연구개발적립금연구 2018-01

어촌의 정주환경 실태 및 개선방안 연구
- 어장밀집지역의 소규모 하수처리 실태를 중심으로 -

A Study on the Current Status and Improvement Measures for Residential Environment in Fishing Communities

2018. 11.

박상우 | 이상규 | 윤영준 | 최만석 | 정병곤

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

연구진

박상우 한국해양수산개발원 정책동향연구본부 부연구위원
이상규 한국해양수산개발원 정책동향연구본부 연구원
윤영준 한국해양수산개발원 수산연구본부 연구원
최만석 (주)혜성환경 환경사업부 미생물팀 팀장
정병곤 군산대학교 환경공학과 교수

보고서 집필 내역

연구책임자

박상우 연구총괄, 제1장, 제2장 제1절~2절, 제3장 제1절 일부, 제3절 일부, 제4장 제1절 일부, 제2절~3절, 제5장

연구진

이상규 제2장 제3절~4절, 제3장 제2절, 제3절 일부
윤영준 제3장 제1절 일부
최만석 제3장 제3절 일부
정병곤 제4장 제1절 일부

산·학·연·정 연구자문위원

유홍식 국립수산과학원 연구관
김정화 해양수산부 서기관
신범준 해양수산부 사무관

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

농어촌의 소규모 하수처리는 하천이나 바다로 유입되는 오염원을 선제적으로 차단하기 위해 정부와 지자체가 지속적으로 추진해 오고 있다. 하지만 인구밀도가 높은 도시에 비해서 농어촌지역은 인프라 확충과 운영·관리에 대해 상대적으로 소홀하게 이루어졌던 것도 사실이다. 특히 어촌은 입지적으로 국민의 안전한 수산물 생산과 해외수출이 이루어지는 곳으로 어장의 위생안전 관리의 중요성이 더욱 높다고 할 수 있다. 안전한 수산물 먹거리에 대한 국민들의 눈높이는 더욱 높아지고 있다.

하지만 농어촌의 마을하수도는 거의 100% 수준에 달하는 도시에 비해 정주규모와 효율성이라는 측면에서 적극적인 정책이 이루어지지 못하고 있다. 본 연구는 연안의 면허어장이 밀집되어 있는 지역의 실태와 개선방안을 찾아보고자 하는 연구이다. 특히 본 연구는 전문기관에 의뢰하여 표본지역의 마을하수도에서 방류되는 수질조사를 2회에 걸쳐 직접 수행하였고, 그 분석결과를 제시함으로써 연구의 객관성을 확보하기 위해 노력하였고, 이에 차별성을 갖는다고 할 것이다. 본 연구에서 개선방안으로 제시한 법·제도 개선, 범부처 협업방안, 신규사업 발굴 및 추진 등은 낙후된 어촌의 정주환경 개선뿐만 아니라 안전하고 위생적인 먹거리를 공급하는 데 크게 기여할 수 있을 것으로 평가된다.

정부는 2018년 8월 관계부처 합동으로 '사람 · 이용' 중심의 지역밀착형 생활 SOC 확충방안을 제시하였다. 생활 SOC에는 어촌뉴딜 300사업도 포함되어 그동안 소외되었던 열악한 어촌의 정주환경과 인프라가 확충·정비될 예정이다. 본 연구에서 정책제언으로 제시되었던 다양한 과제들이 정부의 관련 정책에 반영되어 추진되기를 기대한다.

마지막으로 본 연구는 해양수산균형발전연구센터의 박상우 부연구위원이 책임을 맡아 수행하였고, 이상규 연구원이 함께 수행하였다. 또한, 본 연구가 수행되는 과정에서 현장조사에 참여했던 ㈜혜성환경 연구진께도 감사의 말씀을 드린다. 또한 연구과정에서 도움을 주신 자문위원분들께도 필자를 대신하여 감사를 드린다.

2018년 11월

한국해양수산개발원

원장 양 창 호

목차

❖ 요 약 · i

❖ Executive Summary · vii

제 1 장 서론 · 1

제1절 연구의 필요성 및 목적 ····· 1
1. 연구의 필요성 ····· 1
2. 연구의 목적 ····· 2
제2절 연구내용 및 방법 ····· 3
1. 연구 범위 ····· 3
2. 연구의 주요내용 ····· 5
3. 연구 방법 및 수행체계 ····· 6
제3절 선행연구 검토 ····· 11
1. 소규모 하수처리시설 관련 연구 ····· 11
2. 어장밀집지역 위생 관련 연구 ····· 12
3. 본 연구의 차별성 ····· 13

제 2 장 어장밀집지역의 소규모 하수처리 현황 및 실태 · 17

제1절 어장밀집지역과 어촌의 공간분포 특성 ····· 17
1. 어장밀집지역 현황 ····· 17
2. 어촌의 공간분포 특성 ····· 21
제2절 하수도 정책 및 지원사업 현황 ····· 24
1. 하수도 관련정책 및 최근 동향 ····· 24
2. 소규모 하수처리시설 지원사업 현황 ····· 34

제3절 어촌의 소규모 하수처리 현황 ····· 40
1. 전국 하수처리시설 현황 ····· 40
2. 하수처리시설의 주요항목별 효율변화 ····· 47
3. 하수처리시설 현황 종합분석 ····· 55
제4절 어장밀집지역의 하수처리 실태조사 ····· 56
1. 조사개요 ····· 56
2. 수질검사 ····· 57
3. 수질검사 결과 ····· 74

제 3 장 해외 소규모 하수처리시설 사례연구 · 77
제1절 일본 사례연구 ····· 77
1. 어촌의 소규모 하수처리 지원정책 ····· 77
2. 시마네현 아마정(島根県 海士町) 사례 ····· 83
3. 미야기현 우라토노노시마(宮城県 浦戸野々島) 사례 ····· 86
제2절 유럽연합 사례연구 ····· 88
1. 빌트폴트스리드(Wildpoldsried) 지역 ····· 88
2. 오스터볼트(Oosterwold) 지역 ····· 93
3. 트레프티츠(Treptitz) 분산형 하수처리 시스템 ····· 99
4. 가이어스호프(Geyershof) 습지형 하수처리 시스템 ····· 104
제3절 시사점 ····· 108
1. 일본 사례 ····· 108
2. 유럽연합 사례 ····· 112

제 4 장 어촌 특성에 맞는 소규모 하수처리시설 도입 및 운영 · 관리 방안 · 115
제1절 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 추진방향 ····· 115
1. 기본방향 ····· 115
2. 추진전략 및 과제 ····· 119

제2절 부문별 정책과제 ····· 121
1. 추진기반 강화 ····· 121
2. 인프라 확충 · 정비 ····· 138
3. 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 운영 및 관리방안 ····· 151
제3절 단계별 추진계획 ····· 156
1. 전략별 로드맵 ····· 156
2. 투자계획 ····· 159

제 5 장 결론 및 정책제언 · 161
제1절 결론 ····· 161
제2절 정책제언 ····· 162

❖ 참고문헌 · 175

❖ 부록 · 181

표 목차

〈표 1-1〉 연구의 내용적 범위 ····· 4
〈표 1-2〉 국내외 현장조사 ····· 7
〈표 1-3〉 표본지역의 수질조사 ····· 8
〈표 1-4〉 전문가 자문회의 ····· 9
〈표 1-5〉 본 연구의 수행체계 ····· 10
〈표 1-6〉 선행연구의 비교 · 검토 ····· 13
〈표 2-1〉 전남 · 경남지역의 면허어장 현황 ····· 17
〈표 2-2〉 수산자원보호구역 지정 현황 ····· 19
〈표 2-3〉 패류생산 지정해역 지정 현황 ····· 20
〈표 2-4〉 어촌의 입지적 특성 구분 ····· 22
〈표 2-5〉 소규모 하수처리시설의 기능 ····· 26
〈표 2-6〉 한강의 수질오염도(1967~1971년) ····· 29
〈표 2-7〉 하수처리시설 인프라 확충 추이(1981~1999년) ····· 30
〈표 2-8〉 하수처리시설 인프라 확충 추이(1981~1999년) ····· 31
〈표 2-9〉 소규모 하수처리시설의 기능 ····· 33
〈표 2-10〉 소규모 하수처리시설 지원사업 현황 ····· 34
〈표 2-11〉 공공하수도 국고지원 체계 ····· 35
〈표 2-12〉 소규모 하수도 중장기 투자전망(2016~2025년) ····· 37
〈표 2-13〉 농어촌지역 소규모 하수처리시설 보급률 ····· 37
〈표 2-14〉 전국 하수처리시설 현황 ····· 41
〈표 2-15〉 지역 분류별 하수처리시설 현황 ····· 42
〈표 2-16〉 하수처리시설 처리효율 ····· 43
〈표 2-17〉 운영주체별 하수처리시설 현황 ····· 44
〈표 2-18〉 운영주체별 처리효율 ····· 45

〈표 2-19〉 지역별 하수처리시설 가동연수 ····· 46
〈표 2-20〉 지역별 하수처리시설 가동연수 ····· 47
〈표 2-21〉 수질조사 대상지역 ····· 57
〈표 2-22〉 일반검사 항목 ····· 58
〈표 2-23〉 중금속 검사 ····· 69
〈표 2-24〉 유기물질 및 유기화합물 검사 ····· 71
〈표 2-25〉 수질조사 결과 요약 ····· 74
〈표 3-1〉 어업집락 배수시설의 구분 ····· 79
〈표 3-2〉 어업집락 배수시설의 구분 ····· 82
〈표 3-3〉 어업집락 배수시설의 구분 ····· 82
〈표 3-4〉 아마정의 오수처리보급률 현황 ····· 83
〈표 3-5〉 오스터볼트 하수처리시설 수질검사 결과 ····· 99
〈표 3-6〉 트레프티츠 하수처리시설 수질검사 결과 ····· 103
〈표 3-7〉 가이어스호프 하수처리시설 수질검사 결과 ····· 108
〈표 3-8〉 일본 사례 종합분석 ····· 111
〈표 3-9〉 유럽연합 사례 종합분석 ····· 114
〈표 4-1〉 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 추진방향 ····· 115
〈표 4-2〉 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 개정방안 ····· 123
〈표 4-3〉 「하수도법」 시행령 제4조(엄격한 방류수 수질기준 적용지역) 개정방향 · 124
〈표 4-4〉 농어촌정비법 개정방향 ····· 126
〈표 4-5〉 어장밀집지역 생활환경 기초조사 조사항목(안) ····· 130
〈표 4-6〉 어장밀집지역 생활환경 기초조사 조사체계(안) ····· 131
〈표 4-7〉 어장밀집지역의 생활환경정비계획 수립 대상지역(안) ····· 132
〈표 4-8〉 어장밀집지역의 생활환경정비계획 내용 ····· 133
〈표 4-9〉 어장밀집지역의 생활환경정비계획 추진체계(안) ····· 134
〈표 4-10〉 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설의 협의체 구축 · 운영 방향(안) · 136
〈표 4-11〉 어장밀집지역의 생활환경 정비업무의 전문기관(안) ····· 137
〈표 4-12〉 어장밀집지역의 마을하수도 미설치 지역의 신규사업 물량 ····· 138
〈표 4-13〉 어장밀집지역의 마을하수도 설치 지역의 정비사업 물량 ····· 140
〈표 4-14〉 어장밀집지역 어촌의 평균 정주규모 ····· 144

〈표 4-15〉 농어촌지역 소규모 하수처리시설 도입공법 ····· 150
〈표 4-16〉 해양환경분야 사회적경제조직 구상(안) ····· 152
〈표 4-17〉 해양환경분야 예비사회적기업의 판단근거(안) ····· 152
〈표 4-18〉 어장밀집지역 소규모 하수처리시설 업무 매뉴얼 구성(안) ····· 154
〈표 4-19〉 어장밀집지역 마을하수도 추진기반 강화 로드맵(2019~2023년) ···· 156
〈표 4-20〉 어장밀집지역 마을하수도 인프라 확충 · 정비 로드맵(2019~2023년) · 157
〈표 4-21〉 어장밀집지역 마을하수도 운영 · 관리 로드맵(2019~2023년) ····· 158
〈표 4-22〉 어장밀집지역 마을하수도 투자계획(안) ····· 159
〈표 5-1〉 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 개정방안 ····· 163
〈표 5-2〉 농어촌 서비스기준의 서비스항목 및 항목별 목표치 ····· 164
〈표 5-3〉 지역밀착형 생활 SOC 추진사업 ····· 170

그림 목차

〈그림 1-1〉 본 연구의 공간적 범위 ····· 3
〈그림 1-2〉 현장조사 수행결과 ····· 8
〈그림 2-1〉 전남 · 경남의 면허어장 현황 ····· 18
〈그림 2-2〉 수산자원보호구역 위치도 ····· 19
〈그림 2-3〉 패류생산 지정해역 위치도 ····· 20
〈그림 2-4〉 어촌의 공간적 특성 ····· 21
〈그림 2-5〉 어촌의 입지적 특성 ····· 22
〈그림 2-6〉 어촌계 인구규모 ····· 23
〈그림 2-7〉 공공하수도 개념적 분류 ····· 24
〈그림 2-8〉 소규모 하수처리시설 관련법 변천과정 ····· 28
〈그림 2-9〉 우리나라 공공하수도의 발전과정 ····· 31
〈그림 2-10〉 공공하수도 재정투입 현황 ····· 36
〈그림 2-11〉 공공하수도 관련 부처 간 업무체계 현황 ····· 39
〈그림 2-12〉 전국 하수처리시설 분포 현황(2016년 기준) ····· 40
〈그림 2-13〉 지역분류별 BOD 처리효율 ····· 48
〈그림 2-14〉 지역분류별 COD 처리효율 ····· 49
〈그림 2-15〉 지역분류별 T-N 처리효율 ····· 50
〈그림 2-16〉 지역분류별 T-P 처리효율 ····· 51
〈그림 2-17〉 지역분류별 총대장균군 처리효율 ····· 52
〈그림 2-18〉 연안어촌지역 처리효율(50㎥ 미만) ····· 53
〈그림 2-19〉 연안어촌지역 처리효율(50㎥ 이상) ····· 53
〈그림 2-20〉 도서지역 처리효율(50㎥ 미만) ····· 54
〈그림 2-21〉 도서지역 처리효율(50㎥ 이상) ····· 54
〈그림 2-22〉 수질검사 절차 (바이러스 검사 제외) ····· 58

〈그림 2-23〉 BOD 분석절차 ····· 59
〈그림 2-24〉 COD 분석절차 ····· 60
〈그림 2-25〉 부유물질 분석절차 ····· 62
〈그림 2-26〉 총질소 분석절차 ····· 63
〈그림 2-27〉 총대장균군 분석절차 ····· 65
〈그림 2-28〉 수소이온농도 분석절차 ····· 66
〈그림 2-29〉 이온크로마토그래프 ····· 67
〈그림 2-30〉 시안 분석기기 ····· 68
〈그림 2-31〉 중금속 검사 절차 ····· 70
〈그림 2-32〉 유기인 분석절차 ····· 72
〈그림 2-33〉 노로바이러스 검사절차 ····· 73
〈그림 3-1〉 어업집락 배수시설의 구분 ····· 78
〈그림 3-2〉 일본의 어촌생활환경 개선사업 추진 개념도 ····· 78
〈그림 3-3〉 일본 하수처리시설 사례 ····· 79
〈그림 3-4〉 일본 어촌의 취락 형태 ····· 81
〈그림 3-5〉 아마정의 하수처리구역도 및 현장사진 ····· 84
〈그림 3-6〉 아마정 정화센터 위치 및 처리범위 ····· 85
〈그림 3-7〉 우라토노노시마 오수처리시설 현황 ····· 86
〈그림 3-8〉 우라토노노시마 오수처리시설 운영 · 관리 현황 ····· 87
〈그림 3-9〉 소규모 오수처리시설의 전문기관 위탁 및 권역화
(미야기현 시오가마시 예시) ····· 88
〈그림 3-10〉 빌트폴트스리드 전경 ····· 89
〈그림 3-11〉 빌트폴트스리드 수평형 습지 하수처리 방식 ····· 90
〈그림 3-12〉 빌트폴트스리드 수평형 습지 하수처리시설 평면도 ····· 91
〈그림 3-13〉 하수처리 과정 ····· 91
〈그림 3-14〉 빌트폴트스리드 하수처리시설 운영 · 관리 체계 ····· 92
〈그림 3-15〉 오스터볼트 지역 전경 ····· 94
〈그림 3-16〉 수직형 습지 하수처리 시스템 ····· 95
〈그림 3-17〉 오스터볼트 수직형 습지 하수처리 시스템 ····· 96
〈그림 3-18〉 수직형 습지 하수처리 시스템 ····· 97

〈그림 3-19〉 트레프티츠 지역 전경 ····· 100
〈그림 3-20〉 트레프티츠 하수처리시설 평면도 ····· 101
〈그림 3-21〉 바이오디스크 하수처리시설 ····· 101
〈그림 3-22〉 트레프티츠 하수처리시설 운영체계 ····· 102
〈그림 3-23〉 가이어스호프 전경 ····· 104
〈그림 3-24〉 가이어스호프 습지형 하수처리시설 ····· 105
〈그림 3-25〉 가이어스호프 하수처리시설 현장사진 ····· 106
〈그림 4-1〉 어장밀집지역 마을하수도의 기본방향 설정 ····· 116
〈그림 4-2〉 추진전략 및 과제 ····· 119
〈그림 4-3〉 어촌 소규모 하수처리시설 관련법률 개정방향 ····· 122
〈그림 4-4〉 어장밀집지역 생활환경 기초조사 육상 조사정점(안) ····· 128
〈그림 4-5〉 자란만 · 사량도 해역 생활환경 기초조사 육상 및 해상 조사정점(안) 128
〈그림 4-6〉 어장밀집지역 생활환경정비계획 수립 지역(안) ····· 132
〈그림 4-7〉 범부처 협력적 거버넌스 기반구축(안) ····· 135
〈그림 4-8〉 전남지역 소규모 하수처리시설 미설치 어촌마을 ····· 139
〈그림 4-9〉 경남지역 소규모 하수처리시설 미설치 어촌마을 ····· 139
〈그림 4-10〉 전남지역 소규모 하수처리시설 설치 어촌마을 ····· 141
〈그림 4-11〉 경남지역 소규모 하수처리시설 설치 어촌마을 ····· 141
〈그림 4-12〉 어장밀지역의 어촌 정주규모 현황 ····· 145
〈그림 4-13〉 인공습지 하수처리시스템 ····· 148
〈그림 4-14〉 농어촌지역 개별 하수처리 공법 ····· 149
〈그림 4-15〉 해양환경분야 사회적기업 인증절차(안) ····· 153
〈그림 4-16〉 어장밀집지역의 마을하수도 통합관리시스템 구축(안) ····· 155
〈그림 5-1〉 농어업인 삶의 질 향상 위원회 추진절차 ····· 165
〈그림 5-2〉 현행 거버넌스 체계에서 추진하는 방안 ····· 166
〈그림 5-3〉 공공하수도 추진체계 개편(안) ····· 168
〈그림 5-4〉 어장밀집지역 위해요소 조사 · 점검 및 모니터링 체계 구축(안) ····· 169
〈그림 5-5〉 어장밀집지역 마을하수도 정비의 단계별 추진방안 ····· 172
〈그림 5-6〉 ICT기반 어장관리시스템 개발 예시안 ····· 173

요약

어촌의 정주환경 실태 및 개선방안 연구

1. 연구 목적

▸ 본 연구는 어장 · 어항과의 유기적인 연계, 어장밀집지역의 위생 · 안전의 민감성 등 어촌의 입지적인 특수성을 고려하여 어장밀집지역의 소규모 하수처리 실태를 조사 · 분석하고, 이를 토대로 개선방안을 마련하는 데 목적이 있음

- 본 연구에서는 수산자원보호구역, 패류생산 지정해역 등 어장밀집지역의 중요성을 고려하여 어촌의 마을하수도 문제에 대한 실태와 문제점을 심층적으로 살펴보고자 하였음

- 본 연구는 어장밀집지역의 마을하수도 확충 · 정비와 운영 · 관리 등 단계별 정책과제를 발굴하고, 효과적인 추진을 방안도 제시하였음

2. 연구 방법 및 특징

1) 연구 방법

- 본 연구에서는 소규모 하수처리시설과 관련된 정책연구, 논문, 국내외 인터넷 검색자료 등 다양한 문헌조사를 시행하였음
- 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 현황과 보급률 등을 분석하기 위해 국가하수도정보시스템의 공공DB 시계열 자료를 확보하고, 분석하였음
- 국내의 현장조사는 어장밀집지역의 연안어촌과 섬지역을 대상으로 하수처리 실태를 파악하였고, 해외는 일본, 독일, 네덜란드의 생활하수처리 정책방향과 실태를 살펴보았음

〈요약 표 1〉 국내외 현장조사

구 분		세부내용
국내 현장조사		- 조사일정: 2018. 3~5 - 조사지역: 마산합포구 실리도, 보령 호도, 군산 개야도 등
국외 현장조사	일본	- 조사일정: 2018. 3 - 조사지역: 시마네현 아마정
	유럽연합	- 조사일정: 2018. 8 ~ 2018. 9 - 조사지역: 독일, 네덜란드, 룩셈부르크

- 경남과 전남지역의 어촌지역을 연구진이 지역여건을 고려하여 선정하였으며, 어촌의 생활하수 방류 실태를 조사하기 위하여 환경 · 수질 분야 전문업체에 의뢰하여 3월과 7월 2회에 걸쳐 방류수의 수질조사와 노로바이러스 검출 여부 조사를 시행하였음

2) 연구 특징

▸ 본 연구는 패류생산 지정해역, 수산자원보호구역, 면허어장 등 어장 밀집지역인 어촌의 소규모 하수처리시설 현황과 실태를 파악하고, 정책적인 개선방안을 제시한 최초의 연구임

- 어장밀집지역에 대한 마을하수도 시설의 유무, 연안촌락과 섬지역 등 표본지역을 대상으로 수질조사 항목과 바이러스 등을 직접 조사·분석함으로써 연구결과의 신뢰성을 높이고자 하였음

- 환경부의 국가하수도정보시스템을 통해 소규모 하수처리시설에 대한 공공DB를 확보하고, 어촌촌락의 분포와 정주규모 등을 파악하여 어장밀집지역 내 인프라 확충·정비의 필요성을 강조하였음

- 어장밀집지역의 인프라 확충·정비에 대한 필요성을 제기할 뿐만 아니라 정책적 실행력을 높이기 위한 거버넌스 개편방안과 단계별 추진 과제를 제시함으로써 향후 정부가 정책적으로 활용할 수 있는 대안을 제시하고자 하였음

- 어장밀집지역의 입지적인 특성과 중요성을 고려해 볼 때 소규모 하수처리시설의 인프라 확충·정비에 대한 수요는 높고, 소규모 하수처리시설의 관리체계가 육역과 해역의 통합적 접근 차원에서 해양수산부와 국립수산과학원의 역할 제고가 필요함을 강조하여 제시하였음

- 국가하수도정보시스템의 공공DB를 확보하여 소규모 하수처리시설의 설치율을 산정하였으나 개별 시설의 처리구역과 현장점검이 이루어지지 않았기 때문에 위치, 가동 여부, 처리범위의 정확성에서도 다소 한계가 있음을 밝혀 두고자 함

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

▸ 어장밀집지역과 어촌의 공간적 특성과 우리나라 하수도 정책동향, 소규모 하수처리시설의 현황을 국가 DB자료를 통해 공간적인 분포와 하수처리시설 보급률 등을 시계열로 분석하여 인프라 구축 실태를 세밀하게 살펴보았음

- 어장밀집지역은 「수산업법」 제8조에 따른 어장(면허를 받아 어업을 하는 일정한 수면), 「농수산물 품질관리법」 제71조에 따른 패류생산 지정해역, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제40조에 따른 수산자원보호구역으로 어촌의 입지여건과 취락분포 등의 관계를 살펴보고, 그 특징을 제시하였음

- 소규모 하수처리시설을 가동하고 있는 지역과 미설치 지역을 연구진이 지역여건을 고려하여 선정한 후 방류수 수질을 2회에 걸쳐 검사하였음

- 본 연구에서 시행한 표본지역의 조사결과는 어촌의 정주환경 실태뿐만 아니라 노로바이러스 검출 등 어장밀집지역에서 수산물 위생안전에 영향을 미칠 수 있는 개연성이 있음을 확인하였음

▸ 본 연구에서는 일본과 유럽연합(네덜란드, 독일) 사례지역을 연구진이 직접 방문·조사하여 농어촌의 소규모 하수처리시설 도입여건과 공법, 운영·관리 방안 등을 살펴보고, 그 시사점을 본 연구에서 적용하였음

▸ 이와 같은 연구결과를 반영하여 어촌 특성에 맞는 소규모 하수처리시설의 도입방안 및 운영·관리 방안을 제시하였으며, 그 주요내용은 다음과 같음

- 「하수도법」 시행규칙 개정을 통해 현행 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 7개 항목(BOD, COD, SS, T-N, T-P, 총대장균군수, 생태독성) 이외에 노로바이러스, 미세 플라스틱 등 수산물 위생안전에 선제적으로 대응할 수 있는 수질조사 항목과 기준에 대한 개선을 제시하였음
- 어장밀집지역 내 공공하수처리시설 실태 등 생활환경 기초조사와 정비계획 수립이 이루어져야 함을 제안하였음
- 어장밀집지역 내 소규모 하수처리시설의 농어촌 서비스기준 설정과 해양수산형 거버넌스 체계를 제시하였음
- 어장밀집지역 내 마을하수도 확충·정비와 어촌형 마을하수도의 공법 개발 등 생활형 SOC 신규사업 발굴을 제시하였음

▸ 결론 및 정책제언으로 주요 연구결과를 요약하고, 「하수도법」 등 관련 법제도의 개정(안), 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 우선 도입 및 사업추진 방안, 어촌형 운영 · 관리 방안 등을 제시하였음

2) 정책대안 제시내용 및 정책화 활동

▸ 어장밀집지역의 마을하수도 업무를 추진하기 위한 중기 로드맵(2019~2023년)으로 ① 관련법률 개정, ② 어장밀집지역 생활환경 및 어장환경 실태조사, ③ 어장밀집지역 마을하수도 정비계획 수립, ④ 범부처 협업기반 구축, ⑤ 전담기관 지정 · 운영 등 5대 추진과제를 제시하였음

▸ 어장밀집지역 마을하수도의 인프라 확충 · 정비에 대한 로드맵(2019~2023년)으로 ① 어장밀집지역 마을하수도 사업, ② 기존 마을하수도 정비사업. ③ 어촌형 마을하수도 공법 등 3대 추진과제를 제시하였음

▸ 어장밀집지역 마을하수도의 지속적인 운영 · 관리를 위한 로드맵(2019~2023년)으로 ① 해양환경분야 사회적경제조직 양성 및 역할 제고, ② 어장밀집지역의 마을하수도 운영 · 관리 매뉴얼 개발 및 보급, ③ 어장밀집지역의 마을하수도 통합관리시스템 구축 등을 제시하였음

3) 정책적 기여 등 기대효과

▸ 본 연구에서는 하수도사업 추진체계 개편을 통해 해양수산부가 어장밀집지역 마을하수도 사무를 관장할 수 있도록 거버넌스 체계 정비가 선행적으로 추진될 것을 기대

▸ 어장밀집지역 마을하수도 지원사업은 대표적인 지역밀착형 생활 SOC로서 생활안전 · 환경분야에 신규사업 추진을 기대

▸ 「하수도법」 방류수 수질기준에서 어장밀집지역에 위해요소가 되는 조사항목을 추가할 수 있도록 환경부와 협의하고, 「하수도법」 개정에 반영을 기대

EXECUTIVE SUMMARY

A Study on the Current Status and Improvement Measures for Residential Environment of Fishing Communities

1. Purpose

▸ This study aims to investigate and analyze the status of small-sized sewage treatment in concentrated areas of fishing grounds, and put forward improvement measures. For this purpose, the present study takes into account locational characteristics of fishing communities, such as close relationship between fishing grounds and fishing ports and sensitivity of sanitation and safety in concentrated areas of fishing grounds and others.

- Considering the significance of concentrated areas of fishing grounds, such as Fishery Resource Protected Area and designated sea areas for shellfish production, this study conducted an in-depth analysis on the current status and problems of community sewage systems in fishing villages.

- This study delves deeper into the development of stepwise policy tasks, such as expansion, maintenance, operation and management of community sewage systems in concentrated areas of fishing grounds, while suggesting effective implementa- tion measures.

2. Methodologies and features

1) Methodologies

- Various literatures were reviewed for this study including policy research relevant to small sewage treatment facilities, academic thesis and domestic and foreign data searched on the Internet.
- The present study has secured and looked into time series data from the public DB of national sewage information system. This effort intends to analyze the current status and distribution rate of small sewage treatment facilities in concentrated areas of fishing grounds.
- Conducting a field survey in Korea requires visiting fishing communities at coasts and islands in concentrated areas of fishing grounds. Then, researchers investigated the status of residential environment of fishing communities in which wastewater was discharged as it is and small-sized sewage treatment was carried out.

〈Summary Table 1〉 Field survey in Korea and foreign countries

구 분		세부내용
Field survey in Korea		- Period: March - May, 2018 - Location: Masangappo-Gu, Sillido, Boryeong Hodo, Gunsan Gaeyado and others
Field survey in overseas	Japan	- Period: 2018. 3 - Location: Ama, Shimane Prefecture
	EU	- Period: 2018. 8 ~ 2018. 9 - Location: Germany, The Netherlands, Luxembourg

▸ Considering locational conditions, researchers selected several fishing communities in South Gyeongsang and South Jeolla Province. The study requested a company specializing in environment and water quality to investigate the status of discharging wastewater in fishing communities. Therefore, the company investigated the water quality of discharge water twice on March and July and ascertained whether Norovirus was detected.

2) Features

▸ This is the first study to identify the current status and conditions of small sewage treatment facilities in fishing communities and suggest improvement measures for policy. The fishing communities refer to areas concentrated in fishing grounds such as designated sea areas for shellfish production, the Fishery Resource Protected Area and licensed fishing grounds.

- The study carried out investigation and analysis firsthand, intending to increase the reliability of results. Thus, targeting subject areas such as fishing villages in coastal areas and islands,

the study investigated the presence of community sewage facilities, water quality as well as hazardous elements such as viruses.

- The study highlighted the necessity of expanding and maintaining the infrastructure within concentrated areas of fishing grounds. For this purpose, it secured a public DB on the subject of small sewage facilities based on the national sewage information system of the Ministry of Environment, while identifying the distribution and residential size of fishing villages.

- Together with the necessity of expanding and maintaining the infrastructure of concentrated areas of fishing grounds, it presented measures to improve the governance and stepwise tasks to enhance the power of policy execution. Therefore, the study aims to provide the government with alternative policy measures.

- Given the locational characteristics and significance of concentrated areas of fishing grounds, there is a high demand for the expansion and maintenance of the infrastructures of small sewage treatment facilities. Thus, the study emphasized the necessity of improving the role of the Ministry of Oceans and Fisheries and the National Institute of Fisheries Science from the comprehensive view integrating seas and lands.

▸ The study examined the installation rate of small sewage facilities by securing a public DB of national sewage information system. However, the absence of on-site investigation to individual facilities suggests certain limitations in terms of the accuracy of location, operation status and the scope of treatment.

3. Results

1) Summary

▸ This study takes a closer look into the current status on the establishment of infrastructures in fishing communities. For this purpose, it utilized a national DB data to find out spatial characteristics of concentrated areas of fishing grounds, domestic policy of sewage systems and the current status of small sewage treatment facilities. In addition, time series analysis was conducted on spatial distribution and distribution rate of sewage facilities.

- Following the definitions presented in the articles of relevant laws, the study looks into locational conditions and settlement distribution of fishing communities and presents their characteristics. In this study, the term 'concentrated area of fishing grounds' follows the definition of 'fishing grounds' from the article 71 of the Fisheries Act (a certain area of waters where a fishery business is carried on with a license), and of 'designated area of shellfish production' from the article 71 of the Agricultural and Fishery Products Quality Control Act and of 'fishery-resource protection area' prescribed in the article 40 of the National Land Planning and Utilization Act.
- Researchers have designated places where small sewage treatment facilities are operated and those not installed, given their locational conditions. Then, the quality of discharge water was examined twice.
- The result not only presents the current status of residential environment for fishing communities but also provides a probable

relationship of impacting the sanitation and safety of fishery products, such as detection of Norovirus.

- Researchers visited areas in Japan and the EU (the Netherlands, Germany and Scotland) for cases of the study. Having looked into the conditions of adopting small sewage facilities in farming and fishing communities, their construction methods and operation and management measures, researchers applied the implications into the study.

- Reflecting the results of the study mentioned above, it presents measures for adopting, operating and managing small sewage facilities befitting to the characteristics of fishing communities. The major contents are as follows:

  - The study presents improvement measures for items and standards of examining water quality by revising enforcement regulations of the Sewage Act. Therefore, it suggests the inclusion of items such as Norovirus and Particulate Matter other than existing seven items (BOD, COD, SS, T-N, T-P, the number of coliform group and ecotoxicology) to preemptively respond to sanitary and safety of fishery products.
  - The study suggests conducting a basic investigation on living environment including the status of public sewage treatment facilities within concentrated areas of fishing grounds. In addition, a plan for their maintenance should be established.
  - It is necessary to set the standards for agricultural and fishery services of small sewage facilities within concentrated areas of fishing grounds and establish a governance system customized to maritime and fisheries sector.

- The Ministry of Oceans and Fisheries should start expanding and maintaining community sewage systems within concentrated areas of fishing grounds by discovering new SOC projects aimed at improving the residents' quality of living. Also, the study suggests the necessity for developing construction methods of community sewage systems customized to fishing communities.

▸ Conclusion and policy suggestion of this study include the summarization of major research results, (proposed) revision of relevant laws, measures for early introduction and implementation of small sewage facilities in concentrated areas of fishing grounds and measures for its operation and management customized to fishing communities.

2) Policy suggestions and relevant activities

▸ Under a mid-term roadmap (2019~2023) for implementing the businesses of community sewage in concentrated areas of fishing ground, the study suggests five tasks as follows: (a) revising relevant laws, (b) conducting a current status survey on living environment and conditions of concentrated areas of fishing grounds, (c) establishing a plan for realigning community sewage systems in concentrated areas of fishing grounds, (d) setting up a foundation for pan-governmental cooperation and (e) designating and operating a dedicated organization.

▸ As a roadmap (2019~2023) for expanding and maintaining the infrastructures of community sewage in concentrated areas of fishing grounds, this study suggests the following three implementation tasks: (a) a project for community sewage in concentrated areas

of fishing grounds, (b) a project for maintaining existing community sewage, and (c) a project for developing construction methods of community sewage systems customized to fishing communities.

- As a roadmap (2019~2023) for the sustainable operation and management of community sewage systems in concentrated areas of fishing grounds, this study proposed the following suggestions: (a) fostering and improving the role of social and economic organizations in the marine environment, (b) developing and distributing a manual for the operation and management of community sewage systems in concentrated areas of fishing grounds and (c) building a comprehensive management system for community sewage systems in concentrated areas of fishing grounds.

3) Expected benefits including policy contribution

- This study expects that the restructuring of implementation system for sewage projects should take place first to reorganize relevant governance system. Through this effort, the Ministry of Oceans and Fisheries will be able to take charge of community sewage systems related businesses in concentrated areas of fishing grounds.
- Projects for supporting community sewage systems in concentrated areas of fishing grounds are a representative community-based project that could directly improve the quality of residents' lives. Thus, there is a potential for implementing new projects relevant to the safety and environment of living.

- The study contributes to a future discussion with the Ministry of Environment and the revision of the Sewage Act. For the discussion, a survey item that could pose hazardous impact on concentrated areas of fishing grounds should be included to the quality standards of discharge waters under the Water Supply and Waterworks Installment Act.

제 1 장

서론

제1절 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 필요성

어촌의 마을하수도 사업은 하천이나 바다로 유입되는 오염원을 선제적으로 차단하기 위하여 환경부 등의 부처에서 1995년부터 본격적으로 추진해 오고 있다. 하지만 하수도 정책은 인구규모 등 경제적 효율성과 내륙 중심의 관점에서 인식되고 있어 어촌의 소규모 하수처리시설에 대한 추진사업은 미흡한 실정이다. 어촌은 어항과 어장의 배후에 촌락을 형성하고 어장과 인접하는 입지적인 특수성을 갖고 있다. 즉, 어촌의 촌락과 주변 상업시설 등에서 발생한 생활하수가 별도의 처리과정 없이 그대로 바다로 유입되는 경우 노로바이러스 · 살모넬라균, 분변계 대장균군 등의 위해요소가 어장밀집지역 내 수산물 위생 · 안전에 영향을 줄 수 있다. 그러므로 어촌의 어장밀집지역에 마을하수도 인프라의 확충 · 정비에 대한 정책개선이 우선적

으로 필요하며, 또한 효율적인 운영·관리를 위한 거버넌스 등 추진 과제 마련도 제기되고 있다.

유럽연합, 일본 등 선진국들은 생활하수가 하천이나 바다로 유입되는 문제를 선제적으로 해결하기 위해 마을하수도의 인프라 확충·정비뿐만 아니라 효율적인 운영·관리 모델을 마련하여 추진하고 있다. 또한, 문재인정부는 국정과제로 '깨끗한 바다, 풍요로운 어장'을 제시하고 있고, 누구나 살고 싶은 농어촌 조성을 위한 정책도 추진하고 있다. 특히 어장밀집지역은 수산자원보호구역, 패류생산 지정해역 등 면허어장이 밀집되어 수출시장과 국민들이 안전한 먹거리와도 관련성이 높다. 따라서 단순한 규모의 경제와 효율성의 논리보다는 지역밀착형 생활 SOC 정비 차원에서 우선적인 접근이 이루어져야 한다. 정부는 2019년 예산안을 마련하면서 지역밀착형 생활 SOC에 대한 예산 8.7조 원을 책정하였고, 향후에도 그 규모를 지속적으로 확대해 나갈 예정이다. 따라서 본 연구에서는 어장밀집지역의 소규모 하수처리 실태와 개선방안을 마련함으로써 지금까지의 내륙 중심의 관점과 소극적 정책대응에서 벗어나 바다의 관점과 적극적인 정책으로 전환하고, 어촌정주환경의 생활혁신을 이끌어 낼 수 있도록 정부와 지자체의 역할을 제시하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 어장·어항과의 유기적인 연계, 어장밀집지역의 위생·안전의 민감성 등 어촌의 입지적인 특수성을 고려하여 어장밀집지역의 소규모 하수처리 실태를 조사·분석하고, 이를 토대로 개선방안을 마련하는 데 목적이 있다. 세부적인 연구목적을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 수산자원보호구역, 패류생산 지정해역 등 어장밀집지역의 중요성을 고려하여 어촌의 마을하수도 문제에 대한 실태와 문제점을 심층적으로 살펴보고자 하였다.

둘째, 본 연구는 어장밀집지역의 마을하수도 확충 · 정비와 운영 · 관리 등 단계별 정책과제를 발굴하고, 효과적인 추진을 위한 방안을 제시하였다.

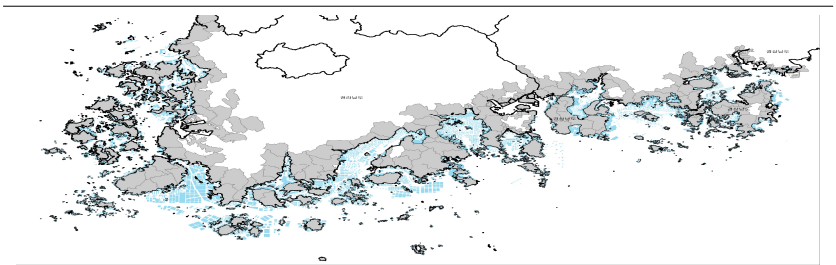
제2절 연구내용 및 방법

1. 연구 범위

1) 공간적 범위

본 연구는 소규모 하수처리시설의 여건과 개선방안을 마련하기 위하여 수산자원보호구역[1], 패류생산 지정해역[2] 등 연안의 내만(內灣)에 어장[3]이 밀집된 경남과 전남지역의 어장밀집지역 및 배후의 어촌[4]을 공간적 대상으로 하였다.

〈그림 1-1〉 본 연구의 공간적 범위



자료: 저자 작성

1) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제40조에 따라 수산자원의 보호 · 육성을 위하여 지정된 공유수면이나 그에 인접된 토지를 말함
2) 「농수산물 품질관리법」 제71조에 따른 지정해역의 지정
3) 「수산업법」 제8조에 따라 면허를 받아 어업을 하는 일정한 수면
4) 「수산업 · 어촌 발전 기본법」 제3조 제6호에 따라 하천 · 호수 또는 바다에 인접하여 있거나 어항의 배후에 있는 지역 중 주로 수산업으로 생활하는 곳으로 읍 · 면의 전 지역 및 동 지역 중 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조 제1항 제1호에 따라 지정된 상업지역 및 공업지역을 제외한 지역

2) 내용적 범위

본 연구의 내용적 범위는 〈표 1-1〉과 같이 정리해 볼 수 있으며, ⅰ) 어장밀집지역과 어촌의 공간적 특성, ⅱ) 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 현황 및 실태, ⅲ) 해외 소규모 하수처리시설 사례, ⅳ) 어촌 특성에 맞는 소규모 하수처리시설 도입 및 운영·관리, ⅴ) 결론 및 정책제언으로 구분하여 살펴보았다.

〈표 1-1〉 연구의 내용적 범위

구분		세부내용
어장밀집지역과 어촌 공간특성	어장밀집지역	- 수산업법 제8조, 면허를 받아 어업을 하는 일정한 수면 - 농수산물 품질관리법 제71조, 패류생산 지정해역 - 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제40조, 수산자원보호구역
	어촌·어항	- 수산업으로 주로 생활하는 읍면동지역(공업·상업지역 제외) - 천연 또는 인공의 어항시설을 갖춘 수산업 근거지 - 어촌어항 입지특성과 규모
어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 현황 및 실태	하수도 정책 및 지원사업 현황	- 하수도 정책 동향분석 - 소규모 하수처리시설 지원사업(환경부/농림축산식품부)
	소규모 하수처리현황	- 공공 DB(국가하수도정보시스템) - 배출수 수질현황 - 어장밀집지역의 하수처리시설 보급률
	어장밀집지역 하수처리 실태분석	- 경남·전남 표본지역의 수질조사(2회) (「하수도법」 방류수 수질, 중금속, 노로/살모넬라균)
해외 소규모 하수처리시설 사례	일본 사례	- 어촌지역의 어업집락 배수시설 지원 정책동향 및 사례
	유럽연합 사례	- 유럽 소규모 하수처리시설 정책동향 및 사례
어촌 특성에 맞는 소규모 하수처리 시설 도입 및 운영·관리	도입방안	- 적정규모 및 도입공법 검토
	운영·관리	- 지자체/전문기관 직영 - 주민주도 위탁 운영
결론 및 정책제언	결론	- 어촌형 소규모 하수처리시설 도입, 운영·관리 방안 제시
	정책제언	- 관련 법제도 개선 - 어장밀집지역 우선적 추진 위한 사업추진 방안 - 효율적인 운영·관리 방안

자료: 저자 작성

2. 연구의 주요내용

본 연구는 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설의 도입 실태와 개선방안을 마련함으로써 어촌의 정주환경 개선과 내만의 어장밀집지역에서 생산되는 수산물의 위생·안전을 제고하는 데 목적이 있다.

주요 연구내용을 살펴보면, 우선 2장에서는 어장밀집지역과 어촌의 공간적 특성을 살펴보았다. 본 연구에서 어장밀집지역은 「수산업법」 제8조에 따른 어장(면허를 받아 어업을 하는 일정한 수면), 「농수산물 품질관리법」 제71조에 따른 패류생산 지정해역, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제40조에 따른 수산자원보호구역으로 어촌의 입지여건과 취락분포 등의 관계를 살펴보고, 그 특징을 제시하였다.

제3장에서는 우리나라 하수도 정책동향과 소규모 하수처리시설의 현황을 국가 DB자료를 통해 공간적인 분포와 하수처리시설 보급률 등을 시계열로 분석하여 인프라 구축 실태를 세밀하게 살펴보았다. 특히 본 연구에서는 소규모 하수처리시설을 가동하고 있는 지역과 미설치 지역을 연구진이 지역여건을 고려하여 선정한 후 방류수 수질을 2회에 걸쳐 검사하였으며, 그 결과를 통해 어촌의 정주환경 실태뿐만 아니라 어장에 미치는 영향을 간접적으로 살펴보았다.

제4장에서는 해외 소규모 하수처리시설 사례를 살펴보았다. 본 연구에서는 일본과 유럽연합(네덜란드, 독일, 룩셈부르크) 사례지역을 연구진이 직접 방문조사하여 농어촌의 소규모 하수처리시설 도입여건과 공법, 운영·관리 방안 등을 살펴보고, 그 시사점을 본 연구에서 적용하였다.

제5장에서는 2장부터 4장까지 살펴보았던 연구결과를 반영하여 어촌 특성에 맞는 소규모 하수처리시설의 도입방안 및 운영·관리

방안을 제시하였다. 특히 저출산과 고령화에 따른 어촌공동화에 대응, 어장이 밀집되어 철저한 위생관리와 정주여건 개선이 필요한 지역 등에 대한 방안을 마련하였다.

마지막으로 제6장에서는 결론 및 정책제언으로 주요 연구결과를 요약하고, 「하수도법」 등 관련 법제도의 개정(안), 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 우선 도입 및 사업추진 방안, 어촌형 운영·관리 방안 등을 제시하였다.

3. 연구 방법 및 수행체계

1) 연구 방법

본 연구는 연구목적을 달성하기 위해 ⅰ) 문헌조사, ⅱ) 공공DB 분석, ⅲ) 국내외 현장조사, ⅳ) 표본지역 수질조사, ⅴ) 전문가 자문회의, ⅵ) 전문가 원고자문 등의 연구 방법이 채용되었다. 그 세부내용을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 문헌조사

본 연구에서는 소규모 하수처리시설과 관련된 정책연구, 논문, 국내외 인터넷 검색자료 등 다양한 문헌조사를 시행하였다. 특히 국립수산과원에서 수행했던 해역별 패류생산 지정해역 위생조사 보고서(각 연도)는 어장밀집지역으로 유입되는 육상오염원 유입경로와 수질조사 결과를 분석한 자료로 자연과학적인 접근에 매우 유용하게 활용되었다.

(2) 국가하수도정보시스템 공공DB 분석

본 연구는 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 현황과 보급률 등을 분석하기 위해 국가하수도정보시스템의 공공DB 시계열 자료를 확보하고, 분석하였다. 특히 공공DB의 전처리 과정과 시각화 과정은 ArcGIS 전문업체에 의뢰하여 공간정보를 구축하였다. 공공DB에서는 정점별 수질조사 결과와 공법, 운영·관리 방식 등을 통해 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설에 대한 구체적인 실태분석이 이루어질 수 있었다.

(3) 국내·외 현장조사

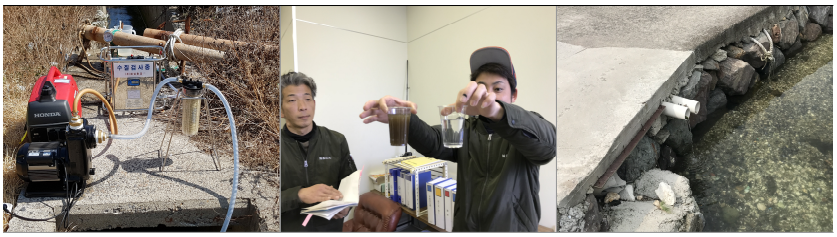
본 연구의 연구진은 국내외 어촌의 소규모 하수처리 현장을 직접 방문하고, 지역주민 및 관련 전문가와의 인터뷰 등을 시행하였다. 국내의 현장조사는 어장밀집지역의 연안어촌과 섬지역을 찾아 생활하수가 그대로 방류되는 어촌의 정주환경 실태와 소규모 하수처리가 이루어지는 현장을 살펴보았다. 또한, 일본과 유럽연합의 주요 사례지역을 방문하였고, 각 지역의 행정 공무원, 관련 전문가, 지역주민 등과 함께 심층적인 현장조사를 실시하였다.

〈표 1-2〉 국내외 현장조사

구분		세부내용
국내 현장조사		- 조사일정: 2018. 3~5 - 조사지역: 마산합포구 실리도, 보령 호도, 군산 개야도 등
국외 현장조사	일본	- 조사일정: 2018. 3 - 조사지역: 시마네현 아마정
	유럽연합	- 조사일정: 2018. 8 ~ 2018. 9 - 조사지역: 독일, 네덜란드, 룩셈부르크

자료: 저자 작성

〈그림 1-2〉 현장조사 수행결과



자료: 저자 촬영

(4) 표본지역의 수질조사

본 연구에서는 경남과 전남지역의 어촌지역을 연구진이 지역여건을 고려하여 선정하였으며, 어촌의 생활하수 방류 실태를 조사하기 위하여 환경·수질분야 전문업체에 의뢰하여 3월과 7월 2회에 걸쳐 방류수의 수질조사와 노로바이러스 검출 여부를 조사하였다. 특히 지역 선정을 위해 소규모 하수처리시설이 운영되고 있는 어촌마을과 미설치 지역, 어촌의 입지유형(평지, 경사지), 섬과 연안어촌, 수산가공시설과 관광시설이 밀집된 지역 등의 요소들이 고려되었다. 다만, 이번에 이루어진 조사결과에서 일부 지역의 양식어가에 미칠 수 있는 부정적인 영향을 고려하여 그 지역을 명시하지 않았음을 밝혀두고자 한다.

〈표 1-3〉 표본지역의 수질조사

구분		세부내용
표본조사	조사지역	경남(4개소), 전남(7개소)
	조사시기	1차 조사: 동절기(3월), 2차 조사: 하절기(7월)
	조사항목	「하수도법」 방류수 수질기준, 노로 및 살모넬라균, 중금속 조사 등
	조사기관	㈜ 혜성환경

자료: 저자 작성

(5) 전문가 자문회의

본 연구는 해양수산부, 국립수산과학원, 대학교수 등 관련분야 전문가들을 대상으로 전문가 자문회의를 수행하였다. 본 연구와 직·간접적으로 관련성이 있는 해양수산부와 국립수산과학원 담당자를 대상으로 전문가 자문회의를 통해 패류생산 지정해역에 대한 환경부와 해양수산부 간 부처협업과 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 도입에 대한 자문이 이루어졌다.

〈표 1-4〉 전문가 자문회의

일시	장소	주요내용
2018. 7. 19(목)	대전역 회의실	- 하수처리시설 공법의 장단점 분석 - 노로바이러스 발견 지역의 지역적 특성 및 원인 토론 - 어촌에 맞는 하수처리시설 도입방안 토론
2018. 7. 20(금)	국립수산 과학원	- 노로바이러스가 패류를 통해 인체에 미치는 영향 자문 - 지정해역 내에 하수처리시설 실태조사 - 정부의 하수처리시설 관련 추진 정책 및 사업 조사

(6) 전문가 원고자문

본 연구에서는 환경공학 전문가에 의뢰하여 어촌 특성에 맞는 소규모 하수처리시설의 도입과 운영·관리 방안에 대한 원고를 의뢰하였다. 원고자문의 결과를 기반으로 어촌지역의 입지여건과 정주규모에 맞는 도입공법과 운영·관리 방안을 제시하였다.

2) 수행체계

본 연구의 수행체계는 〈표 1-5〉와 같이 정리해 볼 수 있다. 본 연구는 어장밀집지역의 소규모 하수처리의 현황과 실태분석, 해외 사례연구를 통해 어촌 특성에 맞는 소규모 하수처리시설의 도입과 운

영 · 관리를 도출하였다. 또한, 어장밀지역에서 소규모 하수처리시설이 조기에 확충될 수 있는 제도개선과 시행방안 등을 제언으로 제시하고자 하였다.

〈표 1-5〉 본 연구의 수행체계

구분	세부내용	연구 방법
서론	• 연구의 필요성 및 목적 • 연구의 범위 및 주요내용 • 연구 방법 및 수행체계	
⇓		
어장밀집지역의 소규모 하수처리 현황 및 실태	• 어장밀집지역과 어촌의 공간분포 특성 • 하수도 정책 및 지원사업 현황 • 어촌의 소규모 하수처리 현황 • 어장밀집지역의 하수처리 실태분석	문헌조사 현장조사 통계분석 수질조사 및 분석
⇓		
해외 소규모 하수처리시설 사례연구	• 일본 사례분석 • 유럽연합 사례분석 • 시사점	문헌조사 현장조사
⇓		
어촌 특성에 맞는 소규모 하수처리시설 도입 및 운영 · 관리	• 어촌지역의 소규모 하수처리시설 도입방안 • 어촌지역의 소규모 하수처리시설의 운영 · 관리방안	전문가 자문회의 전문가 원고자문
⇓		
결론 및 정책제언	• 결론 • 정책제언	

자료: 저자 작성

제3절 선행연구 검토

1. 소규모 하수처리시설 관련 연구

최지용 · 김응호(1997)는 우리나라의 농어촌을 특성별로 분류하여 각 그룹별 농어촌 지역에서의 하수도정비 추진현황과 문제점을 살펴보고, 문헌조사를 통해 각종 소규모 수처리 시설을 중심으로 그 특성 및 상호연관성을 검토하였다. 또한 외국에서 실시되고 있는 소규모 하수처리장 실태와 기술 수준을 분석하고, 우리나라의 현실과 비교하여 농어촌지역의 최적수질을 유지하기 위한 처리시스템을 도출하고자 하였다.

김재건(2009)은 전북지역 14개 시군에 설치된 마을하수도에서 가장 많이 도입된 고효율 합병정화조, 분뇨 및 고농도 유기 오폐수처리 공법, 활성슬러지 공법, GBM 공법, 막분리공법을 대상으로 2006~008년 동안의 수질자료를 바탕으로 항목별로 분석하였다. 또한, 각 하수처리 공법의 효율적인 운영 · 관리에 대한 문제점을 찾아 개선방안을 제시하고자 하였다.

임영택 외(2014)는 제천시에 적합한 효율적인 소규모 하수처리시설의 운영 · 관리 방안을 살펴보고, 민간위탁 타당성을 검토하여 적정 민간위탁 운영단가를 마련하고자 하였다.

배익수(2013)는 소규모 하수처리시설의 문제점을 보다 체계적이고 정량적으로 파악하고자 전국 공공하수처리시설 대상으로 획득된 다년간의 자료를 활용하여 하수처리시설 용량별 처리성능과 운영 · 관리에 미치는 영향을 통계적으로 분석하고자 하였다. 특히 본 연구에서는 소규모 하수처리시설의 시설 및 운영 · 관리 상태가 취약한 사례

분석을 통해 문제점을 파악하고, 지역실정에 맞는 적합한 하수처리 시설의 공법 선정 및 효율적인 개선방안을 제시하고자 하였다.

2. 어장밀집지역 위생 관련 연구

김지회 외(2011)[5]는 자란만 · 사량도 해역에 대한 해안선 및 주요 육상오염원 상류조사를 2009년 2월에 실시하였으며, 해안선에 위치한 496개 지점 및 미륭천, 장치천, 수양천, 학림천, 오방천 등의 지방하천과 소하천 및 마을 소지류 등에 대한 오염원의 근원, 종류, 유량, 오염정도 등을 확인하여 해역에 미치는 영향을 파악하고, 향후 오염원의 관리를 위한 자료로 활용하고자 조사 · 평가하였다. 특히 자란만 · 사량도 해역(지정해역 2호)의 위생관리를 위하여 지정해역과 주변해역을 포함한 수역 12,700㏊에서 2008년 1월부터 2010년 12월까지 각 조사정점에서 36회 채취한 총 1,426개의 시료에 대한 위생조사를 시행하였다.

이부일 · 유완(1982)[6]은 배출수의 오염 정도가 주거밀도와의 관계를 밝히기 위하여 정화조의 유입유량, 효율 정도와의 관계를 살펴보고자 하였다. 특히 본 연구에서는 주거밀도의 변화로 발생하는 집단주거단지의 생활하수 배출현황 및 정화능력을 조사함으로써 주거지 개발을 위한 수질보전대책수립의 기초자료를 마련하고자 하였다.

강용호 · 안민경(2015)[7]은 울릉도에서 해수의 오염으로 인한 해양미생물의 생태계 변화를 파악하기 위하여 항구의 표층수에서 서식하는 해양미생물의 분포를 조사하고, 이에 대한 대응방안을 제시하고자 하였다.

---

5) 김지회 외(2011)
6) 이부일 · 유완(1982)
7) 강용호 · 안민경(2015)

3. 본 연구의 차별성

1) 선행연구의 비교검토

소규모 하수처리시설에 관한 도입 및 운영·관리 등에 대한 선행연구와 어장밀집지역의 위생 관련 연구를 비교·검토한 결과를 정리하여 살펴보면 〈표 1-6〉과 같다.

〈표 1-6(계속)〉 선행연구의 비교·검토

구 분		세부내용		
		연구개요	연구 방법	주요 연구내용
소규모 하수처리시설 도입 관련 연구	1	- 과제명: 지역특성별 수처리설비의 최적시스템 도출 - 연구자: 최지용 · 김응호(1997) - 연구목적: 우리나라의 소도시 및 농어촌의 수질보전을 위한 기초시설에 대한 기본자료 확보와 농촌, 어촌, 산촌별 지역산업구조, 취락형태, 지형, 수계 등을 고려하여 최적화된 수처리시스템을 도출	- 문헌조사 - 사례조사	- 소규모 하수도의 일반특성 - 국내외 소규모하수도 보급실태 - 소규모 하수도의 최적시스템 도출
	2	- 과제명: 마을하수처리시설의 공법별 운영현황 및 문제점에 관한 연구 - 연구자: 김재건(2009) - 연구목적: 마을하수도시설의 처리공법에 대한 운영현황 및 처리성능을 분석하고, 처리공법의 유지관리상 문제점 및 효율적 운영방안을 제시	- 통계분석	- 소규모 마을하수도 도입공법 검토 - 공법별 방류수 수질정화력 비교·검토 - 공법별 처리특성 비교
	3	- 과제명: 제천시 소규모하수처리시설 민간위탁 타당성 검토 및 원가산정 연구 - 연구자: 임영택 외(2014) - 연구목적: 적합한 운영관리 방안 마련 및 적정 운영관리 비용 산정	- 문헌조사 - 사례조사 - 통계분석	- 소규모 하수처리시설별 운영 및 시설현황 - 소규모 하수처리시설 운영관리 문제점 - 타당성 및 운영방안 검토 - 소규모 하수처리시설 운영비용 산정

〈표 1-6(계속)〉 선행연구의 비교 · 검토

구 분		세부내용		
		연구개요	연구 방법	주요 연구내용
어장밀집지역 위생 관련 연구	4	- 과제명: 소규모 하수처리시설 운영 현황 분석을 통한 정책 제언 - 연구자: 배익수(2013) - 연구목적: 지역실정에 맞는 하수처리시설의 공법 선정 및 효율적인 개선방안을 제시	- 문헌조사 - 사례조사	- 우리나라 소규모 하수처리시설 관련 정책 - 국외 소규모 하수처리시설 설치 및 운영 - 적절한 소규모 하수처리시설 도입 및 운영관리 방안
	5	- 과제명: 자란만 · 사량도 해역 패류양식장 위생조사 보고서 - 연구자: 김지회 외(2011) - 연구목적: 2008년부터 2010년까지 수행된 지정해역에 대한 위생조사 결과를 확인하고 평가를 통해 대국민 위생안전 확보	- 문헌조사 - 현장조사 - 수질조사 - 위생조사	- 조사해역의 개요 - 배수유역 오염원 조사 및 평가 - 패류양식장 위생조사
	6	- 과제명: 주거밀도에 따른 생활하수의 오염현황 분석 - 연구자: 이부일 · 유완(1982) - 연구목적: 집단거주단지의 생활하수 배출현황 및 정화능력을 조사함으로써 주거지 개발을 위한 수질보전대책수립의 기초자료를 제시	- 문헌조사 - 현장조사	- 생활하수 수질현황 - 인구밀도별 정화조 효율
	7	- 과제명: 울릉도 항구의 해양환경에 따른 해양미생물의 분포 변화 - 연구자: 강용호 · 안민경(2015) - 연구목적: 울릉도에서 해수의 오염으로 인한 해양미생물의 생태계 변화를 파악	- 문헌조사 - 수질조사 - 미생물 조사	- 항별 해양미생물 시료 분석

2) 선행연구와의 차별성

본 연구는 패류생산 지정해역, 수산자원보호구역, 면허어장 등 어장밀집지역인 어촌의 소규모 하수처리시설 현황과 실태를 파악하고, 정책적인 개선방안을 제시한 최초의 연구이다. 특히 어장밀집지역에 대한 마을하수도 시설의 유무, 연안촌락과 섬지역 등 표본지역을 대상으로 수질조사 항목과 바이러스 등을 직접 조사·분석함으로써 연구결과의 신뢰성을 높이고자 하였다. 또한, 환경부의 국가하수도정보시스템을 통해 소규모 하수처리시설에 대한 공공DB를 확보하고, 어촌촌락의 분포와 정주규모 등을 파악하여 어장밀집지역 내 인프라 확충·정비의 필요성을 강조하였다. 본 연구는 어장밀집지역의 인프라 확충·정비에 대한 필요성을 제기하고 정책적 실행력을 높이기 위한 거버넌스 개편방안과 단계별 추진과제를 제시함으로써 향후 정부가 정책적으로 활용할 수 있는 대안을 제시하고자 하였다. 특히 어장밀집지역의 입지적인 특성과 중요성을 고려해 볼 때 소규모 하수처리시설의 인프라 확충·정비에 대한 수요는 높고, 이를 육역과 해역의 통합적 접근 차원에서 해양수산부와 국립수산과학원의 역할 제고가 필요함을 강조하여 제시하였다.

한편, 본 연구에서는 전남과 경남지역의 어장밀집지역의 중요성을 고려하여 연구의 공간적 범위를 한정하여 수행했기 때문에 제한적인 해석이 이루어질 수 밖에 없다. 또한, 국가하수도정보시스템의 공공DB를 확보하여 소규모 하수처리시설의 보급률 등을 산정하였으나 개별 시설의 현장점검이 이루어지지 않았기 때문에 위치, 가동 여부, 처리범위의 정확성에서도 다소 한계가 있음을 밝혀 두고자 한다.

어장밀집지역의 소규모 하수처리 현황 및 실태

제1절 어장밀집지역과 어촌의 공간분포 특성

1. 어장밀집지역 현황

1) 면허어장

본 연구의 공간적 범위에 해당하는 경남과 전남지역의 천해양식어장의 면허건수와 면적을 살펴보면 〈표 2-1〉과 같다. 전남지역은 면허어장의 건수와 면적이 지속적으로 증가하는 반면 경상남도는 그대로 유지되는 경향을 보여주고 있다.

〈표 2-1〉 전남 · 경남지역의 면허어장 현황

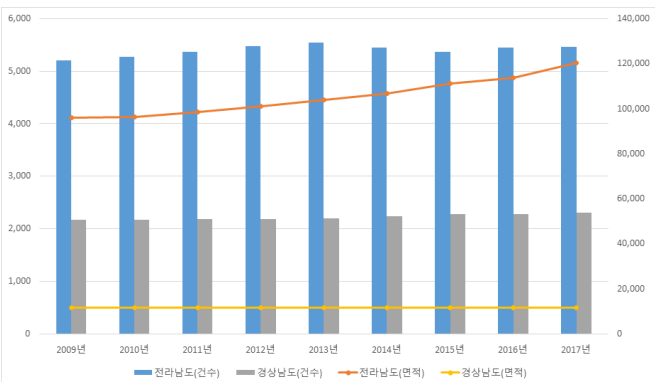
단위: 건수, ha

구분	전라남도		경상남도	
	건수	면적	건수	면적
2009년	5,201	95,922	2,170	11,735
2010년	5,278	96,372	2,172	11,671
2011년	5,366	98,413	2,178	11,619

구분	전라남도		경상남도	
	건수	면적	건수	면적
2012년	5,472	101,003	2,188	11,646
2013년	5,542	103,799	2,202	11,652
2014년	5,441	106,836	2,235	11,671
2015년	5,369	111,127	2,276	11,777
2016년	5,453	113,728	2,279	11,708
2017년	5,464	120,172	2,300	11,756

자료: www.kosis.kr(검색일: 2018. 3. 5)

〈그림 2-1〉 전남 · 경남의 면허어장 현황

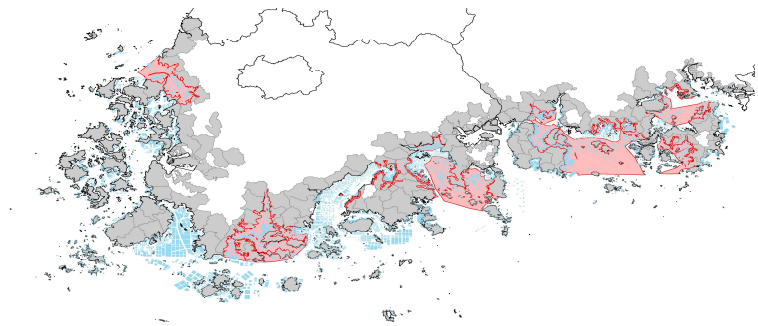


자료: www.kosis.kr(검색일: 2018. 3. 5.)를 바탕으로 저자 작성

2) 수산자원보호구역

수산자원보호구역은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제40조에 근거하여 해양수산부장관이 직접 또는 관계 행정기관의 장의 요청을 받아 수산자원을 보호 · 육성하기 위하여 필요한 공유수면이나 그에 인접한 토지에 대한 수장자원보호구역을 지정 또는 변경을 할 수 있다. 수산자원보호구역은 2005년 이후 육역부를 중심으로 해제가 지속적으로 이루어져 전남 · 경남지역의 현황은 〈표 2-2〉와 같다.

〈그림 2-2〉 수산자원보호구역 위치도



자료: 저자 작성

〈표 2-2〉 수산자원보호구역 지정 현황

단위: ha

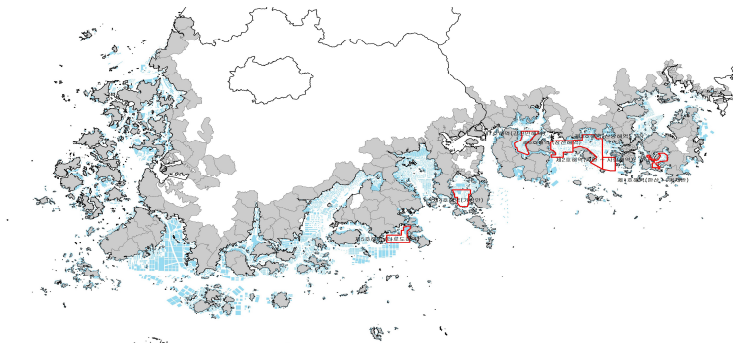
구분		육지부	해역부
전남 소계		23,889	130,157
전라남도	여수시	3,989	37,255
	순천시	16	2,740
	고흥군	6,964	33,487
	보성군	182	7,507
	장흥군	290	3,108
	강진군	2,048	5,459
	해남군	2,081	2,838
	무안군	1,939	4,846
	함평군	1,185	3,332
	영광군	1,410	7,695
	완도군	3,783	21,890
경남소계		11,435	109,342
경상남도	창원시	1,111	9,385
	통영시	2,419	45,263
	사천시	983	4,365
	거제시	4,020	15,306
	고성군	2,462	14,165
	남해군	335	19,861
	하동군	105	998

자료: http://www.mof.go.kr/article/view.do?articleKey=274&boardKey=2(검색일: 2018. 9. 18.)

3) 패류생산 지정해역

패류생산 지정해역은 「농수산물 품질관리법」 제71조 제1항에 근거하여 해양수산부장관이 위생관리기준에 맞는 해역을 지정해역으로 지정할 수 있도록 규정하고 있다. 패류생산 지정해역은 현재까지 7개 해역, 총 34,385㏊로 주로 굴, 피조개 등을 생산하고 있다.

〈그림 2-3〉 패류생산 지정해역 위치도



자료: 저자 작성

〈표 2-3〉 패류생산 지정해역 지정 현황

단위: ㏊

구분	해역명	면적	생산품목
제1호 해역	한산 · 거제만 해역	2,050	굴
제2호 해역	자란만 · 사량도 해역	9,492	굴, 피조개
제3호 해역	미륵도 해역	3,107	굴, 피조개
제4호 해역	가막만 해역	4,188	굴, 피조개, 새조개
제5호 해역	나로도 해역	4,398	바지락
제6호 해역	창선 해역	5,860	진주담치, 피조개
제7호 해역	강진만 해역	5,290	피조개, 굴

자료: https://www.nifs.go.kr/lmo/board/boardView.lmo?BOARD_IDX=736&BOARD_ID=qna (검색일: 2018. 9. 18.)

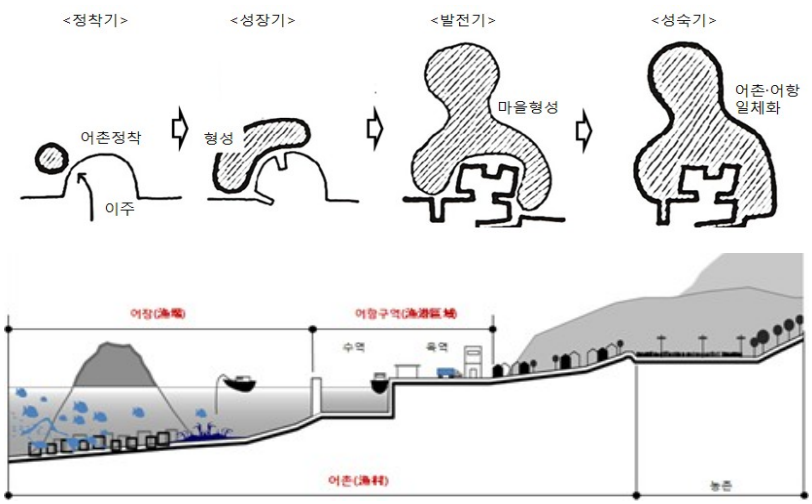
2. 어촌의 공간분포 특성

1) 어촌의 특성

(1) 공간적 특성

어촌은 주로 수산업에 의존하여 생활하는 사람들이 거주하는 촌락의 총칭을 의미하는 것으로 '정주체계상 최소단위로서 어업활동이 이루어지는 경제공간으로서의 생산현장이고 동시에 그 곳 주민의 생활중심지로 어항을 핵으로 포함하는 통합된 영역적 개체'[8]를 의미한다. 전통적으로 어촌은 어선어업을 중심으로 발달해 왔고, 어항의 기반시설 확충과 촌락의 규모 · 밀도가 높아지면서 발달하는 경향을 보이고 있다.

〈그림 2-4〉 어촌의 공간적 특성



자료: 해양수산부, 「새로운 어촌종합개발의 개발방향 및 로드맵에 관한 연구」, 2015, p. 57

8) 박성쾌 외(1995), 어장 · 어항 · 어촌을 통합한 어촌종합개발 모형수립에 관한 연구, 한국농촌경제연구원, p.

(2) 입지적 특성

어촌은 동해안과 제주 지역을 중심으로 어선어업 위주로 발달하여 있는 반면, 서남해안의 리아스식 해안은 양식어업과 복합어업이 우세한 입지적인 특성을 나타내고 있다. 한편, 수협중앙회의 어촌계 분류평정에 따르면 어촌의 입지유형별로는 도시근교, 연안촌락, 취약지구로 구분되고, 2016년 기준으로 도시근교 296개소(14.6%), 취약지구 474(23.3%), 연안촌락 1,259(62.1%)인 것으로 나타났다.

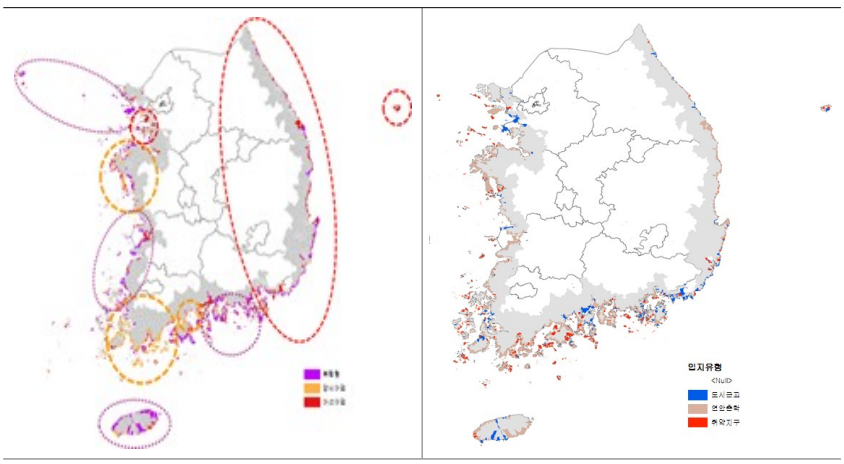
〈표 2-4〉 어촌의 입지적 특성 구분

단위: 개소, %

구분	종사유형별				입지유형별			
	계	어선어업	양식어업	복합형	계	도시근교	취약지구	연안촌락
개소수	2,209	572	675	782	2,209	296	474	1,259
비율	100.0	28.2	33.3	38.5	100.0	14.6	23.3	62.1

자료: 수협중앙회, 「어촌계 분류평정 및 현황」, 2016, pp.18~19.

〈그림 2-5〉 어촌의 입지적 특성

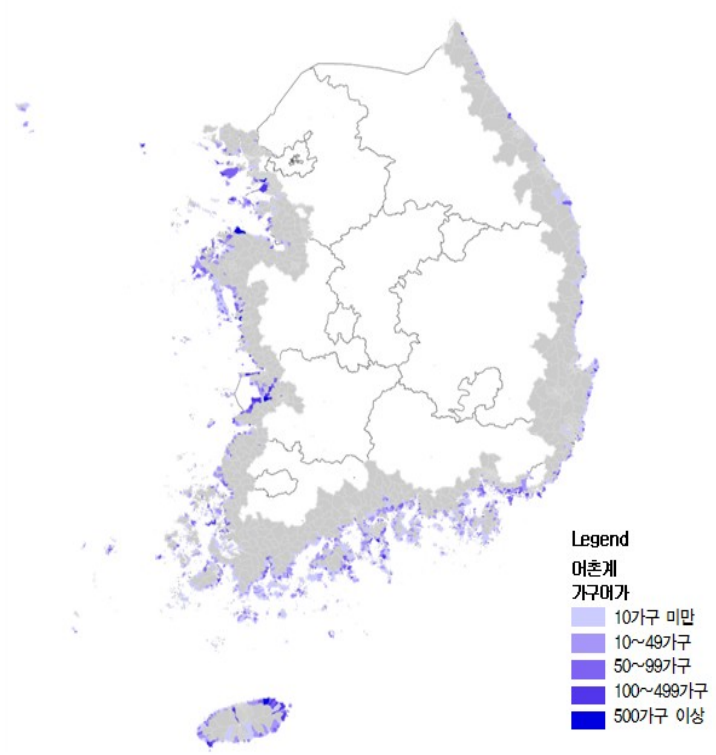


자료: 해양수산부, 「통합적 어촌개발 추진을 위한 어촌개념 및 범위분석 연구」, 2014, pp. 54~55

2) 어촌의 규모

어촌계별 인구규모는 2013년 자료를 토대로 살펴보면, 10~49가구는 981개소로 전체의 거의 절반에 달하는 것으로 나타났다. 반면 100가구 이상의 어촌계는 377개소로 전체의 19%를 차지하였고, 500가구 이상의 대규모 거점지역 어촌계도 15개소로 나타나 수산거점도시의 역할을 하는 것으로 나타났다.

〈그림 2-6〉 어촌계 인구규모



자료: 해양수산부, 「새로운 어촌종합개발의 개발방향 및 로드맵에 관한 연구」, 2015, p. 56

제2절 하수도 정책 및 지원사업 현황

1. 하수도 관련정책 및 최근 동향

1) 소규모 하수처리시설의 개념 및 역할

(1) 공공하수처리시설 정의

'하수'는 사람의 생활이나 경제활동으로 인하여 액체성 또는 고체성의 물질이 섞여 오염된 물과 건물·도로 그 밖의 시설물의 부지로부터 하수도로 유입되는 빗물·지하수를 의미한다. 또한 '공공하수처리시설'이라 함은 하수를 처리하여 하천과 바다, 그 밖에 공유수면에 방류하기 위하여 지방자치단체가 설치 또는 관리하는 처리시설과 이를 보완하는 시설로 정의[9]하고 있다.

소규모 하수도란 「하수도법」 제2조 제4호의 규정에 의한 공공하수도 중 1일 하수처리용량이 500톤 미만의 공공하수처리시설을 말한다. 또한, 농어촌정비법 제2조 제10호 라목에 의한 마을하수도는 50톤 미만의 시설도 2010년부터 「하수도법」에 의한 공공하수도로 편입·관리되고 있다.

〈그림 2-7〉 공공하수도 개념적 분류

자료: 저자 작성

9) 「하수도법」 제2조 제1호(하수), 제9호(공공하수처리시설)의 규정을 인용

(2) 소규모 하수처리시설의 목적 및 기능

가. 소규모 하수처리시설의 목적

마을하수도와 같은 소규모 하수처리시설은 인구가 분산된 농어촌 지역의 여건에 맞는 합리적인 건설비와 유지·관리를 통해 상수원 보호 및 공공수역의 수질 보전을 통한 농어촌마을의 생활환경을 개선하는 데 목적이 있다.

나. 소규모 하수처리시설의 기능

소규모 하수처리시설은 하수도시설의 기본적인 역할로써 ⅰ) 생활환경 개선, ⅱ) 공공수역의 수질오염 방지, ⅲ) 유기폐자원의 선순환 등의 기능을 수행한다.

첫째, 소규모 하수처리시설은 농어촌마을 내 우수 및 오수의 분류와 수밀성(水密性)[10]을 갖춘 하수관거 도입으로 현저하게 악취를 개선함으로써 생활환경을 개선할 수 있다.

둘째, 소규모 하수처리시설은 오염부하가 하천, 바다 등 공공수역으로 유입되어 발생할 수 있는 수질오염 등 다양한 환경문제를 초기 단계에서 제어할 수 있다.

셋째, 소규모 하수처리시설은 중금속 등 유해물질의 함유가 높지 않기 때문에 발생하는 슬러지를 퇴비 등으로 활용함으로써 유기폐자원의 선순환 역할을 할 수 있다.

10) 기계 또는 장치의 어느 부분에 채워진 물이 밖으로 새지 아니하고 밀봉되어 있는 상태 또는 그 작용을 말함

〈표 2-5〉 소규모 하수처리시설의 기능

구분	세부내용
생활환경 개선	- 농어촌 마을 내 우수 및 오수의 분류 - 수밀성을 갖춘 오수관로시설을 통해 시궁창 제거로 악취 개선을 통해 농어촌의 생활환경 개선
공공수역의 수질오염 방지	- 소하천 수질정화를 통한 상수원 수질보호 및 생태계 보전
유기폐자원의 선순환	- 발생한 슬러지를 농지의 비료로 활용 또는 집적화 통한 자원화 처리를 통해 농지와 녹지에 환원

자료: 김응호, 「마을하수도 정비 특성과 효율적 관리방안」, 대한상하수도학회 하수도연구회, 1996, p. 21 을 토대로 저자 구성

2) 소규모 하수처리시설의 관련법 및 변천

(1) 공공하수도 관련법

가. 「하수도법」에 의한 공공하수도 정립 이전

「하수도법」에 근거한 공공하수도로 편입되기 전에는 「농어촌정비법」과 「농어촌주택 개량촉진법」을 근거로 마을하수도가 구체적인 시설기준이나 관리체계가 없이 추진되었다.

「농어촌주택 개량촉진법」은 1995년 「농어촌 지붕개량 촉진법」을 폐지하고 제정한 것으로 농어촌 주택의 개량을 촉진하고 낙후된 주거환경을 향상시키는 데 필요한 사항을 규정하였다. 법 제2조 제3호에서 마을하수도에 대한 개념을 정의하고, 제3조 농어촌 주거환경개선 종합계획 수립과 제4조 농어촌 주거환경 개선지구 지정을 통해 사업을 추진하였다.

「농어촌정비법」은 1995년 제정되었고, 제2조 제10호 라목에 마을하수도를 규정하고, 제54조 생활환경정비계획과 제56조 생활환경정비사업 시행에 근거하여 추진하고 있다.

나. 「하수도법」에 의한 공공하수도 정립 이후

「하수도법」은 하수도를 개량하고 정비하기 위하여 그 설치 및 관리의 기준 등을 정함으로써 도시의 건전한 발전과 공중위생의 향상에 기여함을 목적으로 1966년에 제정되었다. 한편 마을하수도[11] 등 소규모 하수처리시설은 1996년에 법률개정을 통해 법정시설로 편입되었다. 이후 「하수도법」은 1999년 개정으로 기본계획과 관련된 제반규정을 마련[12]함으로써 마을하수도는 제도적 기반 하에서 사업계획과 집행이 이루어지게 되었다.

한편 2006년에는 「하수도법」의 전부개정이 이루어지면서 「하수도법」과 「오수 분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률」로 이원화되어 있던 하수 및 오수처리시설을 통합하여 하수도시설의 분류체계를 단순화하게 되었다. 「하수도법」은 다시 2007년 개정을 통해 마을하수도 개념을 삭제함으로써 마을하수도를 공공하수도로 편입하고, 500㎥/일 미만의 마을하수도 용량에 관계없이 소규모 공공하수도로 관리하여 현재에 이르고 있다. 특히 「농어촌정비법」 또는 「농어촌주택 개량촉진법」에 근거하여 설치되었던 50㎥/일 미만의 마을하수도는 2010년부터 공공하수도 관리로 전환[13]되었다.

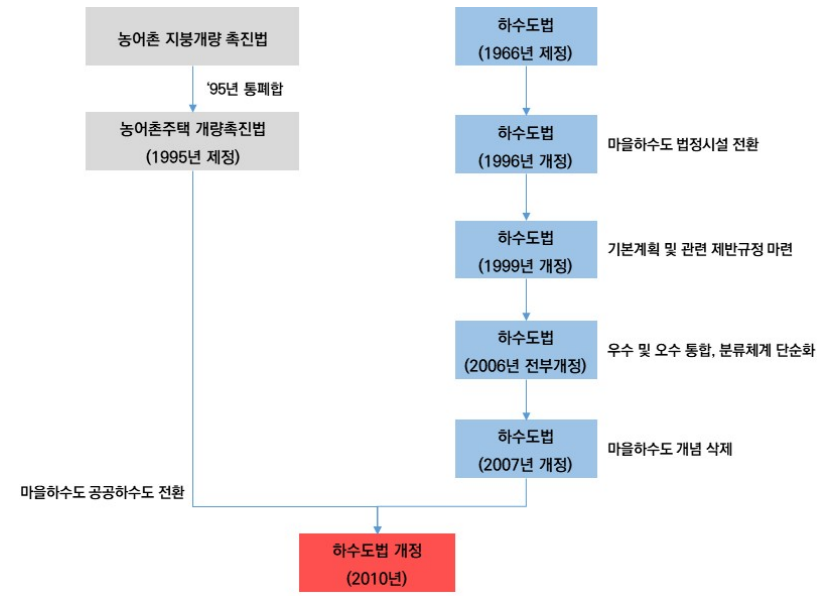
---

11) 마을하수도는 농어촌지역의 수질오염을 초기단계에서 예방하기 위하여 자연마을단위로 설치하는 하수도로서 1일 하수처리능력이 50㎥ 이상 500㎥ 미만인 공공하수도를 말함

12) 「하수도법」 제6조의 2 ①공공하수도관리청이 마을하수도를 설치하고자 할 때에는 대통령령이 정하는 바에 의하여 마을하수도사업계획서를 작성하여 환경부장관과 협의하여야 한다. 협의한 사항을 변경하고자 할 때에도 또한 같다.
②제1항의 규정에 의하여 환경부장관과의 협의를 마친 때에는 마을하수도의 배수구역에 관하여는 제5조의 2 제4항의 규정에 의한 하수도정비기본계획에 대한 환경부장관의 승인과 제6조 제1항의 규정에 의한 공공하수도의 설치에 대한 환경부장관 또는 시 · 도지사의 인가를 각각 받은 것으로 본다.

13) 「하수도법」 부칙 제7조 이 법 시행당시 「농어촌정비법」 또는 「농어촌주택 개량촉진법」에 따라 설치된 마을하수도로서 1일 하수처리 용량이 50㎥ 미만인 마을하수도는 2010년 1월 1일부터 이 법에 의한 공공하수도로 보아 이 법을 적용한다.

〈그림 2-8〉 소규모 하수처리시설 관련법 변천과정



자료: 저자 작성

(2) 우리나라 공공하수도의 발전과정

가. 1970년대 이전

우리나라의 1970년 이전의 공공하수도는 체계적인 계획과 사업시행은 매우 미흡한 수준이었다. 한국전쟁 이후 60~70년대에는 빠른 산업화·도시화 과정을 거치면서 서울 중심지역에서도 무허가 판자촌을 형성하는 등 정주환경은 매우 열악하였다. 특히 하수도시설과 같은 기초생활 SOC는 거의 제대로 갖추지 못했다. 1960년대 초중반 하수도 보급률은 도시의 경우 10% 수준에 그쳤고, 농어촌지역에서는 전혀 보급되지 않았다.[14]

14) 환경부(2016b), p. 171.

〈표 2-6〉 한강의 수질오염도(1967~1971년)

단위: BOD ㎎/L

구분	구의수원지	뚝도수원지	보광동수원지	노량진수원지	제2한강교
1967년	14.2	29.7	26.3	23.2	-
1968년	18.0	17.9	44.3	26.9	29.2
1969년	20.3	24.2	34.9	30.7	34.6
1970년	6.2~18.6	6.3~19.2	18.8~50.6	15.6~39.5	36.7
1971년	-	-	40.2	30.2	29.2

자료: 한국환경기술개발원(1996), 「한국의 환경50년사」 재인용 : 환경부, 『한국 하수도 발전사 1권』, 2016, p. 170

정부는 산업화·도시화 과정에서 발생한 환경오염과 수질문제에 적극적으로 대응하기 위해 「공해방지법」을 제정하였으나 예산확보와 사업집행은 미미한 수준에 머물렀다.

나. 1980~2000년대

1980년대 접어들면서 공공하수도 설치와 관리가 건설부에서 환경청으로 이관되고 1988년 서울올림픽을 계기로 공공하수처리시설의 인프라 확충·정비가 획기적으로 나타나기 시작했다. 1980년대 후반까지 하수도시설에 대한 건설사업이 급속히 이루어지면서 하수도 보급률이 1981년 8.3%에서 1985년 52.2%를 거쳐 1980년대 후반 60%를 넘어서는 등 획기적으로 높아지는 계기를 마련했고, 하수처리율도 1980년 8%에 그쳤던 것이 1996년에는 52.8%로 가파르게 성장했다.[15] 정부는 산업화를 기반으로 한 개발과 경제성장 위주의 정책에서 벗어나 환경보전을 고려한 경제정책의 방향으로 선회하는 움직임을 보였고, 미미하지만 일반 국민들에게도 환경에 대한 인식이 차츰 높아지기 시작했다.[16]

15) 환경부(2016b), p. 214.
16) 위의 책, p. 209.

〈표 2-7〉 하수처리시설 인프라 확충 추이(1981~1999년)

단위: 개소, %, 천㎥/일

구분	1976년	1981년	1986년	1991년	1996년	1999년
처리도시	1	3	10	18	58	99
처리시설	1	3	10	22	53	150
하수도보급률	4	8	18	33	53	68.4
시설용량	150	822	973	5,258	11,452	17,712

자료: 환경부, 「환경백서」, 2000, p. 478

하지만 재정여건이 열악한 비도시지역은 하수도시설 인프라 확충에 어려움을 겪게 되고, 이를 해결하기 위해 임대형 민자사업(BTL: Build Transfer Lease)과 수익형 민자사업(BTO: Build Transfer Operate) 등 민간참여가 나타나게 되었다.

다. 2000년대 이후

2000년 이후 정부는 「하수도법」 개정을 통해 방류수의 수질기준 항목과 기준치를 강화하면서 질적·양적 성장을 이루어나가고 있다. 특히 재정적으로 2005년 이후부터는 하수처리시설의 건설, 오염하천 정화사업, 수질오염 장지 등에 대한 예산편성과 배정, 사후관리를 환경부로 일원화하고, 환특보조사업으로 추진되고 있다. 또한, 농어촌지역의 하수처리시설 설치지원 사업비는 농어촌특별세관리 특별회계에서 환경관리 예산으로 전입되었다.

하수도 재정규모는 2000년 3조 912억 원에서 2009년 6조 3,284억 원으로 약 두 배 이상으로 증가하였다. 2007년 정부는 '국가하수도종합계획(07~15년)'을 수립하고, 농어촌지역 등 하수도보급률이 낮은 특정지역에 하수도시설을 집중적으로 투자하여 공공하수도 보급률을 높여 하수도서비스의 형평성을 높이고자 하였다. 2005년 기준 우리

나라 농어촌의 하수도보급률은 개발도상국 수준인 30% 수준에 머물러 있으며, 농어촌지역의 소규모 하수처리시설은 여전히 열악한 수준이다.

〈표 2-8〉 하수처리시설 인프라 확충 추이(1981~1999년)

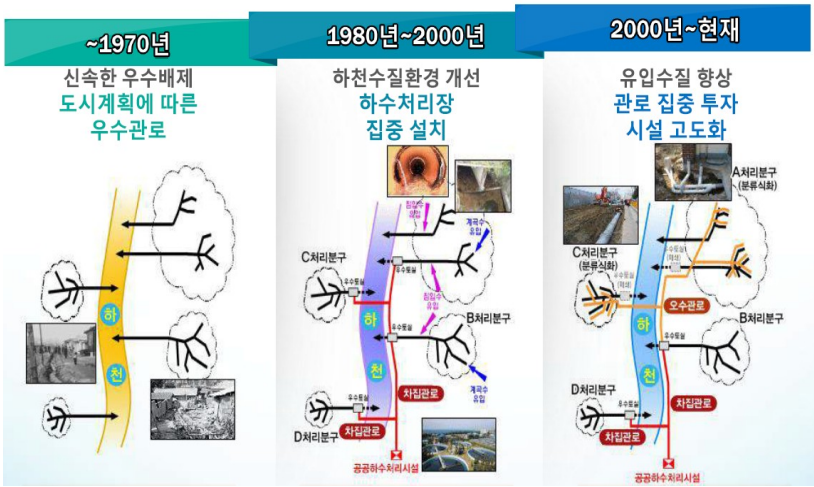
단위: %

구분		한국	세계평균	선진국	유라시아	개발도상국
히수도 서비스	도시	88.2	81	100	92	73
	농어촌	35.8	37	92	65	31
	계	83.5	58	98	83	49

자료: 환경부, 「국가하수도종합계획」, 2007, p. 18

앞서 살펴보았던 우리나라 공공하수도의 발전과정을 압축적으로 살펴보면 〈그림 2-9〉와 같다.

〈그림 2-9〉 우리나라 공공하수도의 발전과정



자료: 환경부, 「하수도정책의 성과와 향후 과제」, 2015, p. 4

(3) 공공하수처리시설 방류수 수질기준 발전과정

가. 방류수 수질기준 항목 확대

공공하수처리시설의 방류수 수질기준은 BOD, SS에서 출발하여 90년대에는 BOD, COD, SS, T-N, T-P 등 5개 항목으로 확대되었다. 특히 2000년대 접어들면서 총대장균군수와 생태독성이 추가되어 모두 7개 항목에 대하여 기준을 마련하게 되었다.

나. 방류수 수질기준 강화

공공하수처리시설의 방류수 수질기준은 각 항목별로 기준치가 강화되는 양상으로 전개되었다. 90년대 이전에는 하수처리에 대한 인프라와 기준요건을 충족하는 데 현실적인 여건들이 반영되었다. 이후 2001년 「하수도법」 시행규칙이 마련되면서 수질기준 항목과 기준치가 강화되었고, 2008년에는 하수배출량 50㎥/일를 기준으로 수질기준을 차등적으로 적용하면서 강화하는 방향으로 제도가 개선되고 있다.

다. 방류수 기준요건 세분화

공공하수처리시설의 방류수 수질기준은 2000년 이전까지 소규모 하수 처리에 대한 지역요건을 세분화되지 않았다. 2000년 이후에는 특정지역(잠실수중보 등)과 기타지역으로 구분하였고, 2008년에는 하수배출량 규모에 따라 세분화하였다. 특히 2012년 「하수도법」 시행규칙에서는 하수처리용량에 따라 500㎥/일 이상(Ⅰ~Ⅳ지역), 50~500㎥/일, 50㎥/일 미만으로 지역을 세분화하고, 세분화된 지역의 여건에 맞춰 방류수 수질기준을 차등적으로 적용하고 있다.

〈표 2-9〉 소규모 하수처리시설의 기능

단위: ㎎/L, 개/mL, NTU

일자	관련법	구분		BOD	COD	SS	T-N	T-P	총대장균군수	생태독성
'78.07.01 (제정)	환경보전법 시행규칙	시행규칙 제25조		30	-	70	-	-	-	-
'91.02.02 (제정)	수질환경보전법 시행규칙	'95.12.31까지		30	-	70	-	-	-	-
		'96.1.1부터		20	50	20	120	8.0	-	-
'93.07.31 (개정)	수질환경보전법 시행규칙	'95.12.31까지		30	50	70	-	-	-	-
		'96.1.1부터		20	40	20	60	8.0	-	-
'00.10.23 (개정)	수질환경보전법 시행규칙	특별대책지역 잠실수중보		10	40	10	20	2.0	-	-
		기타지역		20	40	20	60	8.0	-	-
'01.10.05 (신설)	하수도법 시행규칙	특정지역		10	40	10	20	2.0	3,000	-
		기타지역		20	40	20	60	8.0	3,000	-
'08.11.13 (개정)	하수도법 시행규칙	50㎥/일 이상		10	40	10	20	2.0	3,000	-
		50㎥/일 미만		10	40	10	40	4.0	3,000	-
'11.01.01 (시행)	하수도법 시행규칙	50㎥/일 이상		10	40	10	20	2.0	3,000	1
		50㎥/일 미만		10	40	10	40	4.0	3,000	1
'12.01.01 (시행)	하수도법 시행규칙	500㎥/일 이상	Ⅰ지역	5	20	10	20	0.2	1,000	1
			Ⅱ지역	5	20	10	20	0.3	3,000	1
			Ⅲ지역	10	40	10	20	0.5	3,000	1
			Ⅳ지역	10	40	10	20	2.0	3,000	1
		500~50㎥/일		10	40	10	20	2.0	3,000	1
		50㎥/일 미만		10	40	10	40	4.0	3,000	1

자료: 환경부, 『한국 하수도 발전사 2권』, 2016, p. 456

2. 소규모 하수처리시설 지원사업 현황

1) 소규모 하수처리시설 지원 현황

(1) 사업개요

정부의 소규모 하수처리시설 지원은 2007년 이전에 농림부(농어촌 생활환경개선사업), 행정자치부(농어촌 주거환경정비사업), 환경부(마을하수도사업) 등 3개 부처에서 추진되었으나 이후 환경부와 행정자치부 사업이 마을하수도사업으로 통합되었다. 이들 사업은 하수도정비 기본계획에 따라 소규모 하수도처리구역으로 지정된 지역을 대상으로 수립하여야 하며, 소규모 하수도는 사업의 형태, 하수발생량, 경제성 및 유지관리의 편의성 등을 종합적으로 검토하여 1개 마을 단독 또는 수개 마을을 통합하여 1개 처리시설을 설치하는 것을 원칙으로 하고 있다.

〈표 2-10〉 소규모 하수처리시설 지원사업 현황

구분		농어촌 생활환경 정비사업	농어촌 주거환경 개선사업	마을하수도사업
2007년 이전	주관부처	농림부	행정자치부	환경부
	근거법	농어촌정비법	농어촌주택개량촉진법	하수도법
	개선사항	농어촌지역 내 생활환경 정비	자연부락 단위별 농어촌 환경개선지구 지정 및 생활환경개선	소규모 공공 하수도시설 설치 (농어촌주택개량 촉진법)
	마을하수도 사업내용	시설용량 50~500㎥/일		
2007년 이후	주관부처	농림부 (현 농림축산식품부)	환경부	
	근거법	농어촌정비법	하수도법	
	개선사항	농어촌지역 내 생활환경 정비	소규모 공공하수도시설 설치	
	마을하수도 사업내용	시설용량 50~500㎥/일		

자료: 농림부 · 환경부(2007) 재인용 : 환경부(「2012 경제발전경험모듈사업 : 소규모 상하수도 시스템」, 2013. p. 51

(2) 공공하수도의 국고지원 및 재원투입 현황

가. 공공하수도 국고지원

공공하수도의 국고지원 체계는 하수처리시설, 하수관로, 오수처리시설, 분뇨처리장으로 세분화해서 살펴볼 필요가 있다. 우선, 하수처리시설은 재정자립도가 높고 상수원보호 등 특수한 목적성이 있는 지역은 국고지원 비율이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 대부분 어촌지역은 면단위 하수처리시설에 해당하며 국고 70%, 지방비 30% 수준으로 지원하고 있다.

〈표 2-11〉 공공하수도 국고지원 체계

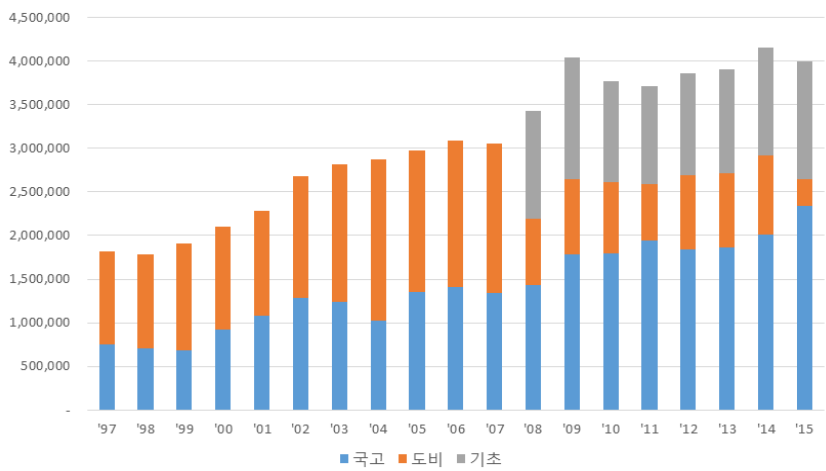
구분		지원대상	국고지원 비율
하수처리시설		광역시	10%
		도청소재지	50%
		일반 시군	53%(면지역 70%)
		팔당지역 시군	70%
		섬진강 수계 시군	77.5%(면지역 85%)
		면단위 하수처리시설(농특)	70%
		댐상류 하수도시설 확충 읍(면)	70%(면지역 80%)
하수관로	신설	특별시	10%
		광역시	30%
		도청소재지	50%
		일반 시 · 군(팔당지역 포함)	70%
	개 · 보수	광역시	10%
		도청소재지	20%
		일반 시 · 군(팔당지역 포함)	30%
오수처리시설 설치지원		구분 없음	50%
분뇨처리장		광역시	60%
		도청소재지	80%
		일반 시 · 군	80%

자료: 환경부(2006) 환경백서 재인용 : 환경부, 『한국 하수도 발전사 1권』, 2016, p. 311

나. 공공하수도 투자 현황

중앙정부와 지자체의 공공하수도 재정투자 규모는 1997년 1조 8천억 원에서 2015년에는 약 4조 원으로 지속적인 증가추세를 나타내고 있다. 2008년부터는 지방비 예산이 도비와 시군비로 구분되어 투자되었으며, 2015년에는 국가와 시군비의 비중이 늘어난 반면에 도비는 현저하게 줄어들었다.

〈그림 2-10〉 공공하수도 재정투입 현황



자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」, 2016

다. 소규모 하수도 투자 전망

제2차 국가하수도종합계획(2016~2025년)에 따르면 농어촌지역의 소규모 하수도 중장기 투자규모는 〈표 2-12〉와 같이 4조 4,522억 원에 달하는 것으로 나타났다. 특히 농어촌 마을하수도정비 사업에 3조 4,281억 원, 면단위 하수처리시설 설치 사업에는 1조 240억 원이 투입될 것으로 추계하였다.

〈표 2-12〉 소규모 하수도 중장기 투자전망(2016~2025년)

단위: 백만원

구분		계	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25
소계	국비	44,522	3,968	4,148	4,336	4,466	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600
	지방비	19,790	1,763	1,843	1,927	1,985	2,045	2,045	2,045	2,045	2,045	2,045
마을 하수도	국비	34,281	3,032	3,183	3,342	3,443	3,546	3,546	3,546	3,546	3,546	3,546
	지방비	15,401	1,362	1,430	1,501	1,546	1,593	1,593	1,593	1,593	1,593	1,593
면단위 처리시설	국비	10,240	936	964	993	1,023	1,053	1,053	1,053	1,053	1,053	1,053
	지방비	4,388	401	413	425	438	451	451	451	451	451	451

자료: 환경부, 「국가하수도종합계획(2016~2025년)」, 2015. 12, p. 129 내용의 일부를 재구성

라. 농어촌지역 공공하수도 보급률

농어촌지역의 소규모 하수도 보급률은 2007년 45.7%에서 지속적으로 늘어나 2013년에는 63.2% 수준으로 나타났다. 농어촌지역의 하수도 보급률은 도시지역이나 선진국과 비교하면 여전히 현저하게 낮은 수준으로 평가해 볼 수 있다.

한편, 정부는 마을하수도 사업에 연간 3,500억 원 내외의 재정을 투입함으로써 2013년 기준 하수도 보급률 63.2%에서 2025년까지 약 80% 수준으로 끌어올릴 수 있을 것으로 전망하고 있다.

〈표 2-13〉 농어촌지역 소규모 하수처리시설 보급률

단위: 천명, %

구분	2007년	2009년	2011년	2013년
전체인구	4,832	4,847	4,923	4,438
하수처리인구	2,2097	2,496	2,932	2,807
하수도 보급률	45.7	51.5	59.5	63.2

자료: 2015 하수도 연찬회 발표자료 : 환경부, 「하수도정책의 성과와 향후 과제」, 2015, p. 9

2) 공공하수도 관련 부처 간 업무체계

(1) 육상기인 오염원 관리

육상기인 오염원을 관리하는 공공하수도 정책은 환경부를 중심으로 행정자치부(농어촌 주거환경개선사업), 농림축산식품부(농어촌 생활환경정비사업)가 추진하였다. 환경부는 공공하수도 정책을 총괄하고, 2007년 하수도 정책의 일원화를 통해 행정자치부의 사업을 농림축산식품부로 이관하여 추진해 오고 있다. 농어촌지역의 공공하수도는 환경부가 총괄적으로 주도하고 지자체가 시행하고 있으나 농림축산식품부 「농어촌정비법」에 근거한 농어촌 생활환경정비사업을 통한 사업도 병행하여 추진되고 있다.

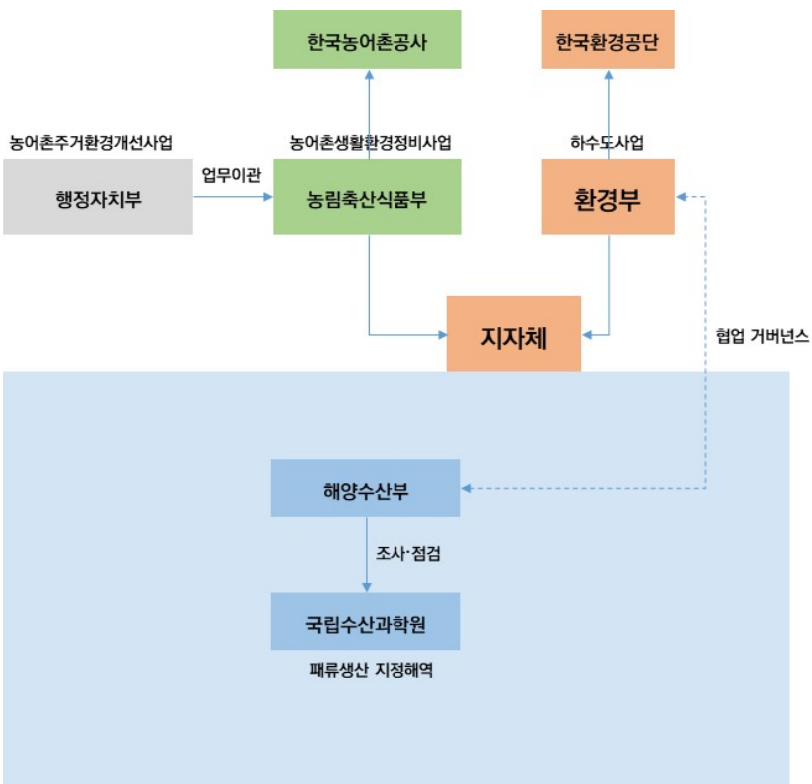
한편, 정부는 공공하수도 정책을 지원하는 전문기관에 업무를 위임하여 추진하고 있다. 환경부는 한국환경공단과 협업을 통해 공공하수도의 수질점검과 운영 · 관리 실태파악을 시행하고 있으며, 한국농어촌공사는 농어촌 생활환경정비사업을 통해 추진된 소규모 하수처리시설의 사업시행과 운영 · 관리 업무를 하고 있다.

(2) 해상 오염원 관리

해상의 오염원을 관리하는 정책은 해양수산부가 사무를 관장하고 있다. 특히 패류생산 지정해역에 대한 위생관리 업무는 해양수산부가 지정해역의 위생관리 종합대책을 마련하고, 동법 시행규칙 제90조에 규정에 따라 국립수산과학원장이 지정해역의 위생관리기준에 부합하는지를 2년에 1회 이상 주기로 조사 · 점검하고 이를 해양수산장관에게 보고하고 있다.

해양수산부는 육상기인의 공공하수도 정책과 패류생산 지정해역과 어장밀집지역의 체계적인 관리방안을 마련하기 위하여 부처 협업을 시도하였으나 실행력을 갖춘 부처 간 업무체계를 마련하지 못하고 있다.

〈그림 2-11〉 공공하수도 관련 부처 간 업무체계 현황



자료: 저자 작성

제3절 어촌의 소규모 하수처리 현황

1. 전국 하수처리시설 현황

국가하수정보시스템의 공공DB를 위치정보를 전처리하여 분포 현황을 살펴보면 〈그림 2-12〉와 같다.

〈그림 2-12〉 전국 하수처리시설 분포 현황(2016년 기준)

자료: 국가하수도정보시스템(https://www.hasudoinfo.or.kr)의 내용을 토대로 저자 작성

1) 전국 지역별 하수처리시설 현황

지역별 하수도 처리시설 수를 보면 광역시 및 제주도를 제외하고 연안지역이 내륙지역보다 하수처리시설의 설치비율이 현저히 낮은 것으로 나타나고 있다. 수산업의 비중이 상대적으로 높은 전남, 경남의 경우 규모에 상관없이 연안지역 하수처리시설 설치비중이 다른 지역에 비해 높게 나타나고 있으나 50㎥ 미만 규모의 하수처리시설의 경우는 약 30%의 비중을 보이고 있어, 내륙지역과 큰 차이를 보이고 있다.

〈표 2-14〉 전국 하수처리시설 현황

지역	50㎥ 미만				50㎥ 이상				총 합계
	내륙	연안	계	연안 비율	내륙	연안	계	연안 비율	
강원도	97	19	116	16.4%	231	51	282	18.1%	398
경기도	51	7	58	12.1%	313	15	328	4.6%	386
경상남도	123	52	175	29.7%	289	118	407	29.0%	582
경상북도	190	16	206	7.8%	206	37	243	15.2%	449
광주광역시	6	-	6	-	21	-	21	-	27
대구광역시	3	-	3	-	15	-	15	-	18
대전광역시	-	-	-	-	2	-	2	-	2
부산광역시	1	3	4	75.0%	5	21	26	80.8%	30
서울특별시	-	-	-	-	3	-	3	-	3
세종특별자치시	9	-	9	-	16	-	16	-	25
울산광역시	-	-	-	-	7	8	15	53.3%	15
인천광역시	-	-	-	-	3	18	21	85.7%	21
전라남도	288	126	414	30.4%	181	204	385	53.0%	799
전라북도	210	15	225	6.7%	215	25	240	10.4%	465
제주특별자치도	-	19	19	100.0%	-	29	29	100.0%	48
충청남도	135	31	166	18.7%	155	53	208	25.5%	374
충청북도	102	-	102	-	219	-	219	-	321
총합계	1,215	288	1,503	18.8%	1,881	579	2,460	23.5%	3,963

자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

2) 지역분류별 하수처리시설 현황

지역분류별 하수처리시설 설치 현황을 살펴보면, 연안지역의 50㎥ 미만 소규모마을하수처리시설의 수가 농촌지역의 소규모 하수처리시설 수와 비교하여 23% 정도 수준으로 낮게 나타나는데, 이는 어촌의 특성상 소규모 마을이 많은 것을 고려할 때, 연안어촌지역의 하수처리시설 설치율이 상대적으로 매우 낮은 것으로 판단된다. 도서지역의 경우는 50㎥ 이상 규모의 하수처리 상대적으로 많이 설치되어 있는데, 이는 남해안지역 큰 규모의 섬 내에 50㎥ 이상의 하수처리시설이 많이 설치되어 있기 때문이며, 반면 작은 섬지역의 경우는 소규모 하수처리시설이 설치되지 못한 지역이 많기 때문에 50㎥ 미만 하수처리시설이 적게 나타나는 것으로 보인다.

〈표 2-15〉 지역 분류별 하수처리시설 현황

구분	50㎥ 미만	50㎥ 이상	총합계
연안지역	288	579	867
- 연안 어촌지역	274	535	809
- 도시 어촌지역	14	44	58
- 도서지역	55	122	177
농촌지역	1189	1736	2925
도시지역	26	145	171
총합계	1503	2460	3963

자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

50㎥ 미만 소규모 하수처리시설의 처리효율을 살펴보면 연안 어촌지역의 처리효율이 도시지역보다 높게 나타났으며, 농촌지역과 비교하여도 처리효율이 다소 높은 것으로 나타났다. 특히 도시어촌지역의 처리효율이 규모에 상관없이 일반 도시지역보다 높게 나타났는데, 이는 하수처리시설에서 처리된 하수를 해안으로 바로 방류하기 때문에

해양환경피해를 최소화하기 위한 것으로 보인다. 또한, 도서지역은 연안지역에서 가장 낮은 처리효율을 보이고 있어 섬지역의 하수처리 관리가 더 필요한 것으로 나타났다. 반면, 50㎥ 이상 하수처리시설의 경우는 대부분 처리효율이 95% 이상으로 소규모 처리시설에 비해 높은 처리효율을 보여주고 있어 규모가 큰 하수처리시설은 효율적으로 하수처리가 되고 있는 것으로 보인다.

〈표 2-16〉 하수처리시설 처리효율

구분	처리효율	
	50㎥ 미만	50㎥ 이상
연안지역	94.02	96.07
- 연안 어촌지역	93.97	95.98
- 도시 어촌지역	94.85	97.14
- 도서지역	93.90	94.56
농촌지역	92.60	95.00
도시지역	91.31	95.93
평균	92.85	95.30

자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

3) 운영주체별 하수처리시설 현황

각 시·도 지자체는 하수처리시설을 운영·관리함에 있어 다양한 방식으로 운영을 하고 있으나 대부분 민간위탁형태(74.3%)로 운영을 하고 있고, 그 다음으로 자체직영(14.7%)으로 운영하고 있다. 하지만 경상남도, 전라북도의 경우는 자체직영의 비중이 다른 지역보다 높게 나타나고 있으며, 특히 제주도는 모든 하수처리시설을 자체직영으로 운영하고 있는 것으로 나타났다.

〈표 2-17〉 운영주체별 하수처리시설 현황

지역	공기업	민간위탁	부분위탁	자체직영	결측	총합계
강원도	19	289	31	22	37	398
경기도	81	293	2	10	-	386
경상남도	89	310	25	158	-	582
경상북도	57	328	-	61	3	449
광주광역시	3	15	-	9	-	27
대구광역시	7	11	-	-	-	18
대전광역시	2	-	-	-	-	2
부산광역시	11	19	-	-	-	30
서울특별시	-	2	1	-	-	3
세종특별자치시	1	23	1	-	-	25
울산광역시	-	13	-	2	-	15
인천광역시	9	12	-	-	-	21
전라남도	1	688	-	110	-	799
전라북도	-	313	-	152	-	465
제주특별자치도	-	-	-	48	-	48
충청남도	15	355	-	4	-	374
충청북도	-	274	-	7	40	321
총 합계	295	2,945	60	583	80	3,963

자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

운영주체에 따른 처리효율을 살펴보면 50㎥ 미만 소규모마을하수처리시설의 경우는 자체직영의 효율이 94.12%로 가장 높았으며 부분위탁의 형태가 효율이 가장 낮은 것으로 나타나 소규모 하수처리시설의 경우, 자체직영운영을 통한 수질관리가 가장 효율적인 것으로 보인다.

반면, 50㎥ 이상 규모의 하수처리시설의 경우, 부분위탁의 처리효율이 가장 높게 나타났으나 전체적으로 큰 차이를 보이고 있지 않고 있어 운영주체에 따른 하수처리의 효율성을 판단하는 데 한계가 있다.

〈표 2-18〉 운영주체별 처리효율

구분	50㎥ 미만	50㎥ 이상
공기업	91.58	95.46
민간위탁	92.67	95.13
부분위탁	89.33	96.06
자체직영	94.12	95.76
평균	92.85	95.30

자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

4) 지역별 하수처리시설 가동연수

전국의 50㎥ 미만 소규모 하수처리장 가동연수에서 5년 미만의 처리시설이 102개인 반면에 50㎥ 이상의 하수처리시설은 586개로 소규모 하수처리시설의 5배 이상의 차이를 보여주고 있어, 최근 하수처리시설이 소규모보다는 소규모 이상의 하수처리시설 설치에 좀 더 집중되고 있는 것으로 보인다. 특히 연안지역을 포함하고 있는 시·도의 경우는 최근 5년간 소규모 하수처리시설이 경상남도는 10곳, 전라남도 29곳, 충남지역이 4곳만이 신규로 설치된 것으로 보아, 어촌지역의 소규모 하수처리시설 설치가 매우 미흡한 것을 알 수 있다. 또한 소규모 하수처리시설의 가동기간별 분포를 살펴보면 10~20년 사이의 하수처리시설의 비중이 전체 소규모 하수처리시설 수 중 63.1%를 차지하고 있어 노후화에 따른 운영·관리 방안도 필요할 것으로 보인다.

〈표 2-19〉 지역별 하수처리시설 가동연수

구분	50㎥ 미만							50㎥ 이상						
	5년 미만	10년 미만	20년 미만	30년 미만	30년 이상	결측	계	5년 미만	10년 미만	20년 미만	30년 미만	30년 이상	결측	계
강원도	21	19	67	8	1	-	116	71	78	106	26	1	-	282
경기도	3	13	32	10	-	-	58	60	123	118	26	1	-	328
경상남도	10	67	91	7	-	-	175	83	204	114	6	-	-	407
경상북도	12	50	133	6	-	5	206	104	56	74	7	-	2	243
광주광역시	2	4	-	-	-	-	6	16	2	2	1	-	-	21
대구광역시	-	-	3	-	-	-	3	1	2	10	2	-	-	15
대전광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2
부산광역시	-	-	-	-	-	4	4	1	7	13	4	-	1	26
서울특별시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	3
세종	-	1	8	-	-	-	9	3	3	10	-	-	-	16
울산광역시	-	-	-	-	-	-	-	6	1	6	2	-	-	15
인천광역시	-	-	-	-	-	-	-	5	8	6	2	-	-	21
전라남도	29	107	267	11	-	-	414	55	164	158	7	-	1	385
전라북도	4	66	150	5	-	-	225	39	122	75	4	-	-	240
제주	-	5	14	-	-	-	19	2	12	12	2	1	-	29
충청남도	4	34	127	1	-	-	166	65	52	84	7	-	-	208
충청북도	17	26	56	3	-	-	102	75	55	78	11	-	-	219
총합계	102	392	948	51	1	9	1,503	586	889	867	110	4	4	2,460

자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

5) 소독방법별 처리효율

하수처리시설에서 오염물을 제거하기 위한 방법으로 여러 가지 공법이 적용되고 있으며, 현재 대부분의 하수처리시설에서 UV(자외선) 살균방법을 주로 사용하고 있다. 소규모 하수처리시설은 65.4%, 50톤 이상 처리시설은 76.9%가 자외선살균 방법을 사용하고 있는 것으로 나타났다. 하지만 평균처리효율에서는 자외선소독방법은 다른 소독방법보다 낮은 처리효율(93.18%, 94.81%)을 보이고 있어 이에 대한 효율성 점검 및 대안이 필요하다.

〈표 2-20〉 지역별 하수처리시설 가동연수

구분	50㎥ 미만		50㎥ 이상	
	시설수	처리효율(%)	시설수	처리효율(%)
생태반응조	2	97.70	2	97.14
MBR	1	96.89	4	98.36
UV	867	93.18	1781	94.81
UV,염소	-	-	5	97.65
UV,오존	-	-	1	99.58
간이소독	22	91.11	25	95.60
기타	5	94.91	22	96.12
막분리	8	97.27	32	97.60
미세 공극 제거	2	98.82	4	98.05
소독설비없음	45	72.58	87	96.82
염소,오존	-	-	1	95.51
염소소독	348	94.26	292	95.90
오존소독	7	94.85	25	97.65
이산화염소소독	-	-	1	99.21
자연소독	2	95.04	-	
전해질소독	26	96.03	23	96.96
차염	-	-	4	98.24
토양정화	-	-	3	91.61
기타	4	94.08	3	96.50
총계	1339	-	2315	-

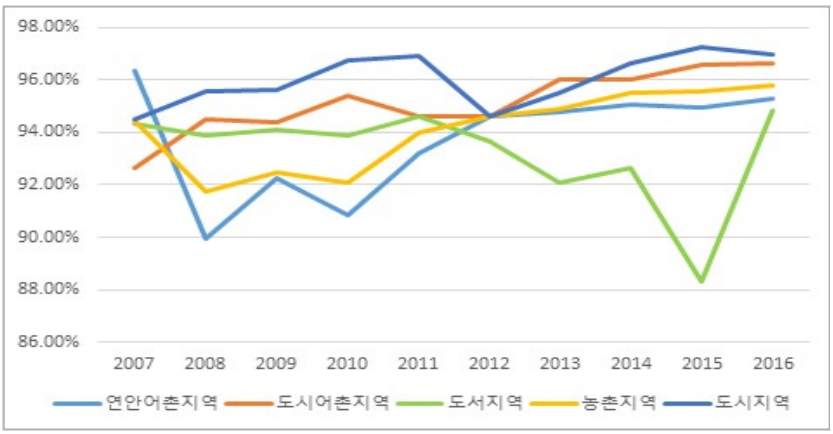
자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

2. 하수처리시설의 주요항목별 효율변화

1) BOD 처리효율 변화

2007년 이후 BOD(생화학적 산소 요구량)의 처리효율을 살펴보면 모든 지역이 90%가 넘은 처리효율을 보여주고 있고, 시간이 지남에 따라 처리효율이 상승하여 2016년도 기준 95%가 넘는 처리효율을 달성한 것으로 나타났다. 하지만 도서지역의 경우 처리효율이 2011년 이후로 지속적으로 낮아지다 개선된 모습을 보이고 있는데 이에 대한 원인파악을 통한 장기적인 관리가 필요해 보인다.

〈그림 2-13〉 지역분류별 BOD 처리효율

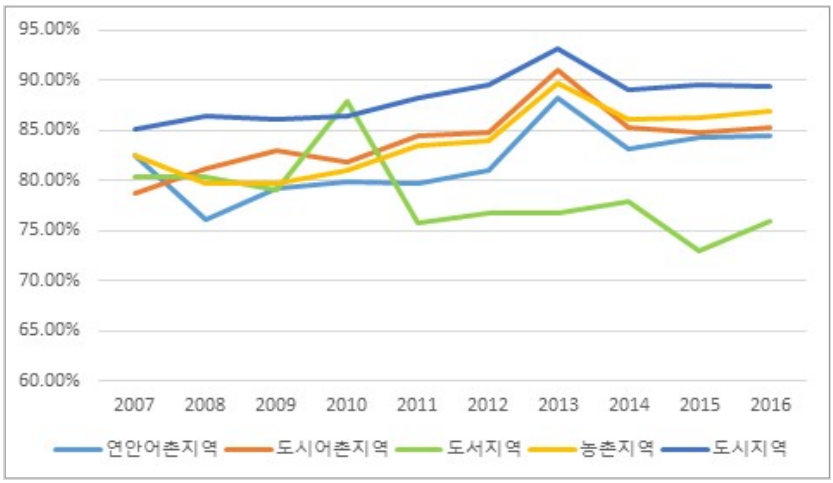


자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

2) COD 처리효율 변화

COD(화학적 산소 요구량) 처리효율을 살펴보면 전체적인 추세는 BOD와 유사하게 시간이 지남에 따라 처리효율이 상승하고, 도서지역의 처리효율이 가장 낮게 나오는 것으로 나타났다. 나머지 지역들의 처리효율이 80%를 넘는 수치를 보여주고 있으나 도서지역의 처리효율만 지속적으로 80% 미만으로 나타나고 있는 것으로 보아 도서지역의 하수처리시설 운영·관리에 문제점이 나타나고 있는 것으로 판단된다. 도시어촌지역의 처리효율의 경우에는 2014년 이후 농촌지역보다 낮아지고 있는데 도시지역임에도 불구하고 처리효율이 떨어지고 있다는 점에서 개선이 필요한 것으로 보인다. 또한, 2013년에 도서지역을 제외한 지역의 처리효율이 상승한 것으로 나타났는데 이는 2012년부터 강화된 방류수 수질관리 기준 강화 효과가 2013년도에 나타난 것으로 보이며, 그 외에도 2012년 FDA의 지정해역 하수처리 실태조사에 따른 대응조치에 의한 결과도 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

〈그림 2-14〉 지역분류별 COD 처리효율

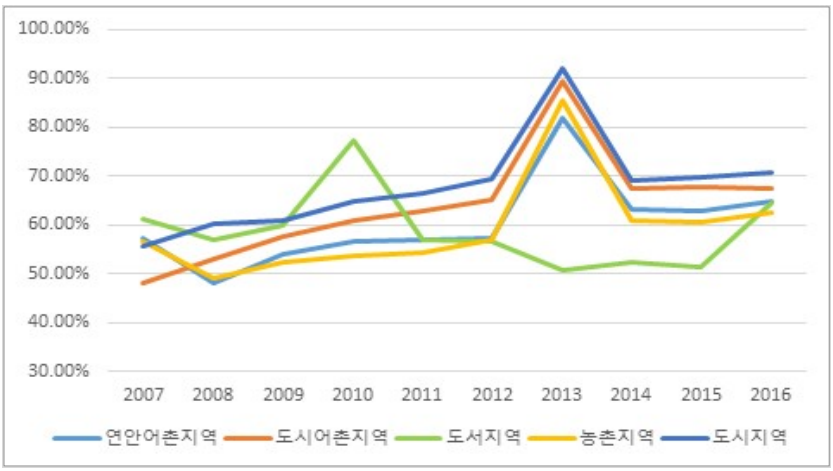


자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

3) T-N(총질소) 처리효율 변화

T-N(총질소)의 처리효율은 2007년도에는 60% 이하의 처리효율을 보이지만 2016년에는 60~70%의 처리효율을 보여 소폭 상승하였다. 처리효율이 상대적으로 낮은 이유는 방류수 수질기준은 20~40mg/L 미만인 반면, 하수 유입수의 총질소가 최대 100mg/L 수준이기 때문에 처리율이 다른 항목처럼 높지 않아도 수질기준을 충족할 수 있기 때문이다. 최근 지속적으로 하수처리기준이 강화되고 있는 상황이기 때문에 총질소 처리을 위해 더 효율적인 처리기술 적용이 필요해 보인다. 2013년도에 처리효율이 상승한 부분 역시 COD와 유사하게 나타났는데, 이에 대한 원인 역시 COD와 같을 것으로 판단된다. 반면, 도서지역의 경우는 2016년도에 일시적으로 개선이 되었으나 지속적인 개선을 위해 대응방안을 마련해야 한다.

〈그림 2-15〉 지역분류별 T-N 처리효율

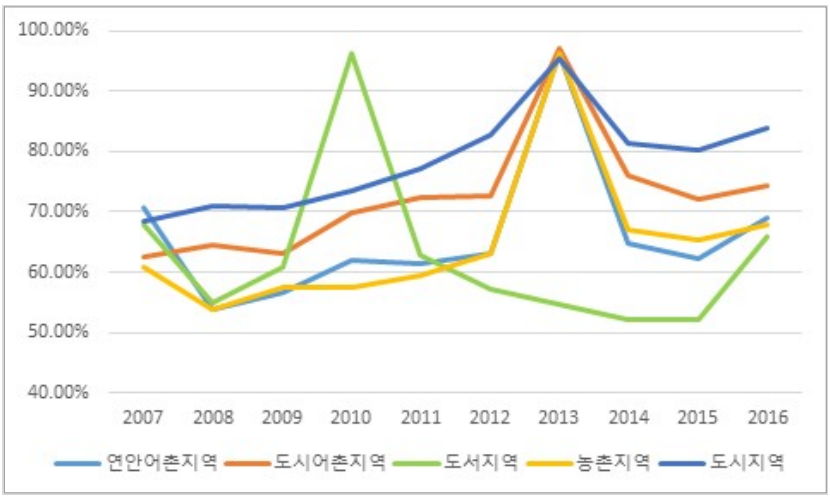


자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

4) T-P(총인) 처리효율 변화

T-P(총인)의 경우 지역 구분별로 처리효율의 차이가 크게 나타나고 있는데, 특히 도시지역과 도시어촌지역과도 차이가 다른 항목에 비해 크게 발생하고 있으며, 도서지역과 비교하면 최대 20%(2012년) 정도의 효율차이가 발생하는 것으로 나타난다. 도시어촌지역의 경우는 도시지역과 처리장 규모나 기준이 같음에도 불구하고 평균처리효율이 도시지역보다 차이를 보이는 점은 개선방안을 마련해야 할 것으로 보인다. 또한, 연안어촌지역 및 도서지역의 경우 다양한 양식장이 밀집한 지역이 많은 것을 고려할 때, 처리효율을 도시 수준으로 높여 기존 수질기준보다 높은 처리효과를 달성할 수 있도록 해야 할 필요성이 있다. 특히 도서지역의 2010년을 제외하고 대부부분 가장 낮은 처리효율을 보이고 있어 다른항목과 마찬가지로 우선적인 대응이 이루어져야 한다.

〈그림 2-16〉 지역분류별 T-P 처리효율

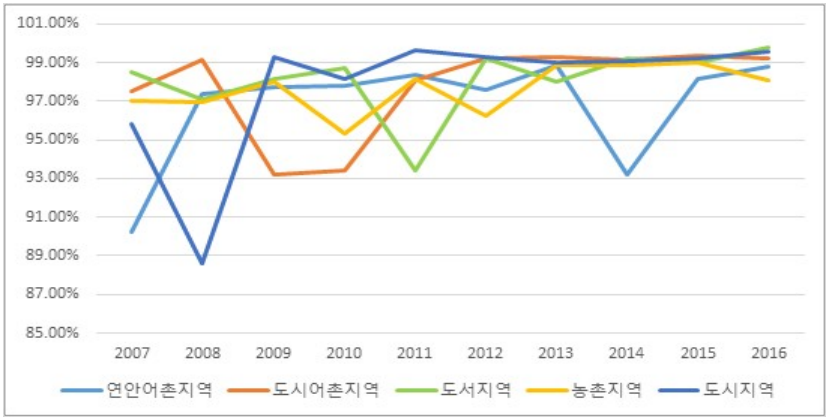


자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

5) 총대장균군 처리효율 변화

총대장균군의 처리효율은 연도별 변동이 발생하기는 하지만 일부 기간을 제외하고는 95% 이상의 처리효율을 보여주고 있으며, 2016년 기준 모든 지역에서 100%에 가까운 처리효율을 보여주고 있어 생활하수에서 대장균 처리를 위해 많은 개선이 이루어진 것을 알 수 있다. 연안어촌지역 및 도서지역의 경우도 일부 연도를 제외하고 모든 기간에서 95% 이상의 처리효율을 보여주고 있어 대장균에 의한 위험성을 최소화시키고 있다고 판단된다. 이는 대장균이 사람에 미치는 영향에 대한 국민의 인식으로 인해 하수처리 시 대장균 멸균에 추가적인 시설장치(UV, 오존 처리장치 등) 등을 활용한 결과로 보인다.

〈그림 2-17〉 지역분류별 총대장균군 처리효율



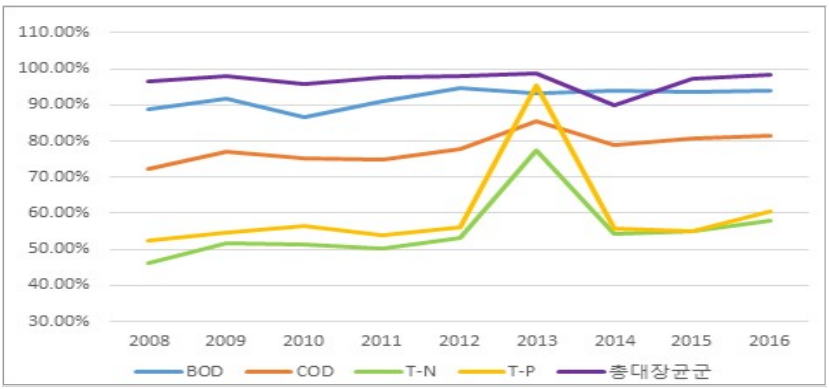
자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

6) 연안 · 어촌지역 항목별 처리효율 변화

해양지역의 오염과 밀접한 연관이 있는 연안어촌지역 및 도서지역의 처리효율을 살펴보면 총대장균군수를 제외한 나머지 항목인 BOD, COD, T-N, T-P가 50㎥ 이상인 하수처리시설의 처리효율이 다소 높은 것으로 나타났다. 이는 규모가 큰 하수처리시설이 소규모 하수처리시설에 비해 운영 · 관리가 잘되고 있다는 것을 의미하며 소규모 하수처리시설의 처리효율 향상을 위해 처리공법, 운영 · 관리 인력 등에 대한 검토가 필요한 것으로 판단된다. 전체적인 처리효율은 시설 규모에 상관없이 비슷한 추세를 보여주었으며, T-N, T-P의 처리효율이 상대적으로 낮게 나타났고 도서지역의 처리효율이 연안어촌지역보다 낮은 값을 보여주었다. 특히 50㎥ 미만 하수처리시설을 갖춘 연안 · 어촌 및 도서지역 모두에서 T-N, T-P가 여전히 50%대의 처리효율을 보이고 있어 개선이 필요한 것으로 나타났다. 더욱이 도서지역 및 연안어촌지역의 소규모 하수처리시설의 경우는 처리된 하수가

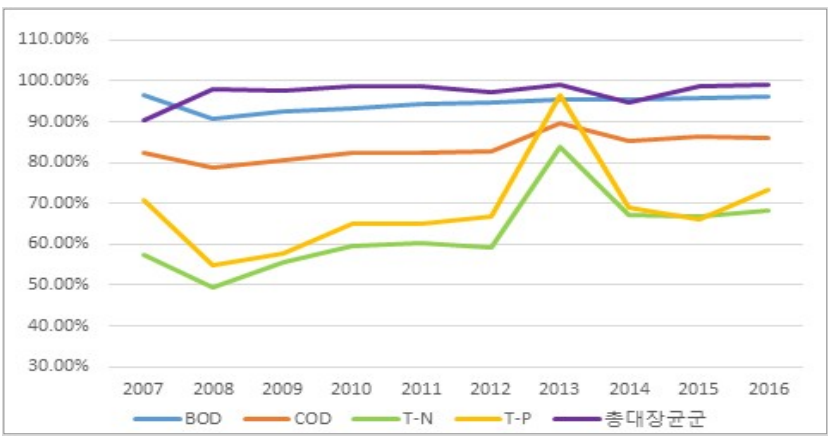
바로 바다로 방류되고 있기 때문에 현재보다 더 체계적이고 엄격한 하수처리 운영·관리가 필요하다. 현재 수질기준에 충족된다고 하더라도 처리효율 개선을 통해 오염물질을 최소화시킴으로써 바다해양 생태계 보존뿐만 아니라 연안 인접지역의 양식어장의 피해요인을 최소화해야 한다.

〈그림 2-18〉 연안어촌지역 처리효율(50㎥ 미만)



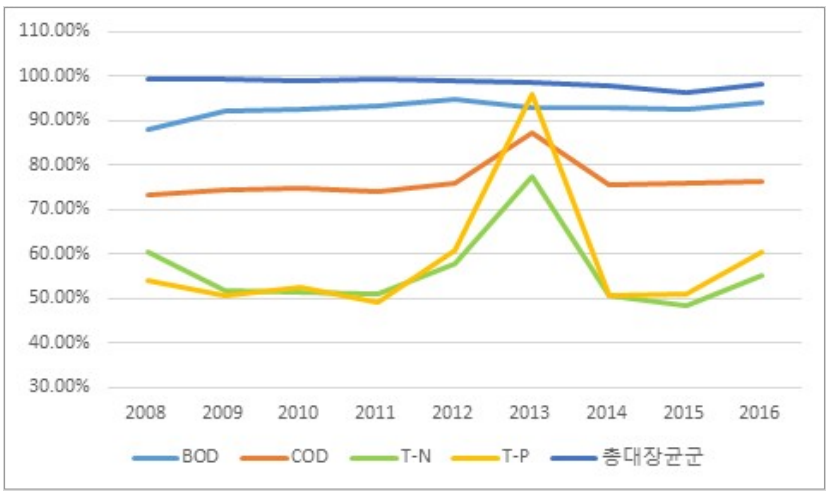
자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

〈그림 2-19〉 연안어촌지역 처리효율(50㎥ 이상)



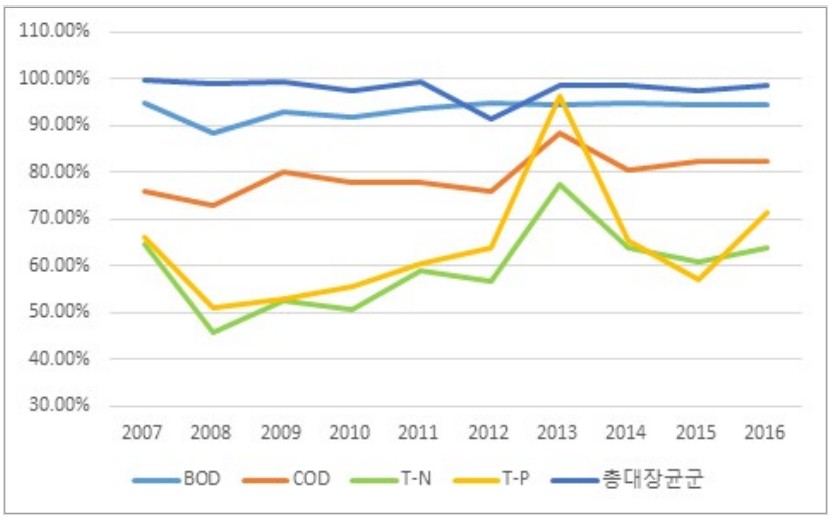
자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

〈그림 2-20〉 도서지역 처리효율(50㎥ 미만)



자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

〈그림 2-21〉 도서지역 처리효율(50㎥ 이상)



자료: 환경부, 「2016년 하수도통계」 자료를 토대로 저자 작성

3. 하수처리시설 현황 종합분석

1) 낮은 소규모 하수처리시설 설치 비율

전국의 하수처리시설 설치현황을 살펴보면, 50㎥ 미만의 소규모 하수처리시설을 내륙지역과 연안지역으로 비교하여 살펴보면, 연안지역의 설치 비율이 내륙에 비해 매우 낮은 것으로 나타났다. 특히 경상남도와 전라남도 지역을 제외하면 연안지역의 소규모 하수처리시설의 설치비율이 내륙지역에 비해 최대 20%를 넘지 않는 것으로 나타났다, 내륙과 연안지역의 인구구조 및 면적의 차이를 고려하더라도 두 지역의 설치비율 차이가 발생하는 것으로 보이기 때문에 연안지역 소규모 하수처리시설 설치에 보다 적극적인 대안 마련이 필요하다.

2) 하수처리시설 노후 정도에 따른 방안 필요

소규모 하수처리시설은 가동연수 10~20년 사이의 시설이 전체의 948곳(63.1%)를 차지하고 있어 향후 시설 노후화에 따른 관리방안이 필요할 것으로 판단되며 양식어장이 많이 분포하고 있는 전남, 경남, 충남의 경우 5년 이내 설치된 소규모 하수처리시설이 총 43(2.9%)곳밖에 안 되는 것을 볼 때, 하수처리시설 추가 설치에 대한 계획도 필요하다.

3) 방류수 소독방법에 의한 처리효율 차이 발생

방류수 소독방법에 따른 처리효율을 살펴보면, 대부분의 지역에서 자외선 살균법만을 이용한 소독법을 사용하고 있으나, 처리효율은 복합적인 방법을 활용하는 처리시설에 비해서 떨어진다. 따라서 다양한 처리 방법을 복합적으로 활용한 살균법을 적용하여 처리효율을 제고시킬 처리공법을 마련해야 한다.

4) 처리효율이 취약한 수질검사 항목에 대한 개선 필요

주요 수질검사 항목별 처리효율을 살펴보면 시간이 지남에 따라 모든 항목의 전반적인 처리효율이 상승하고 있으나, T-N, T-P의 효율이 다른 항목인 BOD, COD, 총대장균군수에 비해 많은 차이를 보이고 있어 개선방안을 강구해야 한다. 비록 수질검사 기준은 충족한 결과들이나 많은 어장이 밀집하고 있는 국내 해양지역의 특성을 고려할 때, 보다 더 개선된 처리시스템을 구축해야 한다. 특히 도서 및 연안어촌지역은 다른 지역에 비해 처리효율이 다소 낮은 수치를 보이고 있어 이에 대한 해결방안을 마련해야 한다.

제4절 어장밀집지역의 하수처리 실태조사

1. 조사개요

어장밀집지역으로 유입되는 어촌지역의 생활하수 실태와 이로 인한 주변 양식장의 영향을 분석하고, 이를 토대로 어촌의 소규모 하수처리시설의 실태를 파악하기 위하여 어촌에서 방류되는 하수의 수질검사를 실시하였다.

양식어장 주변 어촌의 생활하수에 대한 수질검사 실시를 위해 2회에 걸쳐 어장밀집지역 중 8개소 정점을 연구진이 임의로 선정하여 3~4월과 6~7월에 수질검사 전문업체에 의뢰하여 실시하였다. 특히 8개소 정점은 하수처리시설이 있는 지역과 없는 지역, 내륙지역과 섬지역을 구분하여 선정하였다. 수질검사는 검사결과의 신뢰성을 확보하고 계절변화에 따른 결과의 차이를 확인함으로써 보다 정확한

실태를 파악하기 위해 시차를 두고 2회에 걸쳐 실시하였으며, 내륙지역과 섬지역은 지역특성 및 상황에 따른 하수처리 실태를 파악하고 이에 따른 대응방안을 마련하기 위해 구분하여 실시하였다. 1~2차 수질검사를 수행한 대상지역은 다음과 같다.[17]

〈표 2-21〉 수질조사 대상지역

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">구 분</th><th rowspan="2">하수처리시설</th><th colspan="2">대상지역</th></tr>
<tr><th>1차(3~4월)</th><th>2차(6~7월)</th></tr>
<tr><td rowspan="4">경상남도</td><td rowspan="2">섬지역</td><td>유</td><td colspan="2">A지역</td></tr>
<tr><td>무</td><td colspan="2">B지역</td></tr>
<tr><td rowspan="2">육지지역</td><td>유</td><td colspan="2">C지역</td></tr>
<tr><td>무</td><td colspan="2">D지역</td></tr>
<tr><td rowspan="8">전라남도</td><td rowspan="3">섬지역</td><td rowspan="2">유</td><td>E지역</td><td>•</td></tr>
<tr><td>•</td><td>F지역</td></tr>
<tr><td>무</td><td colspan="2">G지역</td></tr>
<tr><td rowspan="3">육지지역</td><td>유</td><td>H지역</td><td>•</td></tr>
<tr><td rowspan="2">무</td><td>I지역</td><td>•</td></tr>
<tr><td>•</td><td>J지역</td></tr>
<tr><td>기타지역</td><td>•</td><td>K지역</td></tr>
</table>

2. 수질검사

수질검사는 검사항목에 따라 세부적인 분석 방법에는 차이가 있으나 바이러스 검사를 제외한 나머지 항목의 검사 절차는 유사하며 〈그림 2-22〉와 같은 절차를 걸쳐 실시한다, 본 검사에서는 일반검사, 중금속 검사, 유기물질 및 유기화합물 검사 및 바이러스검사로 나누어 진행하였다.

17) 어장밀집지역의 방류수 수질조사 정점은 패류생산 지정해역 등 민감성을 고려하여 A, B, C지역 등으로 대체표기 하였으며 1차 수질검사와, 2차 수질검사를 구분하여 정리함

〈그림 2-22〉 수질검사 절차 (바이러스 검사 제외)

자료: 저자 작성

1) 일반검사

(1) 검사항목

일반검사는 수질의 상태를 판단하기 위해 실시되는 기본적인 검사로써 본 과제를 위해 11개의 주요 분석항목을 선정하여 검사를 실시하였으며 세부항목은 다음과 같다.

〈표 2-22〉 일반검사 항목

구 분	검사항목	
일반검사	• 생물학적 산소요구량(BOD)	• 화학적 산소요구량(COD)
	• 부유물질(SS)	• 총질소(T-N)
	• 총인(T-P)	• 총대장균군수
	• 수소이온농도	• 질산성질소
	• 염소이온	• 시안
	• 페놀	

자료: 저자 작성

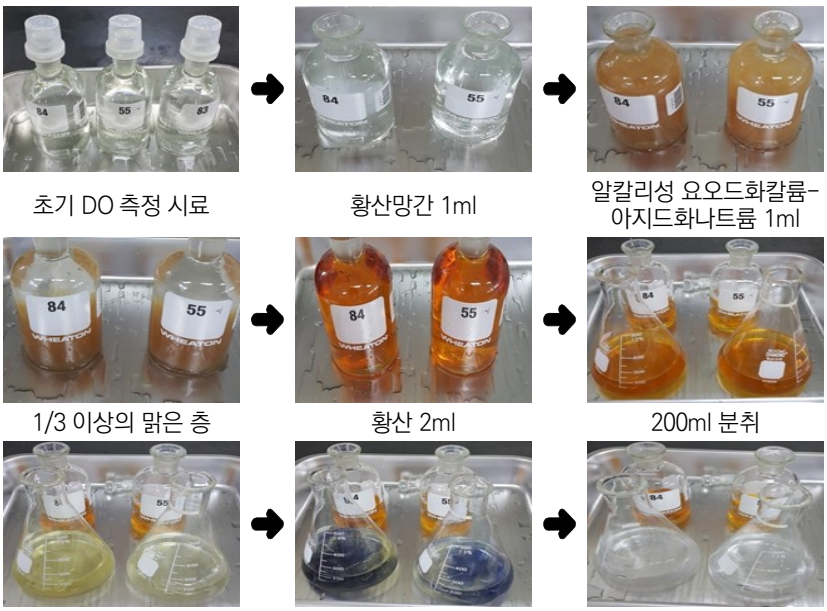
(2) 세부검사내용 및 절차

가. 생물학적 산소요구량(BOD)

생물학적 산소요구량은 시료의 호기성 미생물의 증식과 호흡작용에 의하여 소비되는 용존산소를 측정하는 방법이다. 분석절차는 우선 시료가

산성 또는 알칼리성이거나 잔류염소 등의 산화성 물질을 함유 또는 용존산소가 과포화일 경우 BOD 측정이 간섭을 받을 수 있고, 특히 유기 및 암모니아 질소 등의 환원상태, 질소화합물 등이 BOD를 높게 만들 수 있기 때문에 적절한 질산화 억제 시약을 사용하여 질소에 대한 산소 소비를 방지하고 온도를 (20±1)°C로 조정한다. 그 다음 1L 용량플라스크에 시료를 넣고 희석수로 가득 채우고 섞은 후 2개의 300ml BOD병에 완전히 채운다. 2병 중 한 병은 마개를 꼭 닫아 물로 마개 주위를 밀봉 후 BOD용 배양기(20 ℃)에 넣고 5일간 배양하여 BOD 측정에 사용하며, 나머지 한 병은 초기용존산소 측정에 활용하도록 한다. 세부적인 BOD 분석절차는 〈그림 2-23〉과 같다.

〈그림 2-23〉 BOD 분석절차



자료: 저자 작성

나. 화학적 산소요구량(COD)

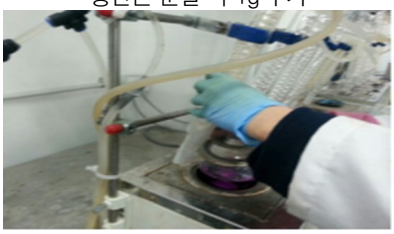
물속에 존재하는 화학적 산소요구량을 측정하기 위해서 실시하는 검사로, 30분간 수욕상에서 과망간산칼륨을 넣고 가열반응을 시킨 다음 소비된 과망간산칼륨량으로부터 산소의 양을 측정함으로써 측정한다. 분석 중 염소이온은 과망간산에 의해 정량적으로 산화되어 양의 오차를 유발하기 때문에 황산은을 첨가하여 간섭을 제거하며, 가열과정에서 오차를 줄이기 위해 온도와 가열시간을 잘 지키도록 한다. COD 분석절차는 〈그림 2-24〉와 같다.

〈그림 2-24〉 COD 분석절차

300 mL 둥근바닥 플라스크에 시료와 정제수를 혼합하여 100mL시료제작

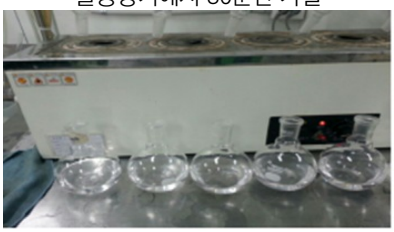
시료에 황산(1 + 2) 10mL + 황산은 분말 약 1g 추가

과망간산칼륨용액(0.025N) 10mL 추가



물중탕기에서 30분간 가열

30분간 가열 후 옥살산나트륨용액 10mL 추가



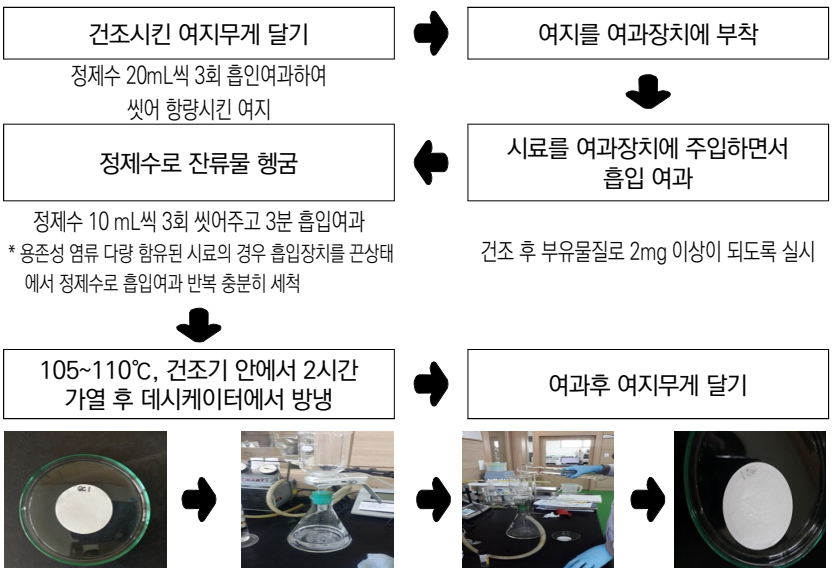
과망간산칼륨용액(0.005M)을 사용하여 역적정 (엷은홍색)

자료: 저자 작성

다. 부유물질(SS)

부유물질 검사는 미리 무게를 단 유리섬유여과지를 여과장치에 부착하여 일정량의 시료를 여과시킨 다음 항량으로 건조하여 무게를 달아 여과 전 · 후의 유리섬유 여과지의 무게차를 산출하여 부유물질의 양을 구하는 방법으로 수행한다. 부유물질의 세부 절차는, 우선 유리섬유여과지(GF/C)를 여과장치에 부착하여 미리 정제수 20mL씩으로 3회 흡인 여과하여 씻은 다음 시계접시 또는 알루미늄 포일 접시 위에 놓고 105~110℃의 건조기 안에서 2시간 건조시켜 데시케이터에 넣어 방치하고 냉각한 후 항량하여 무게를 정밀히 달고, 여과장치에 부착 시킨다. 그 후 시료의 적당량 (건조 후 부유물질로써 2mg 이상)을 여과장치에 주입하면서 흡입 여과시키고 시료 용기 및 여과장치의 기벽에 붙어있는 부착물질을 소량의 정제수로 유리섬유여과지에 씻어 내린 다음, 즉시 여지상의 잔류물을 정제수 10mL씩 3회 씻어주고 약 3분 동안 계속하여 흡입 여과시킨다. 유리섬유여과지를 핀셋으로 주의하면서 여과장치에서 끄집어내어 시계접시 또는 알루미늄 포일 접시 위에 놓고, 105~110℃의 건조기 안에서 2시간 건조시켜 데시케이터에 넣어 방치하고 냉각한 다음 항량으로 하여 무게를 달고 그 차이로 부유물질의 양을 산출한다.

〈그림 2-25〉 부유물질 분석절차



자료: 저자 작성

라. 총질소(T-N)

총질소검사는 시료 중 모든 질소화합물을 산화·분해하여 질산성질소(NO3-) 형태로 변화시킨 다음 카드뮴-구리환원 컬럼을 통과시켜 아질산성질소의 양을 550nm 또는 기기에서 정해진 파장에서 측정하는 방법이다. 총질소 분석을 위해서는 시료자동주입기, 초음파균질화기, 검출기 및 기록계 등의 다양한 기기가 사용된다. 분석절차는 우선 시료의 탁도를 개선하고 부유물질을 제거하기 위해 초음파 균질화기를 사용하여 시료를 균일화시키는 전처리 작업을 시행한 후 각 분석기기를 세팅 및 안정화 후 시료 및 시약을 적용하여 결과 값을 얻게 된다. 분석이 완료되면 모든 시약 및 시료 공급라인을 정제수로 20분간 세척 및 공기를 유입을 통한 정제수 제거를 통해 추후 분석에 오류가 발생하지 않도록 한다.

〈그림 2-26〉 총질소 분석절차

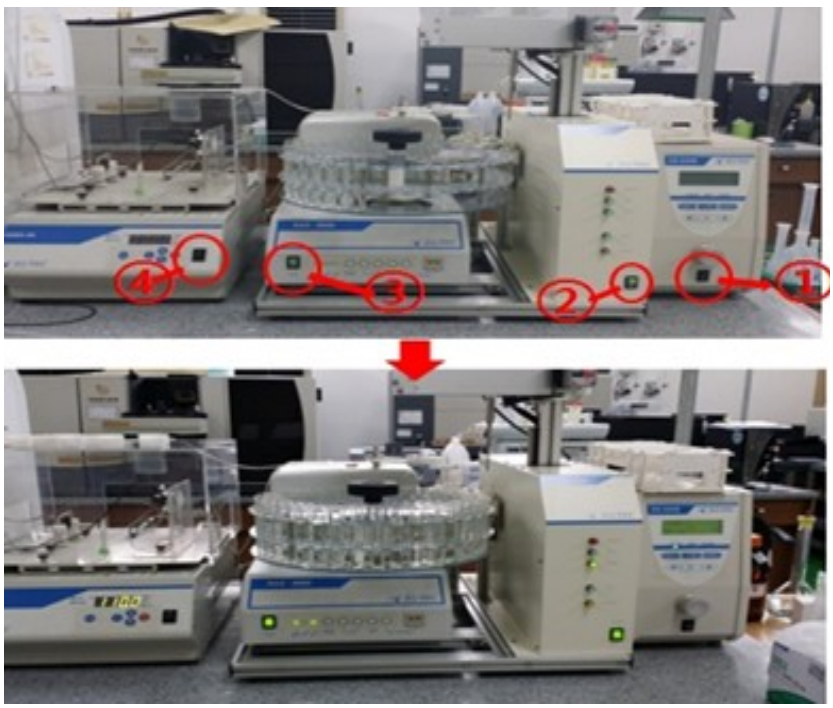
시약만들기 → 기기 및 프로그램 세팅

전처리시약 (Auto Clave 들어가는 시약)
1) Alkaline Peroxo 2) H2SO4 T-N 시약
1) Imidazole 2) Sulfanilamide 3) NEDD

↓

데이터 확인 및 기기 세척 ← 기기 안전화 후, 분석시행

〈사용분석기기 세팅〉



① homogenizer, Auto sampler 메인 전원인 동시에 homogenizer의 상태 체크와 조절기능
② homogenizer ③ Auto sampler ④ Auto Clave

자료: 저자 작성

마. 총인(T-P)

총인의 분석을 하기 위해 시료 중 유기화합물 형태의 인을 산화분해하여 모든 인 화합물을 인산염 형태로 변화시키고 몰리브덴산암모늄과 반응하여 생성된 몰리브덴산암모늄을 아스코르빈산으로 환원시킨다. 이렇게 생성된 몰리브덴산 등의 흡광도를 880nm 또는 기기의 정해진 파장에서 측정하여 분석하게 된다. 총인의 분석을 위해 사용되는 분석기기는 총질소에 활용되는 기기와 동일하며 절차 또한 T-P분석을 위한 시료제작 외에는 동일하다.

바. 총대장균군수

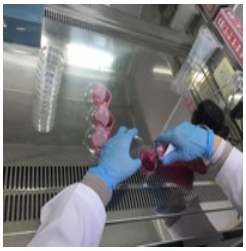
물속에 존재하는 총대장균군은 페트리접시에 배지를 올려놓은 다음 배양 후 금속성 광택을 띠는 적색이나 진한 적색 계통의 집락을 계수하여 분석한다. 분석을 위한 기기 및 기구로는 여과막을 끼워서 여과할 수 있게 하는 장치인 막여과장치, 배양기, 셀룰로오스 재질로 공경 0.45㎛, 직경 47mm인 여과막, 페트리접시 등이 있다. 총대장균군의 세부적인 분석철자는 우선 멸균된 핀셋으로 여과막을 눈금이 위로 가게 하여 여과장치의 지지대 위에 올려놓은 후, 막여과장치의 깔때기를 부착한 뒤, 페트리접시에 20~80개의 세균 집락을 형성하도록 시료를 여과관 상부에 주입한다, 여과하여야 할 예상 시료량이 10mL보다 적을 경우 멸균 희석액으로 희석하여 여과하고, 수를 예측할 수 없는 경우 여과량을 달리하여 여러 개의 시료를 분석하도록 한다. 여과한 여과막을 눈금이 위로 가게 하여 페트리접시의 배지위에 올려놓은 다음 페트리접시를 거꾸로 놓고 (35±0.5)°C, 22~24 시간 배양하고, 배양 후 금속성 광택을 띠는 적색이나 진한적색 계통의 집락을 계수한다. 실험할 때마다 1개 이상의 음성대조군 시험을 동일한 조건하에서 같이 실시하도록 한다.

〈그림 2-27〉 총대장균군 분석절차

배지정량

에탄올첨가

배지끓임

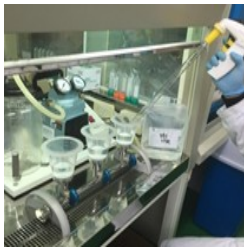


배지붓기

장치화염소독

여과지놓음

깔때기 장착



시료주입

시료흡입

배지에 여과지올림

장치소독

배양

자료: 저자 작성

사. 수소이온농도

수소이온농도는 물속의 pH 측정을 통해 파악할 수 있으며, 유리전극과 기준전극으로 구성된 pH 측정기기를 사용하여 측정한다. 측정절차는 유리전극을 미리 정제수에 수시간 담가둔 후, 측정하고자 하는 시료에 담가 pH 측정결과가 안정화될 때까지 기다리고 안정화되면 pH값을 기록하면 된다. 측정이 완료되면 시료로부터 pH 전극을 꺼내어 정제수로 세척한 다음 제조사에서 제시하는 보관용액 또는 정제수에 담아 보관한다.

〈그림 2-28〉 수소이온농도 분석절차

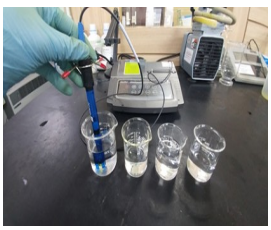
유리전극을 미리 정제수에 담가놓음

↓

pH4.0, pH7.0, pH10.0 에서 각각 calibration

↓

시료 pH 측정

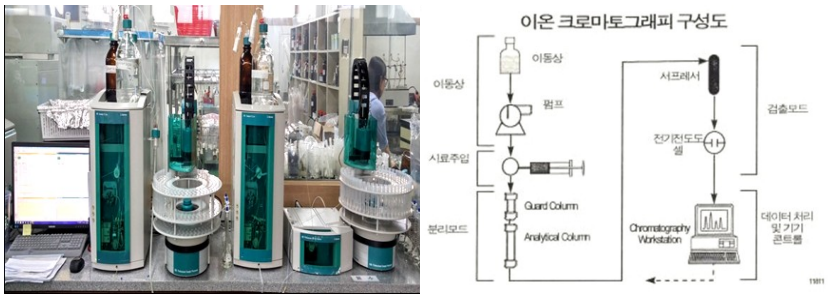


자료: 저자 작성

아. 이온류 검사(염소이온, 질산성질소)

물속에 포함되어 있는 음이온류를 검사하기 위해 이온크로마토그래프를 이용하여 분석하며, 시료는 0.2μm 막 여과지를 통과시켜 고체미립자를 제거한 후 음이온 교환 컬럼을 통과시켜 각 음이온들을 분리한 후 전기전도도 검출기로 측정한다. 물속에 용해되어 있는 불소이온, 염소이온, 질산이온, 황산이온의 측정에 활용하며, 질산이온의 측정을 바탕으로 질산성질소를 분석한다. 분석기기인 이온크로마토그래프와 분석구성은 다음과 같다.

〈그림 2-29〉 이온크로마토그래프



자료: 저자 작성

자. 시안

시안 화합물을 검사하기 위한 절차는 우선 시료를 산성상태에서 가열 증류하여 시안화물 및 시안착화물의 대부분을 시안화수소로 유출시켜 포집하고, 포집된 시안이온을 중화한 다음 클로라민-T를 넣어 생성된 염화시안이 발색시약과 반응하여 나타나는 색을 620nm 파장에서 분석함으로써 결과를 산출한다. 분석을 위해 시료자동주입기(auto sampler), 반응기, 증류장치, 검출기 등의 자동분석기 등을 사용한다.

〈그림 2-30〉 시안 분석기기

칠러 오토클레이브

미니펌프 오토샘플러

자료: 저자 작성

차. 페놀

페놀 측정을 위해 시료의 pH를 4로 조절하여 증류한 시료에 염화암모늄-암모니아 완충용액을 넣어 pH 10으로 조절한 다음 4-아미노안티피린과 헥사시안화철(II)산칼륨을 넣어 생성된 적색의 안티피린계 색소의 흡광도를 510nm 또는 기기에서 정해진 파장에서 측정한다. 분석기기는 시안을 분석할 때 사용되는 자동분석기를 사용하여 분석한다.

2) 중금속 검사

(1) 검사항목

중금속 검사는 물속에 포함되어 있는 다양한 중금속 검사하기 위한 검사로 생활하수를 위한 검사항목은 다음과 같다.

〈표 2-23〉 중금속 검사

구분	검사항목	
중금속 검사	• 비소	• 구리
	• 납	• 6가크롬
	• 수은	• 카드뮴
	• 망간	

자료: 저자 작성

(2) 세부검사내용 및 절차

가. 구리, 납, 망간, 비소, 수은, 크롬, 카드뮴

각 금속류에 대한 분석 절차는 동일하며 측정방법은 다음과 같다. 우선 시료를 유도결합플라스마-질량분석기에 주입하여 각각의 이온의 강도를 측정하고, 시료 중 금속의 농도가 정량범위를 벗어나면 시료를 묽혀서 측정을 실시한다. 농도를 계산하는 방법에는 3가지가 있으며 ① 절대검정곡선법을 사용할 때에는 시료에서 측정한 각 금속의 측정값을 검정곡선의 y값에 대입하여 농도(mg/L)를 계산하고, ② 표준물첨가법을 사용할 때에는 검정곡선이 횡축과 교차하는 지점의 x축 농도로 시료의 농도(mg/L)를 계산하게 된다. 마지막으로 ③ 상대검정곡선법을 사용할 때에는 각 금속의 측정값(Ax)과 내부표준물질의 측정값(Ai)과의 비(Ax/Ai)를 검정곡선의 y값에 대입하여 농도(mg/L)를 계산한다. 이렇게 농도를 계산한 후 바탕시험을 행하여 보정을 실시하게 되며, 기기에 따라 측정 항목 및 시료의 매질에 따른

간섭을 제거하기 위한 수소(H2)등의 가스를 사용하여 분석의 오차를 줄일 수 있도록 한다.

〈그림 2-31〉 중금속 검사 절차

① 시료채취

② 스탠다드 제조

③ 기기분석 및 기기최적화

자료: 저자 작성

3) 유기물질 및 유기화합물 검사

(1) 검사항목

수질오염의 판단기준이 되는 유기화합물 또는 휘발성유기화합물들을 측정하기 위해 주요 유기화합물을 대상으로 분석을 실시하였고 검사항목은 다음과 같다.

〈표 2-24〉 유기물질 및 유기화합물 검사

구분	검사항목	
유기물질 및 유기화합물검사	• 유기인	• 벤젠
	• 톨루엔	• 에틸벤젠
	• 크실렌	• 트리클로로에탄
	• 테트라클로로에틸렌	• 트리클로로에틸렌

자료: 저자 작성

(2) 세부검사내용 및 절차

가. 유기인

물속의 유기인계농약류를 측정하기 위한 검사로써 다이아지논, 파라티온, 페니트로티온, 디클로로메탄으로 추출하여 농축한 후 기체크로마토그래프로 분리하여 질소-인 검출기로 분석하며 분석절차는 〈그림 2-32〉와 같다.

〈그림 2-32〉 유기인 분석절차

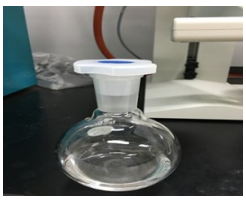
시료 500mL + NaCl 5g 넣고 녹임

추출용매(디클로로메탄 + n-헥산 15:85) 30mL 넣고 흔들고 물층을 분별깔때기(B)에 취함.

분별깔때기(B)에 추출용매 30mL를 넣고 추출함

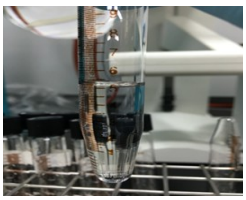
2개의 추출물을 합하여 정제수 10mL씩 2회 세척함

무수황산나트륨을 이용하여 정제수로 세척한 추출물 중의 수분을 제거함

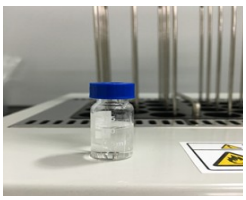


수분을 제거한 후 둥근바닥플라스크의 뚜껑을 닫음

농축기를 40℃ 이하 감압 상태에서 5mL까지 농축함



5mL까지 농축한 시료에 내부표준용액(TPP 10mg/L)을 정확히 250 μL를 취하여 첨가하도록 함



5mL 시료를 1mL 정도 취하여 시험용액으로 함

자료: 저자 작성

나. 유기화합물(벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 트리클로로에탄, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌)

유기화합물은 유기화합물들을 불활성기체로 퍼지시켜 기상으로 추출한 다음 트랩관으로 흡착·농축하고, 가열·탈착시켜 모세관 컬럼을 사용한 기체크로마토그래프-질량분석기로 분석을 실시한다. 휘발성

유기화합물은 전처리과정이 없기 때문에, 40mL 바이알에 시료를 가득 채워 공기가 들어가지 않도록 주의하여 밀봉하고 채취 후 14일 이내에 분석을 실시하도록 한다.

4) 노로바이러스 검사

노로바이러스는 일반 수질검사와 다른 방식의 취수과정을 거치게 되는데, 하수의 물을 그대로 뜨는 것이 아니라 장시간 물을 흘려보내면서 취수통으로 바이러스를 채집할 수 있도록 한다. 이렇게 채집된 취수통의 채집망을 이용하여 여러 과정을 거쳐 DNA 유형을 분석하고 노로바이러스가 의심될 경우 DNA sequencing 검사를 거쳐 최종 바이러스 검출을 판정한다.

〈그림 2-33〉 노로바이러스 검사절차

자료: 저자 작성

3. 수질검사 결과

수질검사는 1차 검사결과를 토대로 일부 대상지역을 변경하여 2차 수질검사를 실시하였으며, 각 지역의 수질검사 결과에서 부적합결과를 얻은 세부항목을 정리하면 다음과 같다.[18)]

〈표 2-25〉 수질조사 결과 요약

구분	대상지역	부적합 항목(1차)	부적합 항목(2차)
경상남도	A지역	총대장균군수, 부유물질(유입) 염소이온, 부유물질(방류)	총대장균군수, 염소이온, 부유물질(유입) 염소이온, 부유물질, 노로바이러스(방류)
	B지역	염소이온	염소이온, 부유물질
	C지역	총대장균군수, 염소이온, 부유물질(유입) 총대장균군, BOD, 부유물질(방류)	총대장균군수, 염소이온, BOD, COD, 부유물질, 총인(유입) 염소이온, 노로바이러스(방류)
	D지역	부유물질	염소이온, 부유물질, 노로바이러스
전라남도	E지역	엽소이온, 부유물질, 노로바이러스	염소이온, 부유물잘, 노로바이러스
	F지역	염소이온, 부유물질(유입) 염소이온, 부유물질, 노로바이러스(방류)	•
	G지역	페놀, BOD, 부유물질(유입) BOD(방류)	•
	H지역	모두적합	•
	I지역	•	염소이온, BOD, 부유물질(유입) 염소이온, 시안, 총인, 노로바이러스(방류)
	J지역	•	염소이온, 부유물질
	K지역	•	염소이온, 부유물질(유입,방류)

18) 각 지역별 세부 검사결과는 〈부록〉 참고

수질분석 결과 1차, 2차 대상지역 대부분에서 염소이온과 부유물질이 다량으로 검출되었다. 염소이온의 경우는 샘플을 바다에 인접한 하수처리시설 또는 배수관로 근처에서 취수하기 때문에 해수에 의해 염소성분이 증가한 것으로 판단된다. 부유물질의 경우 미세 부유물질이 하수처리시설에서도 기준치 이상으로 나오는 것을 볼 때 시설의 부유물질 처리에 문제가 있는 것으로 보인다. 총대장균군수의 경우는 1차 조사에서는 기준치 이상 검출이 되었으나 2차 조사에서는 방류 시 개선된 결과를 보여주고 있다. 일부지역을 제외하고 세균류(총대장균군, 살모넬라균)의 검출 비율이 낮은 이유는 염소에 의해 사멸할 가능성이 크기 때문으로 추정된다.[19] 최근 국내에 가장 이슈가 되고 있는 노로바이러스의 조사결과에서는 경남지역에서는 3~4월(겨울)에는 검출되지 않았으나 전복, 김, 미역 양식이 매우 활발한 전남 지역에서는 모두 검출되었으며, 특히 마을하수처리시설 방류수에도 검출되고 있어, 하수처리시설에서 노로바이러스가 제대로 제거되지 못하고 있는 것으로 보인다. 또한, 생활하수 및 해수의 온도가 높은 6~7월(여름) 기간의 경우 경남 3개 지점, 전남 2개 지점에서 하수처리시설 유무와 상관없이 노로바이러스가 검출되었으며 사람에게 식중독을 일으키는 노로바이러스 유형(G1, G2)이 모두 발견되어 하수처리에 문제가 있음을 나타냈다. 경남지역의 경우는 굴, 홍합의 양식이 활발하게 이루어지고 있고, 전남의 경우는 전복이 국내에서 가장 많은 생산량을 보이고 있는 지역으로, 노로바이러스의 감염의 주된 경로가 되는 패류 양식의 대부분이 두 지역에서 이루어지고 있다는 점에서 볼 때, 생활하수에서 노로바이러스의 처리는 매우 시급한 사안이라고 볼 수 있다. 또한 일부 전문가 예측과 달리 하계

19) 2018년 7월 13일 및 31일 자문회의 논의 결과 인용

기간(2차 수질조사)에 다수 발생한 것으로 보아 정확한 원인에 대한 역학조사가 필요한 부분으로 판단된다.

그 외에 일부 지역에서 페놀, 시안 등이 검출되었으나 검출량이 미미한 것으로 보아 일시적인 현상으로 보인다.

제 3 장

해외 소규모 하수처리시설 사례연구

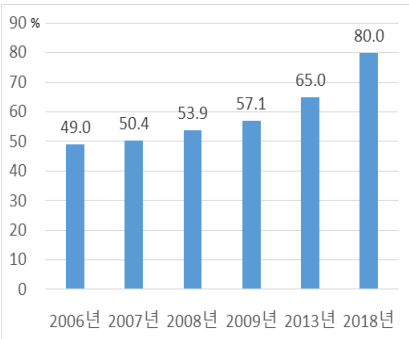
제1절 일본 사례연구

1. 어촌의 소규모 하수처리 지원정책

1) 정책개요

일본정부는 도시에 비해 현저하게 낮은 어촌의 생활환경 개선을 적극적으로 개선하기 위해 어촌생활환경 개선운동(리프레시 운동)을 어항어장정비법 제6조 제3항의 규정에 따라 어항어장정비장기계획(2014~2018년)을 수립하여 시행하고 있다. 동 계획은 어항의 최대한 활용과 어촌 활성화 창출 등 4대 중점과제를 설정하고 성과지표와 달성 목표량을 마련하여 시행하고 있다. 특히 4대 과제 중 하나인 어항의 최대한 활용과 어촌 활성화 창출과제는 어업집락 배수시설 정비를 통한 오수처리보급률을 200개 사업지구 조성을 통해 2018년까지 80% 수준으로 끌어올리는 것을 목표로 시행하고 있다.

〈그림 3-1〉 어업집락 배수시설의 구분

어업집락 배수시설의 어촌지역 처리인구비율	사업추진 사례(나가사키현)
	

자료: http://www.maff.go.jp/j/joinus/recruit/1gi/pdf/suido_3.pdf(검색일: 2018. 3. 18.)

〈그림 3-2〉 일본의 어촌생활환경 개선사업 추진 개념도

자료: http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_tema/pdf/sub29.pdf(검색일: 2018. 3.5.)

2) 도입시설과 설계조건

(1) 도입시설

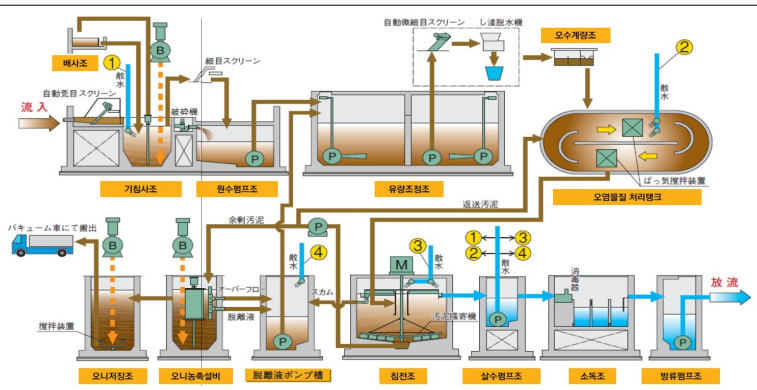
일본은 어업취락 환경정비사업 중 어업집락 배수시설을 통해 어촌의 소규모 하수처리 지원정책을 추진해 나가고 있다. 어업집락 배수시설은 해역의 수질 보전, 어촌의 정주환경 위생의 향상, 자연재해의 방지 등을 도모하기 위해 오폐수 처리, 분뇨 처리, 빗물 분리를 목적으로 하는 시설이다.

〈표 3-1〉 어업집락 배수시설의 구분

구분	목적	대상배수	주요시설
오수 처리시설	• 어항, 어장의 수질 보전과 기능 향상 • 마을 위생환경의 개선	• 잡배수(빗물, 분뇨 이외에 주방 · 욕실에 나오는 생활오수) • 분뇨	• 관로시설(관로, 중계펌프 시설 등) • 처리시설
빗물 배제시설	• 자연재해의 방지 • 마을 위생환경의 개선	• 빗물	• 집수시설(수로공)

자료: www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_thema/.../dai14hen-2.pdf p.738
(검색일 : 2018.3.5.)

〈그림 3-3〉 일본 하수처리시설 사례



자료: http://www.jific.or.jp/dispatch/pamphlet/pdf/dl005.pdf(검색일: 2018. 9. 15.)

(2) 설계조건

일본의 어촌의 입지적 특성과 정주여건 등을 고려하여 환경적 조건, 사회적 조건, 취락의 형태 등의 설계조건을 마련하여 어업집락 배수시설을 조성·관리하고 있다.

가. 환경조건

일본의 어촌은 우리나라의 환경적인 여건과 크게 다르지 않다. 일본 어촌지역은 해안의 협소한 부지와 급경사의 여건을 갖고 있으며, 어항의 배후에 밀도가 높고, 주변에 공터가 부족한 편이다. 어항집락 배수시설은 관로, 중계펌프시설 등의 설치와 관련하여 어촌마을 내부보다는 어항시설에 조성하는 것이 운영·관리에 용이하다.

나. 사회적 조건

일본 어촌의 인구규모는 1,000명 미만이 대다수를 차지하고 있으나 추석이나 연말연시, 지역축제, 여름철 해수욕장 시즌 등 성수기에는 인구가 집중되는 경향이 있어 정주인구규모보다는 최대 시 인구규모를 고려하고 있다. 특히 마을 내 취락에서는 도로의 폭이 협소하고 경사도가 크기 때문에 관거 및 맨홀 등 어촌의 입지특성을 충분히 반영하고 있다. 또한, 어촌은 어업활동을 중심으로 한 사회적·경제적 공동체로 마을의 연대의식이 높기 때문에 어업집락 배수처리구의 선정, 어업집락 배수시설의 운전 및 모니터링 등에 주민이 직접 참여하는 방안을 높이고 있다.

다. 취락의 형태

도시는 생산 장소와 생활하는 장소가 분리되어 있는 경우가 대부분이다. 반면 어촌은 생산과 생활이 일체가 되는 지역적인 특성을 갖고

있다. 즉, 마을의 지형, 수역의 상황, 토지조건 등을 종합적으로 고려한 어업집락 배수시설은 마을 취락의 형태에 크게 영향을 받는다.

〈그림 3-4〉 일본 어촌의 취락 형태

자료: 저자 작성

라. 산업

어촌은 어업 등 1차 산업을 기반으로 하는 취락이 대부분을 차지하고 있으며, 수산가공 공장, 유통·보관시설, 수산물 판매시설 등의 사업장이 분포하고 있다. 특히 해수욕장, 온천, 어시장 등 관광자원을 보유한 어촌마을 등 관광업의 비중이 높은 지역은 어업집락 배수시설 도입 시 발생부하량, 계절별 변동량에 대응하여 도입되고 있다. 관광어촌마을은 오수의 계절별 발생량 변화가 크기 때문에 관광객수, 사용 수량과 관련한 과거자료를 충분히 조사하고 변동성에 대응할 수 있도록 함으로써 안정적인 시설의 운영·관리가 이루어지도록 하고 있다.

3) 오수처리 대상 인구 및 오수 배출수 기준

(1) 대상인구

어촌집락형 오수처리시설 도입은 어촌의 정주인구 규모를 크게 2가지 유형으로 구분하여 유형에 따른 처리시설 도입과 운영·관리 방안을 제시하고 있다. 1유형은 대상인구 501명에서 3,000명으로 중규모의 어업집락을 대상으로 하며, 2유형은 1,001명에서 6,000명으로 대규모에 적용되는 모델로 구분하여 추진하고 있다.

〈표 3-2〉 어업집락 배수시설의 구분

구분	대상인구	비고
1유형	501명 ~ 3,000명	-
2유형	1,001명 ~ 6,000명	-

자료: http://www.jific.or.jp/dispatch/pamphlet/pdf/dl005.pdf(검색일: 2018. 3 5.)의 내용을 토대로 저자 재구성

(2) 어촌지역의 오수처리 배출수 수질기준

일본의 어촌지역 오수처리 배출수 수질기준으로 기본적으로 BOD, COD, SS등 3가지 항목에 대해 〈표 3-3〉과 같이 마련하여 운영하고 있다. 하지만 일부 지자체의 지역적 여건과 특성을 고려하여 T-N(총질소), T-P(총인), 대장균군수, pH 등 추가적인 항목을 적용하는 경우도 있다.

〈표 3-3〉 어업집락 배수시설의 구분

구분	BOD	COD	SS
처리수 기준(㎎/ℓ)	20 이하	30 이하	50 이하

자료: http://www.jific.or.jp/dispatch/pamphlet/pdf/dl005.pdf(검색일: 2018. 3. 5.)의 내용을 토대로 저자 재구성

2. 시마네현 아마정(島根県 海士町) 사례

1) 아마정 오수처리시설 현황

아마정은 섬 전체를 둘러싼 어업집락 3개 처리구와 인구밀집지역 1개 처리구에서 생활오수를 처리함으로써 섬 연안의 양식어장의 수산물 위생·안전을 철저하게 고려하고 있다. 아마정 섬지역은 국토교통성에서 추진하는 공공하수도가 1개소, 수산청의 어업집락 배수시설 3개소, 환경성의 정화조 시정촌 정비추진 7개소가 운영되고 있다. 2014년 기준으로 아마정의 인구수는 2,255명으로 3개 부처에서 지원하는 각 개별사업을 통해 처리되는 인구수는 2,229명으로 오수처리인구보급률은 98.8%로 나타났다.

아마정은 각 부처별로 시행하고 있는 오수처리시설 지원사업을 적절하게 지원 받음으로써 시마네현의 다른 지역에 비해서 높은 수준의 보급률을 나타내고 있다. 특히 아마정의 인구밀도가 높은 지역은 공공하수도를 설치함으로써 효율적으로 오수처리를 시행하고, 인구밀도가 비교적 낮은 지역은 어업집락 배수시설, 정화조 정비사업 등을 통해 추진하고 있다.

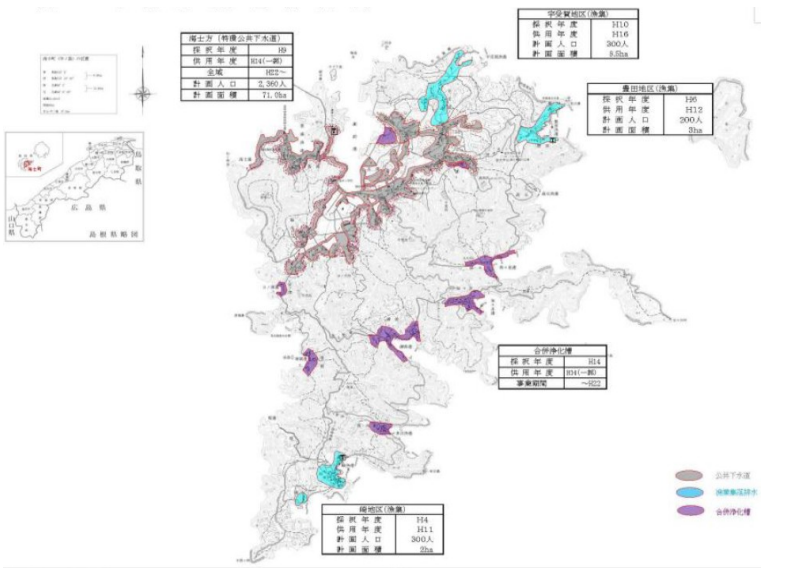
〈표 3-4〉 아마정의 오수처리보급률 현황

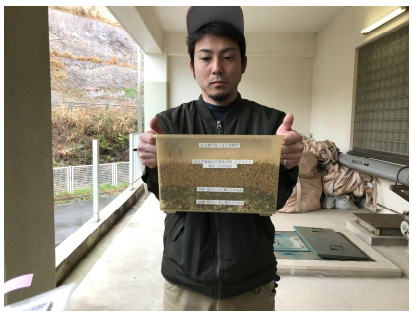
단위: 명, %

구분	인구수 (a)	국토교통성	농림수산성		환경성		처리 인구수 (b)	보급률 (b/a) *100
		공공 하수도	농업집락 배수시설	어업집락 배수시설	정화조 설치정비	정화조 시정촌 정비추진		
아마정	2,255	1,440	0	426	0	363	2,229	98.8
시마네현	692,902	325,223	93,161	15,411	46,378	26,282	544,610	78.6
보급률	-	63.9	0	18.9	0	16.1	98.8	-

자료: 시마네현, 「오수처리시설별 보급률(2014년)」의 내용을 저자 재구성

〈그림 3-5〉 아마정의 하수처리구역도 및 현장사진





자료: 저자 촬영(아마정 정화센터, 촬영일: 2018년 3월 8일)

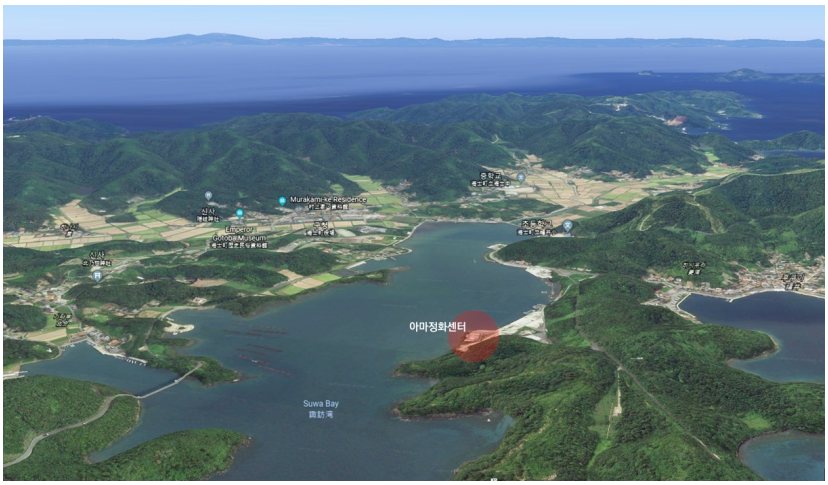
2) 아마정 오수처리시설 운영 · 관리

아마정 오수처리시설의 운영 · 관리는 아마정 정화센터(海士町淨化センター)를 포함한 민간 전문업체에 위탁하여 운영하고 있다. 아마정은 어업집락의 정주환경 개선과 해역의 수산물 위생관리를 위해 국토교통성(공공하수도), 환경성(합병정화조), 수산청(어업집락배수) 사업을 유치하고, 이를 효율적으로 관리하기 위한 거버넌스 체계를 마련하고 있다.

우선 국토교통성에서 지원한 공공하수도는 아마정 정화센터에서 통합적으로 운영 · 관리하고 있으며, 수질기준, 중금속 등 관리기준에 따라 관리가 이루어지고 있다. 반면, 환경성에서 지원한 합병정화조는 별도의 관리주체 없이 개별 정화조 방식으로 처리가 이루어지고 있다.

한편 수산청의 어업집배수사업은 3개 권역으로 나누어져 있으며, 이들 시설은 하나의 업체가 위탁받아 운영하는 방식을 채택하고 있다.

〈그림 3-6〉 아마정 정화센터 위치 및 처리범위



자료: https://www.google.co.kr/intl/ko/earth(검색일: 2018. 9. 15.)

3. 미야기현 우라토노노시마(宮城県 浦戸野々島) 사례

1) 우라토노노시마 오수처리시설 현황

미야기현의 우라토노노시마항은 제1종어항으로 본섬 시오가마항으로부터 약 6㎞ 이격되어 있는 섬어촌이다. 이 섬은 약 100가구 정도가 거주하는 도서형 어촌으로 이 중 약 절반이 어가이고, 나머지는 은퇴 이후 귀촌한 주민들이다. 시오가마시는 섬 주변의 김, 전복 양식어장의 수산물 위생과 어촌의 정주환경 개선을 목적으로 '어업집락환경정비사업'에 3년간 286백만 엔(약 28.6억 원)을 투입하였다. 동 사업은 어업집락의 오수관로 1,400m를 설치하고, 중계펌프와 중력을 통해 우라토노노시마항에 설치한 오수처리시설(처리용량 53.1㎥/일)로 유입시켜 정화하는 방식을 채택하고 있다.

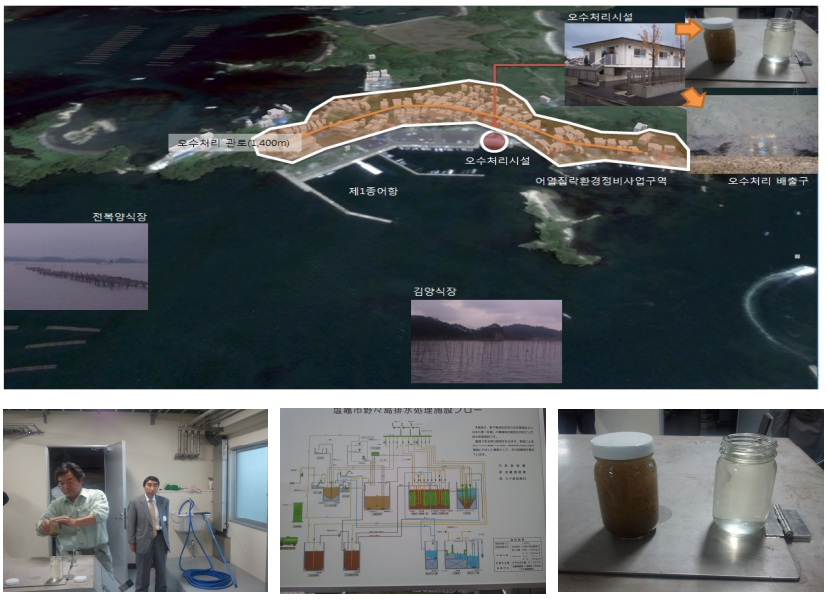
〈그림 3-7〉 우라토노노시마 오수처리시설 현황

자료: https://www.google.co.kr/intl/ko/earth(검색일: 2018. 9. 15.); 저자 촬영 (촬영일: 2010. 10. 15.)

2) 우라토노노시마의 소규모 오수처리시설 운영 · 관리

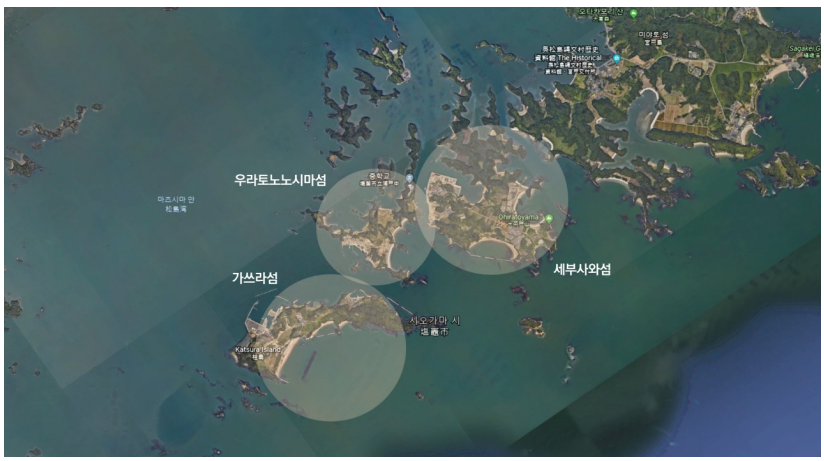
우라토노노시마는 주변해역에 전복과 김 양식장이 발달해 있는 어장밀집지역으로 수산물의 위생적인 생산과 어업집락의 정주환경 개선을 위해 오수처리시설을 어항구역에 입지시키고 있다. 본 사례지역의 경우 지자체가 지역주민의 오수처리시설 기피를 고려하고, 중력을 통한 차집을 위해 어항부지를 활용하고 있다. 또한, 소규모 오수처리시설을 운영하는 데 연간 약 2~3억 원이 소요되고 있으며, 이를 효율적인 운영 · 관리하기 위해서 시오가마시는 오수처리 민간전문업체에 가쓰라섬, 우라토노노시마섬, 세부사와섬 등 인근 소규모 하수처리시설을 공동으로 위탁하는 방식을 채택하고 있다.

〈그림 3-8〉 우라토노노시마 오수처리시설 운영 · 관리 현황



자료: 이승우 · 박상우, 『어촌의 삶의 질 향상을 위한 공공서비스 개선에 관한 연구』, 2010. p. 116; 저자 촬영(촬영일: 2010. 10. 15.)

〈그림 3-9〉 소규모 오수처리시설의 전문기관 위탁 및 권역화(미야기현 시오가마시 예시)



자료: https://www.google.co.kr/intl/ko/earth(검색일: 2018. 9. 15.)

제2절 유럽연합 사례연구

1. 빌트폴트스리드(Wildpoldsried) 지역

1) 지역개요

빌트폴프트리드(Wildpoldsried)는 독일 남부 바이에른 주에 위치하고 있고 총면적 21.35㎢에 2,600명 정도가 거주하는 소규모 도시이다. 주민들은 대부분 낙농업을 주로 하고 있어 소를 방목하기 위한 녹초지가 매우 넓게 분포하고 있는 지역이다. 주산업이 낙농업이기 때문에 소 분뇨를 처리하기 위한 방안들을 오랫동안 고민해 왔으며 지역에 맞는 처리 공법을 적용하여 오폐수 방류를 최소화하고 있다. 가정집의 경우는 1997년도에 설치된 마을 중앙처리시설을 활용하여 하수를 정수하였으나 시설의 노후화로 인해 방류수 수질기준을 충족

하지 못하여, 2010년까지 하수처리시설의 신축 또는 보수를 통해 수질 개선이 이루어지지 않으면 정부의 하수처리시설 인증을 받지 못하는 상황에 놓여 있었다.

〈그림 3-10〉 빌트폴트스리드 전경

자료: lhttps://inhabitat.com/german-village-produces-321-more-energy-than-it-needs/wildpoldsried/(검색일: 2018. 8. 2.)

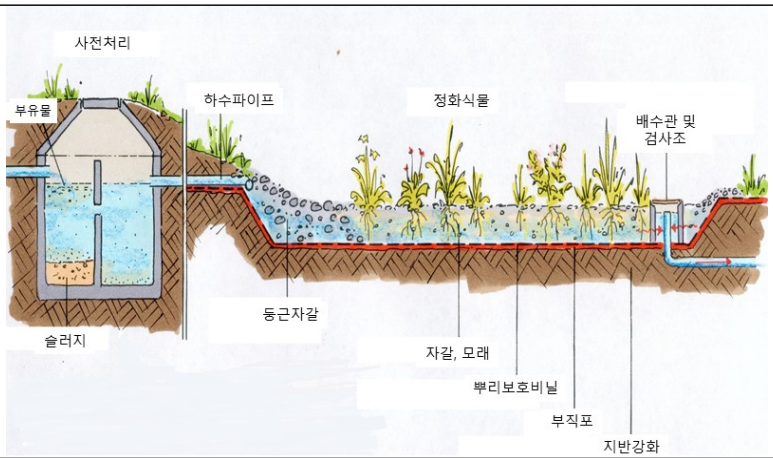
2) 하수처리시설

(1) 처리공법

빌트폴트스리드 시는 하수처리 시스템 개선을 위해 기존 하수처리장 옆에 수평형 습지 하수처리 시스템을 추가로 설치하여 새로운 개념의 하수처리 시스템을 적용하였다. 지자체 자체예산으로는 수질기준을 충족하는 하수처리시설의 개선이 불가능하였기 때문에 빌트폴트스리드 시 이사회는 습지형 하수처리시설을 설치하는 것이 적은 예산으로 하수처리효율을 높이는 유일한 방법이라고 생각하였다. 생활하수의 처리는 기존에 설치된 하수처리시설을 통해 1차로 사전처리

(염소소독)되며, 사전처리된 하수는 습지로 보내져 2차 처리과정을 거친다. 하수에 포함된 오염물질은 모래와 자갈로 구성된 층을 통과하면서 흡착되거나, 미생물에 의해 분해 또는 습지 식물에 의해 흡수된다. 빌트폴트스리드 시는 수질개선 효과를 극대화할 수 있도록 수평형 하수처리 습지 4개, 정수된 물을 잠시 보관할 수 있는 작은 호수 2개를 구성(수심 1.5m)하여 전체 하수처리 시스템을 구축하였다.

〈그림 3-11〉 빌트폴트스리드 수평형 습지 하수처리 방식



자료: Schellheimer Wildpoldsried 제공 자료를 저자 재편집

〈그림 3-12〉와 같이 기존 하수처리시설에서 사전처리된 하수는 1차로 2개의 습지에 분산되어 유입되며 이곳에서 하수처리 과정을 거쳐 호수로 모이는 과정을 거친다. 이러한 과정을 총 2회를 반복함으로써 수질정화 효율을 높였으며, 최종 정수된 하수는 옆 하천을 통해 방류된다. 습지에서는 지속적으로 다양한 식물들이 자라며, 일 년에 2회 정도 정리하여 바이오가스 발전을 위한 원료로 활용되고 있다.

〈그림 3-12〉 빌트폴트스리드 수평형 습지 하수처리시설 평면도

자료: Wildpoldsried 시 제공 자료를 저자 재편집

〈그림 3-13〉 하수처리 과정

〈1차 하수처리, 기존 하수처리시설〉

〈2차 하수처리, 습지시설〉

자료: 저자 촬영(촬영일: 2018. 8.2)

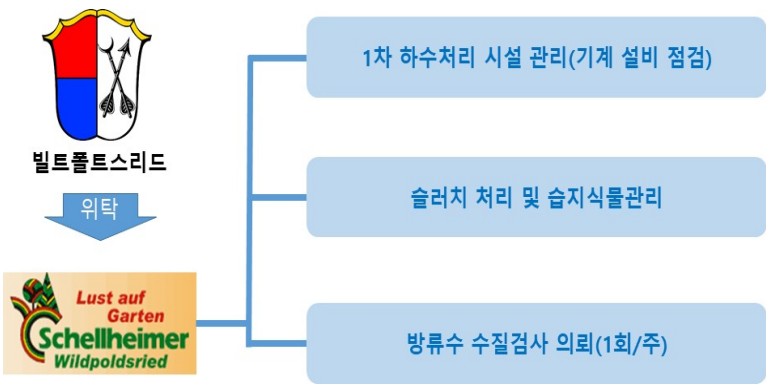
(2) 설치규모 및 예산

습지 하수처리시설은 마을 전체인구인 2,600명의 하수를 처리할 수 있는 규모로 지어졌으며, 이를 위해 총 면적 3,800㎡ 부지에 해당 습지 및 호수가 설치되었다. 이를 위해 LEADER+ 예산 약 15만 유로(약 2억 원) 정도의 비용이 투입되었으며, 하수 배관의 경우는 기존 배관을 활용하였기 때문에 추가비용이 발생하지 않았다.

(3) 운영 · 관리체계

빌트폴트스리드 시는 하수처리시설의 관리를 Schellheimer라는 회사에 운영 · 관리를 위탁하고 있다. 이 회사는 다양한 건축 또는 시설(정원, 수영장, 건축물 등) 관련 사업을 수행하는 회사로 습지형 하수처리시설의 설치 및 운영과 관련된 사업의 경험도 20년 이상된 업체이다. 또한, Schellheimer는 빌트폴트스리드 시의 Leader+ 프로그램에 참여한 기업으로 지역 내에 사무소를 개설하여 다양한 분야의 사업에서 시와 소통하고 대응한다. 하수처리시설 관리의 경우는 습지형 하수처리시설의 특성상 운영상 기술적 어려움이나 비용이 들어가는 부분이 없기 때문에 기존 하수처리시설의 관리(슬러지 처리, 기계 운영 등), 습지형 하수처리시설의 습지식물 관리, 방류수 수질검사 의뢰 등의 기본적인 관리를 하고 있다. 슬러지의 처리는 처리시설에서 건조시켜 주변 농장의 퇴비로 활용할 수 있도록 하고 있으며, 습지에서 자란식물은 일 년에 2회 정도 정리하여 바이오가스 발전을 위한 원료로 활용될 수 있게 하고 있다.

〈그림 3-14〉 빌트폴트스리드 하수처리시설 운영 · 관리 체계



자료: 저자 작성

3) 사업효과

(1) 운영비용

Schellheimer는 빌트폴트스리드 시의 다양한 사업에 참여하고 있기 때문에 하수처리장의 운영·관리 역시 시 전체 사업관리의 일부분으로써 관리되고 있다, 특히 습지형 하수처리시스템은 기본적인 관리 정도만으로도 충분하기 때문에 큰 비용이 들지 않는다. 1차로 하수처리를 실시하는 하수처리시설의 경우도 기존의 시설에 대한 작동 여부 확인 및 슬러지 처리에만 국한되어 있기 때문에 기존의 다른 사업의 운영·관리 인력을 활용하기 때문에 추가적인 비용은 크게 들지 않는다.[20]

(2) 수질효과

1차 처리된 물을 습지를 통해 추가적으로 수질개선을 함으로써 현재는 독일 수질기준을 모두 충족하고 있으며, 이로 인해 주정부에서도 추가적인 시설설치나 개선을 요구하고 있지 않다.

2. 오스터볼트(Oosterwold) 지역

1) 지역개요

오스터볼트 지역은 네덜란드 플레보란드 주 알메르 지역에 위치한 농촌지역으로 1980년대부터 네덜란드 정부차원에서 추진된 플레보란드 주 간척사업의 대상지역 중 하나이다. 총 면적은 43㎢이며, 유기농 농업을 전략산업으로 추진하고 있다. 이 지역은 15,000채의 주택을 건설할 수 있도록 설계되었으며 이에 따른 기반 인프라는 주 정부에서

20) Schellheimer 빌트폴트스리드 시 담당자(Bernd Stadtmüller) 면담 내용에서 인용

구축하였다. 우스터볼스의 토지거래는 2015년 12월부터 허용되었고, 주택건설은 2016년 1월부터 건설되기 시작하였다. 네덜란드 법률상 주택건설 시 하수처리 시스템 설치비용은 건물주가 모두 부담하도록 되어 있어, 건물주는 주택 설계 시 규모에 맞는 분산형 하수처리 시스템을 선택하여 설치해야 한다. 현재 오스터볼트 지역은 1~10가구 단위의 하수도 분산처리 시스템을 구축하고 있으며 처리된 생활하수는 주택단지 수로를 통해 배출되어 최종적으로 바다까지 방류된다. 기존 네덜란드의 하수처리 시스템은 IBA 시스템으로 집 안에 설치하는 소형 정수장 개념의 처리시설이다. 이 시스템은 운영·관리 비용이 많고 고장이 잦아 오스터볼트의 주민은 관리가 편하고 비용이 거의 발생하지 않는 습지형 하수처리 시스템의 선택하여 지속적으로 적용하고 있다.

〈그림 3-15〉 오스터볼트 지역 전경

자료: (좌) https://www.consultancy.nl/nieuws/10779/maarten-van-poelgeest-ambassadeur - voor-almere-20(검색일: 2018. 8. 27.);
(우) https://maakoosterwold.nl/kaart-van-het-gebied/(검색일: 2018. 8. 27.)

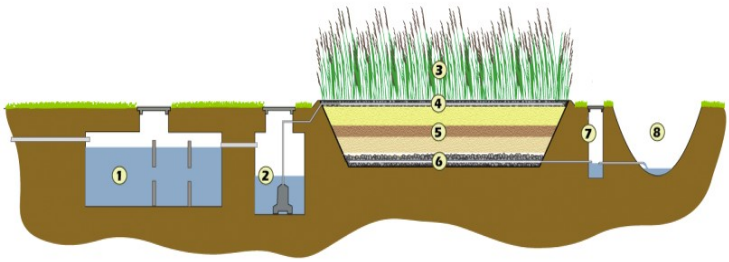
2) 하수처리시설

주택단지 내 건물주들은 단독 또는 인접 주택들과 공동으로 분산형 하수처리 시스템을 구축하고 있으며, 이를 위해 운영·관리 측면에서 용이한 습지형 하수처리 시스템을 사용하고 있다. 그중 분산형 하수처리 시스템(1가구)의 처리시설을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 처리공법

오스터볼트 지역은 겨울기간 결빙의 위험성이 있어 수평형 습지하수처리 시스템을 적용하는 데 한계가 있어 주택 적용면적을 최소화하기 위해 수직형 하수처리시스템을 적용하고 있다. 처리과정은 우선 가정에서 배출된 하수는 정화조에서 부유물 및 슬러지를 처리하게 되고 바로 주택에 설치된 습지로 보내진다(①, ②). 그 후 습지에서 하수 속 오염물질은 식물의 줄기부터 뿌리까지 분포되어 있는 미생물에 의해 분해되거나 흡착되며, 그 아래층에 분포한 모래, 자갈층을 거치면서 다시 정화과정을 가친다(③~⑥). 맨 아래층까지 정수과정을 거친 생활하수는 배수관과 연결된 검사조를 거쳐 외부로 방류되게 된다(⑦, ⑧).

〈그림 3-16〉 수직형 습지 하수처리 시스템



자료: http://www.wetlantec.com/en/constructed-wetland-filter/(검색일: 2018. 9. 23.)

〈그림 3-17〉 오스터볼트 수직형 습지 하수처리 시스템

자료: 저자 작성

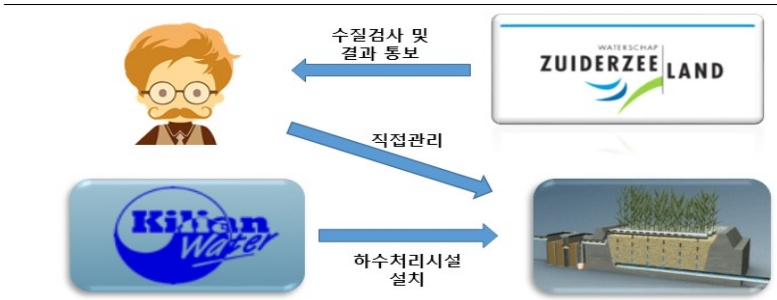
(2) 설치규모 및 비용

1가구(4인가족 기준) 기준 습지하수처리시설에 필요한 정화조의 사이즈는 3㎥ 정도이며, 습지 시설은 가구의 규모, 구성원 수에 따라 다르지만 한 가구 기준 16㎡ 정도의 땅에 설치한다. 설치비용은 집과 도랑(방류지점)까지의 거리에 따라 7,000~7,500유로이며 현장상황에 따라 금액이 추가될 수 있다.[21)]

(3) 운영 · 관리체계

오스터볼트 지역의 하수처리시설은 비용을 전적으로 개인이 부담하도록 되어 있어 가구주가 설치 업체를 선정하여 주택 내에 수직형 습지하수처리시설을 설치한다. 운영·관리는 습지의 식물이 많이 자라지 않도록 정리만 해주면 되기 때문에 개인이 직접 관리하고 있으며, 단, 기계적인 고장이 발생했을 때에만 설치업체인 Killan Water에서 수리를 한다. 수질의 경우는 지역 하수관리기관인 Zuiderzeeland Water Board 에서 2달에 한 번씩 실시하여 결과를 통보해주고 문제가 있을 시에는 개선을 권고한다.

〈그림 3-18〉 수직형 습지 하수처리 시스템



자료: 저자 작성

21) 오스터볼스 현장에서 방문한 주택의 경우 9,000유로를 지불함

3) 사업효과

(1) 운영비용

운영·관리를 위해 적용되는 기술적인 부분이 특별히 없으며 주택의 건물주는 습지형 하수처리장에서 자란 식물을 1년에 한 번씩 깎아주기만 하면 되기 때문에 추가적인 관리비용이 들지 않는다. 그 외에 정화조에 있는 슬러지를 10~15년에 한 번씩 제거해 주도록 하고 있는데, 슬러지 처리업체가 수거해 가며 그 비용은 크지 않다. 20년 정도 되면 습지하수 처리시설의 상부층을 교체하도록 권고하고 있어 20년간 운영·관리 비용은 거의 들지 않는다는 것을 알 수 있다. 전기는 정화조에서 습지로 물을 올려주기 위한 펌프의 사용용도로만 쓰이며 하루에 몇 분 동안 약 200와트를 사용하기 때문에 크게 부담되지 않는 수준이다. 네덜란드의 기존 하수처리 시스템(IBA 컴팩트 시스템)의 경우 연간 운영비용이 650~900유로(전기사용비용 제외)이며, 전기 사용량은 약 10배로 알려져 있기 때문에 운영비용의 감소효과는 매우 큰 것으로 알려져 있다.

(2) 수질효과

오스터볼트 지역 주택들은 플레보란드 주의 하수를 관리하는 “Zuiderzeeland Water Board”에서 2달에 한 번씩 수질검사를 수행하고 있으며, 이를 통해 수직형 습지하수처리시스템을 통해 배출되는 하수의 수질검사 결과는 다음과 같다.[22)]

22) 수질검사의 결과는 오스터볼트 지역의 습지 하수처리시설을 설치한 가구의 결과를 활용함

〈표 3-5〉 오스터볼트 하수처리시설 수질검사 결과

단위: mg/l

검사항목	수질기준(mg/l)	측정결과(mg/g)
생화학적 산소 요구량(BOD)	40	< 1
화학적 산소 요구량(COD)	200	22
부유물질	60	< 5
총질소	60	1.1
암모니아	4	< 1.1
총인	6	미검출

자료: 오스터볼트 방문가구 수질검사표에서 저자 발췌 및 정리

3. 트레프티츠(Treptitz) 분산형 하수처리 시스템

1) 지역개요

트레프티츠 지역은 독일 작센 주 라이프치히 동쪽에 위치한 작은 마을로 행정구역상 카페르티츠(Cavertitz)에 속한 작은 마을이다. 135명(45가구) 주민이 생활하고 있으며 주업은 농업과 낙농업이다. 작센 주에서 2010년 마을 또는 가정마다 마을 하수처리시설을 설치하라는 행정명령이 시행됨에 따라 트레프티츠 마을은 2009년부터 하수처리시설을 설치하기 위한 준비를 시작하였다. 2010년 Leipzig University of Applied Sciences에서 발표한 논문에서 마을 하수처리장 건설이 개인하수처리시설보다 건설 및 운영비용 면에서 매우 효과적이라고 발표되었고, 이를 토대로 소규모 마을 하수처리시설 건설이 추진되었다. 주민 동의를 먼저 얻은 트레프티츠 아랫마을에 2011년 1차로 하수처리시설이 건설되었고, 2012년 상반기에 2차로 윗마을에 하수처리시설이 건설되었다.

〈그림 3-19〉 트레프티츠 지역 전경

자료: http://trip-suggest.com/germany/saxony/treptitz/(검색일: 2018. 10. 18.)

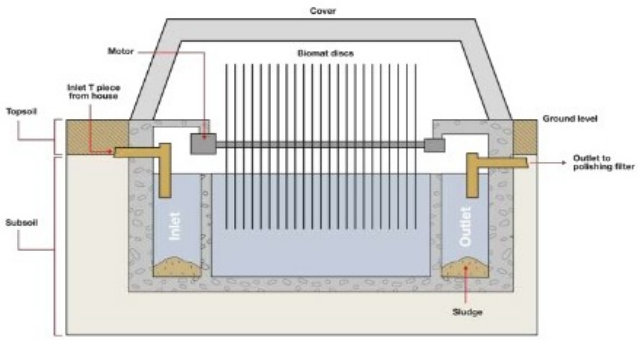
2) 하수처리시설

트레프티츠 지역은 70명을 처리할 수 있는 하수처리시설 2개를 설치 운영 중이며, 시설은 화학적 처리보다는 자연정화 시스템을 적용하여 하수를 처리하고 있다. 시설의 처리공법을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 처리공법

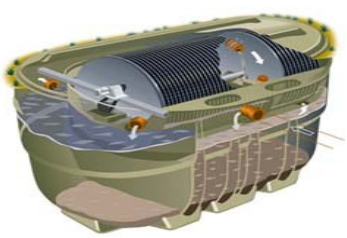
가정에서 하수처리시설에 유입된 하수는 1차로 슬러지 처리과정을 거치고, 이후에 여러 개의 디스크로 구성된 2차 처리조로 들어가게 된다. 이 디스크는 바이오디스크(Biodisc)라고 하는데, 이 디스크들이 지속적으로 회전하면서 디스크 사이에 산소를 공급하고 박테리아가 서식할 수 있는 환경을 조성해준다. 1차 처리된 하수는 바이오디스크가 설치된 침전조 안에서 박테리아에 의해 오염물질들이 제거되는 과정을 거치며, 일정시간 처리된 하수는 다시 한 번 슬러지 처리과정을 거쳐 밖으로 배출된다.

〈그림 3-20〉 트레프티츠 하수처리시설 평면도



자료: https://www.slideshare.net/KingspanKlargester/kingspan-klargester-technical-guide (검색일: 2018.10.18.)

〈그림 3-21〉 바이오디스크 하수처리시설



자료: (좌) https://www.bioires.pl/oczyszczalnie-przydomowe/oczyszczalnie-ze-zlozem-tarczowym-biodisc/oczyszczalnia-z-obrotowym-zlozem-biologicznym-biodisc-bd-19-25-osob-cena-do-indywidualnej-wyceny,726.html(검색일: 2018. 10. 18.)
(우) 저자 촬영

(2) 설치규모 및 비용

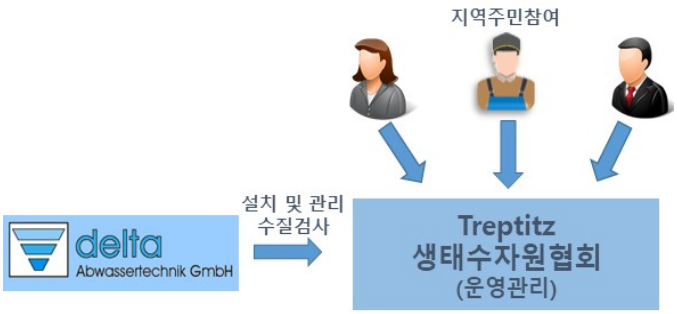
트레프티츠 마을에는 바이오디스크 하수처리장치 2개가 설치되어 있으며 시설 한 개당 처리 용량은 70명이다. 이 시설은 설계상 일인당 물 사용량을 하루 150L로 가정하고 50명의 하수를 처리하는 규모로

설계된 시설이지만, 실제 마을의 평균적인 물 사용량이 일인당 80L 정도임을 고려하여 70명의 하수를 처리하는 데 50인용 하수처리시설을 사용하고 있다. 이 시설의 설치비용은 시설 1개당 26,000유로이며, 2개를 설치하는 데 52,000유로가 사용되었다. 이 중 작센 주에서 시설당 13,600씩, 총 27,200유로가 지원되었다. 전체 마을 하수처리망을 구축하기 위해 가구당 3,500유로를 받아 하수처리시설 비용을 제외한 나머지 약 130,000유로를 각 가구 및 마을의 하수처리 배관을 설치하는 데 사용하였다.

(3) 운영 · 관리체계

하수처리시설의 운영을 위해 마을은 "트레프티츠 생태 수자원협회"를 설립하여 모든 마을구성원을 참여시켰으며 마을 하수처리시설의 관리는 마을에서 직접 하고 있다. 단, 하수처리시설의 기계적 점검은 일 년에 2번 설치업체인 "delta Abwassertechnik GmbH"에서 실시하고 있다. 하수처리장치가 복잡한 기술이 적용되어 있는 것이 아니기 때문에 기계적 문제가 발생할 가능성이 늦은 편이며, 실제로 2011년 이후로 기계의 고장은 발생하지 않고 있다.

〈그림 3-22〉 트레프티츠 하수처리시설 운영체계



자료: 저자 작성

3) 사업효과

(1) 운영비용

트레프티츠 생태수자원 협회는 하수처리시설의 운영비용으로 일 년에 가구당 30유로를 받고 있으며, 이는 하수처리시설 슬러지 처리, 바이오디스크 하수처리장치 설치업체(delta Abwassertechnik GmbH)의 점검비용 등으로 사용되고 있다. 바이오디스크 하수처리시설의 경우 초기 설치비용은 다른 하수처리장치에 비해 가격은 비싸지만 운영·관리 비용이 거의 들지 않는 장점이 있기 때문에 적은 운영·관리 비용으로 충분히 관리되고 있다. 단, 마을하수처리시설은 지역 바이오가스 발전소의 전기를 사용하기 때문에 운영비용 중 전기비용도 들지 않는다.

(2) 수질효과

수질은 하수처리시설 설치 업체인 “delta Abwassertechnik GmbH”가 지속적으로 실시하고 있으며 이 결과는 라이프치히 분산형 하수처리 교육센터에도 보고되어 장치의 효율성을 연구하도록 하고 있다. 트레프티츠 바이오디스크 하수처리시설의 2018년 5월 15일 수질검사 결과는 〈표3-6〉과 같다.

〈표 3-6〉 트레프티츠 하수처리시설 수질검사 결과

단위: mg/l

검사항목	측정결과(mg/g)	적합여부
화학적 산소 요구량(COD)	97	적합
온도	16℃	적합
pH값	7.2	적합
총부유물질	< 0.1	적합
암모니아성 질소	2.4	적합
색상, 냄새	냄새 없음, 투명함	적합

자료: 트레프티츠 수질검사표에서 저자 발췌 및 정리(2018. 5. 15)

4. 가이어스호프(Geyershof) 습지형 하수처리 시스템

1) 지역개요

가이어스호프 마을은 독일과 인접한 룩셈부르크 베크(Bech) 시에 속한 마을로 2017년 기준 인구는 41명이며 베크 시 전체인구(1,260명)의 3%밖에 되지 않는 소규모 마을이다. 농업을 주업으로 하고 있으며 다양한 국적의 외국인이 거주하고 있다. 마을 규모가 작은 베크 시는 기존에 비용이 많이 들어가는 하수처리시설 대신 친환경적이고 상대적으로 관리가 용이한 습지형 하수처리시설건설을 계획하였고 2002년 마을 아래쪽에 하수처리시설을 건설하였다.

〈그림 3-23〉 가이어스호프 전경

자료: http://trip-suggest.com/luxembourg/grevenmacher/scheidgen/(검색일: 2018. 8. 2.)

2) 하수처리시설 사업개요

가이어스호프 지역의 하수처리 공법은 수직형 습지하수처리 공법으로 처리과정은 네덜란드 오스터볼트의 하수처리시설과 같지만 슬러지 처리를 위한 전처리 과정은 빌트폴트스리드 시와 유사한 방식을 사용하고 있다. 하지만 가이어스호프 지역은 다른 지역과 다르게

빗물과 하수를 동시에 처리하도록 하는 혼합형 하수처리구조를 가지고 있다. 룩셈부르크는 화학약품을 사용하는 기존 하수처리시설을 많이 사용하고 있으나 가이어스호프의 경우, 자연친화적인 습지형 하수처리처리 공법이 마을의 규모에 적절하고 운영·관리가 편하다는 이점 때문에 이 공법을 사용하게 되었다.

(1) 처리공법

하수처리시설의 북쪽에 위치하고 있는 가이어스호프 마을에서 발생한 하수는 관로를 통해 하수처리시설에 모이게 되며, 하수에서 발생되는 크기가 큰 다양한 이물질(쓰레기, 휴기 등)이 걸러진다. 이렇게 걸러진 하수는 슬러지 처리를 위한 수조로 이동하는데, 이곳에서 2번에 걸쳐 슬러지를 걸러내고 습지형 하수처리시설로 이동한다.[23] 슬러지 처리가 완료된 하수는 양수기를 통해 수직형 습지하수처리장으로 이동하며 오스터볼트 지역의 수직형 하수처리시설과 같은 처리과정을 거친 뒤 방류된다. 방생된 슬러지는 모두 퇴비로 사용하고 있기 때문에 추가적인 슬러지 처리비용이 발생하지 않는다.

〈그림 3-24〉 가이어스호프 습지형 하수처리시설

자료: https://www.google.co.kr/intl/ko/earth(검색일: 2018. 8. 2.)

23) 수조는 하수 및 빗물을 동시에 처리하는 공간으로 수직형 습지처리시설로 이동하는 수량을 조절하고, 우기 시 수량이 증가할 경우 슬러지 처리 후 수조 아래 부분에 위치한 배수관을 통해 빗물을 바로 방류하도록 하는 역할을 함

〈그림 3-25〉 가이어스호프 하수처리시설 현장사진

자료: 저자 촬영(촬영일: 2018. 8. 2.)

(2) 설치규모 및 비용

가이어스호프의 마을하수처리시설은 2002년 건설되었으며 시설의 규모를 결정할 당시, 유명 레스토랑이 마을 내에 위치하여 130명 규모로 지어졌으나, 현재는 레스토랑의 폐업으로 인하여 기존 설치대비 큰 규모로 운영되고 있는 실정이다. 설치 당시 하수처리시설 설치를 위해 50만 유로(약 6.5억 원)의 사업비용이 사용되었으며 예산은 정부 및 지자체 예산으로 충당되었다.[24]

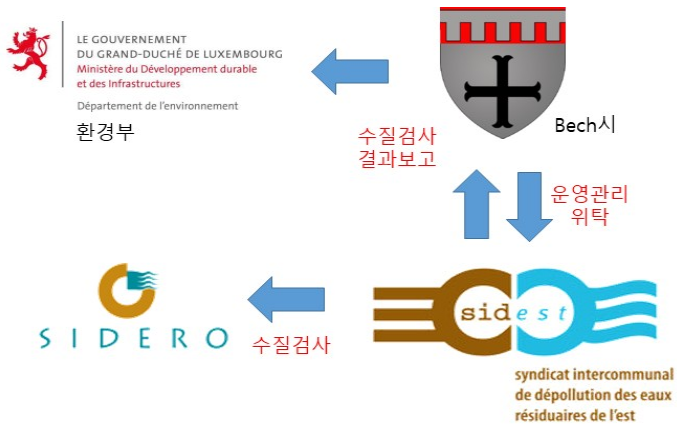
(3) 운영 · 관리체계

2002년 마을 하수처리시설이 건립되고 2010년까지 베크 시에서 하수처리시설을 직접 관리하였으나 2010년 수질처리 기준이 강화되고 이에 따른 전문성이 필요하게 되어 하수처리전문업체인 sidest에 하수처리시설 관리를 위탁하게 되었다. 따라서 현재는 sidest에서 베크 시의

24) 45만 유로는 룩셈부르크 정부 예산, 5만 유로는 베크 시 예산으로 건설됨

하수처리시설 대부분을 관리하고 있으며, 수질검사는 수질분석 분야에 국가인증을 가지고 있는 sidero연구소에 의뢰하여 지속적으로 실시하고 있으며, 그 결과를 베크 시 및 룩셈부르크 환경부에 보고하고 있다.

〈그림 3-26〉 하수처리시설 운영체계



자료: 저자 작성

3) 사업효과

(1) 운영비용

하수처리시스템 관리업체인 “sidest”는 룩셈부르크 내에 설치되어 있는 다양한 하수처리시설을 관리하고 있으며 베크 시의 모든 하수처리장을 위탁받아 관리하고 있다. 가이어스호프의 습지형 하수처리시설의 경우는 이물질 제거기계 및 양수기 상태를 점검하는 것 외에 특별히 관리하는 부분이 없기 때문에 인력운용 비용이외에는 소요되는 비용이 거의 없다. 2010년 하수처리시설의 위탁을 받은 이후 시설의 보수를 위해 투자되는 비용도 없는 실정이기 때문에 운영 · 관리 비용이 거의 들지 않고 있다.

(2) 수질효과

수질검사는 수질분석 인증기관인 “sidero연구소”가 지속적으로 실시하고 있으며 결과는 베크 시와 룩셈부르크 환경부에 보고되고 있다. sidest에서 제공한 가이어스호프 하수처리시설의 수질검사 결과는 〈표 3-7〉과 같으며 수질기준을 모두 만족하고 있다.

〈표 3-7〉 가이어스호프 하수처리시설 수질검사 결과

단위: mg/l

검사항목	측정결과(mg/g)	적합여부
pH값	7.2	적합
생화학적 산소 요구량(BOD)	< 0.2	적합
화학적 산소 요구량(COD)	10	적합
부유물질	10	적합
총질소	26	적합
암모니아	<0.2	적합
총인	1.8	적합

자료: sidest 제공자료에서 저자 발췌 및 정리

제3절 시사점

1. 일본 사례

1) 어장 · 어항 · 어촌의 통합적 접근으로 어촌형 소규모 하수처리시설 도입

일본 사례에서 살펴보았던 어업집락배수시설은 어촌지역 내 집락의 생활환경개선과 어장밀집지역의 위생문제를 해결하는 데 목적이 있다. 특히 어업집락배수시설에 대한 지원은 어장, 어항, 어촌(배후촌락)의 통합적 접근을 전제로 추진하고 있다. 먼저 어촌의 배후촌락에서 발생하는 오수를 차집관로를 통해 하수처리시설로 모아 해당지역의 입지여건과 규모, 재정여건 등을 고려하여 처리공법을 채택하고 있다.

둘째, 일본의 어업집락배수시설 지원 사업은 크게 관로설치, 펌프시설, 오수처리시설 등으로 구분되며, 오수처리시설은 대부분 어항구역 내 육역부지에 입지함으로써 사업추진 과정에서 발생할 수 있는 민원, 부지확보 문제 등을 최소화하고 있다. 특히 소규모 어촌지역은 대부분 제1종어항[25] 또는 제2종어항[26]으로 수면으로부터 가장 낮은 위치에 입지함으로써 중력에 의한 오수를 차집(遮集)[27]하는 데 유리한 입지여건을 활용하고 있다.

셋째, 일본의 어업집락배수시설은 어항구역 내 오수처리시설을 통해 어장으로 방류되는 배출수를 관리함으로써 어장에서 생산되는 수산물을 안전하게 공급하기 위한 정책으로 연결되고 있다.

일본의 어촌지역 내 소규모 하수처리시설은 어장, 어항, 어촌의 통합적인 접근이 이루어지고 있다. 소규모 하수처리시설은 어촌의 입지여건(경사지)과 100가구 내외의 정주규모, 어장밀집지역에 인접하는 공간적 특성을 고려하고 있으며, 국토교통성, 환경성, 수산청 등 부처별로 농어촌지역의 소규모 하수도사업을 추진하고 있다.

2) 어촌 리프레시 운동 등 어촌 정주환경에 대한 연차별 성과관리 강화

일본 정부는 어업집락배수시설 등 어촌의 정주환경에 대한 성과지표를 법정계획에 마련하고 연차별 성과관리를 강화해 나가고 있다. 일본 농림수산성과 수산청은 어촌 리프레시 운동을 통해 어촌의 상·하수도, 광장·공원, 소방, 도로율 등 정주환경과 직접적으로 관련된 성과지표를 연차별로 관리해 나가고 있다. 특히 수산청은 어항어장

25) 제1종 어항: 그 이용범위가 지방어업을 주로 하는 어항(우리나라의 어촌정주어항 또는 마을공동어항에 해당)
26) 제2종 어항: 그 이용범위가 제1종어항보다 넓으며, 제3종어항에 속하지 않는 어항(우리나라의 지방어항에 해당)
27) 차집이란 관이나 암거로 물을 모으고 더 큰 관거로 합류하여 한 곳으로 모으는 것을 말함

정비장기계획(2014~2018년)을 수립하고, 어업집락 200개의 사업지구를 집중적으로 시행함으로써 오수처리시설 보급률을 2013년 65%에서 2018년 80% 수준으로 끌어올리는 실행방안을 제시하고 있다.

어촌의 소규모 하수처리시설에 대한 지원의 체계적인 집행과 성과관리를 위해 연차별 사업물량과 하수처리보급률을 정량적으로 관리하는 것이 정부와 지자체의 집행 실행력을 높이는 것으로 보인다. 실제 일본 어촌지역의 하수처리보급률은 2000년 25% 수준에서 2018년 80% 수준으로 나타나 약 20년 기간 동안에 가장 큰 성과를 이루어냈다.

3) 어장 위생환경과 어촌 정주환경 개선 등 수산청의 독립적인 사업 시행 당위성 확보

일본은 농어촌지역의 하수도정비를 국토교통성, 환경성, 수산청 등 여러 부처에서 사업이 추진되며, 시정촌의 기초지자체는 지역여건과 사업매칭 등을 고려하여 사업을 추진하고 있다. 우리나라의 경우에도 하수도 정책을 행정자치부, 농림축산식품부, 환경부로 구분되어 추진하였으나 환경부로 일원화하는 정책을 추진하고 있다. 그럼에도 불구하고 일본정부는 여러 부처별로 시행하고, 특히 수산청이 독립적인 사업시행을 추진하고 있다. 이는 어촌지역의 특성상 어촌의 정주환경 개선뿐만 아니라 어장밀집지역의 수산물의 안전성과 위생환경에 대한 대응을 목적으로 하고 있기 때문이다.

일본의 하수도 정책은 육상기인 오염원을 처리하는 데에 국한되는 것이 아니라 농어촌지역의 정주여건과 어장밀집지역과의 인접성을 정책적으로 고려하여 국민들의 수산물 안전 및 위생관련 정책니즈를 고려하고 있다는 점은 동 사례연구에서도 시사하는 바가 매우 크다.

4) 전문기관 위탁 및 권역화된 관리방식으로 소규모 하수처리시설 운영 · 관리 효율화

일본은 어업집락배수시설 지원에 따른 사후 운영 · 관리를 주로 민간전문업체에 위탁하는 방식을 채택하고 있으며, 일부지역은 지역주민이 참여하는 방식도 이루어지고 있다.

소규모 하수처리시설은 연중 운영되고 다양한 공법에 따른 전문성이 필요하기 때문에 전문기관에 위탁하는 경우 연간 2~3억 원이 소요되고 있다. 시오가마시의 경우에는 몇 개 사업지구를 묶어 권역화를 형성하고, 이를 전문기관에 위탁함으로써 비용, 관리의 효율성 등을 도모하고 있다.

〈표 3-8〉 일본 사례 종합분석

구분		세부내용
일본 사례	어장 · 어항 · 어촌의 통합적 접근으로 어촌형 소규모 하수처리시설 도입	- 어촌의 촌락에서 발생하는 오수를 통해 하수처리 시설로 모아 입지여건, 규모 고려한 공법 채택 - 오수처리시설은 어항구역 내 입지시켜 사업과정에서 민원, 부지확보 문제 등을 최소화 - 오수처리시설을 통해 어장으로 방류되는 배출수를 관리함으로써 국민들에게 수산물을 안전하게 공급
	어촌 리프레시 운동 등 어촌 정주환경에 대한 연차별 성과관리 강화	- 어촌 정주환경에 대한 성과지표를 법정계획에 마련, 연차별 성과관리를 강화 - 어항어장정비계획(2014~2018년)에 어업집락 200개 사업지구 집행을 통해 2018년 80%까지 향상
	어장 위생환경과 어촌 정주환경 개선 등 수산청의 독립적인 사업시행 당위성 확보	- 농어촌지역의 정주여건과 어장밀집지역의 인접성을 정책으로 고려 - 국민들의 먹거리 안전에 대한 니즈를 고려하여 수산청의 독립적인 사업시행 당위성 확보
	전문기관 위탁 및 권역화된 관리방식으로 소규모 하수처리시설 운영 · 관리 효율화	- 어업집락배수시설 지원에 대한 사후 운영 · 관리는 주로 민간전문업체에 위탁(일부 주민참여 방식) - 어업집락배수시설 2개 이상을 묶어 권역화 통해 운영 · 관리 효율성 제고

자료: 저자 작성

2. 유럽연합 사례

1) 친환경적 접근방식의 소규모 하수처리시설 도입

유럽의 대부분 소규모 지역은 분산형 하수시스템을 주택 내에 사용하고 있기 때문에, 외관상 거부감이 있을 수 있는 기존 하수처리 방식(화학약품 사용)보다는 주변 자연환경과 어울릴 수 있고 친환경적인 하수처리시설을 선호하고 있다. 대표적인 친환경적 하수처리 방식은 습지형 하수처리시스템으로 이는 어떠한 인공적인 처리방식을 배제하고 자연의 정화능력을 활용하여 하수를 정화하기 때문에 생태 교육적인 측면에서도 지역주민들의 호응을 얻고 있다. 실제로 독일의 경우, 이러한 하수처리 시스템을 교육하고 홍보하는 교육센터를 갖추고 지속적으로 교육의 기회를 제공함으로써 가정 내 하수처리시설 설치에 대한 거부감을 줄여주고 환경에 대한 인식도 제고시키는 효과를 보여주고 있다.

2) 저렴한 비용의 분산형 하수처리 시스템 활용

일반적인 대규모 하수처리시스템의 경우는 하수 배관부터 처리장까지 매우 큰 비용이 소요되며, 소규모 마을단위의 경우 이러한 하수처리시설의 설치는 매우 비효율적일 수밖에 없다. 하지만 분산형 하수처리 시스템을 채택하여 주택 내 소규모로 설치를 한다면 하수처리 과정에서 시설의 부하도 줄일 수 있으며 하수집하장까지 배관을 설치할 필요가 없어 이로 인해 발생되는 비용을 줄일 수 있다. 또한 기존의 대규모 하수처리시설에 비해 복잡한 처리과정을 거치지 않기 때문에 설치비용도 대규모 하수처리시설을 짓는 것보다 매우 저렴한 수준이다. 유럽에서 4인 가족 기준 하수처리시설의 설치비용은 5000

~7000유로 정도이나, 몇 가구가 공동 설치할 경우 가구당 비용은 더욱 줄어들 수 있기 때문에 소규모 마을에서는 분산형 하수처리 시스템으로 인한 비용절감효과가 크다고 할 수 있다.

3) 운영 · 관리의 용이성 극대화

친환경적인 하수처리시스템의 가장 큰 장점은 자연적인 정화 시스템을 적용하고 있기 때문에 하수처리를 위한 고난도의 기술이 적용되지 않는다는 점이다. 습지형 하수처리시설의 경우 생활하수가 습지에 흘러감에 따라 오염물질이 자연적으로 식물과 흙에 흡착되고 흡수되면서 정화시키는 방식이며, 컴팩트형 하수처리 시스템은 자연적으로 발생하는 박테리아를 활용하여 오염원을 제거하는 것이기 때문에 가정에서 하수처리시설 관리를 위해 기업에게 위탁관리를 맡길 필요가 없다. 관리의 수준은 슬러지를 제거하거나, 식물이 일정크기 이상으로 자랐을 때 잘라주는 정도이기 때문에 하수처리시설 관리에 전혀 부담이 되지 않는다. 단, 하수처리시설 내의 양수기 및 전기시설의 관리는 설치 업체에서 수행하고 있으나 고장률이 매우 낮아 크게 우려할 수준이 아니다. 따라서 장기적인 운영 · 관리 비용이 소요되지 않으면서, 관리를 쉽게 할 수 있다는 큰 장점이 유럽의 분산형 하수처리 시스템의 특징이라고 할 수 있다.

4) 하수처리시설 운영 · 관리 조직을 통한 지역주민의 참여

소규모 가구단위의 하수처리시설의 경우는 대부분 구성원이 직접 관리하기도 하지만 하수처리시설의 규모가 좀 더 클 경우, 다양한 조직을 통한 운영 · 관리 체계를 갖추고 있다. 가장 대표적인 관리조직은 조합의 형태로, 트레프티츠 사례처럼 마을 구성원이 직접 하수관리조합을 만들어 운영하거나, 가이어스호프처럼 지역 수조합에 가입

하여 전문성을 갖춘 조직에 맡기는 경우도 있다. 단순히 전문성이 있는 민간업체게 위탁을 맡기는 것과는 다르게 이러한 형태의 조직을 구성하거나 참여하여 수질관리를 하는 것은 주민이 마을의 구성원으로써 하수처리 관리에 직·간접적으로 참여한다는 점에서 차이점을 보인다. 조합에 가입된 지자체 또는 주민들은 하수처리에 들어가는 비용을 분담해서 내야하기 때문에 이 비용을 줄이기 위해서 저렴하고 효과적인 하수처리 시스템을 스스로 결정하며, 하수오염을 최소화하기 위해 노력한다. 즉, 지역주민들은 생활하수의 발생과 처리에 보다 적극적으로 참여함으로써 효율적인 운영 · 관리가 되도록 노력하고 있다.

〈표 3-9〉 유럽연합 사례 종합분석

구분		세부내용
유럽 연합 사례	친환경적 접근방식의 소규모 하수처리시설 도입	- 주택 내에 하수처리시설을 설치해야 하기 때문에 자연환경과 어울리고 친환경적인 하수처리시설 도입 - 인공적인 처리방식을 배제하고 자연의 정화능력을 활용하기 때문에 생태교육 측면에서도 장점을 가짐 - 친환경적인 분산형 하수처리 교육센터를 설립하여 지역주민에게 효과를 교육, 홍보하여 환경에 대한 인식 제고
	저렴한 비용의 분산형 하수처리 시스템 활용	- 소규모 마을단위는 중앙차집을 통한 규모가 큰 하수처리시설보다 분산형 하수처리시설이 비용절감효과가 큼 - 분산형 하수처리시설은 몇 가구가 공동으로 설치할 경우 비용절감효과가 더 크기 때문에 소규모 마을에서 매우 선호되고 있음
	운영·관리의 용이성 극대화	- 대부분의 친환경 하수처리시설은 고난도의 기술이 적용되는 것이 아니기 때문에 자발적인 시설관리가 가능함 - 슬러지 처리 또는 식물의 크기를 정리해주는 정도로 10년 이상 운영이 가능함
	하수처리시설 운영 · 관리 조직을 통한 지역주민의 참여	- 공동으로 하수처리시설을 설치하는 경우 자체조합이나 지역 수조합 등을 통해서 하수처리시설을 관리함 - 하수처리에 드는 비용을 가구가 분담해서 내기 때문에 비용 절감을 위해 지역주민이 스스로 하수처리시설을 결정하고, 오염배출수를 줄이기 위해 노력함

자료: 저자 작성

제 4 장

어촌 특성에 맞는 소규모 하수처리시설 도입 및 운영 · 관리 방안

제1절 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 추진방향

1. 기본방향

1) 개요

제4장 제1절의 추진방향은 앞서 제2장과 제3장에서 살펴보았던 분석결과를 토대로 어촌 특성에 맞는 소규모 하수처리시설의 도입과 운영 · 관리 추진방향을 도출하면 〈표 4-1〉과 같다.

〈표 4-1〉 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 추진방향

구분		분석결과	도출내용
현황 분석	어촌공공 하수도 현황	- 어장밀집지역 하수도보급률 11.8%	소규모 하수처리시설 양적 확충 · 정비
	관련법률 검토	- 배출수 수질기준(노로 등 기준 부재) - T-N, T-P의 낮은 처리효율	어촌 특성에 맞는 제도적 기반 마련
	적용공법	- 9개 영역, 74개 세부공법 난립	소규모 하수처리시설 질적 개선 (어촌 표준형 소규모 하수도 공법 도입)

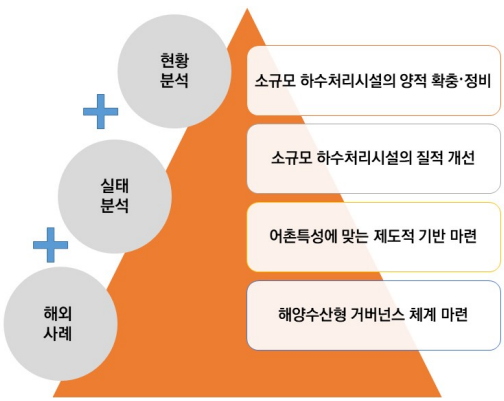
구분		분석결과	도출내용
현황 분석	운영관리 방식	- 지자체 직영(14.7%) - 민간전문업체 위탁 운영(74.3%)	어촌 특성에 맞는 거버넌스 도입
실태 분석	수질 등 배출수 분석	- 표본지역 60% 노로바이러스 검출 (마을하수도 유무/시기와 관계없음)	소규모 하수처리시설 질적 개선 (노로/살모넬라 등 위생관리 필요)
해외 사례	일본 사례	- 수산청 독립적 사업 당위성 확보 - 민간전문업체 위탁 및 권역화 운영 · 관리	해양수산형 거버넌스 체계 마련
	유럽연합 사례	- 소규모 마을단위에 효과적인 하수처리 시스템 활용 - 자발적 참여가 가능한 운영·관리 체계	분산형 하수처리 시스템 도입 주민이 참여하는 운영·관리체계 마련

자료: 저자 작성

2) 주요 추진방향

어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 도입과 운영 · 관리를 위한 추진방향은 ⅰ) 소규모 하수처리시설의 양적 확충 · 정비, ⅱ) 소규모 하수처리시설의 질적 개선, ⅲ) 어촌 특성에 맞는 제도적 기반 마련, ⅳ) 해양수산형 거버넌스 체계 마련 등으로 세분화해 볼 수 있다.

〈그림 4-1〉 어장밀집지역 마을하수도의 기본방향 설정



자료: 저자 작성

(1) 소규모 하수처리시설의 양적 확충 · 정비

어장밀집지역의 소규모 하수처리시설은 농촌과 도시지역에 비해서 부족하다. 특히 전남과 경남지역 등 어장밀집성이 나타나는 패류생산 지정해역, 수산자원보호구역 등 상대적 중요도가 높고 하수도 보급률이 현저하게 낮은 지역에서는 하수처리시설의 양적인 확충 · 정비가 시급한 상황이다.

(2) 소규모 하수처리시설의 질적 개선

어촌지역의 소규모 하수처리시설은 정주환경 개선을 통한 어업인의 삶의 질 향상에도 기여하지만 어장밀집지역의 안전하고 위생적인 수산물 생산기반에도 중요한 역할을 한다. 하지만 앞서 제2장 제3절 실태분석에서도 살펴보았듯이 하수처리시설의 유무와 관계없이 위해요소가 검출되었고, 이에 대응할 수 있는 적절한 하수처리공법에 따른 시급한 개선이 요구되고 있다.

특히 어장밀집지역으로 바로 유입되는 오수에서 노로바이러스가 검출되고 있으나 패류생산 지정해역 내 수질과 양식생물에 대한 주기적인 모니터링조사에 국한되고 있어 이에 대한 적극적인 개선이 필요하다. 노로바이러스를 제거할 수 있는 염소, 오존 및 자외선(UV) 소독을 할 수 있도록 신규시설 구축뿐만 아니라 기존 설비의 정비 등 질적 개선을 위한 노력이 필요하다.

(3) 어촌 특성에 맞는 제도적 기반 마련

어촌의 소규모 하수처리시설 인프라 확충과 어장밀집지역 내 위생관리 강화를 위해 관련법령 개정 등 어촌 특성에 맞는 제도적 기반 마련이 필요하다. 특히 「하수도법」, 「농어촌정비법」, 「어촌어항법」, 「어장관리

법」 등의 개정을 통해 어촌지역 내 취약한 마을하수도 인프라를 확충하고, 어장밀집지역 내 위생관리를 사전에 강화할 수 있는 체계가 필요하다.

첫째, 어촌의 인프라 확충·정비를 위해서는 농어촌정비법과 어촌어항법 개정이 필요하다. 농어촌정비법과 어촌어항법 개정은 어촌지역에 마을하수도 설치에 대한 규정과 사업체계를 규정하고, 어장밀집지역에 대해서는 우선적인 지원 근거를 마련할 필요가 있다.

둘째, 어장밀집지역 인근의 어촌 소규모 하수처리시설은 수산물 위생안전에 대한 개선과 사전 예방적 조치 방안에 대한 규정을 마련토록 해야 한다. 특히 패류생산 지정해역, 수산자원보호구역, 기타 양식어장이 밀집되어 있는 지역에 대해서는 우선적인 조치와 이에 대한 근거규정 마련이 필요하다.

(4) 해양수산형 거버넌스 체계 마련

어촌지역의 소규모 하수처리시설은 지금까지 환경부와 농림축산식품부에서 추진해 오고 있다. 환경부는 1966년 「하수도법」 제정 이후 하수도 정책을 추진해 왔으며, 농림축산식품부는 1995년 「농어촌정비법」 제정 이후 마을하수도를 지원하고 있다. 하지만 환경부와 농림축산식품부의 관련 법률 제정과 사업 추진에도 불구하고 어촌의 소규모 하수처리시설은 여전히 취약하고, 무엇보다도 어장밀집지역에 대한 문제에 있어서 하수도 정책의 우선순위에 반영되지 못하고 있다.

어촌의 정주환경 개선과 어장밀집지역의 수산물 위생안전에 대한 방향으로 정책이 반영될 수 있도록 해양수산형 거버넌스 체계를 마련해야 한다. 물론 이 거버넌스는 하수도 정책을 총괄하는 환경부와 협업체계를 갖추고, 다만 어촌의 소규모 하수처리시설의 신속한 생활 SOC 인프라 확충과 어장밀집지역의 위생안전 등 육상과 해역의 협력체계를 이끌어 낼 수 있는 통합적 관리체계가 이루어져야 한다.

2. 추진전략 및 과제

1) 비전 및 목표 설정

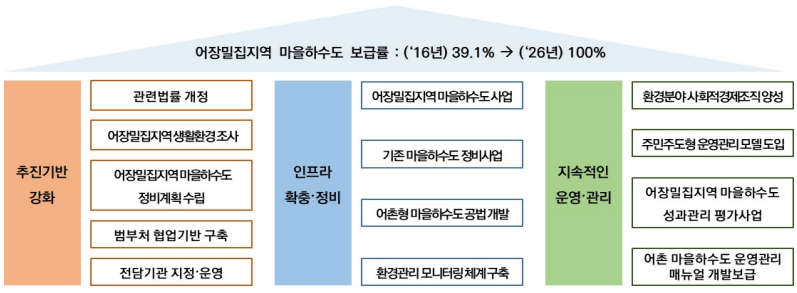
(1) 비전

정부는 2019년 재정계획을 수립하면서 기존의 대규모 SOC 투자를 줄인 반면에 지역밀착 생활형 SOC를 늘려 주민들이 현장에서 체감할 수 있도록 하는 정책으로 전환하였다. 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설에 대한 정책이 보다 잘 이루질 수 있도록 체계를 마련하고, 그 비전을 "어촌의 생활형 SOC 강화로 국민의 삶의 질 향상"으로 설정하였다.

(2) 목표 설정

어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 관련 정책의 핵심적인 정량적 성과지표는 연차별 마을하수도 보급률이다. 어장밀집지역 마을하수도 보급률은 2016년 기준은 39.1% 수준에 있으며, 이를 개선하기 위한 전략과 정책과제 수행을 통해 2026년까지 100%로 완비함으로써 어촌의 쾌적한 정주환경 마련과 어장의 위생안전 문제를 개선해 나갈 수 있도록 한다.

〈그림 4-2〉 추진전략 및 과제



자료: 저자 작성

2) 전략 및 정책과제

정부와 지자체가 어장밀집지역의 어촌 소규모 하수처리시설 정책을 펼쳐 나가는 데 있어서 ⅰ) 추진기반 강화, ⅱ) 인프라 확충·정비, ⅲ) 지속적인 운영·관리 등 3대 전략을 마련하고, 이를 세부적인 추진할 13대 정책과제를 제안하였다.

(1) 추진기반 강화

추진기반 강화전략은 정부·지자체가 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설이 효과적으로 추진될 수 있도록 하는 법·제도 개선, 어촌 생활환경 기초조사 및 어촌 마을하수도 종합계획, 거버넌스 체계 재정비 등을 포함하고 있다. 그 세부적인 정책과제로는 ⅰ) 관련법률 개정, ⅱ) 어장밀집지역 생활환경 기초조사, ⅲ) 어장밀집지역 마을하수도 정비계획 수립, ⅳ) 범부처 협업기반 구축, ⅴ) 전담기관 지정·운영 등을 제시하였다.

(2) 인프라 확충·정비

인프라 확충·정비는 어장밀집지역의 부족한 소규모 하수처리시설의 도입과 배출수의 수질 등 환경관리 모니터링 등을 포함하고 있다. 그 세부적인 정책과제는 ⅰ) 어장밀집지역 마을하수도 사업, ⅱ) 기존 마을하수도 정비사업, ⅲ) 어촌형 마을하수도 공법 개발, ⅳ) 환경관리 모니터링 체계 구축 등을 제시하였다.

(3) 지속적인 운영·관리

지속적인 운영·관리는 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 인프라 구축 이후에도 안정적인 운영과 관리가 이루어질 수 있는 사업을 포함

하고 있다. 그 세부적인 정책과제로는 ⅰ) 환경분야 사회적경제조직 양성, ⅱ) 주민주도형 운영 · 관리 모델 도입, ⅲ) 어장밀집지역 마을하수도 성과관리 평가사업, ⅳ) 어촌 마을하수도 운영 · 관리 매뉴얼 개발보급 등을 제시하였다.

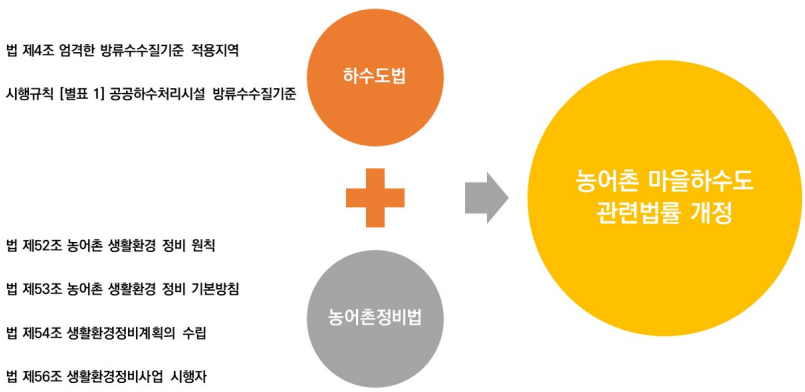
제2절 부문별 정책과제

1. 추진기반 강화

1) 관련법률 개정

어촌의 소규모 하수처리시설의 효율적인 추진을 위한 방안으로 「하수도법」과 「농어촌정비법」에 대한 개정이 우선적으로 필요하다. 「하수도법」은 하수도 정책에서 기본적으로 적용되는 방류수 수질기준 적용지역과 수질기준에 대한 개정이 필요하다. 또한, 농어촌정비법은 농어촌 생활환경정비사업을 통해 마을하수도 등의 개선이 이루어지고 있으나 해양수산부장관이 이를 시행할 수 있는 근거규정이 마련되어 있지 못해 이를 시급히 개선하고자 하였다. 또한, 생활환경정비계획의 수립과 시행자 지정에 있어서도 어촌의 여건을 고려한 전담기관이 지정될 수 있도록 규정을 마련할 필요가 있다. 그 세부적인 내용은 〈표 4-2〉에서 〈표 4-4〉에 세부적으로 제시하였다.

〈그림 4-3〉 어촌 소규모 하수처리시설 관련법률 개정방향



자료: 저자 작성

(1) 「하수도법」

가. 공공하수처리시설 · 간이공공하수처리시설의 방류수 수질기준

「하수도법」 시행규칙 [별표 1]의 공공하수처리시설 · 간이공공하수처리시설의 방류수 수질기준의 개정(안)을 제시하면 〈표 4-2〉와 같다. 본 연구에서 표본조사가 이루어졌던 지역에서 발생했던 노로바이러스를 포함하여 콜레라균, 살모넬라균 항목을 추가할 필요가 있다. 또한 최근 미세 플라스틱이 인체에 미치는 영향에 대한 우려가 높아지면서 배출수 수질기준에 이를 포함하여 관리하는 것이 필요할 것이다.

〈표 4-2〉 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 개정방안

단위: ㎎/L, 개/㎖, TU

구 분		BOD	COD	SS	T-N	T-P	총 대장균 군수	생태 독성	노로/ 콜레라균 살모넬라 균*	미세 플라 스틱*
1일 하수처리 용량 500㎥ 이상	Ⅰ지역	5	20	10	20	0.2	1,000	1	불검출	불검출
	Ⅱ지역	5	20	10	20	0.3	3,000	1	불검출	불검출
	Ⅲ지역	10	40	10	20	0.5	3,000	1	불검출	불검출
	Ⅳ지역	10	40	10	20	2	3,000	1	불검출	불검출
1일 하수처리 용량 500㎥ 미만 50㎥ 이상		10	40	10	20	2	3,000	1	불검출	불검출
1일 하수처리 용량 50㎥ 미만		10	40	10	40	4	3,000	1	불검출	불검출

주: * 신규 추가항목

자료: 법제처 국가법령정보센터(www.law.go.kr)의 내용을 토대로 저자 작성

나. 방류수 수질기준 적용지역

「하수도법」 제7조 제1항에는 공공하수처리시설 · 간이공공하수처리시설 · 분뇨처리시설 및 개인하수처리시설의 방류수 수질기준은 환경부령으로 규정하고, 시행령 제4조에서는 엄격한 방류수 수질기준 적용지역을 특정하고 있다. 하지만 시행령 제4조에 의해 적용받는 지역 중 방류수에 의해 수산물 위생 · 안전에 영향을 받는 해역은 포함되지 않아 추가 지정이 필요하다.

〈표 4-3〉「하수도법」 시행령 제4조(엄격한 방류수 수질기준 적용지역) 개정방향

현행	개정(안)
제4조(엄격한 방류수 수질기준 적용지역) 법 제7조제1항제1호에서 "대통령령으로 정하는 지역"이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 구역 또는 지역을 말한다.	제4조(엄격한 방류수 수질기준 적용지역)_____.
1.「수도법」제3조제17호에 따른 수도시설 중 취수시설로부터 유하거리 4킬로미터 이내의 상류지역과 같은 법 제7조에 따른 상수원보호구역	1.~ 9. (현행과 동일)
2.「환경정책기본법」 제38조제1항에 따른 특별대책지역	
3.「한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」 제4조제1항,「낙동강수계물관리및주민지원등에관한법률」 제4조제1항,「금강수계물관리및주민지원등에관한법률」 제4조제1항 및「영산강·섬진강수계물관리및주민지원등에관한법률」 제4조제1항에 따른 수변구역	
4.「자연공원법」 제2조제1호에 따른 자연공원	
5.「지하수법」 제12조에 따른 지하수보전구역	
6.「습지보전법」 제8조에 따른 습지보호지역, 습지주변관리지역 및 습지개선지역	
7.「해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률」 제25조에 따른 해양보호구역	
8.「해양환경관리법」 제15조제1항에 따른 환경보전해역 및 특별관리해역	
9.「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제40조에 따른 수산자원보호구역	
〈신설〉	10.「농수산물 품질관리법」 제71조에 따른 지정해역
〈신설〉	11.「수산업법」 제8조에 따른 면허어장
12. 그 밖에「환경정책기본법 시행령」 별표 제3호에 따른 수질 및 수생태계의 환경기준을 등급 Ⅰa로 보전하여야 할 필요성이 인정되는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 지역	12._____

자료: 법제처 국가법령정보센터(www.law.go.kr)의 내용을 토대로 저자 작성

(2) 농어촌정비법

가. 농어촌 생활환경 정비 원칙 및 기본방침

「농어촌정비법」 제2조 제10호에는 “생활환경정비사업”을 규정하고 있으며, 농어촌지역과 준농어촌지역의 생활환경, 생활기반 및 편익시설 · 복지시설 등을 종합적으로 정비하고 사업으로 마을하수도를 포함하고 있다. 하지만 동법 제52조, 제53조에는 생활환경 정비 원칙과 기본방침으로 농림축산식품부장관이 할 수 있도록 규정되어 있다. 어촌지역의 생활환경정비사업이 시행될 수 있도록 정비 원칙과 기본방침에 해양수산부장관이 시행할 수 있는 근거규정을 마련할 필요가 있다.

나. 생활환경정비계획의 수립

「농어촌정비법」 제54조에 따른 생활환경정비계획은 사실상 농촌지역에 국한된 사업계획으로 기초지자체가 5년 마다 생활환경정비사업 시행이 필요할 경우 수립하고 이를 「농업 · 농촌 및 식품산업 기본법」 제15조에 따른 시 · 군 · 구 농업 · 농촌 및 식품산업정책심의회의 심의를 거치도록 규정하고 있다. 본 연구에서는 「농어촌정비법」 개정을 통해 어촌지역은 「수산업 · 어촌 발전 기본법」 제8조에 따른 시 · 군 · 구 수산업 · 어촌정책 심의회의 심의를 거치도록 규정을 마련하였다.

다. 생활환경정비사업 시행자

「농어촌정비법」 제56조에 따르면 생활환경정비사업은 시장 · 군수 · 구청장이 시행하며, 이들은 생활환경정비사업을 효율적으로 추진하기 위하여 사업의 전부 또는 일부를 한국농어촌공사, 지방공기업,

마을정비조합 등을 지정할 수 있도록 규정하고 있다. 다만, 「농어촌정비법」 개정(안)에는 「어촌 · 어항법」 제57에 따른 한국어촌어항공단을 추가로 지정할 수 있도록 근거규정을 마련하였다.

〈표 4-4〉 농어촌정비법 개정방향

현행	개정(안)
제52조(농어촌 생활환경 정비 원칙) 농림축산식품부장관은 생활환경정비사업을 시행할 때 지역개발 여건과 소득원 확충 등을 고려하여 필요하다고 인정하면 생활환경정비사업과 농업생산기반 정비사업, 농어촌 관광휴양자원 개발, 한계농지 등의 정비사업을 병행하여야 한다.	제52조(농어촌 생활환경 정비 원칙) ____과 해양수산부장관은 _____ _____ _____ _____ _____.
제53조(농어촌 생활환경 정비 기본방침) ① 농림축산식품부장관은 생활환경정비사업의 방향 및 정책 시행의 지침이 되는 농어촌 생활환경 정비 기본방침을 세워야 한다.	제53조(농어촌 생활환경 정비 기본방침) ① ____과 해양수산부장관은 _____ _____ _____.
제54조(생활환경정비계획의 수립) 시장 · 군수 · 구청장은 생활환경정비사업을 시행할 필요가 있다면 5년마다 생활환경정비계획을 세워 「농업 · 농촌 및 식품산업 기본법」 제15조에 따른 시 · 군 · 구 농업 · 농촌 및 식품산업정책심의회의 심의를 거쳐 시 · 도지사의 승인을 받아야 한다.	제54조(생활환경정비계획의 수립)_____ _____세워야 한다. 다만, 농촌과 어촌은_____하고, 어촌은 「수산업 · 어촌 발전 기본법」 제8조에 따른 시군구 수산업 · 어촌정책심의회의 심의를 거쳐 시도지사의 승인을 받아야 한다.
제56조(생활환경정비사업 시행자) ① 생활환경정비사업은 시장 · 군수 · 구청장이 시행한다. 다만, 시장 · 군수 · 구청장은 생활환경정비사업을 효율적으로 추진하기 위하여 사업의 전부 또는 일부에 대하여 다음 각 호의 자를 사업시행자로 지정할 수 있다. 1. 한국농어촌공사 1의 2. 「지방공기업법」에 따른 지방공기업(제2조제10호가목, 나목 및 사목에 해당하는 사업으로서 「지방공기업법」 제2조의 적용 범위에 해당하는 사업에만 해당한다) 2. 제57조제1항에 따라 설립된 마을정비조합(제2조제10호가목 및 나목에 해당하는 사업에만 해	제56조(생활환경정비사업 시행자) ①_____ _____ _____ _____ _____. 1.~ 4. (현행과 동일)

당한다) 3. 시장 · 군수 · 구청장, 한국농어촌공사, 「지방공기업법」에 따른 지방공기업(이하 "지방공기업"이라 한다) 또는 마을정비조합이 「한국토지주택공사법」에 따른 한국토지주택공사(이하 "한국토지주택공사"라 한다) 또는 「주택법」 제4조에 따라 등록한 주택건설 사업자(이하 "주택건설 사업자"라 한다)와 공동으로 출자하여 설립한 법인(제2조제10호가목 및 나목에 해당하는 사업에만 해당한다) 4. 농어촌 주택의 소유자(제2조제10호바목, 자목 및 차목에 해당하는 사업에만 해당한다)	5. 「어촌어항법」 제57조에 따른 한국어촌어항공단

자료: 법제처 국가법령정보센터(www.law.go.kr)의 내용을 토대로 저자 작성

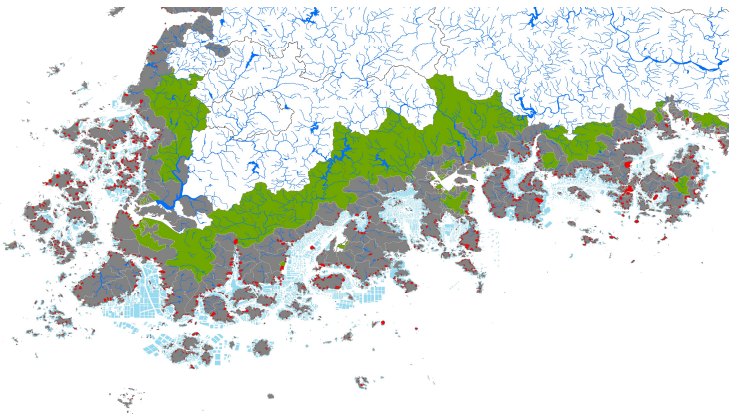
2) 어장밀집지역 생활환경 기초조사 체계 구축

생활환경 기초조사는 어장밀집지역 내 어촌집락의 생활하수와 하천, 육상양식장, 상업시설 등 오염원의 유입구를 대상으로 소규모 하수처리시설의 유무에 관계없이 「하수도법」에 의한 방류수 수질기준과 그 외에 필요한 조사항목을 설정하여 반기별로 정기적인 조사를 실행토록 한다.

(1) 생활환경 기초조사 조사정점

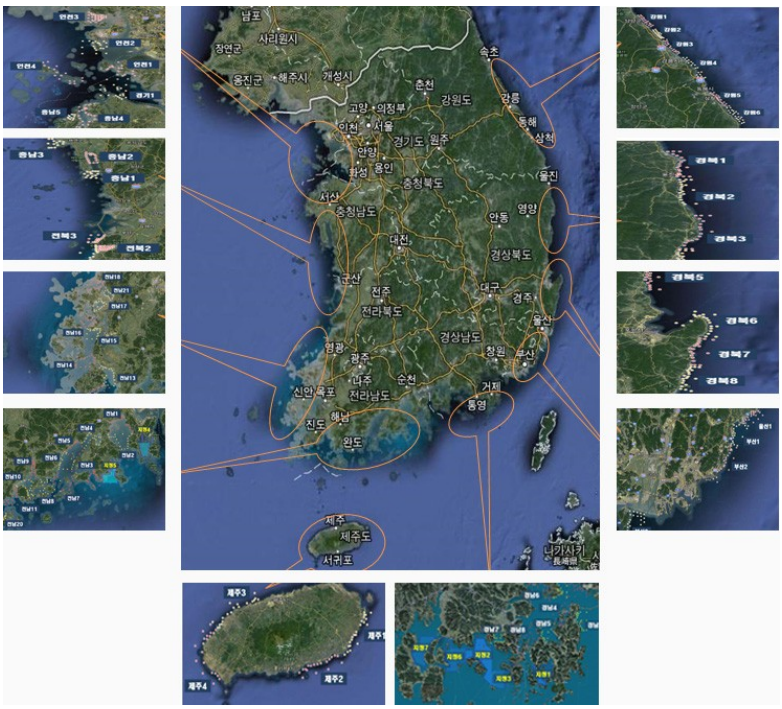
생활환경 기초조사의 조사정점은 〈그림 4-4〉와 같이 바다로 유입되는 하천, 어촌의 생활오수가 배출되는 곳, 상업시설(횟집 등)이나 양식시설(육상양식장, 종묘배양장 등)이 입지한 지역을 정점으로 설정하여야 한다. 전남 · 경남 어장밀집지역의 여건을 보면 육상에서 유입하는 하천과 어촌 촌락에서 배출되는 생활오수가 어장으로 유입되고 있어 해상의 위생여건에 대한 실태조사뿐만 아니라 육상의 주기적인 기초조사도 시행되어야 한다.

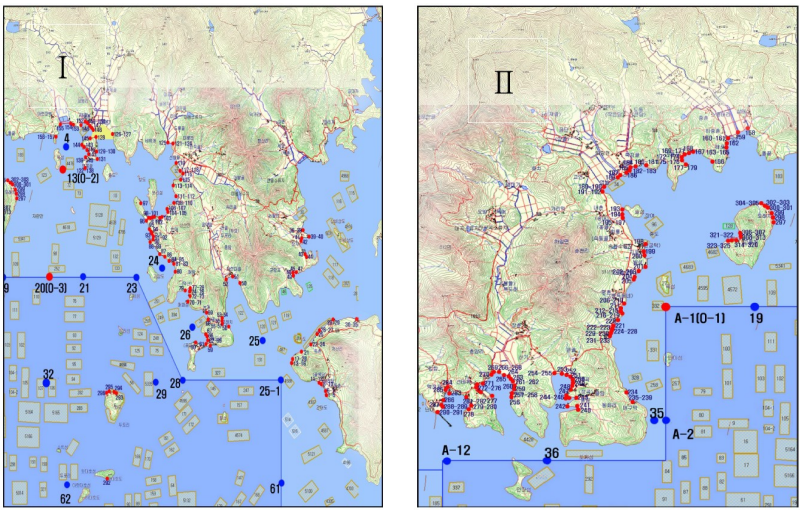
〈그림 4-4〉 어장밀집지역 생활환경 기초조사 육상 조사정점(안)



자료: 저자 작성

〈그림 4-5〉 자란만 · 사량도 해역 생활환경 기초조사 육상 및 해상 조사정점(안)





자료: (상) https://www.nifs.go.kr/page?id=mgnt02(검색일: 2018. 9. 5.); (하) 국립수산과학원, 『자란만 · 사량도 해역 위생조사 보고서(2008~2010)』, 2011, pp. 11~12

(2) 생활환경 기초조사 조사항목

어장밀집지역의 생활환경 기조조사 조사항목은 육상과 해상으로 구분하여 추진하고, 조사항목은 ⅰ) 일반 수질조사, ⅱ) 중금속 조사, ⅲ) 위생지표 조사로 세분하여 추진토록 한다.

가. 수질조사

수질조사는 육상의 경우 「하수도법」 제3조 제1항에 근거한 방류수 수질기준을, 해상은 「농수산물 품질관리법」 제69조[28]에 의한 위생관리기준을 적용하여 제시하였다. 우선, 어장밀집지역 육상의 생활환경 기초조사는 수질조사(BOD, COD, SS, T-N, T-P, 총대장균군수,

28) 해양수산부장관은 외국과의 협약을 이행하거나 외국의 일정한 위생관리기준을 지키도록 하기 위하여 수출을 목적으로 하는 수산물의 생산 · 가공시설 및 수산물을 생산하는 해역의 위생관리기준을 정하여 고시한다.

생태독성), 또한 해상은 국립수산과학원에서 시행하고 있는 패류생산 지정해역의 수질조사 항목(수온, 염분, pH, DO)을 반영하였다.

나. 중금속 조사

중금속 조사항목은 일반 음용수 수준에 준하는 항목으로 구리, 납, 망간, 비소, 수은, 6가 크롬, 카드뮴 등을 조사토록 한다.

다. 위생지표 조사

위생지표 조사는 바이러스, 세균, 미세 플라스틱, 암모니아(악취) 등 어촌지역 정주환경과 어장밀집지역의 위생안전과 인체에 영향을 줄 수 있는 항목에 대해 조사를 추진토록 한다.

〈표 4-5〉 어장밀집지역 생활환경 기초조사 조사항목(안)

구분			분석결과
육상	수질조사		생물학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 부유물질(SS), 총질소(T-N), 총인(T-P), 총대장균군수, 생태독성
	중금속 조사		구리, 납, 망간, 비소, 수은, 6가 크롬, 카드뮴
	위생 지표 조사	바이러스	노로바이러스, 살모넬라균, 콜레라균
		기타	암모니아, 미세 플라스틱
해상	수질조사		수온, 염분, pH, 용존산소(DO)
	중금속 조사		구리, 납, 망간, 비소, 수은, 6가 크롬, 카드뮴
	위생 지표 조사	세균	분변계 대장균
		기타	미세 플라스틱

자료: 저자 작성

(3) 조사체계

앞서 검토하였던 생활환경 기초조사의 조사시기, 조사항목, 수행기관, 조사규모, 소요예산 등 조사체계(안)을 정리하면 〈표 4-6〉과 같다.

〈표 4-6〉 어장밀집지역 생활환경 기초조사 조사체계(안)

구분	어촌지역(육역)		어장밀집지역(해역)
조사주기	매년 (하계, 동계 각 1회)		매년 (하계, 동계 각 1회)
조사항목	① 수질조사(11개 항목) ② 중금속 조사 ③ 위생지표 조사	+	① 수질조사(4개 항목) ② 중금속 조사 ③ 위생지표 조사
수행기관	전문 조사 · 연구기관 (전담기관 지정 · 운영)		국립수산과학원
조사규모	전수조사 (어장밀집지역 내 오수 유입원)		표본조사 (어장밀집지역 내 조사정점)
소요예산	15억 원		10억 원

자료: 저자 작성

3) 어장밀집지역의 생활환경정비계획 수립

(1) 생활환경정비계획 수립 지역

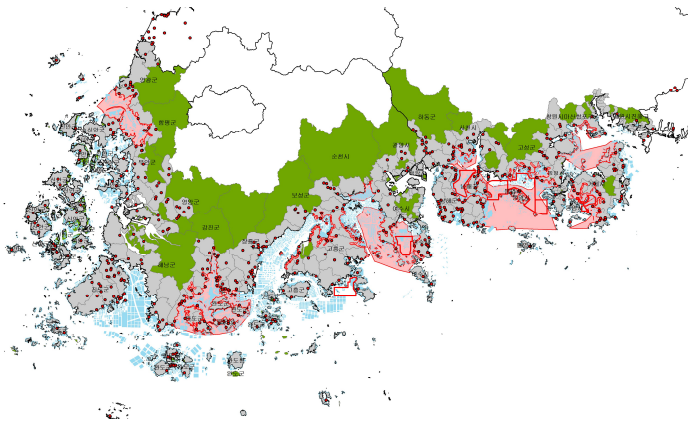
어장밀집지역의 생활환경정비계획 수립은 패류생산 지정해역, 수산자원보호구역, 해양보호구역, 면허어장 밀도가 높은 지역을 대상으로 하며, 전남 · 경남 등 남해안은 20개 시 · 군 · 구로 전남 13개 지역, 경남 7개 지역으로 나타났다. 특히 이 중 여수시, 고성군, 남해안군, 사천시, 하동군, 창원시 마산합포구, 여수시, 고흥군은 패류생산 지정해역으로 관리의 중요성과 시급성이 있는 지역으로 분류된다.

〈표 4-7〉 어장밀집지역의 생활환경정비계획 수립 대상지역(안)

구분	해당 시 · 군 · 구
전남지역 (13개 시 · 군)	영광군, 함평군, 무안군, 신안군, 해남군, 강진군, 완도군, 장흥군, 보성군, 고흥군, 순천시, 광양시, 여수시
경남지역 (7개 시 · 군 · 구)	하동군, 남해군, 사천시, 고성군, 창원시 마산합포구, 거제시, 통영시

자료: 저자 작성

〈그림 4-6〉 어장밀집지역 생활환경정비계획 수립 지역(안)



자료: 저자 작성

(2) 생활환경정비계획의 내용 및 추진체계

가. 사업내용

어장밀집지역의 생활환경정비계획은 어촌 취락구조 및 규모, 소규모 하수처리 실태, 생활오수 유입원, 빈집 등 정주여건 개선과 어장의 위생안전 여건 개선을 위한 시군단위 계획이다. 동 계획의 내용은 「농어촌정비법」 제56조에서 규정한 내용을 포함한다.

〈표 4-8〉 어장밀집지역의 생활환경정비계획 내용

구분	계획 내용
기본사항	- 생활환경정비계획의 목적과 기본방향 - 성과목표 및 지표
세부사항	- 어촌마을의 건설 · 재개발 · 정비 등의 개발에 관한 사항 - 빈집 정비에 관한 사항 - 어촌주택의 개량에 관한 사항(슬레이트 지붕의 해체 · 제거 및 처리) - 도로, 상하수도, 오폐수 처리시설 등 생활환경정비시설의 정비 · 확충에 관한 사항 - 교육, 문화, 복지시설 등 공공서비스의 정비 · 확충에 관한 사항 - 어촌마을 용수 및 배수시설의 정비 · 개발 - 어촌마을 경관 및 자연환경의 보전에 관한 사항 - 하천, 바다 등 수질오염 방지를 위한 사업 - 그 밖에 시장 · 군수 · 구청장이 어촌생활환경을 정비하기 위하여 필요하다고 인정하는 사업

자료: 저자 작성

나. 추진체계

어장밀집지역의 생활환경정비계획 추진체계는 일반농산어촌개발 사업의 추진체계와 동일한 방식을 고려해 볼 수 있다. 다만 해양수산부는 일반농산어촌개발 사업에서 121개 읍 · 면(31개 시 · 군)으로 국한되어 있으며, 예산도 850억 규모로 한정되어 있어 어장밀집지역의 생활환경정비사업 추진을 위한 어촌구역 재설정 및 추가적인 예산 확보가 선행되어야 한다. 어장밀집지역의 생활환경정비계획의 사업체계는 연안어촌의 262개 읍 · 면(72개 시 · 군)에 대한 사업구역 재설정과 연차별 사업물량을 고려하여 추가적인 예산확보가 필요하다.

〈표 4-9〉 어장밀집지역의 생활환경정비계획 추진체계(안)

예 산 신 청	〈시 · 군〉	○ 예산신청(전년도) [시 · 군 → 도 → 농림수산식품부 / 해양수산부]
↓		
예 산 검 토	〈농식품부 / 해수부〉	○ 농림수산식품부 / 해양수산부 (협의) ↔ 기획재정부
↓		
예 산 확 정	〈농식품부 / 해수부〉	○ 예산확정(전년도) [농림수산식품부 / 해양수산부 → 도 → 시 · 군]
↓		
기본(시행) 계획수립	〈시 · 군〉	○ 당해 연도 사업계획(기본계획 · 세부설계)수립 [사업시행자 → 시 · 군(보고) → 도]
↓		
사 업 시 행	〈시 · 군〉	○ 사업시행(시 · 군)
↓		
사 업 준 공	〈시 · 군〉	○ 당해 연도 사업준공(시 · 군) [시 · 군(보고) → 도]

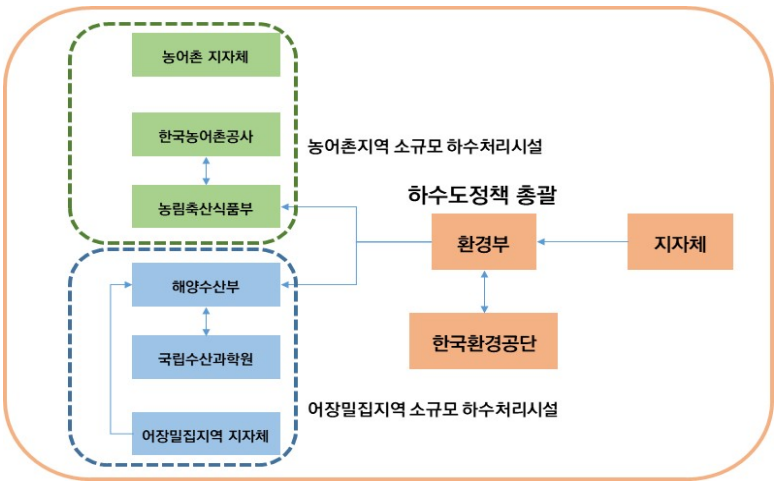
자료: 저자 작성

4) 범부처 협력적 거버넌스 기반 구축

(1) 범부처 거버넌스

환경부는 「하수도법」에 근거하여 하수도 정책의 총괄적인 역할을 수행하며, 소규모 하수처리시설의 인프라 구축사업을 추진한다. 다만, 농어촌지역의 특수성을 고려하여 농림축산식품부와 해양수산부가 자체적인 사업을 추진할 수 있도록 하고, 정책추진의 일관성과 운영 · 관리 성과 등 부처 간 협력적 거버넌스 체계가 이루어질 수 있도록 해야 한다. 특히 어장밀집지역은 어촌지역의 정주환경에 대한 개선뿐만 아니라 어장의 위생 · 안전과 밀접한 관련성이 있기 때문에 전문성을 갖춘 해양수산부와 국립수산과학원에서 사무를 관장할 수 있도록 개선이 필요하다.

〈그림 4-7〉 범부처 협력적 거버넌스 기반구축(안)



자료: 저자 작성

(2) 어장밀집지역 소규모 하수처리시설 개선을 위한 협의체 구축 · 운영

어장밀집지역의 소규모 하수처리시설의 협의체는 어장밀집지역의 특성상 육역과 해역의 통합적 · 체계적 역할을 수행할 수 있도록 거버넌스 체계를 개편할 필요가 있다. 현행 농어촌지역의 소규모 하수처리시설은 육역과 해역으로 이원화되어 있는데 환경부(한국환경공단)가 육역에 대한 실태조사를, 해수부(국립수산과학원)가 해역에 대한 실태조사를 수행하고 있어 통합적인 계획, 조사 · 모니터링, 성과관리 등 효율성 측면에서 한계가 있다. 이에 대한 개선방향으로 해수부가 어장밀집지역의 생활환경개선에 대해 총괄업무를 수행하되 환경부가 하수도 정책의 방향성과 정합성을 유지할 수 있도록 조정이 필요하다. 특히 조사 · 모니터링 체계는 육역과 해역의 전문성을 고려하여 어촌 생활환경 실태조사를 위한 전문기관을 지정하여 운영하고, 해역은 국립수산과학원이 지속적으로 업무를 수행토록 할 필요가 있다.

〈표 4-10〉 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설의 협의체 구축 · 운영 방향(안)

현행(AS IS)			개선방안(TO BE)	
육역 및 해역의 이원화			육역 및 해역의 통합적 접근	
환경부	소규모 하수처리시설 정비 지침	⇒	환경부 해수부	소규모 하수처리시설 정비 지침 어장밀집지역 생활환경개선 총괄
환경부 (환경공단)	어촌 생활환경 실태조사		전문기관 (육역) 과학원 (해역)	어촌 생활환경 실태조사 어장밀집지역 위생관리 실태조사
해수부 (과학원)	패류생산 지정해역 위생관리 (매달 실태조사)			
지자체	사업시행		지자체	사업시행
전문업체	마을하수도 운영 · 관리		전문업체 마을 공동체	마을하수도 운영 · 관리

자료: 저자 작성

5) 전문기관 지정 · 운영

어장밀집지역의 생활환경개선 업무에 대한 전문기관은 해양 · 수산분야에 3개의 공공기관이 있으며, 근거규정, 설립목적, 사업분야와 커버리지, 특징에 대한 정보를 정리하면 〈표 4-11〉과 같다.

아래의 공공기관은 어장밀집지역의 생활환경 정비업에 있어서 각기 장 · 단점이 있다. 본 연구에서는 각 공공기관이 전문기관으로써 갖는 특징을 살펴보고자 하며, 향후 정책추진과정에서 전문기관 지정 · 운영 시 참조할 수 있을 것이다.

우선 한국어촌어항협회는 어촌개발 · 정비와 어장업무에 대한 전문성을 갖추고 있으며, 특히 공단전환에 따른 신규 업무수행에 대한 수요가 높은 상황이다.

둘째, 해양환경공단은 해양환경에 대한 전문성을 갖추고 있으며, 특히 12개 지사를 통해 전국단위의 커버리지가 가능하다는 장점이 있다.

셋째, 수산자원관리공단은 해역별 지사를 갖추고 있으며, 어장밀집지역과의 업무 연관성, 수산자원 업무와 연계를 통해 추진이 가능하다는 점에서 장점이 있다.

〈표 4-11〉 어장밀집지역의 생활환경 정비업무의 전문기관(안)

구분	한국어촌어항협회 (한국어촌어항공단*)	해양환경공단	수산자원관리공단
근거규정	어촌어항법 제57조	해양환경관리법 제96조	수산자원관리법 제55조의 2
설립목적	어촌 및 어항의 개발 및 관리 어장의 효율적인 보전 및 이용	깨끗하고 안전한 해양환경을 조성하여 국민의 삶의 질 향상	수산자원의 지속적 이용기반 구축
사업분야	어장의 친환경 지속성장 동력 확보 6차산업화 통한 어촌 경쟁력 어촌 · 어항 · 어장의 융 · 복합	해양환경보전 해양오염방제 교육훈련 · 국제협력 · 연구개발	수산자원조성사업 내수면 · 소하성 수산자원회복사업
지사	16개 사무소	12개 지사 13개 사업소	4개 지사 (동해, 서해, 남해, 제주)
특징	어촌 업무의 전문성 확보 어장업무에 대한 확장성 공단전환에 따른 신규 수요 필요	해양환경에 대한 전문성 12개 지사로 전국 커버리지	어장밀집지역에 대한 관련성 수산자원 업무와 연계 추진 가능

주: * 어촌어항법 개정(2018.10.18.)에 따라 명칭 변경 예정임
자료: 저자 작성

2. 인프라 확충 · 정비

1) 어장밀집지역 마을하수도 사업

(1) 미설치 지역 마을하수도 사업

어장밀집지역 소규모 하수처리시설의 조성사업은 어촌지역의 마을단위에서 시설이 아직 설치되어 지역에 대해 마을하수도를 조성토록 한다. 전남과 경남지역은 총 2,497개 마을로 조사되었으며, 이 중 전남지역은 1,439개소, 경남지역 763개소 마을이 미설치지역으로 나타났고, 그 결과는 〈표 4-12〉, 〈그림 4-8〉, 〈그림 4-9〉와 같다. 다만, 본 연구에서 도출한 미설치율의 산정은 어촌마을에 대하여 지형, 주거지 분포 등을 고려하여 연구자가 임의로 공간을 구획하고, 환경부 국가하수도정보시스템의 마을하수도 DB를 공간적으로 매칭하여 산출하였음을 밝혀두고자 한다.

어장밀집지역에서 마을하수도가 설치되지 않은 어촌마을이 높게 나타난 것은 하수처리 인구가 아니라 마을부락 단위와 소규모 하수처리시설이 매칭되는 것을 기준으로 산출한 결과이다. 따라서 어장밀집지역의 경우 주변 어촌마을에서 발생하는 생활하수가 여과없이 바다로 흘러들어 노로바이러스 등 위해요소가 유입될 개연성이 있다.

〈표 4-12〉 어장밀집지역의 마을하수도 미설치 지역의 신규사업 물량

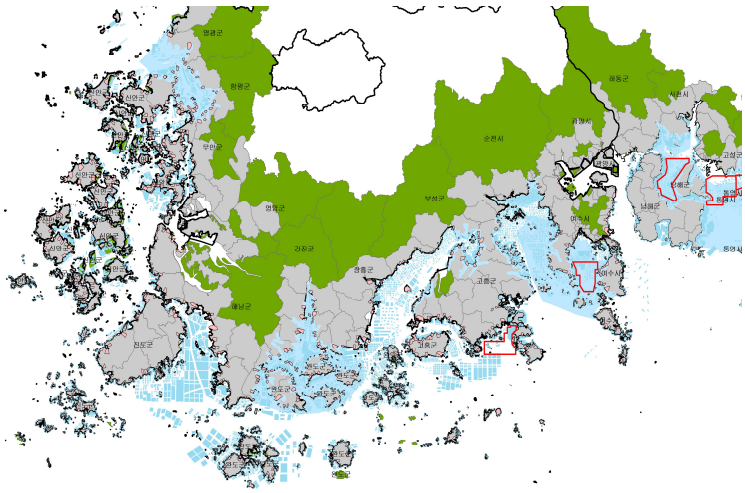
단위: 개소, %

구분		전남지역	경남지역	계
어장밀집지역*	어촌마을	1,627	870	2,497
	미설치 마을	1,439	763	2,202
	미설치율**	88.4	87.7	88.2

주: *어장밀집지역은 수산자원보호구역, 패류생산지역, 밀도가 높은 면허어장에 접한 지역을 말함
**미설치율은 소규모 하수처리시설 공공DB와 어촌부락별로 현장실사가 이루어지지 않아 다소 변동성이 있음

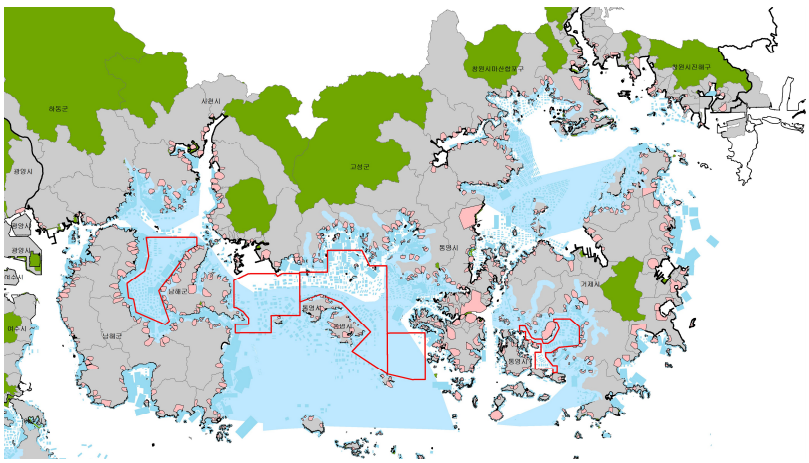
자료: 저자 작성

〈그림 4-8〉 전남지역 소규모 하수처리시설 미설치 어촌마을



자료: 저자 작성

〈그림 4-9〉 경남지역 소규모 하수처리시설 미설치 어촌마을



자료: 저자 작성

(2) 기존 마을하수도 정비사업

어장밀집지역 내의 기존 소규모 하수처리시설은 노로바이러스 등 위해요소를 적절하게 처리할 수 있도록 염소, 오존, UV 처리공법 등 추가적인 설비를 마련하는 마을하수도 정비사업을 추진해야 한다. 전남과 경남지역은 총 2,497개 마을로 조사되었으며, 이중 295개소(11.8%) 어촌마을에서만 소규모 하수처리시설이 설치된 것으로 나타났다. 한편 지역별로 살펴보면, 전남지역은 188개소(11.6%), 경남지역 107개소(12.3%) 마을이 설치지역으로 나타났고, 그 결과는 〈표 4-13〉, 〈그림 4-10〉, 〈그림 4-11〉과 같다.

기존 마을하수도 정비사업의 물량은 295개소로 연차별로 사업량을 배분하고, 지자체가 기존 마을하수도 정비를 추진할 수 있도록 유도해야 한다.

〈표 4-13〉 어장밀집지역의 마을하수도 설치 지역의 정비사업 물량

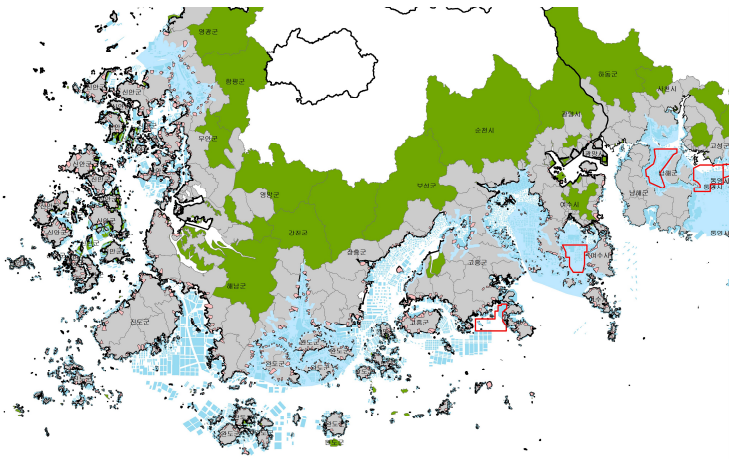
단위: 개소, %

구분		전남지역	경남지역	계
어장밀집지역*	어촌마을	1,627	870	2,497
	설치 마을	188	107	295
	설치율**	11.6	12.3	11.8

주: *어장밀집지역은 수산자원보호구역, 패류생산지역, 밀도가 높은 면허어장에 접한 지역을 말함
**설치율은 소규모 하수처리시설 공공DB와 어촌부락별로 현장실사가 이루어지지 않아 다소 변동성이 있음

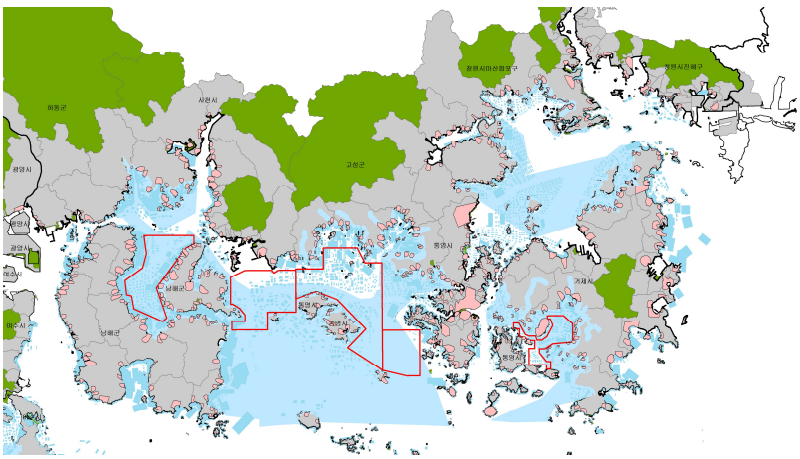
자료: 저자 작성

〈그림 4-10〉 전남지역 소규모 하수처리시설 설치 어촌마을



자료: 저자 작성

〈그림 4-11〉 경남지역 소규모 하수처리시설 설치 어촌마을



자료: 저자 작성

2) 어촌형 마을하수도 공법 개발

일반적으로 마을하수도(소규모 하수도)의 경우 자연마을 단위임을 감안하여 가정오수 위주로 하수발생량을 산정하여야 하며, 관광지 등 영업오수 발생이 예상되는 경우에는 타당한 근거를 제시하고 계절적 요인 등 특별한 여건 변화로 일시적으로 과다하게 영업오수량 등이 발생되는 경우에는 이에 대한 처리방안을 제시하고 사업계획에 반영하여야 한다.[29)]

소규모 하수처리시설의 공법별 설치현황을 보면 1일 50㎥ 미만의 소규모 하수처리시설의 경우 부착생물공법이 60.1%로 가장 많이 설치·운영되고 있는 공법이며, 부유생물법이 32.9%, 토양처리법이 7.0%인 것으로 보고되고 있다. 부유생물법 내에서는 SBR이 15.7% 정도를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 반면 1일 50㎥ 이상 500㎥ 미만인 마을하수도 규모에서는 부착생물공법이 44.4%를 차지하는데 비해 부유생물법이 47.0%를 나타내어 50㎥ 미만 시설과는 달리 부유성장생물법이 가장 많이 설치·운영되는 공법으로 나타났다. 한편 토양처리법은 8.6% 정도를 차지하였다. 마을하수도 규모에서 부유생물법의 설치·운영 비율이 높은 것은 SBR공법의 적용비율이 높은 것이 원인인 것으로 판단되며 마을하수도 규모에서 부유생물법 중 약 23.4%가 SBR공법인 것으로 나타났다. 50㎥ 미만 시설에 비하여 특징적으로 SBR공법의 적용 비율이 높은 원인은 여러 가지가 있겠지만 SBR공법이 공법 원리상으로 볼 때 질산화·탈질화 같은 여러 반응 단계를 한 반응조 내에서 시간적으로 일어나게 하여 설치공간을 절약할 수 있다는 장점 때문인 것으로 판단된다.[30)]

---

29) 환경부(2014), p. 12.
30) 환경부(2013), pp. 57~61.

(1) 어촌의 규모별 소규모 하수처리시설 공법 도입방안

현재 하수처리구역 안에서 발생하는 생활하수는 자치단체에서 공공하수처리시설을 설치하여 관리하고, 하수처리구역 밖에서 오수를 배출하는 건물, 시설 등을 설치하는 자는 단독 또는 공동으로 개인하수처리시설을 설치하여야 한다. 개인하수처리시설을 설치함에 있어서 하수처리구역 밖에서 1일 오수발생량이 2㎥를 초과하는 건물 등을 설치하려고 하는 자는 오수처리시설을 설치하여야 하고 오수발생량이 2㎥ 이하인 건물 등을 설치하려는 자는 오수처리시설 대신 수세식변기에 정화조를 연결하여 설치하여야 한다. 반면, 하수처리구역 안에서 분류식 하수관거 연결지역은 개인하수처리시설을 설치하지 않지만 합류식 하수관거 연결지역에서 수세식 변기를 설치하려는 자는 정화조를 함께 설치하고 정화조 배수관을 하수관거에 연결하여야 한다.

최근 들어 도서지역을 포함한 어촌지역의 마을하수도 설치사업이 활발히 진행되고 있다. 이러한 마을하수도사업은 섬의 경우 섬 전체를 대상으로 하고, 어촌지역의 경우도 상당히 넓은 지역을 대상으로 하수를 차집하여 본 보고서에서 언급한 여러 가지 형태의 생물학적 처리공정을 기본으로 한 처리공법을 이용하여 처리한다.

이러한 처리방법에는 몇 가지 문제점이 있다. 먼저 설계 시 적정 유입부하의 산정이 매우 어렵다는 점이다. 도서지역이나 어촌의 경우 통상 관광지 등이 포함되어 있어 계절별 발생 오수량에 있어서 변폭이 매우 클 수밖에 없다. 방문객이나 관광객이 많이 몰리는 하절기와 주민들에 의한 오수량이 주종을 이루는 동절기는 발생 오수량에 있어서도 큰 차이가 나며 농도 또한 달라져 적정 설계를 매우 어렵게 만드는 요소가 되고 있다. 이럴 경우 처리시설의 용량을 과소 설계하여

하절기 등 관광객이 많이 오는 시즌에 처리용량의 부족을 가져오는 것도 문제이지만 동절기에는 유량이 매우 작아 차집관거 내 상당부분에서 최소유속을 유지할 수 없는 곳이 생기는 문제점도 있다. 마을하수도 유입을 위한 분류식 하수관거 설치 시 종래에 사용하고 있던 정화조를 폐쇄하고 가정에서 배출되는 분뇨를 하수관거에 직접 투입하게 되는데 최소유속 유지 불가능 지역이 많아지게 되면 관거 내 입자상물질의 퇴적으로 인한 관막힘 현상은 물론 분뇨성분으로 인한 악취문제 등을 초래하게 된다.

한편 소규모 하수처리시설에 주로 사용되는 공법의 경우 생물막공법, 활성슬러지 및 그 변법, SBR, A2O 및 그 변법, 막공법 등 대규모 하수처리장에 사용되는 공법을 거의 그대로 사용하고 있다. 즉, 각 개별 배출원에서 배출되는 오수를 차집관거를 이용하여 차집한 후 생물학적 고도처리공법을 이용하여 처리한다는 측면에서는 똑같고 다만 그 규모만 달리하는 셈이다. 이럴 경우 운전 및 유지보수를 위한 전문인력이 부족한 마을하수도의 경우 적정 처리에 어려움을 겪게 될 가능성이 높다.

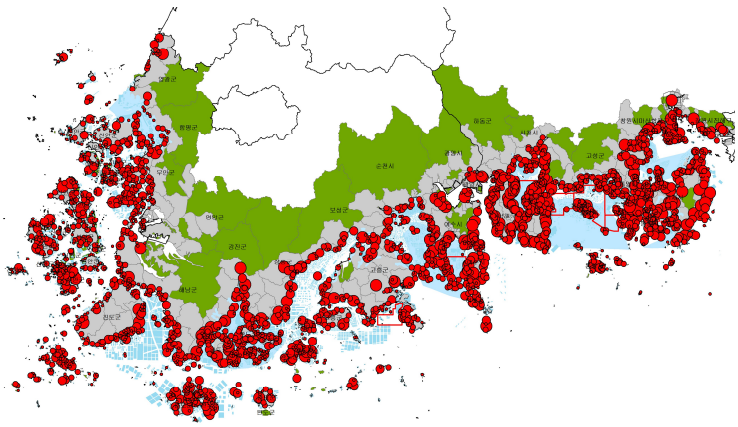
〈표 4-14〉 어장밀집지역 어촌의 평균 정주규모

단위: 호, %

구분	전남지역		경남지역		계	
	호수	비율	호수	비율	호수	비율
100호 이상	104	6.4	99	11.4	203	8.1
100호 미만	1,523	93.6	771	88.6	2,294	91.9
계	1,627	100.0	870	100.0	2,497	100.0

자료: 저자 작성

〈그림 4-12〉 어장밀지역의 어촌 정주규모 현황



자료: 저자 작성

인구규모와 처리시설 용량과의 관계를 보면 통상 50㎥/일 정도의 유량이 100가구에서 배출되는 오수량이다. 처리시설의 규모와 처리장의 처리효율 간의 관계는 명확하지 않은데 운전되고 있는 소규모 처리시설에 대하여 규모에 따른 방류수 수질기준 준수 및 처리효율을 비교해보면 방류수 수질기준 초과 비율은 처리용량 50㎥/일 이상과 미만에서 별 차이가 없었다는 보고와 50㎥/일 미만인 시설의 방류수 수질기준 초과 비율이 50㎥/일 이상보다 훨씬 높았다는 보고[31] 등이 혼재해 있어 처리시설의 규모와 방류수 수질간의 상관관계를 명확하게 알 수는 없다. 그러나 현실적으로 50㎥/일 미만 시설이 주로 독립지역이나 도서지역과 같은 격리된 지역에 설치된다는 측면에서 보면 처리공법을 현재와 같은 공법에서 자연형 시설로 변경함이 타당하다고 판단된다. 통상 마을하수도 규모의 처리시설은 하수종말처리장과 같은 대단위시설에서 통합관리하게 설계되어 있어 TMS 등

31) 이상진 외(2005), p. 467

으로 원격제어는 물론 일정 간격으로 순회점검 등을 실시하며 발생되는 폐슬러지 같은 경우도 종말처리장으로 옮겨 통합하여 처분한다. 그러나 50㎥/일 미만의 시설의 경우 이러한 통합관리가 현실적으로 어려워 더욱 열악한 관리 환경에 놓이게 된다. 따라서 어촌지역의 경우 특히 50㎥/일 미만의 시설은 별도의 복잡한 운전이 필요 없고 슬러지 발생이 없는 자연형 처리공법을 우선적으로 적용함이 타당한 것으로 판단된다.

(2) 어장밀집지역의 입지특성별 공법 도입방안

어촌에 설치되는 소규모 하수처리시설의 경우 현실적으로 가장 문제가 되는 점은 발생하수의 효율적 차집이다. 특히 섬지역의 경우 지형상 중력흐름식 차집이 불가능하므로 이송과정에 가압펌프장을 여러 군데 설치하여야 하는 문제점이 있을 수 있고 계절별 오수발생량의 차이가 많이 나기 때문에 동절기 같은 경우에는 오수량이 급격히 줄어 관로 내 최소 유속 유지가 불가능한 지점이 많이 생길 수 있다. 실제 공공하수처리시설의 공정 및 부대시설을 선정할 때에는 유입하수의 성상, 방류수역의 환경기준 및 수리이용 상황, 방류수 및 하수찌꺼기(슬러지)의 재이용계획, 공공하수처리시설의 입지특성, 유지관리 용이성, 타 공공하수처리시설과의 통합운영 가능성 등을 종합적으로 고려하여 경제성과 효율성이 확보되도록 하여야 한다.[32] 이러한 측면에서 볼 때 어촌의 어장밀집지역이나 섬지역의 경우 특히 50㎥/일 미만의 시설을 설치할 경우에는 발생지 근처에서 처리할 수 있는 on-site 처리공법의 적용이 타당할 것으로 판단된다.

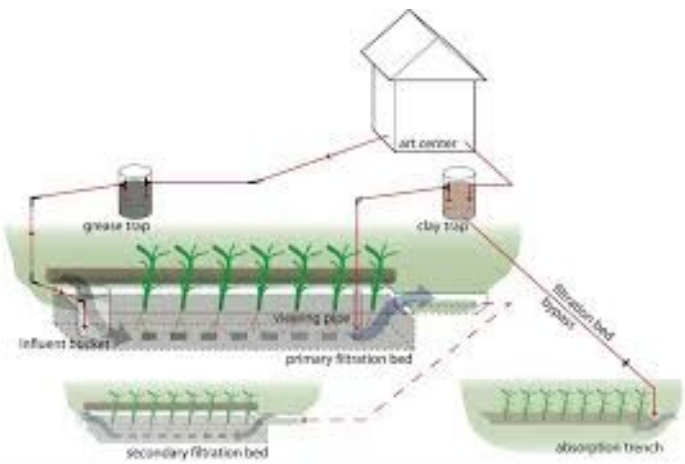
32) 환경부(2014), p. 16.

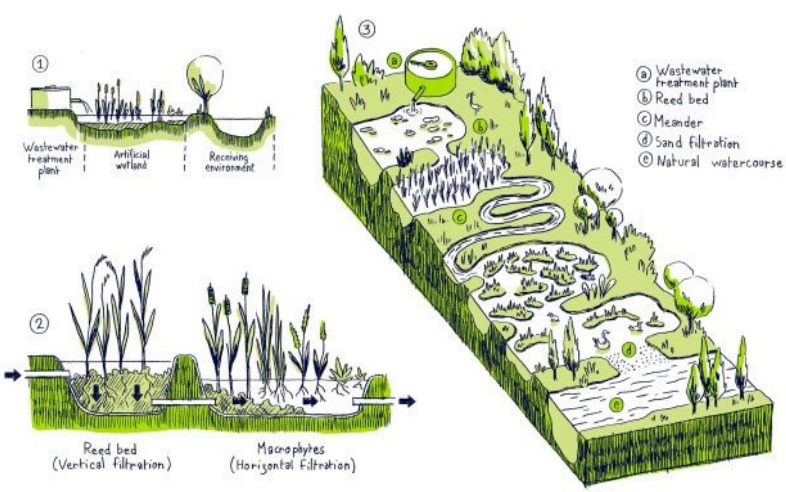
가. 하수처리공정으로 인공습지

인공습지에 의한 하수처리기술은 1954년 독일 Max Plank 연구소의 Seidel이 식물에 의한 자정능력을 과학적으로 평가하고 인공습지를 수질개선에 이용하면서 시작되었다. 1960년대에는 미국 NASA에서 부유식물처리시스템(Floating plant treatment system)과 토양 · 정수식물 여과처리시스템을 연구하였다. 1970년대와 1980년대를 거치면서 하수처리뿐만 아니라 다양한 분야의 수질개선을 위해 세계 곳곳에서 많은 연구와 함께 실용화 시설들이 설치되었고, 수십 년째 운영 중인 곳도 다수 있다. 미국에서는 현재 연구용을 비롯하여 1,000여 개소의 인공습지가 운영되고 있으며, 이들 습지 데이터베이스 자료를 이용하여 습지의 오염물질 저감능력 규명을 위한 관련인자들에 대한 연구가 진행되고 있다.

이상과 같은 인공습지 연구의 발전은 지속적으로 이루어지고 있으며, 소규모 하수처리를 위한 인공습지 기술은 개별적인 가구나 소규모마을에 하수관거를 설치하지 않아도 되고, 스스로 설치하거나 값싼 재료들을 사용하여 초기투자 비용을 낮출 수 있고, 보건상 안전성이 확보될 뿐만 아니라 경관과 친수공간의 가치를 가질 수 있어 자연친화적이라는 측면에서 관심을 받고 있다. 그리고 심미적으로 좋은 처리시스템이므로 처리수의 재이용이 가능하고, 낮은 비용과 최소한의 유지관리로도 하수처리가 가능하기 때문에 재정여건과 운영 · 관리 등을 고려한 농어촌지역의 합리적인 공법으로 검토되고 있다.

〈그림 4-13〉 인공습지 하수처리시스템



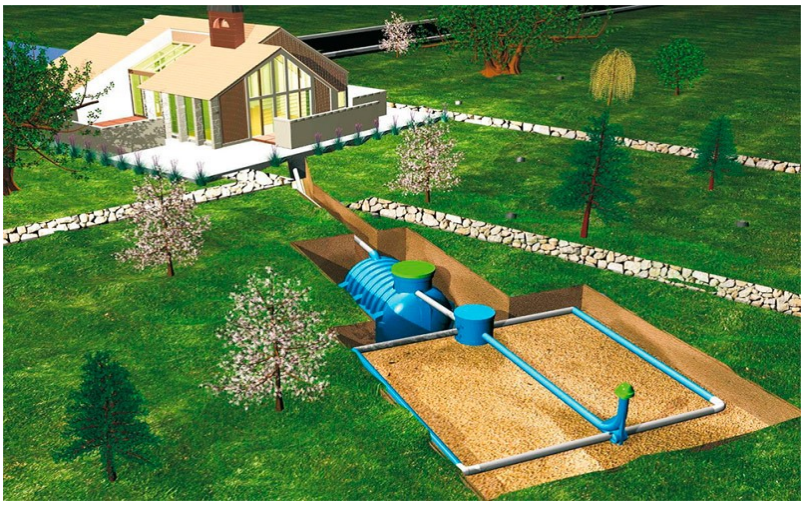


자료: (상) Newell, S., 「Reedbed Maintanence Manual」, The Monteverde Institute, 2005, p. 10 (검색일: 2018.8.10.); (하) https://twitter.com/suez/status/976818141383839745(검색일: 2018. 8. 10.)

나. 개별 하수처리 공법

어촌지역 내 개별 정화조와 같은 하수처리 공법은 차집관로 설치와 하수처리시설의 운영 · 관리가 제대로 이루어지지 않아 최근 선진국을 중심으로 기술이 개발되고 있다. 오염부하량이 크지 않고 계절별 유량의 편차가 큰 지역의 경우 오히려 개별 하수처리 공법이 하수처리시설에 비해 더 효율적인 것으로 나타나고 있다. 특히 어장밀집지역의 특성을 고려해 볼 때, 개별 하수처리 공법을 토대로 사업을 추진하는 방식이 인프라 확충 · 정비에 있어서 더 신속하게 진행될 수 있다. 농어촌지역의 마을하수도가 부지확보와 지역주민들의 반대 등 사업추진 과정에서 지체되는 경우가 빈번하게 발생하고 있어 정책집행과 성과관리 측면에서 개별 하수처리 방식에 대한 도입방안을 세부적으로 검토할 필요가 있다.

〈그림 4-14〉 농어촌지역 개별 하수처리 공법

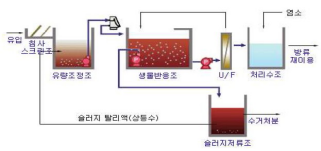
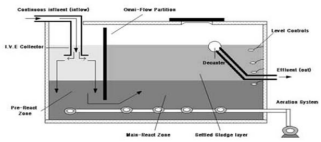
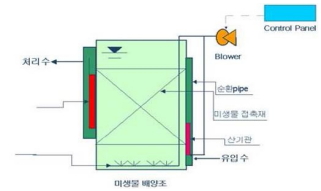
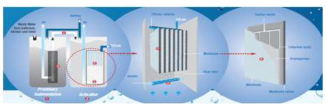


자료: http://gminadobre.pl/nabor-wnioskow-na-zakup-i-montaz-kolektorow-slonecznych-paneli-fotowoltaicznych-oraz-przydomowych-oczyszczalni-sciekow-2/
(검색일: 2018. 8.10.)

다. 기존 농어촌 소규모 하수처리시설 공법의 도입

농어촌지역에서 도입되고 있는 소규모 하수처리 공법은 매우 다양하다. 하지만 기존 소규모 하수처리공법을 토대로 어촌의 정주환경 개선과 어장밀집지역의 위생관리 강화를 위해 정비해야 할 요소를 도출하고, 이를 표준화하는 과정이 향후 필요하다.

〈표 4-15〉 농어촌지역 소규모 하수처리시설 도입공법

구분	공법	특징
가압식 MBR 처리 시스템		- 미생물의 침강성에 의존하는 기존 공정 개선 - 막 분리 시스템을 도입하여 유입수질에 관계없이 고효율처리 가능 - 폭기조 용량감소 - 처리공정 단순화로 설치 부지면적 감소
SBR 시스템		- 1개조에 생물학적 반응조와 침전조 가능 부여 - 생물학적 오염물질제거 및 침전물 배출을 단일조 내에서 처리 가능 - 에너지 사용 최소화 - 적은 부지면적에 설치 가능
Bio-Reactor 시스템		- 기존의 정화시설에 부착가능하며, 오수 수질을 대폭향상 가능 - 지상에 설치가 가능하기 때문에 설치비용이 적음
MF 시스템		- 하수를 바로 정화하여 생활용수로 사용 - 저에너지 운용이 가능하며 실내설치 가능 - 필터방식으로 주기적 교체 필요
초음파 슬러지 감소 시스템		- 유입단계에서 초음파를 이용한 슬러지 분쇄 - 최종 처리되는 슬러지 양 감소 - 약품투입이 없고 시설이 간단

자료: 이상봉 외, 「소규모 하수처리시설에 의한 농촌지역 환경개선연구」, 2012, p. 13

3. 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 운영 및 관리방안

1) 해양환경분야 사회적경제조직 양성 및 역할 제고

소규모 하수처리시설은 오염부하가 하천이나 바다로 유입되지 않도록 사전에 생활 SOC 인프라의 확충 · 정비도 중요하지만 이를 안정적으로 운영 · 관리하는 것은 더욱 중요하다. 하지만 제2장에서도 살펴보았듯이 하수처리시설의 운영주체는 민간위탁이 전체의 74.3%로 소규모 하수처리시설의 경우에는 하수종말처리장과 같은 대규모 시설에 비해 관리가 취약한 것이 사실이다. 따라서 본 연구에서는 해양환경분야의 사회적경제조직 양성을 통해 어장밀집지역 등 어촌지역의 소규모 하수처리시설을 운영 · 관리할 수 있도록 제안하고자 한다.

(1) 해양환경분야 사회적경제조직 구상

2010년 기획재정부 등 관계부처는 사회적기업 활성화를 위해 '지역형 예비사회적기업' 지정 · 제도를 운용토록 하고, 중앙부처 간 협력체제 구축을 통해 '부처형 예비적사회적기업 지정제'와 '사회적기업 인증 추천제'를 시행하고 있다. 해양수산부도 2019년부터 해양수산부형 사회적경제조직 양성을 위한 정책을 마련하고, 시범사업을 추진해 나갈 예정이다. 해양환경분야의 사회적경제조직 구상은 ⅰ) 어촌 마을하수도 환경교육, ⅱ) 어장밀집지역 환경지킴이, ⅲ) 어촌 마을하수도 운영 · 관리로 이를 정리해보면 〈표 4-16〉과 같다.

〈표 4-16〉 해양환경분야 사회적경제조직 구상(안)

구분	예산규모	사업내용	비고
어촌 마을하수도 환경교육	20억 원	주민 주도 마을하수도 운영 · 관리 역량강화 교육 대국민 어장밀집지역 마을하수도 시스템 환경교육	2순위
어장밀집지역 환경지킴이	100억 원	마을하수도 유입 · 배출수 조사 · 점검	1순위
어촌 마을하수도 운영 · 관리	2,500억 원	어장밀집지역 소규모 하수처리시설 운영 · 관리 (100% 달성 시 2,497개소 추정)	3순위

자료: 저자 작성

(2) 해양환경분야 사회적경제조직 추진방안

가. 예비사회적기업 판단근거

해양환경분야의 사회적경제조직은 어장밀집지역의 마을하수도 조사 · 점검, 운영 · 관리 등 어촌의 정주환경 개선과 수산물의 위생안전 제고를 통해 일자리 창출뿐만 아니라 궁극적으로 어촌사회의 삶의 질 향상에 기여할 수 있다.

해양환경분야 예비사업적기업의 판단근거는 해당기업의 사회서비스 제공과 지역사회 공헌, 이익의 재분배 등을 토대로 검토하고, 이에 부합하는 경우에 지정하고, 사업참여 시 우선권을 부여하는 방식으로 진입을 유도함으로써 운영 · 관리의 효율성을 제고하고자 한다.

〈표 4-17〉 해양환경분야 예비사회적기업의 판단근거(안)

구분		판단근거
사회 서비스 제공	사회적서비스 제공 정도	- 어장밀집지역 소규모 하수처리시설 운영 · 관리를 통해 지역주민의 삶의 질 향상 및 안전한 수산물 공급기반 강화 - 어장밀집지역의 사회적서비스 제공 비율 100분의 50 이상
	일자리 제공 정도	- 전체 근로자 중 어촌지역 거주민에 대한 일자리 제공 비율이 100분의 50 이상

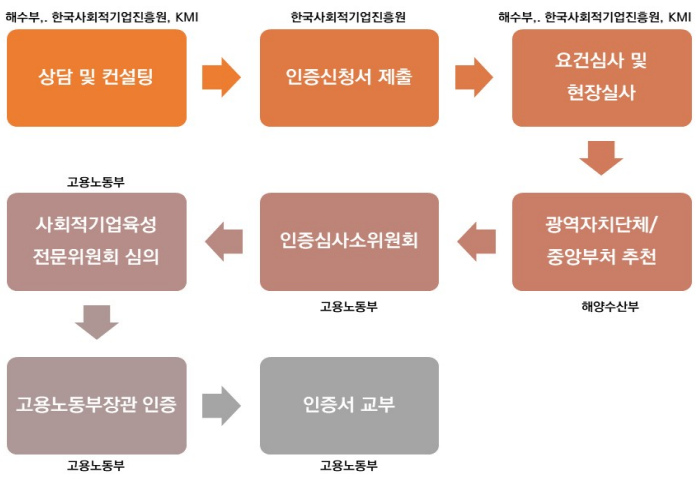
구분		판단근거
지역 사회 공헌	지역소득 창출	- 어장밀집지역 소규모 하수처리시설 운영 · 관리를 통해 소득 창출 및 청정해역의 이미지 강화 - 마을하수도 환경의 조사 · 점검 및 운영 · 관리로 인한 소득 창출
	지역일자리 창출	- 환경관리 및 선제적 예방조치를 통한 지역 일자리 제공
이익의 재분배 (지역 내 선순환 구조)		- 이윤의 2/3 이상을 사회적 목적에 사용 - 해당 사항에 대한 정관 내용 충족

자료: 환경부, 「환경분야 사회적기업 육성방안 연구」, 2011, p. 99의 내용을 토대로 저자 재작성

나. 추진절차

해양환경분야 사회적경제조직 각 부처별 협력체계를 기반으로 8단계 (① 상담 및 컨설팅 → ② 인증신청서 제출 → ③ 요건 심사 및 현장 실사 → ④ 광역지자체/중앙부처 추천 → ⑤ 인증심사소위원회 → ⑥ 사회적기업육성 전문위원회 심의 → ⑦ 고용노동부 장관 인증 → ⑧ 인증서 교부를 거쳐 인증된다.

〈그림 4-15〉 해양환경분야 사회적기업 인증절차(안)



자료: 저자 작성

2) 어장밀집지역 소규모 하수처리시설 업무 매뉴얼 개발 · 보급

어장밀집지역의 소규모 하수처리시설은 지자체(시 · 군 공무원), 지역주민, 민간사업자 등 다양한 주체가 관련되어 업무를 추진하고 있다. 환경부는 공공하수도 업무 매뉴얼을 마련하여 공공하수도 전반에 대한 지침을 마련하고 있다. 다만, 어장밀집지역의 특성을 고려한 소규모 하수처리시설 업무 매뉴얼은 별도로 마련되어야 하며, 그, 구성은 〈표 4-18〉과 같다. 향후 해양수산부 또는 관련부처가 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설 업무 추진 시 ⅰ) 기본계획 및 설계단계, ⅱ) 사업시행 단계, ⅲ) 마을하수도 인프라 정비 및 운영 · 관리에 대한 부처 간의 협업체계 등에 대한 매뉴얼을 마련토록 해야 한다.

〈표 4-18〉 어장밀집지역 소규모 하수처리시설 업무 매뉴얼 구성(안)

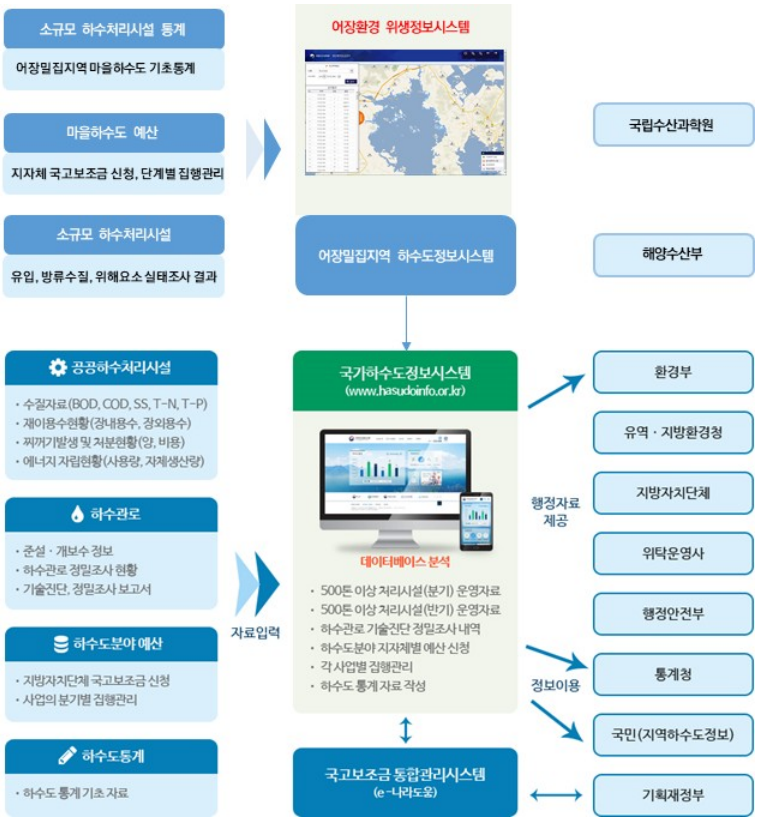
구분	주요내용	유의사항
소규모 하수처리 시설 계획수립시 고려사항	- 환경공단 또는 시도 하수도설계자문위원회 자문 (위치, 하수처리구역, 규모, 공법, 하수 수집 및 수송, 사업기간, 개략사업비 등) - 장래 증설 및 운영 · 관리계획	- 하수처리시설의 위치 및 규모 (유역, 어장이용, 방류수역 물이용 현황) - 하수관거 설치 · 정비 선제적 검토 - 계획하수량 산정 (생활하수량, 관광오수량, 영업오수량 등)
소규모 하수처리 시설 설치 시 고려사항	- 주거지와 이격된 어항(육역) 또는 주변 농경지에 입지 (지가 낮고 부지 확보 용이, 민원발생 요인이 적음) - 마을단위(촌락)로 설치하여 어장밀집지역의 선제적 대응	- 인근의 공공하수처리시설과 무인통합운영 · 관리 원칙 - 경제성 · 기능성에 대한 평가 (어장밀집지역 특성 고려한 공법 개발 연계) - 20년 기준 소요경비 산출 (전기요금, 상수도요금, 연료비, 약품비, 소모품비, 경상비, 수선비, 슬러지 처리비 등) - 운영 · 관리 방식 선정 (민간위탁, 지자체 직영, 혼용 등) - 인력운용계획 수립
하수도 인프라 정비 협업체계	- 부처별 역할분담 및 협력체계	- 환경부 주관(하수도 정책 총괄) - 농림축산식품부, 해양수산부 농어촌 생활환경정비사업 추진 시 환경부 협의 (해수부: 어장밀집지역 담당)

자료: 환경부, 「공공하수도시설 설치사업 업무지침」, 2014의 내용을 토대로 저자 재작성

3) 어장밀집지역의 마을하수도 통합관리시스템 구축

환경부장관은 「하수도법」 제62조의 2 규정에 따라 하수도의 설치 및 운영에 필요한 자료의 효율적인 활용을 위하여 공공하수도정보시스템을 구축 · 운영할 수 있다. 어장밀집지역의 특성과 체계적인 집행 · 관리를 위해 (가칭) 어장밀집지역 하수도정보시스템을 구축하고, 이를 국가하수도정보시스템과 연계하는 방안이 필요하다.

〈그림 4-16〉 어장밀집지역의 마을하수도 통합관리시스템 구축(안)



자료: 국가하수도정보시스템(https://www.hasudoinfo.or.kr)의 내용을 토대로 저자 재작성

제3절 단계별 추진계획

1. 전략별 로드맵

1) 추진기반 마련 및 강화 로드맵

〈표 4-19〉는 어장밀집지역의 마을하수도 업무를 추진하기 위한 중기 로드맵(2019~2023년)으로 ① 관련법률 개정, ② 어장밀집지역 생활환경 및 어장환경 실태조사, ③ 어장밀집지역 마을하수도 정비계획 수립, ④ 범부처 협업기반 구축, ⑤ 전담기관 지정·운영 등 5대 추진과제를 제시하였다. 또한, 제시된 5대 주요 추진과제는 2023년까지 112억 원의 예산이 소요될 것으로 추정되었다.

〈표 4-19〉 어장밀집지역 마을하수도 추진기반 강화 로드맵(2019~2023년)

단위: 억원

사업명	계	단기		중기		
		'19	'20	'21	'22	'23
합계	112	12	30	20	30	20
① 관련법률 개정	1					
		1	-			
- 관련법령 개정을 위한 연구용역 추진	1	연구용역				
		1				
- 입법추진	-		입법추진			
			-			
② 어장밀집지역 생활환경 및 어장환경 실태조사	70	사업추진				
		10	20	10	20	10
- 마을하수도 실태조사	40	지정추진	조사점검		조사점검	
		-	20		20	
- 해역 조사·점검(국립수산과학원)	30	조사점검		조사점검		조사점검
		10		10		10
③ 어장밀집지역 마을하수도 정비계획 수립	20		연구용역			
			5	5	5	5
④ 범부처 협업기반 구축	1					
		1				
⑤ 전담기관 지정·운영	20		전담기관 운영			
			5	5	5	5

자료: 저자 작성

2) 인프라 확충 · 정비 로드맵

〈표 4-20〉은 어장밀집지역 마을하수도의 인프라 확충 · 정비에 대한 로드맵(2019~2023년)을 제시한 것으로 ① 어장밀집지역 마을하수도 사업, ② 기존 마을하수도 정비사업. ③ 어촌형 마을하수도 공법 등 3대 추진과제를 제시하였고, 5년간 약 1조 2,620억 원이 소요될 것으로 추정되었다.

어장밀집지역 내 마을하수도 신규 도입은 1단계(2019~2020년) 100개소, 2단계(2021~2023년) 300개소에 1.2조 원의 예산이 소요되는 것으로 나타났고, 기존 마을하수도 정비사업은 총 295개소(1단계 145개소, 2단계 150개소)를 정비 · 보수하는 데 약 590억 원이 소요될 것으로 산출되었다. 한편, 어촌형 마을하수도 공법은 어촌의 입지적인 특성과 정주규모, 향후 여건변화에 대응한 운영 · 관리 등을 종합적으로 고려하여 3차년도에 걸쳐 단계적으로 시행하는 데 30억 원이 소요되는 것으로 산출되었다.

〈표 4-20〉 어장밀집지역 마을하수도 인프라 확충 · 정비 로드맵(2019~2023년)

단위: 억원

사업명	계	단기		중기		
		'19	'20	'21	'22	'23
합계	12,620	1,640	1,660	3,110	3,110	3,100
① 어장밀집지역 마을하수도 사업	12,000	사업추진				
		1,500	1,500	3,000	3,000	3,000
- 1단계 사업(2019~2020년)	3,000	1단계(100개소)				
		1,500	1,500			
- 2단계 사업(2021~2023년)	9,000			2단계(300개소)		
				3,000	3,000	3,000
② 기존 마을하수도 정비사업	590			사업추진		
		140	150	100	100	100
- 1단계 사업(2019~2020년)	290	1단계(145개소)				
		140	150			
- 2단계 사업(2021~2023년)	300			2단계(150개소)		
				100	100	100
③ 어촌형 마을하수도 공법 개발	30		1차년도	2차년도	3차년도	
			10	10	10	

자료: 저자 작성

3) 어장밀집지역 마을하수도 운영 · 관리 로드맵

〈표 4-21〉은 어장밀집지역 마을하수도의 지속적인 운영 · 관리를 위한 로드맵(2019~2023년)으로 ① 해양환경분야 사회적경제조직 양성 및 역할 제고, ② 어장밀집지역의 마을하수도 운영 · 관리 매뉴얼 개발 및 보급, ③ 어장밀집지역의 마을하수도 통합관리시스템 구축 등 3대 과제에 74억 원의 예산이 소요될 것으로 추정되었다.

어장밀집지역의 마을하수도 확충 · 정비에 따라 운영 · 관리 조직을 사회적경제조직을 양성 · 유입을 도모하는 데 5년간 55억 원이 소요될 것으로 나타났다. 이 밖에도 운영 · 관리 매뉴얼 개발 · 보급 6억 원, 어장밀집지역 마을하수도 통합관리시스템 구축과 유지 · 보수에 13억 원이 소요될 것으로 산출되었다.

〈표 4-21〉 어장밀집지역 마을하수도 운영 · 관리 로드맵(2019~2023년)

단위: 억 원

사업명	계	단기		중기		
		'19	'20	'21	'22	'23
합계	74	3	26	15	15	15
① 해양환경분야 사회적경제조직 양성 및 역할 제고	55					
		3	13	13	13	13
- 예비 사회적기업 인증	15	해양환경분야 사회적경제조직 인증				
		3	3	3	3	3
- 해양환경분야 사회적경제조직 지원	40		인증기관 지원사업			
			10	10	10	10
② 어장밀집지역의 마을하수도 운영 · 관리 매뉴얼 개발 및 보급	6					
			3	1	1	1
- 운영 · 관리 매뉴얼 개발	3		연구용역			
			3			
- 운영 · 관리 매뉴얼 보급	3			보급사업		
				1	1	1
③ 어장밀집지역의 마을하수도 통합관리시스템 구축 및 운영	13		구축용역	유지보수		
			10	1	1	1

자료: 저자 작성

2. 투자계획

제4장에서 제시하였던 어장밀집지역의 마을하수도 확충 · 정비 등을 위한 추진과제의 소요예산을 정리해 보면 〈표 4-22〉와 같다. 2019년부터 2023년까지 5년간 총사업비는 3대 전략 11개 추진과제에 1조 2,816억 원이 소요될 것으로 추산되었다.

전략별 추진과제의 소요예산은 추진기반 마련 및 강화에 112억 원(0.9%), 인프라 확충 · 정비에 1조 2,630억 원(98.5%), 지속적인 운영 · 관리에 74억 원(0.6%)으로 나타났다. 이는 어장밀집지역의 마을하수도 확충 · 정비사업이 지역밀착형 생활 SOC로써 하드웨어적인 예산규모가 크기 때문이다. 연차별 소요예산은 2019년 1,655억 원으로 시작하여 2020년 1,726억 원이며, 2020년 이후부터는 약 3,000억 원 규모의 예산을 투입하는 것으로 산출하였다.

〈표 4-22〉 어장밀집지역 마을하수도 투자계획(안)

단위: 억 원

구분		단기		중기			합계
		'19	'20	'21	'22	'23	
총사업비		1,655	1,726	3,145	3,155	3,135	12,816
재원	국고	1,163	1,225	2,212	2,222	2,205	9,027
	지방비	492	501	933	933	930	3,789
1 추진기반 마련 및 강화		12	30	20	30	20	112
재원	국고	12	30	20	30	20	112
	지방비	-	-	-	-	-	-
2 인프라 확충 · 정비		1,640	1,670	3,110	3,110	3,100	12,630
재원	국고	1,148	1,169	2,177	2,177	2,170	8,841
	지방비	492	501	933	933	930	3,789
3 지속적인 운영 · 관리		3	26	15	15	15	74
재원	국고	3	26	15	15	15	74
	지방비	-	-	-	-	-	-

자료: 저자 작성

제 5 장

결론 및 정책제언

제1절 결론

본 연구는 어촌지역 정주환경 중 소규모 하수처리시설의 열악한 실태를 파악하고 어촌의 입지적 여건과 특성을 고려하여 개선방안을 마련해 보고자 하였다. 환경부가 하수도 정책을 총괄하고 농림축산식품부와 협업을 통해 농어촌지역 마을하수도의 인프라를 확충·정비해 왔으나 패류생산 지정해역, 수산자원보호구역 등 수산물의 직접적인 위생·안전에 직·간접적인 영향을 받는 어장밀집지역에 대해 우선적인 정책을 펼치지는 못하였다.

본 연구에서는 전남과 경남지역의 어장밀집지역에 대해서 국가공공하수도정보시스템의 공공DB를 확보하고, 지리정보시스템을 활용하여 마을하수도의 인프라 구축 상황과 수질관리에 대한 대응체계를 살펴보았다. 어장밀집지역 내 소규모 하수처리시설의 보급률은 12% 수준으로 나타나 기존 하수처리인구 보급률의 지표와는 크게 다른

것으로 파악되었다. 또한, 마을하수도 설치지역과 미설치 지역에 대한 현장조사와 수질조사를 직접 수행하고, 노로바이러스 등 위해요소가 어장밀집지역으로 유입되는 실태를 파악하였다.

본 연구에서는 어장밀집지역의 특수한 입지적인 여건을 고려해 볼 때, 육역과 해역을 통합적으로 관리해야 할 필요성이 있음을 강조하고, 환경부와 농림축산식품부에서 어장밀집지역 내 마을하수도 사업을 체계적으로 추진하는 데 한계가 있음을 지적하고, 이를 체계적으로 추진하기 위한 대안으로서 우선적으로 사업추진이 이루어져야 할 20개 시·군(전남 13개소, 경남 7개소)을 특정하고, 어장밀집지역의 새로운 거버넌스 체계와 사업추진 기반을 마련할 수 있도록 개선방안을 제시하였다.

제2절 정책제언

1. 「하수도법」 개정 추진

1) 방류수 수질기준 항목 확대

「하수도법」 시행규칙에서 제시하고 있는 7개 항목(BOD, COD, SS, T-N, T-P, 총대장균군수, 생태독성) 이외에 바이러스(노로), 균류(콜레라, 살모넬라 등) 및 미세 플라스틱에 대한 수질기준 항목을 확대할 필요가 있다. 본 연구에서 수행하였던 표본지역 실태조사에서 노로바이러스가 검출되어 이에 대한 개선방안 마련이 필요하다. 현재 「하수도법」 방류수 수질기준에서 어장밀집지역에 위해요소가 되는 조사항목을 추가할 수 있도록 환경부와 협의하고, 「하수도법」 개정에 반영토록 한다.

〈표 5-1〉 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 개정방안

구분	현행 방류수 수질기준 항목							추가필요 항목
조사항목	BOD	COD	SS	T-N	T-P	총대장균군수	생태독성	노로바이러스 콜레라균 살모넬라균 미세 플라스틱

자료: 법제처 국가법령정보센터(www.law.go.kr)의 내용을 토대로 저자 작성

2) 어장밀집지역 마을하수도 지원체계 개선

어장밀집지역 마을하수도의 지원체계는 「농어촌정비법」에 근거하여 농림축산식품부가 농어촌 생활환경정비사업을 통해 추진하고 있다. 따라서 본 연구에서는 동 사업에 근거하여 어장밀집지역에 대해서는 해양수산부가 직접 마을하수도 업무를 수행할 것을 제안하고자 한다. 해양수산부와 농림축산식품부는 일반농산어촌개발사업에 대해서 어촌구역과 농촌구역을 분리하여 2018년부터 사업을 추진하고 있다. 이에 근거하여 농어촌 생활환경정비사업도 어장밀집지역을 특정하고, 이를 해양수산부가 직접 사업물량 배정, 사업평가 등을 통해 취약한 마을하수도 인프라를 확충·정비해 나가야 한다.

2. 범부처 협업사업 추진 및 거버넌스 체계 정비

농어촌지역의 마을하수도는 환경부가 하수도 정책을 총괄하면서 하수도사업과 농림축산식품부의 농어촌 생활환경정비사업으로 이원화되어 있다. 하지만 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설의 중요성에도 불구하고 사실상 인프라 확충과 정비가 도시지역과 농촌지역에 비해 현저하게 미흡했던 것으로 조사되었다. 특히 본 연구에서 전남과 경남지역의 어장밀집지역으로 한정하여 살펴본 결과 2,497개소의

어촌마을 중 2,202개소인 88.2%가 마을하수도 등 하수처리시설이 갖추어지지 않은 것으로 나타났다. 다만, 이번 연구에서는 국가하수도정보시스템에서 확보한 공공DB를 기반으로 하였으나 정확한 위치정보와 처리구역 설정에 있어서 현장조사를 통한 검증하는 절차까지는 수행하지 못한 한계가 있었다. 하지만 이러한 한계에도 불구하고 어장밀집지역의 마을하수도는 인프라 확충·정비가 상대적으로 취약한 것이 나타났고, 이와 관련하여 현재의 거버넌스 체계 또는 해양수산부가 직접 어장밀집지역의 마을하수도 업무를 이관하여 추진하는 대안적 검토와 「농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법」 제10조에 따른 '삶의 질 위원회'[33]에 안건 상정 등을 통해 향후 범부처 차원에서 정책적인 논의가 필요하다. 농어촌 서비스기준의 서비스 항목과 항목별 목표치는 본 연구결과를 토대로 「농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법」 시행령 제2조의 규정에 따라 제시하면 〈표 5-2〉와 같다.

〈표 5-2〉 농어촌 서비스기준의 서비스항목 및 항목별 목표치

부문	항목	목표치
환경·경관	하수도	- 농어촌 하수도 보급률 제고 ※ ('15) 75.6% → ('19) 80.0% - **어장밀집지역의 소규모 하수처리시설의 관리 강화** ※ ('16) 295개 마을 → ('23) 695개 마을

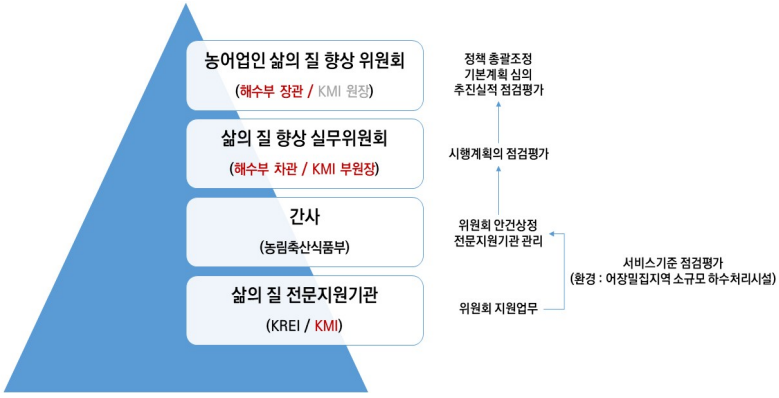
자료: 국가법령정보센터(www.law.go.kr)의 내용을 토대로 저자 재작성

33) 삶의 질 위원회: 위원장(**국무총리**), 위원(기획재정부장관, 교육부장관, 과학기술정보통신부장관, 행정안전부장관, 문화체육관광부장관, **농림축산식품부장관**, 산업통상자원부장관, 보건복지부장관, **환경부장관**, 고용노동부장관, 여성가족부장관, 국토교통부장관, **해양수산부장관**, 중소벤처기업부장관, 국무조정실장)

어장밀집지역의 마을하수도는 환경부, 농림축산식품부 등 범부처 협업체계를 갖추어야 하기 때문에 「농어업인 삶의 질 향상 및 농어촌지역 개발촉진에 관한 특별법」 제10조에 따른 농어업인 삶의 질 향상 위원회를 통해 추진하는 방안을 제안하였다. 농어업인 삶의 질 향상 위원회에서는 삶의 질 영역을 7대 부분으로 구분하고, 이 가운데 환경·경관 부문에서 어장밀집지역의 소규모 하수처리시설을 다룰 수 있다. 농어촌 서비스기준에서 농어촌의 하수도 보급률을 마련하고 있으나 이는 하수처리구역에 대한 인구를 기준으로 산정하기 때문에 어장밀집지역의 특성을 반영하지 못한다.

해양수산부는 어장밀집지역의 마을하수도의 확충·정비가 시급하기 때문에 마을하수도 정책의 거버넌스를 조정하기 위해 삶의 질 향상 위원회에 안건을 상정하고 이를 통해 관계부처 간 협의를 이끌어 낼 필요가 있다. 해양수산부는 이를 기반으로 ⅰ) 현행 거버넌스 체계에서 추진하는 방안, ⅱ) 어장밀집지역 내 해양수산부가 직접 추진하는 방안으로 이원화하여 대안을 마련이 필요하다.

〈그림 5-1〉 농어업인 삶의 질 향상 위원회 추진절차

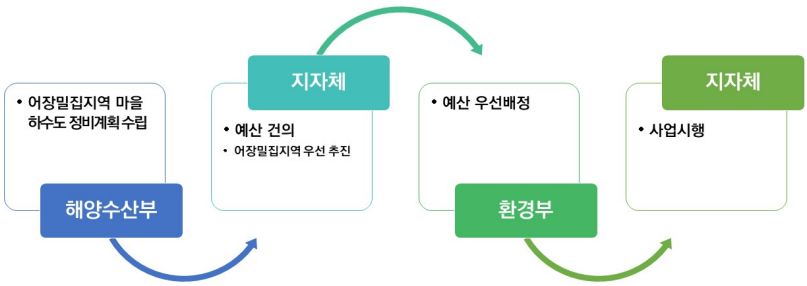


자료: 저자 작성

1) 1안: 현행 거버넌스 체계에서 추진하는 방안

1안은 어장밀집지역의 마을하수도의 인프라 확충·정비 등의 업무를 현행 거버넌스 체계에서 추진하되 어장밀집지역과 같은 특정지역에 대해서 우선적으로 지원할 있는 체제를 마련하는 것이 필요하다. 과거 해양수산부와 환경부에서 패류생산 지정해역에 대한 협업체계를 구성하고 업무를 추진하였으나 크게 개선되지 못하였다. 따라서 해양수산부가 어장밀집지역 내 마을하수도의 인프라 확충·정비에 대한 계획을 마련하고, 환경부와 해당 지자체에서 우선적으로 추진할 수 있도록 하는 사업방식 도입이 필요하다.

〈그림 5-2〉 현행 거버넌스 체계에서 추진하는 방안



자료: 저자 작성

2) 2안: 어장밀집지역 내에서 해양수산부가 추진하는 방안

2안은 어장밀집지역 내에서 해양수산부가 직접 추진할 수 있도록 하수도 정책의 거버넌스를 개편할 필요가 있다. 2안은 해양수산부의 소관업무를 어장밀집지역 내로 한정함으로써 어촌의 지역적 특성을 고려할 필요가 있다. 또한 어장밀지역 내 마을하수도 사업추진을 위한 재원은 해양수산부가 지역밀착형 생활 SOC 확대 방안을 마련하고,

이를 기획재정부와 협의하여 추진해야 한다. 사업체계는 농어촌정비법에 근거하여 농어촌 생활환경정비사업의 방식을 채택하고, 육상과 해역의 통합적 관리를 통해 업무의 차별성과 고유성을 확보함으로써 정책추진의 논리를 확보해 나가야 한다.

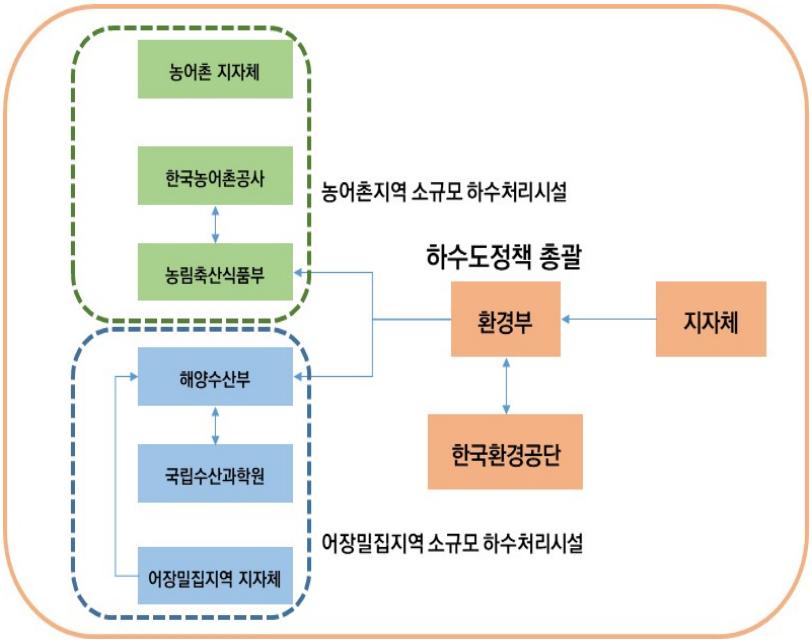
3. 어장밀집지역에 대한 위생관리 강화

1) 어장밀집지역 내 공공하수도 추진체계 개편

어장밀집지역에 대한 위생관리를 강화하기 위해서는 패류생산 지정해역 등 면허어장을 둘러싼 육상의 오염원 유입을 선제적으로 차단하고 이를 조사·점검하는 모니터링 체계를 마련하는 것이다. 따라서 본 연구에서는 하수도사업 추진체계 개편을 통해 해양수산부가 어장밀집지역 마을하수도 사무를 관장할 수 있도록 거버넌스 체계 정비가 선행적으로 추진되고, 이에 따른 조사·평가 등 모니터링 체계가 육역·해역 통합적인 시스템으로 전환되어야 한다.

하수도사업의 추진체계 개편은 환경부 하수도 정책의 틀을 그대로 유지하되, 어장밀집지역은 해양수산부가 그 업무를 담당함으로써 육역과 해역의 통합적인 관리체계를 통해 패류생산 지정해역 등 수산물의 위생·안전에 대한 강화를 통해 어업소득과 지역주민의 삶의 질 개선을 추진해 나갈 수 있도록 한다.

〈그림 5-3〉 공공하수도 추진체계 개편(안)



자료: 저자 작성

2) 어장밀집지역 위해요소 조사 · 점검 및 모니터링 체계 구축

어장밀집지역의 마을하수도는 하천이나 바다로 유입되는 오염원을 선제적으로 차단하고, 인프라 확충 · 정비에 따른 소규모 하수처리시설과 육역 · 해역의 상시적인 감시체계를 구축함으로써 안전한 수산물의 공급기반 마련과 어촌주민의 삶의 질 향상에 기여할 수 있도록 해야 한다.

〈그림 5-4〉 어장밀집지역 위해요소 조사 · 점검 및 모니터링 체계 구축(안)

자료: 국가하수도정보시스템(https://www.hasudoinfo.or.kr)의 내용을 토대로 저자 재작성

4. 생활형 SOC 신규사업 발굴

정부는 제15차 경제장관회의에서 국민의 삶의 질 제고를 위한 지역 밀착형 생활 SOC 확충방안을 마련하고, 2019년 정부예산안에 이를 반영하여 약 8.7조 원 규모를 제시하였고, 여기에 어장밀집지역 마을 하수도 인프라 확충을 위한 1.6조 원을 추가하는 방안을 제시하였다.

〈표 5-3〉 지역밀착형 생활 SOC 추진사업

단위: 조 원

분야	10대 투자과제	주요 투자사업	규모
여가 · 건강 활동	① 문화 · 체육시설 등 편의시설 확충	- 국민체육센터(60개소) - 노후 공공도서관 리모델링(50개소) - 전통시장 신설 현대화(450개소) 및 주차장 신규 조성(45개소)	1.1
	② 지역관광 인프라 확충	- 지방박물관 내 어린이 박물관(7개소) - VR · AR 체험존(19개 시설)	0.6
지역 일자리 · 활력 제고	③ 취약지역 도시재생	- 노후주거지 도시재생 추진(168개소)	1.5
	④ 농어촌 생활환경 개선	- 어촌뉴딜(70개소) - 군단위 LPG 배관망 지원(7개군) - 도서지역 식수원 개발 지원(110개소)	1.3
	⑤ 스마트 영농 확산	- 스마트팜 혁신밸리(4개소) - 스마트 축산 ICT 시범단지(2개소)	0.1
	⑥ 노후산단 재생 및 스마트 공장	- 노후산단 재생(펀드 조성 2,500억원) - 정부지원 스마트 공장(2,100개)	0.7
생활 안전 · 환경	⑦ 복지시설 기능 보강	- 지역아동센터 환경 개선(1,200개소) - 지역거점 공공병원 기능보강(41개소)	0.4
	⑧ 생활안전 인프라 확충	- 노후 공공임대주택 시설개선(500억원) - 전통시장 화재알림시설 설치(2.5만개)	2.3
		- 어장밀집지역 마을하수도 인프라 확충(2,202개소)	1.6
	⑨ 미세먼지 대응 강화	- 도시바람길 숲(10개소) - 미센먼지 차단숲(60㏊) - 수소 충전 인프라(30개소)	0.2
	⑩ 신재생에너지 시설 확충	- 공공기관 유휴부지 활용 태양광 보급(609개소) - 주택 태양광 지원(9.4만호)	0.6
합계			10.4

자료: 관계부처 합동, 「국민의 삶의 질 제고를 위한 지역밀착형 생활 SOC 확충방안」, 2018. 8, p. 4의 내용을 저자가 일부 수정

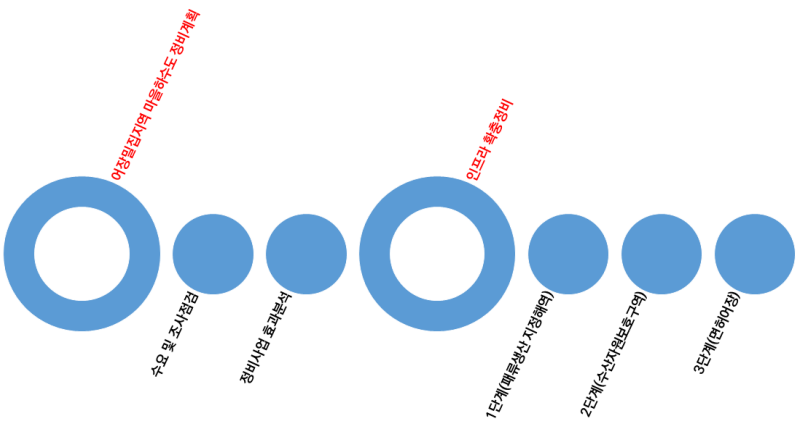
1) 어장밀집지역 마을하수도 지원사업 추진

정부는 2019년 지역밀착형 생활 SOC 확충방안으로 여가 · 건강활동, 지역일자리 · 활력제고, 생활안전 · 환경 등 3대 분야 10대 과제를 제시하였고 주무부처는 생활 SOC 분야별 중장기 사업계획과 이행상황을 점검하는 등 집행관리를 강화해 나갈 예정이다. 특히 2020년 이후에는 지자체, 지역주민의 의견수렴, 현장방문 등을 통해 신규수요를 발굴하고, 체감도가 높은 과제를 중심으로 확대 추진할 예정이다.

어장밀집지역 마을하수도 지원사업은 대표적인 지역밀착형 생활 SOC로서 생활안전 · 환경분야에 신규로 반영될 수 있다. 본 연구에서는 전남과 경남지역에 한정하여 우선적으로 살펴보았으나 연안지역 전체와 내수면으로 단계적으로 확대할 수 있는 방안까지 고려하여야 한다. 2020년 정부예산안 마련을 위해 어장밀집지역에 대한 정확한 사업물량과 소요될 재정규모를 파악하고, 이를 통한 사업효과를 정량적으로 분석할 수 있는 '어장밀집지역 마을하수도 정비계획'을 수립하여야 한다.

본 연구에서는 어장밀집지역 내 소규모 하수처리시설이 설치되지 않은 어촌마을이 총 2,202개소로 나타났다. 어장밀집지역 내에서도 사업추진 시 우선순위를 고려할 필요가 있다. 즉, 마을하수도 정비에 대한 요구가 높은 패류생산 지정해역, 수산자원보호구역 등 해양보호구역, 기타 면허어장 밀집지역 순으로 추진하는 것이 타당할 것이다.

〈그림 5-5〉 어장밀집지역 마을하수도 정비의 단계별 추진방안



자료: 저자 작성

2) 어장밀집지역 방류수 ICT기반 자동 모니터링 시스템 구축

어장밀집지역 내 마을하수도 인프라가 확충·정비와 함께 체계적이고 안정적인 운영·관리체계가 마련되어야 한다. 어촌사회의 입지적 특성상 섬지역을 포함하여 접근성이 열악하기 때문에 지속적인 재정투입을 통한 조사·점검은 한계가 있을 것으로 판단된다. 따라서 마을하수도 인프라가 설치될 경우 ICT기반의 무인 자동 모니터링 시스템을 마련하고, 이를 원격으로 제어함으로써 운영·관리의 효율성을 제고해야 한다. 이미 수산분야에서는 ICT기반 어장관리시스템 개발에 대한 접근이 이루어지고 있다. 따라서 해역에 대한 ICT기반 어장관리시스템 개발과 연계하여 어장환경에 직·간접적인 영향을 미치는 육상오염원인 마을하수도의 ICT기반 자동 모니터링 시스템 개발이 시급하게 이루어져야 한다.

〈그림 5-6〉 ICT기반 어장관리시스템 개발 예시안

자료: http://www.seminartoday.net/news/articleView.html?idxno=4019(검색일: 2018. 10. 18.)

참고문헌

〈국내 문헌〉

강용호 · 안민경, 「울릉도 항구의 해양환경에 따른 해양미생물의 분포 변화」, 『미생물학회지』, 제51권 제3호, 2015.

관계부처 합동, 「국민의 삶의 질 제고를 위한 지역밀착형 생활 SOC 확충방안」, 2018. 8.

국립수산과학원, 「자란만 · 사량도 해역 위생조사 보고서(2008~2010)」, 2011.

김응호, 「마을하수도 정비의 특성과 효율적 관리방안」, 대한상하수도학회 하수도 연구회, 1996.

김재건, 「마을하수처리시설의 공법별 운영현황 및 문제점에 관한 연구」, 전북대학교 석사학위 논문, 2009.

김지회 외, 「자란만 · 사량도 해역 패류양식장 위생조사 보고서」, 국립수산과학원, 2011.

농림수산식품부, 「어촌 · 어항 · 어장을 연계한 소득창출 사업의 유형별 모델 개발」, 2012.

박성쾌 외, 「어장 · 어항 · 어촌을 통합한 어촌종합개발 모형수립에 관한 연구」, 한국농촌경제연구원, 1995.

배익수, 「소규모 하수처리시설 운영현황 분석을 통한 정책 제언」, 경북대학교 석사학위 논문, 2013.

수협중앙회, 「어촌계 분류평정 및 현황」, 2016.

이부일 · 유완, 「주거밀도에 따른 생활하수의 오염현황 분석」, 『대한건축학회 학술 발표대회 논문집』, 1982. 10.

이상봉 외, 「소규모 하수처리시설에 의한 농촌지역 환경개선연구」, 2012.

이상진 외, 「충청남도 마을하수처리시설의 최적 설치방안」, 『상하수도학회지』, 제19권 제4호, 2005. 8.

이승우 · 박상우, 「어촌의 삶의 질 향상을 위한 공공서비스 개선에 관한 연구」, 한국 해양수산개발원, 2010.

임영택 외, 「제천시 소규모하수처리시설 민간위탁 타당성 검토 및 원가산정 연구」, 제천시, 2014.

최지용 · 김응호, 「지역특성별 수처리설비의 최적시스템 도출」, 한국환경정책 · 평가연구원, 1997.

해양수산부, 「통합적 어촌개발 추진을 위한 어촌개념 및 범위분석 연구」, 2014.

_____, 「새로운 어촌종합개발의 개발방향 및 로드맵에 관한 연구」, 2015.

환경부, 「환경백서」, 2000.

_____, 「국가하수도종합계획」, 2007.

_____, 「환경분야 사회적기업 육성방안 연구」, 2011.

_____, 「2012 경제발전 경험 모듈화 사업: 소규모 상하수도 시스템」, 2013.

_____, 「공공하수도시설 설치사업 업무지침 개정」, 2014.

_____, 「국가하수도종합계획(2016~2025년)」, 2015a.

_____, 「하수도정책의 성과와 향후 과제」, 2015b.

_____, 「2016년 하수도통계」, 2016a.

_____, 「한국 하수도 발전사 1권」, 2016b.

_____, 「한국 하수도 발전사 2권」, 2016c.

〈국외 문헌〉

Oosterwold 제공 자료, 오스터볼트 방문가구 수질검사표

Schellheimer Wildpoldsried 제공자료

Newell, S., “Reedbed Maintanence Manual”, The Monteverde Institute, 2005

Wildpoldsried 시 제공 자료

島根県 제공 자료, 시마네현 「오수처리시설별 보급률(2014년)」

〈인터넷 자료〉

구글어스, https://www.google.co.kr/intl/ko/earth(검색일: 2018. 9. 15.)

국가통계포털, 「천해양식어업권통계 각 연도」, www.kosis.kr(검색일: 2018. 3. 15.)

국가하수도정보시스템, https://www.hasudoinfo.or.kr(검색일: 2018. 8. 5.)

국립수산과학원 해양 · 수산 LMO 안전성센터, https://www.nifs.go.kr/lmo/board/boardView.lmo?BOARD_IDX=736&BOARD_ID=qna(검색일: 2018. 9. 18)

국립수산과학원, https://www.nifs.go.kr/page?id=mgnt02(검색일: 2018. 3. 16.)

법제처 국가법령정보센터, www.law.go.kr(검색일: 2018. 3. 15.)

세미나투데이, 〈2016년 5월 30일자 기사〉, http://www.seminartoday.net/news/articleView.html?idxno=4019(검색일: 2018. 10. 18.)

수산청, 「어항배후집락 정비지침서(인터넷 검색자료)」 www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_thema/.../dai14hen-2.pdf [검색일 : 2018.3.5.]

어항어장어촌기술연구소(재), 「어촌집락형-OD(팸플릿 자료)」 http://www.jific.or.jp/dispatch/pamphlet/pdf/dl005.pdf(검색일: 2018. 9. 15.)

일본 농림수산성 홈페이지, http://www.maff.go.jp/j/joinus/recruit/1gi/pdf/suido_3.pdf(검색일: 2018. 10. 18.)

일본 수산청, http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_tema/pdf/sub29.pdf(검색일: 2018.3. 5.)

해양수산부 홈페이지, 「수산자원보호구역 지정 현황」, http://www.mof.go.kr/article/view.do?articleKey=274&boardKey=2(검색일: 2018. 10. 18.)

Bioires 홈페이지, https://www.bioires.pl/oczyszczalnie-przydomowe/oczyszczalnie-ze-zlozem-tarczowym-biodisc/oczyszczalnia-z-obrotowym-zlozem-biologicznym-biodisc-bd-19-25-osob-cena-do-indywidualnej-wyceny,726.html(검색일: 2018. 10. 18.)

Consultancy NL 홈페이지, https://www.consultancy.nl/nieuws/10779/maarten-van-poelgeest-ambassadeur-voor-almere-20(검색일: 2018. 8. 27.)

Gmina Dobre 코뮌사무소 홈페이지, http://gminadobre.pl/nabor-wnioskow-na-zakup-i-montaz-kolektorow-slonecznych-paneli-fotowoltaicznych-oraz-przydomowych-oczyszczalni-sciekow-2/(검색일: 2018. 8. 10.)

Inhabitat 홈페이지, https://inhabitat.com/german-village-produces-321-more-energy-than-it-needs/(검색일: 2018. 8. 2.)

Maak Oosterwold 홈페이지, https://maakoosterwold.nl/kaart-van-het-gebied/(검색일: 2018. 8. 27.)

Slideshare 홈페이지, 「Kingspan Klargester draingae 솔루션 기술가이드 영상」, https://www.slideshare.net/KingspanKlargester/kingspan-klargester-technical-guide(검색일: 2018.10.18.)

Suez 트위터, 「18.3.22」, https://twitter.com/suez/status/976818141383839745(검색일: 2018. 8. 10.)

Trip Suggest 홈페이지(N. Guirkin 업로드 사진), http://trip-suggest.com/luxembourg/grevenmacher/scheidgen/(검색일: 2018. 8. 2.)

Trip Suggest 홈페이지(Skrzynia 업로드 사진), http://trip-suggest.com/germany/saxony/treptitz/(검색일: 2018. 10. 18.)

wetlantec 홈페이지, http://www.wetlantec.com/en/constructed-wetland-filter/(검색일: 2018. 9. 23.)

부록

부록 1. 마을하수도 실태조사 결과

1. 경상남도 A지역

〈부록 표-1〉 경상남도 A지역 유입수(1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	24000	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	0.003
	수소이온농도	5.8~8.5	7.0		BOD	10mg/L 이하	4.0
	질산성질소	20mg/L 이하	1.7		COD	40mg/L 이하	10.8
	염소이온	250mg/L 이하	29.2		부유물질	10mg/L 이하	22.1
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	1.655
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	16.898
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	0.012	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	0.002	노로바이러스		불검출	검사미실시

〈부록 표-2〉 경상남도 A지역 방류수(1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	170	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	8.2		BOD	10mg/L 이하	3.5
	질산성질소	20mg/L 이하	3.0		COD	40mg/L 이하	6.0
	염소이온	250mg/L 이하	9998.0		부유물질	10mg/L 이하	18.0
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	1.167
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	2.421
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	0.003	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	불검출

〈부록 표-3〉 경상남도 A지역 유입수(2차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	6400	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	6.4		BOD	10mg/L 이하	4.6
	질산성질소	20mg/L 이하	10.7		COD	40mg/L 이하	10.8
	염소이온	250mg/L 이하	2426.2		부유물질	10mg/L 이하	70
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	1.686
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	20.977
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검사미실시

〈부록 표-4〉 경상남도 A지역 방류수(2차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	2100	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	6.9		BOD	10mg/L 이하	1.4
	질산성질소	20mg/L 이하	2.0		COD	40mg/L 이하	26.4
	염소이온	250mg/L 이하	549.6		부유물질	10mg/L 이하	10.4
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	1.516
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	11.950
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	0.006
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검출

2. 경상남도 B지역

〈부록 표-5〉 경상남도 B지역 (1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	84	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	7.9		BOD	10mg/L 이하	0.2
	질산성질소	20mg/L 이하	1.8		COD	40mg/L 이하	1.0
	염소이온	250mg/L 이하	23072.5		부유물질	10mg/L 이하	9.8
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.019
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	0.136
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	불검출

〈부록 표-6〉 경상남도 B지역 (2차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	21	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	7.8		BOD	10mg/L 이하	0.4
	질산성질소	20mg/L 이하	불검출		COD	40mg/L 이하	0.8
	염소이온	250mg/L 이하	21383.5		부유물질	10mg/L 이하	35.0
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.037
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	불검출
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	불검출

3. 경상남도 C지역

〈부록 표-7〉 경상남도 C지역 유입수(1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	39000	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	7.2		BOD	10mg/L 이하	118.9
	질산성질소	20mg/L 이하	0.2		COD	40mg/L 이하	59.7
	염소이온	250mg/L 이하	517.8		부유물질	10mg/L 이하	238.0
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	6.825
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	28.752
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	0.005
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	0.012	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	0.002	노로바이러스		불검출	검사미실시

〈부록 표-8〉 경상남도 C지역 방류수(1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	12000	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	0.003
	수소이온농도	5.8~8.5	7.2		BOD	10mg/L 이하	22.3
	질산성질소	20mg/L 이하	1.5		COD	40mg/L 이하	12.4
	염소이온	250mg/L 이하	181.8		부유물질	10mg/L 이하	12.0
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.905
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	21.857
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	0.012	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	0.001	노로바이러스		불검출	불검출

〈부록 표-9〉 경상남도 C지역 유입수(2차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	16400	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	6.9		BOD	10mg/L 이하	230.9
	질산성질소	20mg/L 이하	1.9		COD	40mg/L 이하	385.2
	염소이온	250mg/L 이하	593.6		부유물질	10mg/L 이하	900.0
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	19.113
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	47.972
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	0.006
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검사미실시

〈부록 표-10〉 경상남도 C지역 방류수(2차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	82	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	7.0		BOD	10mg/L 이하	3.0
	질산성질소	20mg/L 이하	7.6		COD	40mg/L 이하	5.6
	염소이온	250mg/L 이하	3359.6		부유물질	10mg/L 이하	7.3
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	1.801
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	37.056
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	0.005
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검출

4. 경상남도 D지역

〈부록 표-11〉 경상남도 D지역(1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	310	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	7.9		BOD	10mg/L 이하	3.0
	질산성질소	20mg/L 이하	6.5		COD	40mg/L 이하	7.5
	염소이온	250mg/L 이하	84.6		부유물질	10mg/L 이하	13.2
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.489
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	15.394
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	불검출

〈부록 표-12〉 경상남도 D지역(1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	430	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	7.4		BOD	10mg/L 이하	0.2
	질산성질소	20mg/L 이하	불검출		COD	40mg/L 이하	0.4
	염소이온	250mg/L 이하	20501.3		부유물질	10mg/L 이하	45.2
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.037
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	0.180
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검출

5. 전라남도 E지역

〈부록 표-13〉 전라남도 E지역 유입수(1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	230	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	7.6		BOD	10mg/L 이하	1.0
	질산성질소	20mg/L 이하	1.0		COD	40mg/L 이하	7.9
	염소이온	250mg/L 이하	2015.3		부유물질	10mg/L 이하	23.2
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.092
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	0.822
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검사미실시

〈부록 표-14〉 전라남도 E지역 방류수(1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	84	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	8.3		BOD	10mg/L 이하	0.6
	질산성질소	20mg/L 이하	2.0		COD	40mg/L 이하	4.4
	염소이온	250mg/L 이하	13836.9		부유물질	10mg/L 이하	22.8
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.757
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	0.748
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	0.03
	톨루엔	1.0mg/L 이하	0.003	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검출

6. 전라남도 F지역

〈부록 표-15〉 잔라남도 F지역 유입수(2차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	80	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	6.4		BOD	10mg/L 이하	19.7
	질산성질소	20mg/L 이하	0.3		COD	40mg/L 이하	20.8
	염소이온	250mg/L 이하	21007.9		부유물질	10mg/L 이하	174.7
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	3.858
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	37.579
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	0.005
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검사미실시

〈부록 표-16〉 전라남도 F지역 방류수(2차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	60	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	6.3		BOD	10mg/L 이하	9.8
	질산성질소	20mg/L 이하	12.0		COD	40mg/L 이하	14.2
	염소이온	250mg/L 이하	549.5		부유물질	10mg/L 이하	5.7
	시안	0.01mg/L 이하	0.02		총인	4mg/L 이하	5.065
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	35.865
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	0.005
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검출

7. 전라남도 G지역

〈부록 표-17〉 전라남도 G지역(1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	65	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	7,9		BOD	10mg/L 이하	0,8
	질산성질소	20mg/L 이하	1,2		COD	40mg/L 이하	1,4
	염소이온	250mg/L 이하	23208,2		부유물질	10mg/L 이하	40,4
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0,042
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	0,287
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검출

〈부록 표-18〉 전라남도 G지역(2차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	120	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	6.9		BOD	10mg/L 이하	1.5
	질산성질소	20mg/L 이하	0.3		COD	40mg/L 이하	2.0
	염소이온	250mg/L 이하	22563.9		부유물질	10mg/L 이하	17.2
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.302
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	3.923
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검출

8. 전라남도 H지역

〈부록 표-19〉 전라남도 H지역 유입수(1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	48	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	6.7		BOD	10mg/L 이하	81.4
	질산성질소	20mg/L 이하	0.2		COD	40mg/L 이하	36.4
	염소이온	250mg/L 이하	86.2		부유물질	10mg/L 이하	28.8
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	1.555
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	10.382
	페놀	0.005mg/L 이하	0.073	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검사미실시

〈부록 표-20〉 전라남도 H지역 방류수(1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	22	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	6.1		BOD	10mg/L 이하	22.3
	질산성질소	20mg/L 이하	7.8		COD	40mg/L 이하	12.2
	염소이온	250mg/L 이하	92.5		부유물질	10mg/L 이하	9.2
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.117
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	9.032
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	0.03
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	불검출

9. 전라남도 I지역

〈부록 표-21〉 전라남도 I지역(1차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	0	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	6.8		BOD	10mg/L 이하	0.4
	질산성질소	20mg/L 이하	6.4		COD	40mg/L 이하	2.7
	염소이온	250mg/L 이하	22.3		부유물질	10mg/L 이하	2.0
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.017
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	6.614
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	불검출

10. 전라남도 J지역

〈부록 표-22〉 전라남도 J지역(2차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반 검사	총대장균군수	5,000/100ml	1100	일반 검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	7.3		BOD	10mg/L 이하	1.6
	질산성질소	20mg/L 이하	1.8		COD	40mg/L 이하	15.1
	염소이온	250mg/L 이하	557.8		부유물질	10mg/L 이하	29.6
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.130
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	1.914
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속 검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	불검출

11. 전라남도 K지역

〈부록 표-23〉 전라남도 K지역 유입수(2차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반검사	총대장균군수	5,000/100ml	26	일반검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	7.8		BOD	10mg/L 이하	1.1
	질산성질소	20mg/L 이하	0.4		COD	40mg/L 이하	1.2
	염소이온	250mg/L 이하	16156.2		부유물질	10mg/L 이하	31.2
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.115
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	0.509
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	검사미실시

〈부록 표-24〉 전라남도 K지역 방류수(2차)

구 분		수질기준	시험결과	구 분		수질기준	시험결과
일반검사	총대장균군수	5,000/100ml	63	일반검사	크실렌	0.75mg/L 이하	불검출
	수소이온농도	5.8~8.5	7.9		BOD	10mg/L 이하	0.5
	질산성질소	20mg/L 이하	0.1		COD	40mg/L 이하	0.8
	염소이온	250mg/L 이하	9473.6		부유물질	10mg/L 이하	29.2
	시안	0.01mg/L 이하	불검출		총인	4mg/L 이하	0.070
	유기인	0.0005mg/L 이하	불검출		총질소	40mg/L 이하	0.678
	페놀	0.005mg/L 이하	불검출	중금속검사	카드뮴	0.01mg/L 이하	불검출
	트리클로로에탄	0.15mg/L 이하	불검출		비소	0.05mg/L 이하	불검출
	테트리클로로에틸린	0.01mg/L 이하	불검출		수은	0.001mg/L 이하	불검출
	트리클로로에틸렌	0.03mg/L 이하	불검출		납	0.1mg/L 이하	불검출
	벤젠	0.015mg/L 이하	불검출		6가크롬	0.05mg/L 이하	불검출
	톨루엔	1.0mg/L 이하	불검출	살모넬라		불검출	불검출
	에틸벤젠	0.45mg/L 이하	불검출	노로바이러스		불검출	불검출

기본연구보고서 발간목록

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	수산부문 전망모형「KMI-FOSiM」구축연구 - 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -	이헌동
06	수산업 주요 연관산업의 글로벌 경쟁력에 관한 연구	임경희
07	인구소멸 시대의 어촌사회 정책 연구	박상우
08	국내 가두리 양식장 어장환경개선 방안	마창모
09	어업여건 변화에 대응한 연근해 어업의 허가제도 개선 방안	엄선희
10	과학적 해양사고조사체계 도입 및 구축기반 연구	박한선
11	컨테이너 해상물동량 예측 모형 구축방안 연구	고병욱
12	해운기업의 경영성과에 미치는 영향분석 연구	황진회
13	건설용 모래 공급사슬관리(SCM) 방안 - 바다모래 가치 재산정을 중심으로 -	이언경
14	항만산업 종합통계 연구	하태영
15	항만 위험물 컨테이너 공급사슬 관리방안 연구	최나영환
16	국내 컨테이너항만의 비용 함수 추정 및 효율성 연구	최석우
17	신규 해사산업 진흥을 위한 법제도 개선방안	박한선
18	환동해권 물류 및 지역개발 기업진출 사례 분석 및 추진전략	이기열

2017년

01	미래 수산업·어촌 발전을 위한 정책방향 연구	김대영
02	연안침식 대응정책의 개선방안 연구	윤성순
03	해양준조세 산정체계 개선방안	장정인

04	해역의 효과적 관리를 위한 도서 활용 방안 연구	최지연
05	반려동물산업 성장에 따른 수산분야 펫푸드 산업 활성화 방안	장홍석
06	강마을 지역경제 활성화를 위한 전략	박상우
07	Post-2020 국제기후변화 규범체계에 대응한 해양정책 개선방안 연구	박수진
08	한국 수산식품 세계화 전략 수립 연구 -수산물 수출을 중심으로-	임경희
09	양식산업 재난 위기관리에 관한 연구	마창모
10	해운기업의 선박투자 행태 분석과 대응방안	김태일
11	IMO 지속발전 전략계획(SP) 대응방안 연구	박한선
12	컨테이너 해운산업 구조개선을 통한 경쟁력 제고 방안 연구	고병욱
13	동북아 전자상거래 해상운송 전환수요 분석	이기열
14	컨테이너 해운기업의 환적 패턴 분석과 항만의 대응방안	김은수
15	현장수요기반 IoT/빅데이터 항만하역 안전시스템 구축방안 연구	전형모
16	지진에 대비한 항만기능 유지의 필요성과 추진방안	김우선

수시연구보고서 발간목록

2018년

01	선화주 상생발전을 위한 해운산업투자 확대방안 연구	윤재웅
02	새로운 어선등록제 도입을 위한 제도 개선방안 연구	엄선희
03	낚시관리 실행력 제고 방안 연구	이정삼
04	해양생태도의 정책 활용도 제고방안 연구	박수진
05	국내 항만 대기오염물질 배출 저감조치의 운영실태 조사 및 개선방안연구	안용성
06	농축산물 등의 관세행정 제도개선을 통한 항만배후단지內 FTZ활성화 방안연구	조지성
07	최저임금상승이 항만연관산업에 미치는 영향 및 대응방안	이기열
08	수산업·어촌분야 공익적 가치 평가체계 수립 및 사회적 경제 도입방안 연구	류정곤

2017년

01	파나마운하 확장에 따른 해운물류환경변화와 정책대응 방안	박용안
02	해양문화정책 방향에 관한 연구	홍장원
03	4차 산업혁명과 해운산업 정책방향	황진회
04	제주도 항만거버넌스 개선방안 연구	김근섭
05	수산물 산지경매사 직무 및 시험체계 개발	장홍석
06	한·중·일 신선물류산업 활성화 방안	장홍석
07	연안항 지정기준 개선방안 연구	김근섭
08	지속가능한 갯벌어업을 위한 로드맵 마련 연구 - 갯벌어업 패류양식을 중심으로 -	마창모
09	해양수산 공공부문 인재육성 정책 방향	홍현표

현안연구보고서 발간목록

2018년

01	미얀마 국립수산대학 설립 추진 방안 연구	정명화
02	연안여객 해상교통의 대중교통체계 구축 방안 연구	김태일
03	해조류 국제양식규범확산에 따른 국내 김산업 수용태세 분석 -ASC인증을 중심으로-	이상철
04	청년일자리 창출을 위한 해양수산 인력양성 방안 연구 - 국제물류 청년인력을 중심으로 -	박광서
05	컨테이너 화물 해상운송계약 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	정지호

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

2017년

01	우리나라 해운금융의 한계 및 발전방향	전형진
02	한투발루 협력 증진을 위한 참다랑어 외해양식 투자의 타당성 분석	마창모
03	AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구	이언경
04	해외 진출 무역업체의 한국인 포워더 수요 추정 연구	신수용
05	선박교통관제(VTS) 운영효율화 방안 연구	박한선
06	부산 영도구·중구 도시재생사업 추진방안 -한진중공업·자갈치시장 사례 중심-	최나영환
07	수산시장의 소비자 신뢰 제고를 위한 정책 지원방안 연구	이헌동
08	산업정책적 관점에서의 주요국 해운정책 분석 및 정책방향 연구	고병욱
09	연안형 도시재생 기본구상 -부산 원도심 및 영도지역 사례 분석-	최지연
10	갯벌 복원 수요 확대에 따른 복원 표준모형 개발 방향	육근형
11	항만보안 관리체계 효율화 방안 연구	김찬호
12	전자상거래 기반 상업항 개발전략	최상희
13	항만 내 어항구 개발과 관리제도 개선방안에 관한 연구	한광석
14	해운 얼라이언스 개편과 부산항 신항 환적 운영 개선 방향 연구	김은수
15	PA관할 항만 항계 확장에 따른 어업피해보상비 분담기준 마련	김근섭
16	페루 수산시장 현황 및 진출방안	정명화
17	러·일 간 남쿠릴 열도 분쟁의 최근 동향	현대송
18	부산항 신항 혼합형 전용터미널(Hybrid liner terminal) 시스템 도입방안 연구	김근섭
19	해양경비 여건 분석과 역량 강화 방안	윤성순
20	바닷모래의 이용실태와 관리 개선방향	윤성순

21	우리나라 구조조정 정책사례 및 시사점 -한진해운을 중심으로-	황진회
22	한국 컨테이너선대 육성의 필요성	김태일
23	어촌지역 고용지표 통계생산을 위한 기초연구	한광석
24	우리나라 항만산업 고용통계 조사 연구	하태영
25	뉴질랜드·노르웨이의 양식 수산물 수출 전략	임경희
26	빅데이터 적용 해운항만산업 연구분석 우선순위 연구	최종희
27	해양수산 생명자원정책의 개선방향에 관한 연구	박수진
28	미·중 수산물 수출 비관세장벽 동향 및 대응 방안	임경희
29	도시-어촌 상생협력 인식도 조사	이상철
30	크루즈산업의 일자리 창출 규모와 정책과제	황진회
31	내항여객운송사업 운영체계 개선방안	김태일
32	우리나라의 배출규제해역(ECA) 도입 방안 연구	이기열
33	친환경에너지 정책 추진강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대방안	심기섭
34	해양수산 일자리 창출분야 및 고용효과 분석	박광서
35	선박에 의한 대기오염물질 배출량 산정체계 개선 방안	안용성
36	해양휴양복지 활성화 정책방안 연구	홍장원
37	G20 해양쓰레기 실행계획의 국내 이행 방안	김경신
38	물류기업 해외진출 지원사업 평가 및 실효성 제고 방안	신수용
39	2018 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
40	도시청년 일자리 창출을 위한 도시형 어촌 개발 콘텐츠 발굴 연구	박상우
41	4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구	이언경
42	원양어선 승무 선원의 스트레스 분석에 관한 연구	이승우
43	일자리 창출을 위한 우리나라 항만 경제특구 발전 방향	박성준
44	해양주권 강화를 위한 무인도서 기초정보 개선 연구	정지호
45	세계경영을 위한 해외 터미널 및 물류시설 투자방안	박주동
46	연안 소규모 하·폐수 처리시설의 관리 문제점 및 개선방향	장원근
47	거대선사의 시장지배력 확대에 대한 국적선사의 대응 방향	전형진
48	해양법 관련 최근 판례 및 동향 분석 - 남중국해 분쟁 등 해양법 판례 중심 -	최지현
49	화주 관점의 항만배후단지 역할 제고 방향	김은수

어촌의 정주환경 실태 및 개선방안 연구
- 어장밀집지역의 소규모 하수처리 실태를 중심으로 -

인　　쇄 ▌ 2018년 11월 28일 인쇄
발　　행 ▌ 2018년 11월 30일 발행
발 행 인 ▌ 양 창 호
발 행 처 ▌ 한국해양수산개발원
49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)
연 락 처 ▌ 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)
등　　록 ▌ 1984년 8월 6일　　제313-1984-1호
조판·인쇄 ▌ 공감 Tel : 070-4407-6252

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