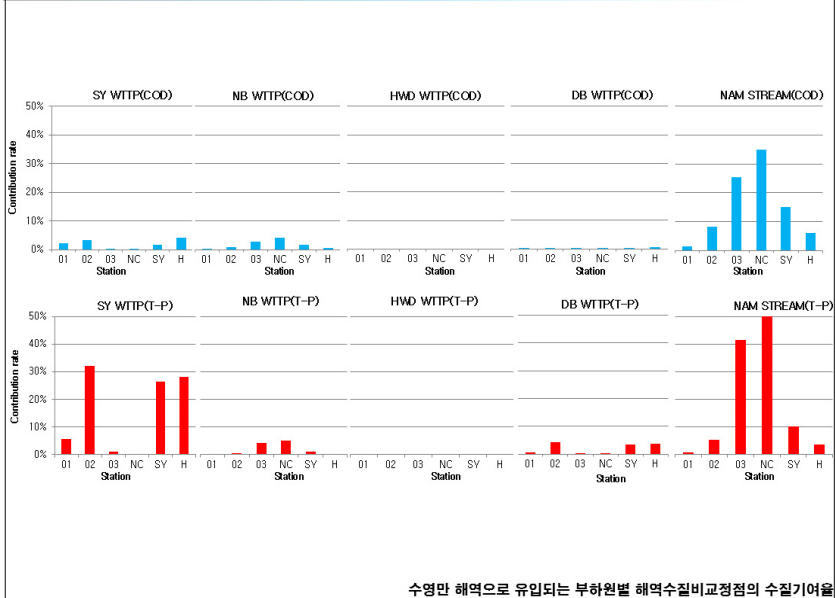
Drifting buoy trace

시나리오		COD 저감 비율			TP 저감 비율		
		70%	80%	90%	70%	80%	90%
시나리오 1	수영 하수처리장만 적용	-1.47%	-1.75%	-2.05%	-12.18%	-13.92%	-15.66%
	남부 하수처리장만 적용	-1.29%	-1.49%	-1.70%	-1.48%	-1.70%	-1.91%
	해운대 하수처리장만 적용	-0.01%	-0.01%	-0.01%	-0.03%	-0.03%	-0.04%
	동부 하수처리장만 적용	-0.18%	-0.20%	-0.23%	-1.63%	-1.86%	-2.09%
시나리오 2	수영, 남부 하수처리장 적용	-2.78%	-3.28%	-3.80%	-13.67%	-15.62%	-17.57%
시나리오 3	수영, 남부, 해운대 하수처리장 적용	-2.79%	-3.29%	-3.82%	-13.70%	-15.65%	-17.61%
시나리오 4	수영만해역 모든 하수처리장(4군데)	-3.07%	-3.64%	-4.27%	-15.33%	-17.52%	-19.71%

※ 수영만 유입부하량에서 TP의 점유율 비교



기여율



수영만 해역으로 유입되는 부하원별 해역수질비교점점의 수질기여율

기본연구보고서 발간목록

2019년

01	한반도 평화 체제 수립 대비 해양 관련 법제도 정비 방안	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	연안토지의 공공적 관리 강화를 통한 연안관리 효과 제고방안	윤성순
06	선박 배출저감기술의 국내 보급·활용 촉진을 위한 제도개선 방안 연구	안용성
07	해양레저관광서비스 산업 육성방안 연구	최일선
08	주요국의 해양유전자원 관리체계 강화에 대응한 정책방안 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 가치 평가 및 보존에 관한 연구	류정곤
12	우리나라 원양산업의 사회적책임 실천 강화를 위한 정책연구	정명화
13	수산업 노동시장 구조 분석과 노동정책 영향분석 연구	한광석
14	우리나라 정기선 해운정책 개선 방안 연구	김태일
15	국내외 해운금융 비교를 통한 국내 해운금융 역량강화 방안 연구	전형진
16	해상 사이버 보안 대책방안 연구	박한선
17	해운산업 재건을 위한 해운기업 역량강화방안 연구	윤희성
18	국내 항만산업이 지역경제에 미치는 영향 분석: 부산항 및 주요항만을 중심으로	하태영
19	동북아 공동배출규제해역 지정 필요성 및 추진방안 연구	이기열
20	수출기업의 글로벌 공급사슬협력 수준 분석과 물류정책 개선방안 연구	김은수
21	온도조절 컨테이너의 국제물류 분석과 대응방안 연구	신수용
22	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구(3/3)	박한선
23	환동해권 경제개발 및 협력방안 연구(3/5)	최나영환

2018년

01	해양환경영향평가제도의 실효성 확보를 위한 개선 연구	박수진
02	공유수면매립 정책의 개선과 전환에 관한 연구	윤성순
03	도서지역 해양관광 발전전략 연구 : 관광행태 분석을 통한 수요 대응을 중심으로	홍장원
04	양식장 해양쓰레기 자원순환 방안 연구	김경신
05	수산업 전망모형 「KMI-FOSIM」 구축 연구(1/2) - 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -	이현동
06	수산업 주요 연관산업의 글로벌 경쟁력에 관한 연구	임경희
07	인구소멸 시대의 어촌사회 정책 연구	박상우
08	양식어장 환경개선 방안에 관한 연구	마창모
09	어업여건 변화에 대응한 연근해어업의 허가제도 개선 방안	엄선희
10	과학적해양사고조사체계도입 및 구축기반 연구	박한선
11	컨테이너 해상물동량 예측 모형 연구 - 베이지안 방법론을 중심으로	고병욱
12	해운기업 지배구조 및 비즈니스 유형과 경영성과 관계 분석	황진희
13	건설용 모래 공급사슬관리(SCM) 방안 - 바다모래 가치 재산정을 중심으로	이연경
14	항만산업 종합통계 연구	하태영
15	항만 위험물 컨테이너 공급사슬 관리방안 연구	최나영환
16	국내 컨테이너항만의 비용함수 추정과 효율성 연구	최석우
17	환동해권 국내기업 진출사례 분석 및 개발 추진전략- 극동 러시아 지역 사례 중심으로-	이기열
18	IMO 규제기반 해사산업의 지속발전방안 연구 - 신규 해사산업 진흥을 위한 법제도 개선방안(2차년도) -	박한선

수시연구보고서 발간목록

2019년

01	일본의 수산물 수입 구조 분석과 對일본 수출 전략 연구	임경희
02	수산물 위생안전을 위한 저온유통체계 구축방안 연구	장홍석
03	사업체 총조사 MD를 활용한 2016,2017 어촌지역 고용통계	한광석
04	외래 해양부착생물에 대한 선제적 대응을 위한 정책방향 연구	박수진

2018년

01	선화주조선 상생발전을 위한 해운산업투자 확대방안 연구	윤재웅
02	낙시관리 실행력 제고 방안 연구	이정삼
03	국내 항만의 대기오염물질 관리정책 및 제도 개선방안	안용성
04	농·축산물 등의 관세행정 제도 개선을 통한 항만형 자유무역지역(FTZ) 활성화 방안	조지성
05	최저임금 상승이 항만연관산업에 미치는 영향 및 대응방안	이기열
06	수산업·어촌분야 사회적 경제 활성화 방안	류정곤
07	새로운 어선등록제 도입을 위한 제도 개선연구 방안	엄선희
08	유엔 BBNJ 신 공해질서에 대응한 정책방안 연구	박수진

현안연구보고서 발간목록

2019년

01	해양관광 경쟁력 지수 개발 연구	최일선
02	고등어류 수급통계 개선방안	이남수
03	해수욕장의 사회약자 포용성 증진 방안	정지호
04	수산물품질관리사 제도 활성화 방안	황규환
05	항만지역 대기질 개선을 위한 데이터의 연계·활용방안 연구	안용성
06	한국산 수산물 글로벌 브랜드 가치 제고 방안 연구	한기욱
07	해양 플라스틱 대응을 위한 산업계 협력 방안 구상	이윤정
08	USMCA 수산분야 협정문 분석 및 시사점	안지은
09	해운 조세제도 개선 방안 연구	안영균
10	어촌뉴딜 300사업 성과평가 체계 구축	박상우
11	지역 해양수산 역량지표 개발을 위한 기초 연구	황재희
12	극동러 진출 우리 화주·물류 기업의 물류 애로사항 분석 및 개선 방안	박성준
13	수산물 원산지 거래증빙자료의 비치·보관 의무 도입방안 연구	임병호

2018년

01	미얀마 국립수산대학 설립 추진 방안	정명화
02	연안여객 해상교통의 대중교통체계 구축 방안 연구	김태일
03	해조류 국제양식규범확산에 따른국내 김산업 수용태세 분석- ASC 인증을 중심으로-	이상철
04	청년일자리 창출을 위한 해양수산 인력양성 방안 연구- 국제물류 청년인력을 중심으로 -	박광서
05	컨테이너 화물 해상운송 계약 개선방안 연구	윤재웅
06	청년 물류인력 해외진출 정주 지원사업 구상 연구	김은수
07	자율운항선박 도입 관련 대응정책 방향 연구	박혜리
08	연안토지매입 동향과 도입 가능성 검토	윤성순
09	강릉선 KTX 개통에 따른 해양관광 수용태세 개선방안 연구	최일선
10	선박관리산업 육성을 통한 청년 일자리 창출 방안 연구	최영석
11	시민 참여형 연안·해양정보 생산·활용방안	정치호
12	부산항 배후지 부가가치활동 확대를 통한 일자리 창출 연구	하태영
13	해양바이오 산업화를 위한 국가연구개발사업 추진 방향 연구	한기원
14	근로시간 단축제도 시행에 따른 해양수산업 고용영향 분석	장정인
15	어린물고기 남획실태 및 보호정책 연구	이정삼
16	남북관계 개선에 따른 항만물류 부문의 협력사업 발굴	이기열
17	한국 제조기업의 SCM 역량 강화 방안에 관한 연구	신수용
18	제3자 물류산업 발전방향 연구 - 대기업 물류자회사의 역할을 중심으로	고병욱
19	신남방정책 이행 위한 우리나라-베트남 수산분야 개발협력 방안 연구	정명화
20	신 해양도시 조성 필요성 연구	최지연
21	지역 해양수산 혁신사업 발굴과 추진방향	최지연
22	학교급식의 수산물 이용 활성화 방안	문석란
23	주민주도의 에너지 자립형 여촌마을 모델 연구	박상우
24	페루 수산업 실태 및 수산 협력 방향	엄선희
25	경제 총 조사 마이크로 데이터를이용한 어촌지역 고용지표 통계생산	한광석
26	서해평화수역 조성을 위한 정책방향 연구	남정호
27	해양치유산업 육성을 통한 해양휴양·복지서비스 도입방안	홍장원
28	어촌지역재생을 통한 청년일자리 창출방안 연구	박상우
29	해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 활용방안 연구	이종필
30	IMO 배출가스 규제 강화에 대비한 국내 해운산업 대응 전략	이호춘

31	외래병해충에 대한 항만분야 방제체계 개선방안	최나영환
32	수산물 생산·유통분야 블록체인 기술의 도입가능성과 도입방안	고동훈

일반연구보고서 발간목록

2019년

01	양식수산물의 경영비 조사체계 구축에 관한 연구	백은영
02	답려닝 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

2018년

01	전라남도 작은 SOC사업 활성화 방안	김근섭
02	2019 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
03	러시아 Arctic LNG-2 사업 참여 방안 연구	김민수
04	물류기술 R&D 추진성과 분석 연구	강무홍
05	우리나라 기업의 일대일로 물류분야 협력방안 연구	김형근
06	북한 동해 해양관광 활성화 방안	윤인주
07	해양수산 분야 북극권 4차 산업기술 수요조사 및 분석 연구	김민수
08	경상북도 논 생태양식 육성 방안	이상철
09	남북관계 변화에 따른 해운협력 기반 구축 방안	황진희
10	영토 권원 이론의 현대적 발전과 한계	김원희

11	동해표기 문제 연구	현대송
12	우리나라 기업의 창장물류 활용방안 연구	김형근
13	태국의 수산물 소비트렌드 분석 및 수출 전략연구	임경희
14	제주 해상풍력발전지구 제도 개선 연구	육근형
15	해양수산 분야 9브릿지 구축방안 연구	박성준
16	강원도 어촌 신활력 제고방안	박상우

하천·해양 수질의 연계·통합 관리 체계 연구

인 쇄 | 2019년 12월 29일 인쇄

발 행 | 2019년 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 08월 06일 제313-1984-1호

조판·인쇄 | 더크리홍보(주)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel : 394-0337
정가 15,000원