
한강 자연성 회복 구상(안) 마련 -최종보고서-

2021. 03.



사단
법인 한국물환경학회
KOREAN SOCIETY ON WATER ENVIRONMENT

 한국환경공단

〈제 목 차 례〉

1. 서론	1
1.1 한강의 의미	1
1.2 자연성 회복의 정의	2
1.2.1 하천의 자연성 회복의 방향	2
1.2.2. 한강 자연성 회복의 정의	3
2. 한강의 특성과 변천	4
2.1 한강의 특성	4
2.1.1 한강의 지리 특성	5
2.1.2 한강의 기후 특성	8
2.1.3 한강의 지질 및 토지이용 현황	14
2.1.4 한강의 역사적 특성	17
2.2 한강의 변화와 현황	18
2.2.1 한강 여건의 변화와 정책의 변천	18
2.2.2 이·치수, 환경, 이용 현황, 하천의 변화	28
2.2.3 한강 자연성 상실과 변화	30
3. 한강의 지속가능성문제 및 자연성 회복 필요성	32
3.1 지속가능성 진단	32
3.1.1 한강 대권역 물환경관리 기본계획	32
3.1.2 한강 대권역 물환경관리 기본계획 달성현황	35
3.2 자연성 회복 필요성	44
3.2.1 한강권역의 유역환경 현황	44
3.2.2 한강권역의 물환경 현황	64
3.2.3 한강 여건의 변화와 정책의 변천	69

3.3 한강 자연성 회복의 비전과 목표	73
3.3.1 한강 자연성 회복 필요성	73
3.3.2 한강 자연성 회복 방향	74
3.3.3 한강 자연성 회복 추진원칙	74
4. 한강 자연성 회복 추진방향	77
4.1 살아 움직이는 강	77
4.1.1 강의 연속성 회복을 위한 물확보와 물 안전 추진	77
4.1.2 강의 연속성 회복을 위한 수중 구조물 관리	80
4.1.3 자연성 회복을 통한 기후변화 대응	81
4.1.4 환경생태유량 관리를 통한 수생태계 보호	83
4.2 생명이 숨쉬는 강	87
4.2.1 한강 유역 호소 및 하천의 수생태계 건강성 훼손 현황	87
4.2.2 한강 중권역의 수생태계 건강성 평가의 한계	87
4.2.3 서식처 개선을 통한 생태 다양성 확보	91
4.2.4 습지 개선을 통한 생태 자연성 확보	93
4.2.5 퇴적물 관리를 통한 생태계 자연성 확보	94
4.2.6 한강 하구의 생태다양성	95
4.2.6 자연유황 회복 관리를 통한 수생태계 보호	106
4.3 맑은 물이 흐르는 강	108
4.3.1 고령지발 관리를 통한 비점오염물질 저감 및 수질개선	108
4.3.2 도시 물순환 복원을 위한 소하천 되살리기 극대화	111
4.3.3 도시내 하수처리장 및 소규모 NBS를 연계한 다중 오염 방지 하천	113
4.3.4. 한강 중류 수질 현황 분석 및 물순환	114
4.3.5 상하류 협력을 통한 유역 맞춤형 수질 관리	118
4.3.6 수원의 다변화를 통한 물 취약지역 물복지 개선	118
4.3.7 유역 단위 하천 수량·수질 관리체계 구축	120
4.3.8 빗물관리시설 설치 및 운영(서울특별시, 2013)	124
4.4 더불어 사는 강	125
4.4.1 한강대권역과 중권역 중심의 유역관리정책으로 인한 수질오염 및 수생태계 관리	

격차 고착화	125
4.4.2 유역 거버넌스 강화를 통한 물 관련 갈등 해소	126
4.4.3 생태하천 모니터링 리빙랩 사업	139
5. 주요 권역별 자연성 회복 세부과제 도출 및 추진방향	144
5.1 한강상류	144
5.1.1 관심어종 보호를 위한 환경생태유량 관리	144
5.1.2 농업용수 회귀수 관리를 통한 지류-지천 하천유량 확보	144
5.1.3 댐 방류량 관리를 통한 하류 수생태계 환경 회복	145
5.1.4 발생원관리 중심의 비점오염관리를 통한 상류 흙탕물 저감	147
5.1.5 수원의 다변화를 통한 한강상류 물부족 해결	155
5.1.6 소양댐 및 도암댐 주변 지역 갈등의 해소	155
5.2 한강중류(서울권)	157
5.2.1 옛물길 복원 사업과 연계한 생태 하천 조성	157
5.2.2 주민참여형 생태하천 모니터링 방안 확대	163
5.2.3 수변생태벨트 조성을 통한 도시 비점오염원 관리 및 자연성 회복	166
5.3 한강중류(경기권)	177
5.3.1 수질분야 과제 도출 추진방향	177
5.3.2 생태계분야 과제 도출 추진방향	178
5.3.3 수자원분야 과제 도출 추진방향	179
5.4 하류	183
5.4.1 한강하구의 자연성 회복 방안	183
5.4.2 한강하구 습지 자연성 회복 전략	186
5.4.3 하류(퇴적물 준설 및 오염물질 관리 방향)	187
6. 한강 자연성 회복을 위한 제도적 기반 구축방안 도출	188
6.1 한강 유역의 문제	188
6.1.1 한강 상류유역과 농어촌 지류지천	188
6.1.2 한강 중류 유역과 도시지역 하천	189
6.1.3 한강 하구	190

6.2 한강 자연성 회복을 위한 관련 제도 개선 필요성	191
6.3 한강 자연성 회복을 위한 관련 제도 개선 방안	193
6.3.1 비점 관리	193
6.3.2 수변구역 활성화	198
6.3.3 도시 물순환체계 개선	205
6.3.4 기타 부문	212
7. 한강 자연성 회복 구상 마련을 위한 포럼 구성 및 운영	215
7.1 포럼 전체 개요	215
7.1.1 포럼 목적	215
7.1.2 포럼위원 구성	215
7.1.3 포럼 운영	216
7.2 포럼 운영 결과	217
7.2.1 제1차 한강 자연성 회복 포럼	217
7.2.2 제2차 한강 자연성 회복 포럼	222
7.2.3 한강 유역 주요 현안에 대한 설문조사 수행	232
8. 한강 자연성 회복 필요성 및 비전과 목표 마련	234
8.1 한강 자연성 회복의 필요성과 방향	234
8.2 한강 자연성 회복의 비전과 목표	235

〈표 차례〉

〈표 2-1〉 한강 대권역 내 중권역별 현황	7
〈표 2-2〉 서울관측소 기상현황(1983~2014 자료 평균)	8
〈표 2-3〉 유역별 연평균 강수량 비교(1983~2014)	12
〈표 2-4〉 한강유역 토지이용 현황	16
〈표 2-5〉 한강생태계 조사연구 1~8차 연구 개요	20
〈표 3-1〉 한강 대권역 계획의 물환경관리 목표지표	34
〈표 3-2〉 한강 대권역 계획의 주요 지점 수질달성 정도	37
〈표 3-3〉 한강 대권역 계획의 한강수계 다기능보 수질달성 정도	38
〈표 3-4〉 한강수계 최근 5년간 조류경보 발령일수	39
〈표 3-5〉 하천 수생태계 건강성 조사평가 등급	41
〈표 3-6〉 한강권역 하천 수생태계 건강성 조사평가 등급(.....	41
〈표 3-7〉 불투수면적률이 높은 지자체 순위	42
〈표 3-8〉 불투수면적률이 높은 소권역 순위	43
〈표 3-9〉 한강권역 경지면적(논+밭)	45
〈표 3-10〉 한강권역 경지면적(논)	45
〈표 3-11〉 한강권역 경지면적(밭)	45
〈표 3-12〉 비점오염원관리지역지정 현황	47
〈표 3-13〉 가축분뇨 발생량 및 관리현황	50
〈표 3-14〉 한강수계 시도별 불투수면적률 및 물순환율 현황	53
〈표 3-15〉 물순환율이 낮은 지자체	54
〈표 3-16〉 환경부 그린빛물인프라 조성사업	55
〈표 3-17〉 상수도 통계	56
〈표 3-18〉 하수도 통계	57
〈표 3-19〉 지역별 상수도 보급률	58
〈표 3-20〉 지역별 정수장 현황	59
〈표 3-21〉 지역별 수도관 연장 현황	60
〈표 3-22〉 지역별 하수도요금 현실화율	61
〈표 3-23〉 한강의 비전 및 목표	75
〈표 4-1〉 한강유역 연도별 생·공·농업용수	79
〈표 4-2〉 물환경 관리지표 중 하천 수자원관련 지표	80
〈표 4-3〉 3등급 하천의 생태기간에 따른 최소방류량	86

<표 4-4> 경기도 수생태계 건강성 조사지점 현황	88
<표 4-5> 한강대권역 중권역의 수생태계 평가결과	89
<표 4-6> 한강대권역 지류지천의 수생태계 평가결과	90
<표 4-7> 한강하구의 주요 습지유형 및 습지현황	94
<표 4-8> 2000년대 한강하구 주요 식생현황	97
<표 4-9> 2005년 한강하구 지역별 포유류 현황	99
<표 4-10> 1990년도 중반이후 한강하구 지역에서의 조류조사 개요	99
<표 4-11> 한강하구에서 관찰되는 천연기념물 조류 2004년	100
<표 4-12> 한강하구에서 관찰되는 주요 종 관찰결과 변화	100
<표 4-13> 하구역에서 발견된 양서·파충류 종 및 개체수 2004년	101
<표 4-14> 지역별, 계절별 종 다양성	102
<표 4-15> 한강 하구의 어류 2004년	103
<표 4-16> 조사지점별 현황 2004년	104
<표 4-17> 한강 하구의 어류 서식 환경 및 주요 어종 2015년	105
<표 4-18> 한강-한강하구 조류 현황 2015년	106
<표 4-19> 경기도 통합 물관리 기본계획 수립(2017)에 따른 경기권 5개 주요유역	116
<표 4-20> 수질·생태계·수량 주요 문제점	117
<표 4-21> 하천유량 확보방안(국립방재연구원, 2012)	121
<표 4-22> 국내 도시하천 우수관리 사례	133
<표 4-23> 물관리체계의 비교	135
<표 5-1> 농촌비점오염 전문가 양성 관련 정책 연계 방안	151
<표 5-2> 중간지원조직의 통상적인 기능과 역할	152
<표 5-3> 유역별 폐천부지 필지수 및 면적 조사현황	159
<표 5-4> 4대강 유역 중소하천 옛물길(터) 유형분류	160
<표 5-5> 서울특별시 옛물길(터) 현	161
<표 5-6> 리빙랩 방법론에 따른 프로세스	164
<표 5-7> 거버넌스 참여 다양한 주체의 역할 예시	166
<표 5-8> 지역주민 대상 설문 결과	169
<표 5-9> 1, 2차 기본계획 유역차원의 토지매수 연결성 고려 방안 및 한계점	169
<표 5-10> 수변생태벨트 관리유형 및 이용 범위	170
<표 5-11> 기금운용 및 지출현황	175
<표 5-12> 한강 중상류(서울권역) 추진 전략 및 세부과제	175
<표 5-13> 한강권역 수질 추이 및 국가계획 목표	177
<표 5-14> 국가 물 수요관리 종합대책에 따른 단계별 수요관리 방안	181

<표 5-15> 공유하천 보상방안: K-eco제시 협력사업	182
<표 5-16> 한강 자연성 회복을 위한 전략	186
<표 6-1> 환경부 비점오염관리지역지정 지역	189
<표 6-2> 한강 자연성 회복을 위한 전략	191
<표 6-3> 한강 자연성 회복을 위한 제도적 개선 전략과 관련법	192
<표 6-4> 고랭지 탁수 및 농업 비점오염의 제도개선 방안	195
<표 6-5> 상수원보호구역 내 경작행위 제도개선 방안	197
<표 6-6> 도시 비점오염 및 점오염원 연계 제도개선 방안	197
<표 6-7> 한강 수계 수변구역 지정 현황	199
<표 6-8> 규제지역별 토지매수 면적	199
<표 6-9> 토지매수 대상 지역 및 행위 제한 내용	200
<표 6-10> 수변구역 토지매수 제도 개선방안	202
<표 6-11> 수변생태벨트 조성사업 관련 법령 부처별 분류	204
<표 6-12> 수변구역벨트 조성 제도 개선방안	204
<표 6-13> 미네소타주 Minnehaha 유역의 불투수면적률 제한규정 사례	206
<표 6-14> 도시 불투수면적률 개선 방안	208
<표 6-15> 수변구역벨트 조성 제도 개선방안	210
<표 6-16> 그린-블루네트워크 강화를 위한 제도개선 방안	212
<표 6-17> 통합물관리 제도개선 방안	213
<표 6-18> 주민활용 환경개선사업 제도개선 방안	214
<표 8-1> 한강의 비전 및 목표	236

<그림 차례>

<그림 1-1> 한강 자연성 변화의 원인	2
<그림 2-1> 한강 대권역 현황도	4
<그림 2-2> 한강 대권역 시·군·구 현황도	6
<그림 2-3> 한강 대권역 주요 지점별 연평균 기온 추이	9
<그림 2-4> 서울시 월별 평균 증발량	10
<그림 2-5> 서울시 월별 평균 및 최대 풍속	11
<그림 2-6> 한강 대권역 연평균 강수량	12
<그림 2-7> 연도별 집중호우 발생횟수	13
<그림 2-8> 서울시 월별 평균 및 최대 풍속	15
<그림 2-9> 한강 대권역 토지지목 변화	16
<그림 2-10> 조선시대 한강의 자연지형과 검재 정선의 그림으로 본 한강	17
<그림 2-11> 한강 관련 주요 계획	19
<그림 2-12> 한강사업본부 수행 사업	22
<그림 2-13> 한강사업본부 주요 사업 수행 지역	22
<그림 2-14> 한강 자연성 회복 기본계획 전략 및 정책과제	23
<그림 2-15> 한강 자연성 회복 기본계획 목표지수	24
<그림 2-16> 한강변 관리 기본계획의 4대 부문, 12개 관리원칙	25
<그림 2-17> 토지이용 부문 7대 수변활동권역	27
<그림 2-18> 서울의 계절별 기온변화	28
<그림 2-19> 서울의 연강수량 및 여름철 강수량	29
<그림 2-20> 조류경보가 발령된 성산대교 인근	29
<그림 2-21> 한강 자연성 변화와 원인	31
<그림 3-1> 한강 대권역 및 중권역 현황도	33
<그림 3-2> 한강수계 수질오염사고 추이	36
<그림 3-3> 한강수계 조류경보제 지점 위치	39
<그림 3-4> 시도별 논밭별 경지면적	44
<그림 3-5> 한강권역 시설재배지 현황	46
<그림 3-6> 비점오염원관리지역 지정위치	48
<그림 3-7> 한강수계 상류지역 고랭지 경작지 및 수질 현황	49
<그림 3-8> 대권역별 가축사육농가수	51
<그림 3-9> 대권역별 가축사육두수	51

<그림 3-10> 대권역별 가축분뇨 발생량	51
<그림 3-11> 대권역별 가축분뇨 처리현황	52
<그림 3-12> 하수도보급률 현황(.....	61
<그림 3-13> 2020 전국 시도별 산업단지 현황	63
<그림 3-14> 4대강 주요 지점의 연간 유기물 농도 변화	64
<그림 3-15> 4대강 주요 지점의 연간 영양염류 변화	66
<그림 3-16> 4대강 주요 지점의 연간 TN/TP 변화	67
<그림 3-17> 한강 팔당호의 계절별 질소 농도변화	68
<그림 3-18> 한강 팔당호의 계절별 인 농도변화	68
<그림 3-19> 한강 팔당호의 계절별 질산성 질소 및 용존인(DTP) 비율 변화	69
<그림 3-20> 한강 대권역 수생태계 건강성 조사 등급	70
<그림 3-21> 팔당호 조류 발령 일수 현황	71
<그림 4-1> 한강중류(경기권) 대상 수문 및 수질변동 비교	78
<그림 4-2> 열목어 국내 분포현황	85
<그림 4-3> 한강 하구 퇴적물 관리를 통한 토양미생물 생태계 건강성 회복	91
<그림 4-4> 생태계 자연성 회복 강화	92
<그림 4-5> 국가 및 지방 하천 유로	111
<그림 4-6> 도시내 물재이용을 극대화한 물순환 복원 하천	112
<그림 4-7> 사람과 자연이 하나되어 살아가는 우리 강	113
<그림 4-8> 해외 소규모 NPS-공학 연계 처리시설	114
<그림 4-9> 한강중류(경기권) 대상의 공간적 범위	115
<그림 4-10> 생활용수 및 농업용수 부족 관련 뉴스	120
<그림 4-11> 도시 물 순환 개념	122
<그림 4-12> 휴경지 매입을 통한 저류지 조성사업	122
<그림 4-13> 하수재이용 개념	123
<그림 4-14> 생활용수 및 농업용수 부족 관련 뉴스	124
<그림 4-15> 빗물관리 방식에 따른 분리 적용	125
<그림 4-16> 농촌 마을 개발을 위한 하향식 및 주민주도형 접근 방식	128
<그림 4-17> 참여마을 만들기 사업의 구성	129
<그림 4-18> 농촌비점오염 관리를 위한 현장포럼 프레임 예시	130
<그림 4-19> 농촌비점오염 관리를 위한 현장포럼운영 5단계 프로세스	130
<그림 4-20> 물 비즈니스의 국제전략 거점	132
<그림 4-21> 거버넌스 구성 주체 개념도	135
<그림 4-22> 농업비점관리 거버넌스 구축과정	138

<그림 4-23> Water Reuse Hub 개념	141
<그림 5-1> 집단화된 비점오염저감 사업 모식도	149
<그림 5-2> 거버넌스 구조 및 주체별 역할	153
<그림 5-3> 단계별 거버넌스 구축 방안	154
<그림 5-4> 옛물길 복원 의의	157
<그림 5-5> 옛물길(터) 복원 유형	158
<그림 5-6> 옛물길(터) 복원 절차	162
<그림 5-7> 네덜란드, 프랑스, 일본의 유역거버넌스 구성 비교	163
<그림 5-8> 도시 비점오염원의 분류	166
<그림 5-9> 우수지의 비점저감시설로 활용되고 있는 우수지 생태공원	167
<그림 5-10> 수변생태벨트 관리 유형 재분류(안)	170
<그림 5-11> 수질 채수 위치 개념도, 측정지점 예시	172
<그림 5-12> 수변생태벨트 통합관리 시스템 마련(안)	173
<그림 5-13> 연도별 수변생태벨트 사업 기금 운영 현황	174
<그림 5-14> 중권역별 공공하수처리시설 방류수 재이용 현황	180
<그림 5-15> ‘습지 생태축’ 개념도	186
<그림 6-1> 비점오염관리지역 지정절차, 계획수립 및 이행평가 체계	194
<그림 6-2> 도시 점오염원 및 비점오염원 연계를 위한 제도개선	198
<그림 6-3> 가평삼회 생태복원지구를 통한 기대효과	203
<그림 6-4> 제내지 및 제외지 개념	203
<그림 6-5> 서울시 도시화율 변화	205
<그림 6-6> 호주 멜버른시의 가로수 물 재사용 설비 단면	211
<그림 6-7> 물관리체계 환경부 일원화 모식도	212
<그림 6-8> 주민지원사업의 세부 내용	213
<그림 7-1> 제1차 한강 자연성 회복 포럼 웹자보	221
<그림 7-2> 한강유역 자연성 회복을 위한 비전 선정	233
<그림 7-3> 한강유역 자연성 회복을 위해 시급한 추진전략 및 과제	233
<그림 7-4> 한강유역 상류의 현안들 중 중요도와 시급성이 높은 현안	233
<그림 7-5> 한강유역 중류의 현안들 중 중요도와 시급성이 높은 현안	234
<그림 7-6> 한강유역 하류의 현안들 중 중요도와 시급성이 높은 현안	234

1. 서론

1.1 한강의 의미

- 강(江)은 좁은 의미에서는 지표면에 흐르는 물길 중 넓고 큰 것을 의미함(河). 이보다 작은 내(川)를 망라해 하천(河川)이라 부른다. 넓은 의미에서는 강은 하천을 통칭하는 의미로도 사용
- 강은 기본적으로 사람과 못 생명의 생존에 필요한 물의 공급원이며 현대사회로 오며 농경과 산업의 용수공급기능이 강화
- 역사적으로는 문명을 잉태하는 시작점이었으며, 나아가 사람들의 삶과 생태계 유지의 터전
- 강은 자연의 혜택을 생태계와 사람에게 공평하게 제공하고, 홍수·가뭄 등 자연의 위협을 완화하는 가교로서도 기능
- 강에 살아가는 수많은 각종 생물들은 생태계 서비스의 원천이 되고 있음. 또한, 강은 아름답고 자연스러운 경관 제공과 친수 공간, 역사성을 간직한 공간으로써 문화의 원천
- 한강은 삼국시대를 거치면서 우리 민족의 젖줄이자 역사의 중심지 역할로 단순한 강이 아닌, 정치, 경제, 사회의 핵심적 위치임
- 한강은 삼국시대 초기 한반도 허리 부분에 띠를 두른다는 뜻인 대수(帶水)로 불리었고, 고구려에서는 아리수(阿利水), 백제에서는 옥리수(郁里水), 신라에서는 상류를 니하(泥河), 하류를 왕봉현(王逢縣)으로 불림
- 한강'은 우리말의 '크고 넓으며 물이 가득 흘러가는 물줄기'를 의미하는 '한가람'에서 유래되었으며, 수도의 중요한 삶의 터전이었음을 짐작케 함
- 한강은 우리 민족의 자연 문화유산이며 한강의 유역면적은 남한 국토면적의 4분의 1인 25,953.6km²에 해당하고, 유역인구가 2,600만 명에 달하며, 수도권에 식수를 공급하고 다양한 생태계가 존재함
- 한강은 서울을 넘어 대한민국의 근현대사적인 상징적 공간이며, 6.25 한국전쟁의 상흔과 세계 속 경제성장의 상징이 함축되어 있는 한강의 기적 또한 한강이라는 자연자원에 함축되어 있음
- 2012년 서울 랜드마크 조사에 따르면 한강이 37.9%로 1위를 차지한 랜드마크인 동시에, 연 6,800만 명이 이용하는 서울의 일상 공간임
- 서울시에서는 한강사업본부를 통해 다양한 이벤트 및 프로그램을 운영하고 한강변 활성화화를 도모하고 있음

1.2 자연성 회복의 정의

1.2.1 하천의 자연성 회복의 방향

○ 하천의 건강성 회복

- 하천 건강성은 유역 건강성의 척도이며, 환경과 사회적 건강성에 대한 지표를 제공
- 과거에 서식지(서식처)의 소실, 훼손, 파편화와 같은 문제들은 생태적 온전성, 지속가능성, 생태계 건강성에 대한 중대한 관심을 불러일으켰으며, 그간의 무관심한 자세와 행동을 수생태계를 회복하는 방향으로 전환<그림 1-1>

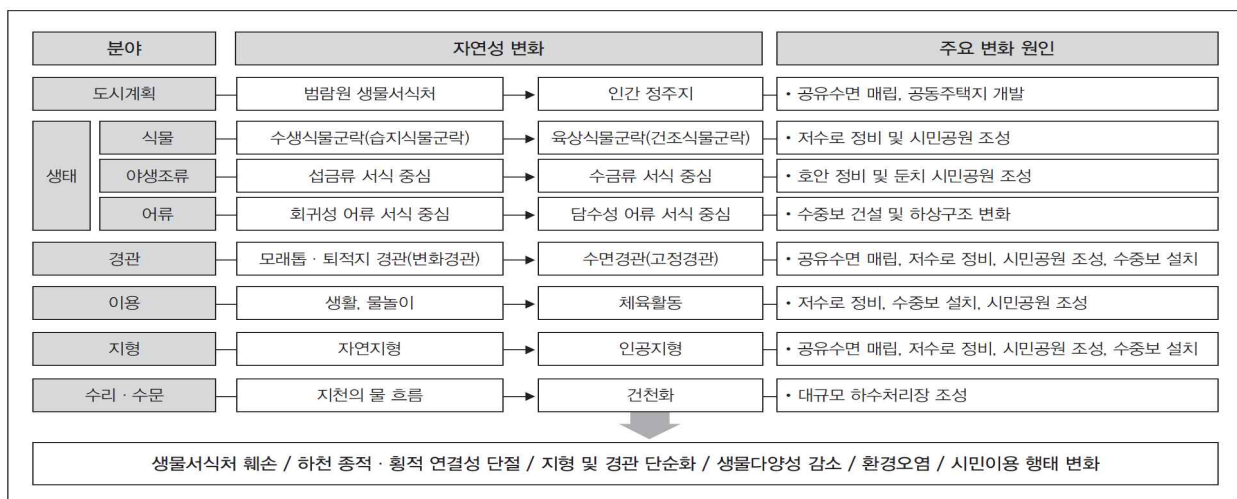
○ 수생태계 건강성 회복은 생태학적으로 온전한 교란되지 않은 상태를 건강한 수체로 표현하며, 수체의 건강성을 가장 직접·종합적으로 표현하는 지표는 생물학적 상태

○ 하천복원은 훼손된 하천의 물리적 형태 및 생태적 기능을 회복시키는 과정

- 자정기능, 경관, 생물 다양성 등 하천의 기본적 기능 복원
- 수로와 수변 공간을 가능한 원래의 자연하천 형태로 물리적 복원

○ 생태하천은 하천이 지닌 본래의 자연성과 생태적 기능이 최대화될 수 있도록 조성된 하천으로 구성되며, 생태하천 복원은 하천 내외의 인공적인 생태계 교란요인을 제거하여 자연에 가깝게 복원하고 건강한 생태계가 유지될 수 있도록 지원 혹은 관리해 나가는 활동

○ 생물서식처의 훼손과 하천 종적·횡적 연결성의 단절, 지형과 경관의 단순화, 생물다양성 감소, 환경오염 및 이용행태 변화 등의 문제점이 발생하였으며, 한강의 자연성 회복을 위해 생물서식처 확보, 하천 연결성 복원, 하천 원래의 지형과 경관 복원, 생물다양성 확보, 환경오염 감소, 친환경 이용행태 유도 등의 방안 마련이 필요



출처 : 한봉호 (2015). 한강 자연성 상실과 회복방안. 국토, 19-26

<그림 1-1> 한강 자연성 변화의 원인

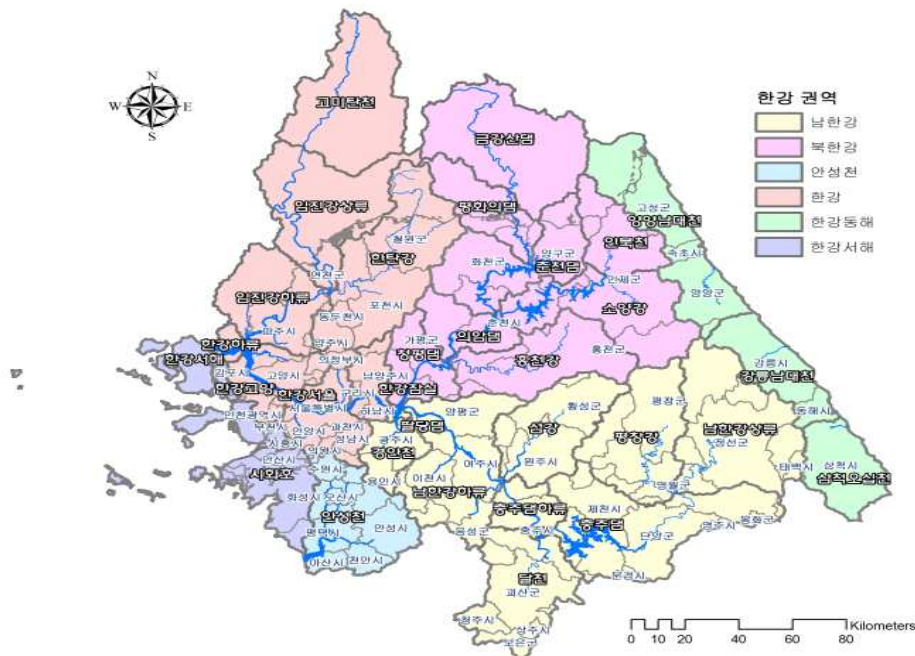
1.2.2. 한강 자연성 회복의 정의

- 한강 자연성 회복은 사회환경을 고려한 한강의 생태적 기능 회복과 복원, 자연의 복원력에 맡기는 순응적 복원, 자연과 사람이 공생·공존하는 새로운 관계로의 전환점으로서 의미
- 한강의 생태적 기능 회복 및 복원은 사회환경을 고려한 한강의 자연하천 기능을 회복하고, 생태계 복원을 목표
- 자연하천의 지형과 경관을 복원하고, 원래 물길을 회복하며, 수질에 대한 개선과 생물서식처 복원을 실현방안으로 설정
- 자연의 복원력에 맡기는 순응적 복원을 위해 인위적인 물길의 형성이나 지형변화를 지양하고, 현재 문제가 되는 호안 콘크리트만 제거한 후 하천 스스로 회복될 수 있도록 최소한의 간섭만 허용
- 강의 연속성과 지형을 회복하고 역동적인 모습과 자연적 기능이 회복, 생명들이 건강하게 지속가능한 삶을 영위, 맑은 물이 마르지 않고 항상 흘러, 이수적, 환경적 기능을 유지와 사람과 자연이 조화를 이루고, 사람과 사람의 갈등을 치유하며 더불어 살아가는 회복을 의미함

2. 한강의 특성과 변천

2.1 한강의 특성

- 한강은 길이 514 km, 유역면적 26,219 km²로 대한민국 국토 면적 100,266 km²의 약 26%에 해당하여 남한 최대 유역면적을 보유하며, 강원도 금강산 부근에서 발원한 북한강과 강원도 태백시에서 발원한 남한강이 양수리에서 합류하여 북서 방향의 서해로 흘러가는¹⁾ 전국 7개 시·도 110개 시·군·구의 지역을 경유하는 하천임(환경부, 2019)²⁾
- 한강은 「수계영향권별 환경관리지역 지정 고시(환경부고시 제2018-6호)」³⁾에 따른 권역은 중권역 29개, 소권역 265개로 구분되어 있음<그림 2-1>
- 천만 인구가 거주하는 서울을 동서축으로 경유하는 한강은 서울시 내에서는 11개 구(강동구 하일동~강서구 개화동)를 경유하며, 서울시 행정구역 면적의 약 13.5%를 차지함
- 한강은 서울을 중심으로 춘천, 원주, 제천, 충주 등 유역 도시에 거주하는 이천만 명 이상의 인구에 식수를 제공하는 상수원 역할뿐만 아니라 농업·농업용수로도 활용되며, 수력발전 시설용량은 60만 kW(수력설비용량의 9.2%) 이상으로 전력공급에도 큰 비중을 차지하고 있음(서울연구원, 2017)



(출처 : 환경부, 2019)

<그림 2-1> 한강 대권역 현황도

1) 서울특별시 서울연구원, 2017, 제8차 한강생태계 조사연구.
 2) 환경부 한강유역환경청, 2019, 한강 대권역 물환경관리계획('16-'25).
 3) 환경부, 2018, 수계영향권별 환경관리지역 지정 고시(환경부고시 제2018-6호).

2.1.1 한강의 지리 특성

- 한강유역은 북위 36° 30' ~ 38° 55', 동경 126° 24' ~ 129° 02'에 걸쳐 한반도 중앙부에 위치하고 있음. 유역면적은 남한의 약 35%에 해당하는 35,770 km²(임진강유역 포함)이며, 유로연장 494 km, 유역 평균폭 75.5 km, 유역형상계수 0.146인 남한 제 1의 하천으로서 하천형상은 수지상(Dendritic Form)과 선상형(Fanshape Form)이 혼합된 복합상(Multiple Type) 유역임
- 남한강의 발원지는 강원도 태백시 창죽동 대덕산 남쪽 금대봉의 검룡소로서 오대천 및 송천이 정선 부근에서 합류하여 하류로 내려오면서 평창강, 제천천, 달천, 섬강, 청미천, 북한천, 경안천 등의 큰 지류들과 합류하여 유역을 이루고 있고 북한강은 DMZ 이북에 위치하고 있는 단발령에서 발원하여 금강천, 수입천, 소양강, 가평천 및 홍천강 등의 많은 대소 지천들과 합류하여 유역을 형성하고 있음
- 이들 양대 하천은 팔당댐 부근에서 서로 합류하여 한강 본류를 형성하면서 서울을 관류하고 왕숙천, 중랑천, 탄천 등을 합류하면서 계속 서진하다가 경기도 파주군 탄현면에서 임진강과 합류하여 한강하구인 경기도 김포시 월곶면에 위치한 유도산정에서 남북으로 그은 선을 지나 서해로 유입됨
- 한강 유역의 행정구역은 서울특별시, 인천광역시, 경기도 18시 6군, 강원도 5시 10군, 충청북도 2시 5군, 경상북도 3시 1군으로 1특별시, 1광역시, 4도 28시 22군으로 형성되어 있음<그림 2-2>. 국가하천이 한강본류, 제천천, 달천, 섬강, 청미천, 북한천, 북한강, 경안천, 중랑천, 안양천, 곡릉천, 임진강 등 국가하천이 15개소에 총연장 778.6 km(임진강수계 제외시 686.0 km), 평창강, 인북천, 소양강 등 지방하천이 12개소에 총연장 566.8 km(임진강수계 제외 시 429.9 km)로 구성되어 있음
- 한강하류부 한강수계는 제시한 바와 같이 한강본류, 중랑천, 안양천, 곡릉천, 굴포천 등 국가하천 5개소에 총 연장 168.326 km, 홍릉천, 왕숙천, 탄천, 반포천, 홍제천, 창릉천 등 24개소의 지방하천 총 연장 249.38 km로 구성되어 있음. 제2지류는 청계천, 진건천, 양재천, 우이천, 불광천 등 지방하천 78개소, 총 연장 365.1 km로 구성되어 있음. 제3지류에는 지방하천인 오남천, 덕송천, 갈매천, 여의천, 정릉천, 녹번천, 청계사천, 대방천 등 29개소 총연장 96.0 km으로 구성되어 있음. 제4지류에는 지방하천인 불암천, 월곡천 2개소에 총연장 4.83 km로 구성됨(서울연구원, 2017)<표 2-1>

<표 2-1> 한강 대권역 내 중권역별 현황

연번	중권역	소권역 (개)	유역면적 (km ²)	대권역 내 면적 비율(%)	유역평균 표고(m)	유역평균 경사(%)	총하천 길이(km)	하천명	하천등급
1	남한강상류	17	2,447.85	5.8%	748.29	51.09	542.35	남한강본류	지방하천
2	평창강	13	1,773.39	4.2%	592.02	46.28	469.01	평창강	지방하천
3	충주댐	20	2,483.82	5.9%	475.33	48.43	506.66	남한강본류	국가
4	달천	14	1,616.36	3.9%	299.11	38.13	471.35	달천	국가
5	충주댐하류	5	524.42	1.3%	203.09	33.11	108.56	남한강본류	국가
6	섬강	10	1,491.01	3.6%	309.42	41.35	405.84	섬강	국가
7	남한강하류	19	2,072.72	4.9%	148.59	23.54	657.61	남한강본류	국가
8	금강산댐	—	2,384.68	5.7%	630.68	38.82	—	북한강본류	접경
9	평화의댐	3	940.45	2.2%	492.23	45.41	158.82	북한강본류	접경
10	춘천댐	12	1,587.45	3.8%	467.41	47.94	306.79	북한강본류	국가
11	인북천	4	931.22	2.2%	690.76	51.41	105.44	인북천	지방하천
12	소양강	8	1,852.04	4.4%	607.58	55.06	368.80	소양강	국가
13	의암댐	7	721.7	1.7%	332.2	44.65	180.33	북한강본류	국가
14	홍천강	14	1,566.05	3.7%	366.67	48.68	391.54	홍천강	지방하천
15	청평댐	8	760.61	1.8%	277.35	41.97	245.97	북한강본류	국가
16	경안천	5	561.12	1.3%	181.82	30.76	240.41	경안천	국가
17	팔당댐	1	43.87	0.1%	142.07	32.29	2.16	한강본류	국가
18	한강잠실	4	496.35	1.2%	118.36	21.60	156.97	한강본류	국가
19	한강서울	13	1,040.87	2.5%	85.77	17.70	382.34	한강본류	국가
20	한강고양	8	848.42	2.0%	52.1	12.41	268.40	한강본류	국가
21	고미탄천	—	2,195.20	5.2%	608.12	45.40	—	고미탄천	접경
22	임진강상류	3	2,072.71	4.9%	267.78	28.97	148.91	임진강	접경
23	한탄강	15	2,452.18	5.9%	294.32	30.21	558.99	한탄강	지방하천
24	임진강하류	8	1,419.21	3.4%	103.97	20.48	177.03	임진강	국가
25	한강하류	1	146.4	0.4%	32.78	11.77	6.23	한강본류	국가
26	안성천	18	1,658.66	4.0%	69.54	14.92	605.09	안성천	국가
27	한강서해	8	1,009.55	2.4%	36.24	14.06	126.42	포내천	지방하천
28	시화호	6	961.26	2.3%	24.33	10.47	106.48	화정천	지방하천
29	양양남대천	9	1,852.93	4.4%	394.04	44.40	265.61	양양남대천	지방하천
30	강릉남대천	7	1,050.11	2.5%	299.81	42.90	186.92	강릉남대천	지방하천
31	삼척오십천	5	986.64	2.4%	405.05	57.35	150.50	삼척오십천	지방하천

(출처 : 환경부, 2019)

2.1.2 한강의 기후 특성

- 우리나라 중부에 있는 한강유역은 대체로 한반도 전체의 기후 및 기상과 유사하며 여름에는 남동풍의 영향으로 고온다습하고, 겨울에는 북서 계절풍의 영향으로 한랭 건조한 전형적인 대륙성 기후를 나타내고 있음. 여름에는 기후의 변화가 특히 심하며 6월 중순부터 불어오는 남풍은 덥고 습한 기단을 몰고 우리나라를 통과함. 기단이 안정되어 있을 때는 강수량이 비교적 적지만 불안정해지면 호우를 유발하는 때도 있으며 이 기간에는 강수일수도 많고 기상변화가 매우 심함
- 또한, 이 기간에는 한발이 장기간 발생하는가 하면 폭우가 내리는 수도 있고, 한발 기간에는 1~2회 정도 심한 호우가 내리는 집중호우 현상도 나타나고 있음. 8월 말부터 9월 중에는 건조해지고 풍향도 남풍에서 북풍으로 전환되어 서해나 동해의 해안지방에는 폭풍이나 호우가 발생하기도 함. 9월부터는 차츰 건조해지고 천후도 일반적으로 맑아지지만, 기온은 거의 비슷하며 이러한 기후는 10월에도 유사하게 나타나고 있음<표 2-2>
- 1, 2월 중에는 매우 한랭해지고 3월부터는 가끔 남풍이 불기 시작하며 온도와 강수량도 점차 증가하고 4, 5월을 지나 6월부터는 다시 우기가 시작됨. 한강유역 내 기상관측소는 현재 대관령, 서울, 춘천 등 총 11개소의 관측소가 운영되고 있으며 유역에 영향을 미치는 인근 기상대로는 태백, 청주관측소 등 2개소가 있음. 이들 중 30년 이상의 장기 관측기록을 보유한 관측소는 서울, 춘천, 청주기상대 등 3개소이며 대부분이 1972년 이후부터 관측을 개시함. 서울관측소의 1983년부터 2014년까지의 평균 기상현황은 다음과 같음(서울연구원, 2017)

<표 2-2> 서울관측소 기상현황(1983~2014 자료 평균)

구분	강수량(mm)	기온					증발량(mm)		상대습도(%)		천기일수(일)			풍속(m/sec)		
		평균	평균 최고	평균 최저	최고	최저	총량	1일 최대	평균	평소	강수 일수	적설 일수	결빙 일수	24hr 평균	최대	순간 최대
1월	20.4	-2.4	1.5	-5.9	13.5	-19.2	37.7	4.1	59	10	6	11	28	2.4	13.0	23.7
2월	25.1	0.4	4.7	-3.4	18.7	-17.1	47.0	7.3	57	10	6	5	23	2.6	12.0	22.5
3월	44.7	5.6	10.2	1.8	22.2	-8.2	82.8	6.5	57	8	7	2	15	2.8	13.3	22.0
4월	86.1	12.4	17.7	7.8	29.8	-3.4	112.5	8.2	56	8	8	-	2	2.8	16.8	24.9
5월	98.0	17.9	23.2	13.3	31.9	5.8	142.5	9.5	62	8	9	-	-	2.5	11.3	20.1
6월	137.9	22.3	27.1	18.3	35.0	10.8	138.6	9.9	68	12	10	-	-	2.3	11.7	27.5
7월	399.4	24.9	28.5	21.9	38.4	15.4	108.1	9.1	78	24	16	-	-	2.3	13.7	24.8
8월	355.3	25.8	29.7	22.6	37.0	15.7	123.5	9.0	75	22	14	-	-	2.1	13.7	24.0
9월	165.4	21.3	25.8	17.4	32.8	6.3	107.2	7.5	69	13	9	-	-	1.9	14.0	31.5
10월	50.5	14.8	19.8	10.4	28.3	-2.0	89.4	6.5	63	10	6	-	2	2.0	14.0	24.6
11월	50.0	7.3	11.7	3.4	25.9	-9.2	53.4	4.8	62	9	8	1	12	2.2	12.3	22.0
12월	21.5	0.5	4.1	-3.3	16.2	-15.1	40.2	4.1	60	14	7	5	25	2.3	13.3	20.0

(출처 : 기상청, 1983~2014, 기상연보)

(1) 기온

- 한강유역의 기온은 여름과 겨울의 차이가 심하며 같은 계절에 있어서도 지역에 따라 변화가 심함. 한강하류부를 대표하는 서울 기상관측소의 1983년부터 2014년까지의 기온을 분석한 결과 연평균 기온은 12.6℃이며, 월평균 최고기온은 8월의 29.7℃, 월평균 최저기온은 1월의 -5.9℃를 기록하고 있어 연평균 기온차는 35.6℃임. 분석기간 중의 연평균 최고기온은 1994년 7월의 38.4℃이며, 연평균 최저기온은 1970년 1월의 -20.2℃로 나타남(서울연구원, 2017)
- 한강 대권역의 주요 기상관측소인 서울, 인천, 수원, 춘천의 관측 결과를 살펴보면 2006년부터 2015년까지 서울지역 최대기온은 13.6℃(2015), 인천지역은 13.1℃(2015년), 수원지역은 13.5℃(2015년), 춘천지역은 12.5℃(2015)로 2015년도에 가장 높게 나타남(환경부, 2019) <그림 2-3>

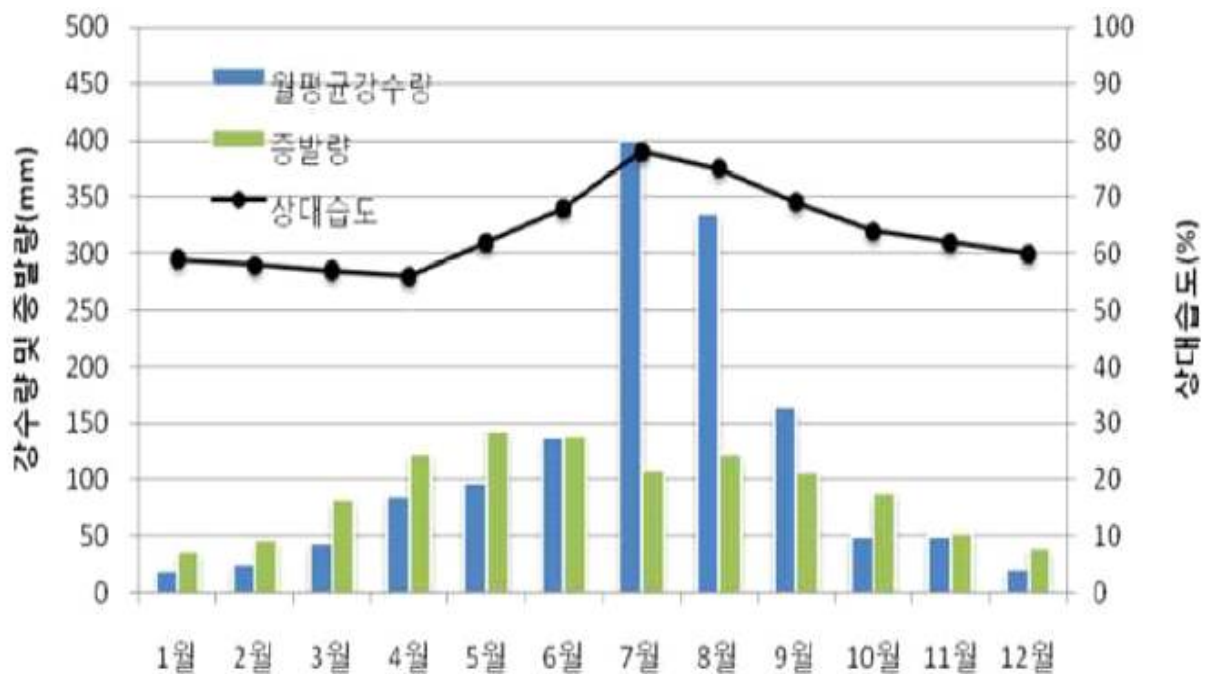


(출처 : 기상청, 2006~2015, 기상연보)

<그림 2-3> 한강 대권역 주요 지점별 연평균 기온 추이(2006~2015)

(2) 증발량 및 상대습도

- 서울관측소의 1983년부터 2014년까지의 증발량 자료를 분석한 결과 연평균 증발량은 1,090.7 mm이며, 1977년에 1,210.2 mm로서 최대이고 1990년 880.5 mm로 최소를 기록함. 월 증발량은 5월이 143.4 mm로서 최대이고 1월이 37.6 mm로 최소로 나타남(서울연구원, 2017)
- 습도는 해안지역으로부터 이동해 들어오는 온기와 중국으로부터 불어오는 기온의 영향을 받으므로 여름철에는 약 80% 이상의 높은 상대습도를 보이고 있으나, 겨울철에는 영하의 낮은 기온으로 인하여 대기 중에 상대습도 약 61~65%의 분포를 나타내며 봄철인 3~5월에는 약 60~64%로서 연중 가장 건조한 시기임. 1983년부터 2014년까지의 연평균 상대습도는 64%, 다습기인 7월에 78%이며, 건조기인 4월에 56%를 기록함(서울연구원, 2017) <그림 2-4>



(출처 : 기상청, 1983-2014, 기상연보)

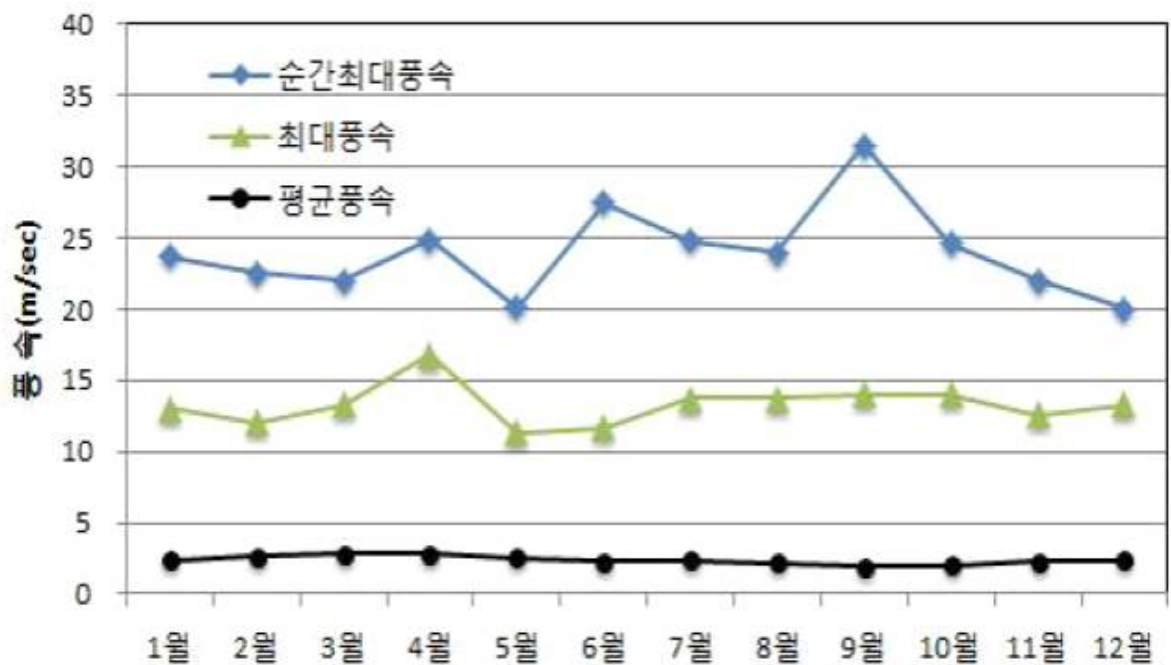
<그림 2-4> 서울시 월별 평균 증발량(1983~2014 평균)

(3) 풍속

- 한강 유역의 풍향은 일반적으로 여름철에는 남서쪽, 겨울철에는 북서쪽에서 불어오며 월별 평균풍속을 살펴보면 3월과 4월에 2.9 m/s로 가장 높은 값으로 나타남(서울연구원, 2017)

(4) 강우

- 우리나라는 지역적으로 아시아 대륙의 동북단에 위치하여 기후상으로는 고온다습한 온대계절풍의 영향으로 강수량이 비교적 많은 편이나 시간적, 공간적 불균형이 심하여 안정적인 용수의 확보에 불리할 뿐 아니라 홍수와 한발의 재해도 수시로 겪고 있음(서울연구원, 2017)
- 우리나라의 1983년부터 2014의 연평균 강수량은 1,274 mm로 세계 연평균 강수량 973 mm의 약 1.3배이나 매년 발생하는 태풍의 영향으로 강수량의 69.8%인 892.1 mm가 6월~9월에 집중되고, 겨울철인 12월~2월까지의 강수량은 연 강수량의 5.3%인 67.3 mm에 불과하여 6월~9월 사이에는 홍수가 발생하고 12월~2월 사이에는 가뭄이 발생하여 효율적인 수자원 관리가 필요함<그림 2-5>. 한강유역의 연평균 강수량은 1,323 mm로 우리나라의 연평균 강수량 1,274 mm보다 약 50 mm 이상 많은 것으로 나타났으며, 낙동강이나 금강유역에 비해 약간 높은 수치를 보이고 있음. 한강유역 상류부의 연평균 강수량은 약 1,400~1,800 mm에 달하는 것으로 조사되었으며, 한강유역 중·하류부의 연평균 강수량은 약 1,200~1,400 mm로 우리나라 연 평균 강수량과 비슷한 수치를 기록함(서울연구원, 2017)<표 2-3>, <그림 2-6>



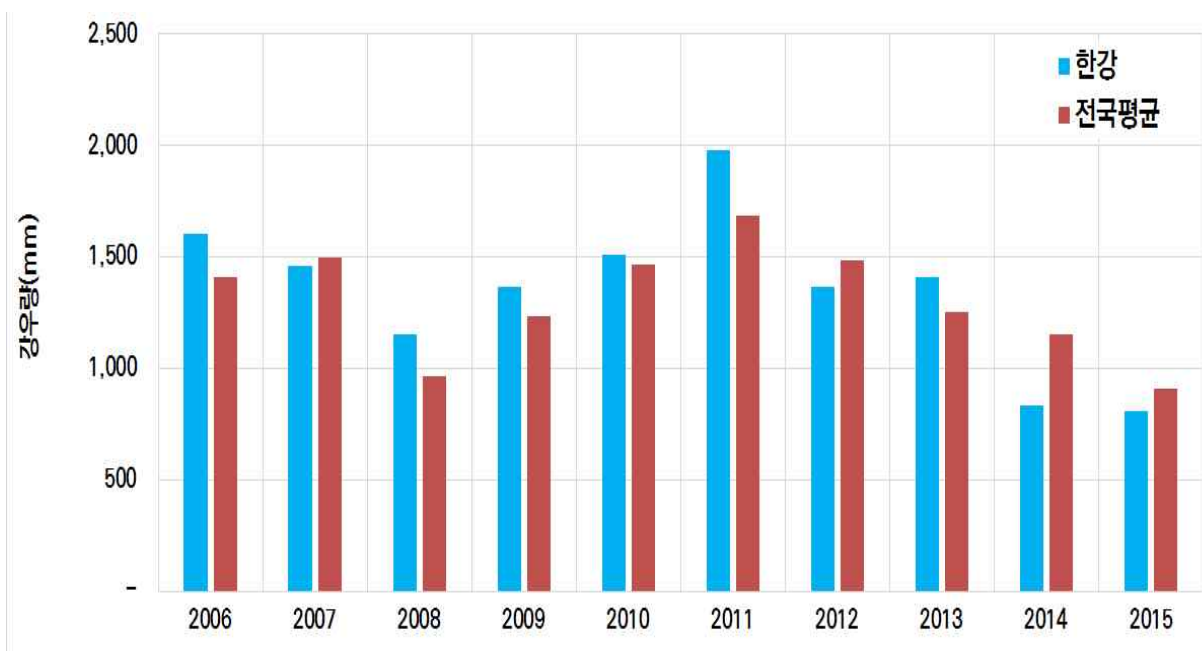
(출처 : 기상청, 1983-2014, 기상연보)

<그림 2-5> 서울시 월별 평균 및 최대 풍속(1983~2014 평균)

<표 2-3> 유역별 연평균 강수량 비교(1983~2014)

유역명	연평균 강수량(mm)	우리나라 연평균 강수량 분포
한 강	1,323	
낙동강	1,244	
금 강	1,290	
섬진강	1,365	
영산강	1,308	
탐진강	1,440	
제주도	1,545	
전 국	1,274	

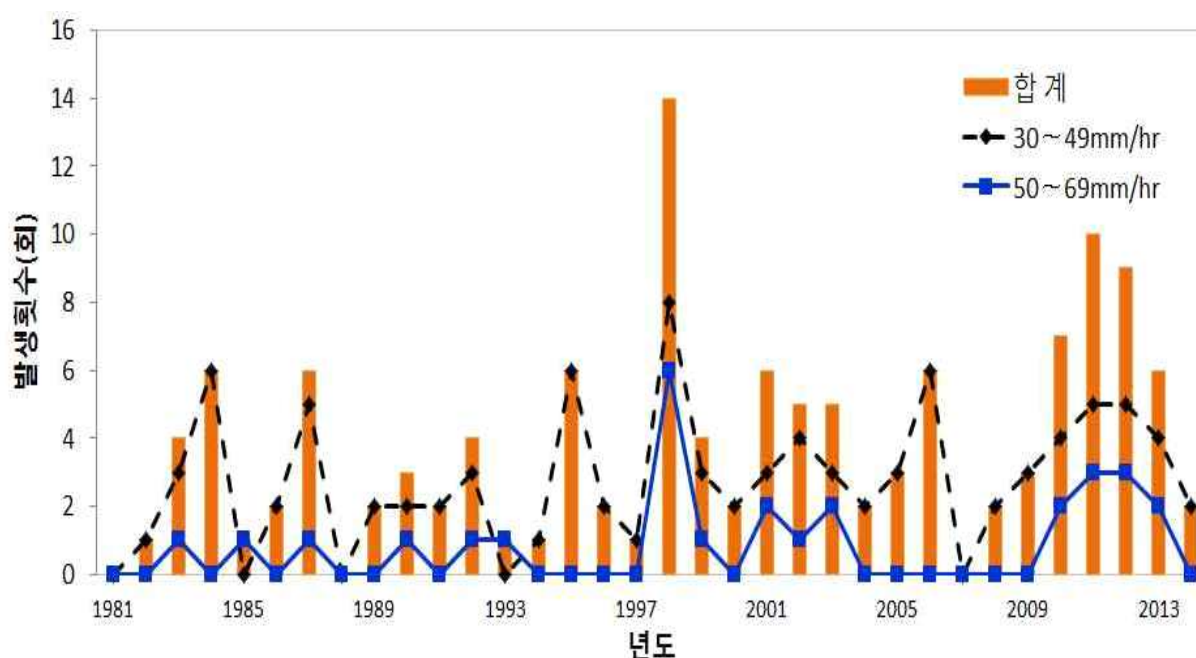
(출처 : 기상청, 1983~2014, 기상연보)



(출처 : 기상청, 1981~2014, 기상연보)

<그림 2-6> 한강 대권역 연평균 강수량(2006~2015)

- 서울시 연도별 강우 변동 특성은 기상청 서울관측소의 1961년부터 2012년까지 52년간 강우 자료를 이용함. 1시간, 12시간, 24시간, 연간 강우량에 대해 변동 특성을 분석한 결과로 연강우량 및 지속 기간별 최대강우량은 증가하는 것으로 나타났으며, 특히, 5년 및 10년 이동평균법에 의한 연강우량 분석 결과를 살펴보면, 9년~10년의 주기로 증가 및 감소 추세가 반복되며 전체적으로 증가하는 양상을 나타내고 있음(서울연구원, 2017)
- 최근 35년간(1981년~2014년) 강우 기록을 토대로 서울시의 집중호우 발생 성향을 분석한 결과 1시간에 30 mm 이상의 집중호우는 연평균 3.4회, 1일 50 mm 이상의 집중호우는 0.7회가 발생함. 특히, 1998년에는 1시간에 30 mm 이상의 집중호우가 14회, 50 mm 이상의 집중호우가 6회로 역대 가장 많이 발생함(서울연구원, 2017)<그림 2-7>

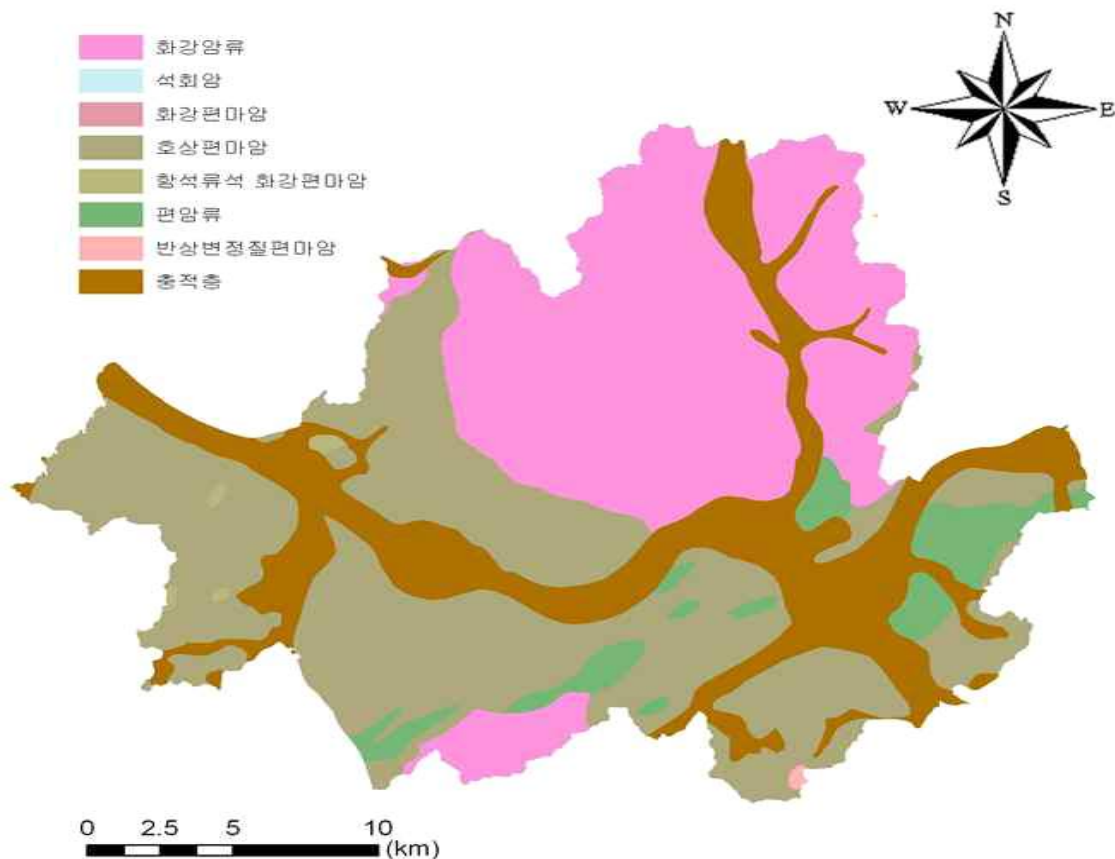


(출처 : 기상청, 1981~2014, 기상연보)

<그림 2-7> 연도별 집중호우 발생횟수(1981~2014)

2.1.3 한강의 지질 및 토지이용 현황

- 서울지역의 지질은 시생대 암층인 편마암과 중생대 백악기에 관입된 화강암 및 제4기의 충적층으로 구성되어 있음. 뚝섬, 한남동, 남산북부의 서소문, 북가좌동을 경계로 남쪽은 편마암, 동, 북쪽은 화강암이 분포되어 있으며 도심부 저지대 지표의 대부분 충적층으로 분포되어 있음
- 관악산과 북한산은 정상부에 화강암의 암체가 노출되어 험준한 산세를 형성하고 있으며 도봉산, 인왕산의 산정 부분도 암체가 크게 노출되어 있음. 편마암은 흑운모를 다량으로 함유한 것이 많은데 이것은 수성암이 변질작용을 받아서 생성된 준편마암, 정편마암이 이종으로 구성되어 있음
- 이들 편마암은 일반적으로 편리가 발달되고 흑운모는 편리방향으로 배열되어 있으며, 편리의 주향과 경사는 암층의 교란으로 일정하지 않으나 대체로 남산에서 청과동 부근까지 분포되어 있고 그 주향은 동서방향에 경사는 약 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 임
- 한남동 부근의 주향은 북으로 35° , 동으로 60° 정도 경사져 대체로 동서 방향으로 발달하여 있음. 하천을 중심으로 저지대에는 충적층이 녹번동 부근에 10 m 내외, 문래동 지역에는 약 25m 두께로 퇴적되어 있음. 용산 남쪽 한강변의 충적층은 한강상류에서 흘러내린 모래, 자갈 등이 사층과 사력층을 이루어 호층으로 퇴적되어 있음. 그 밖에 석회암, 반상변정질 편마암, 함석류석 화강편마암 등이 극히 일부에 분포하고 있음. 위와 같이 구분된 지질층에 대하여 분석된 서울특별시의 지질도는 다음과 같음<그림 2-8>



(출처 : 서울연구원, 2017)

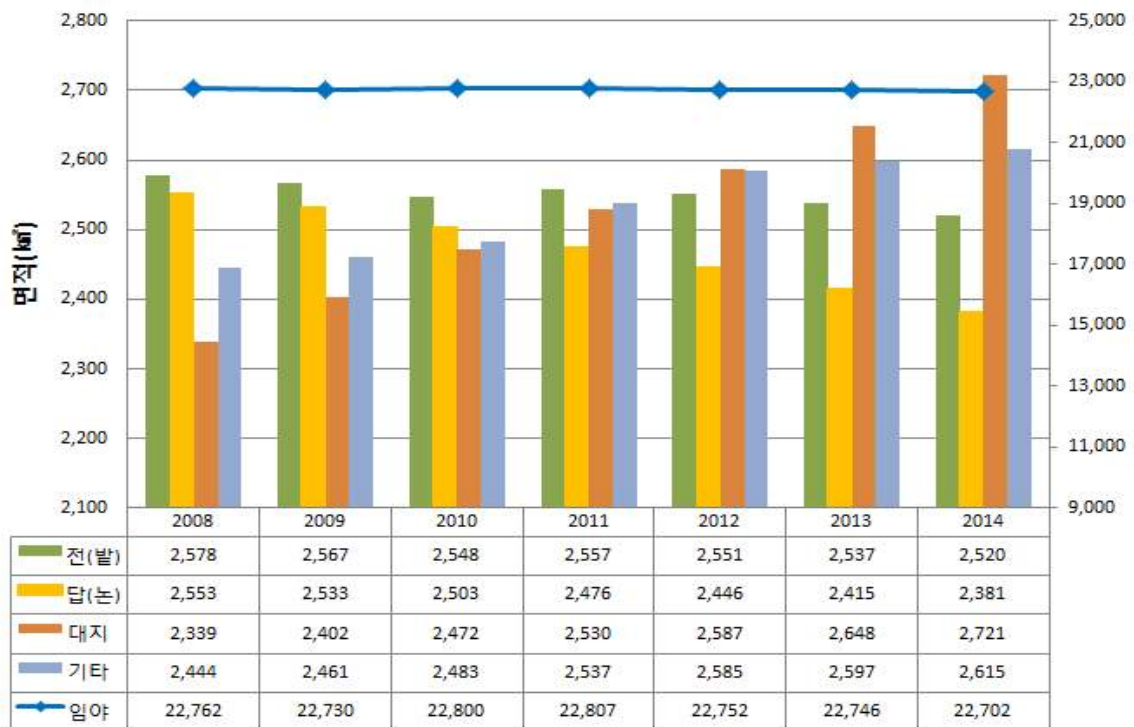
<그림 2-8> 서울시 월별 평균 및 최대 풍속(1983~2014 평균)

- 한강유역의 토지이용 현황은 총면적 23,009.30 km^2 (임진강유역 제외)중 농경지 면적이 3,247.71 km^2 로 총면적의 14.11%에 해당하며, 대지 및 공업지역이 591.34 km^2 로 2.57%, 임야면적은 16,943.42 km^2 로서 총면적의 73.64%, 기타면적은 2,226.82 km^2 로 9.68%를 차지하고 있음. 수도권의 산업화와 도시화로 인하여 1975년 이후 대지 및 공업지역과 같은 불투수포장이 이루어지는 토지이용이 급격히 증가함<표 2-4>
- 한강유역에서 서울시의 토지이용 변화를 살펴보면 서울시의 2015년도 행정구역 면적은 605.25 km^2 으로 토지이용별 구성비율은 대지 36%, 임야 23.35%, 도로 13.0%, 하천 8.6% 등의 구성으로 나타남. 2010년도 토지이용 현황과 비교하면 전, 답, 임야, 대지의 면적이 줄어든 반면, 학교용지, 도로, 공원, 묘지, 종교용지가 늘어난 것을 확인함(서울연구원, 2017)
- 한강 대권역 토지이용 변화(2008~2014년)를 살펴본 결과 2008년 대비 2014년 답(논), 대지, 기타의 경우 증가하였으며, 전(밭), 임야의 경우 유지하는 경향으로 나타났으며, 전반적인 면적 변화는 크게 없는 것으로 나타남<그림 2-9>

<표 2-4> 한강유역 토지이용 현황

계 (km ²)	농경지 (km ²)			대지 (km ²)	공업지역 (km ²)	임야 (km ²)	기타 (km ²)
	계	전	답				
23,009.30 (100%)	3,247.71 (14.11%)	1,775.39 (7.72%)	1,472.32 (6.40%)	536.54 (2.57%)	54.80 (0.24%)	16,943.42 (73.64%)	2,226.82 (9.68%)

(출처 : WAMIS, 2016)

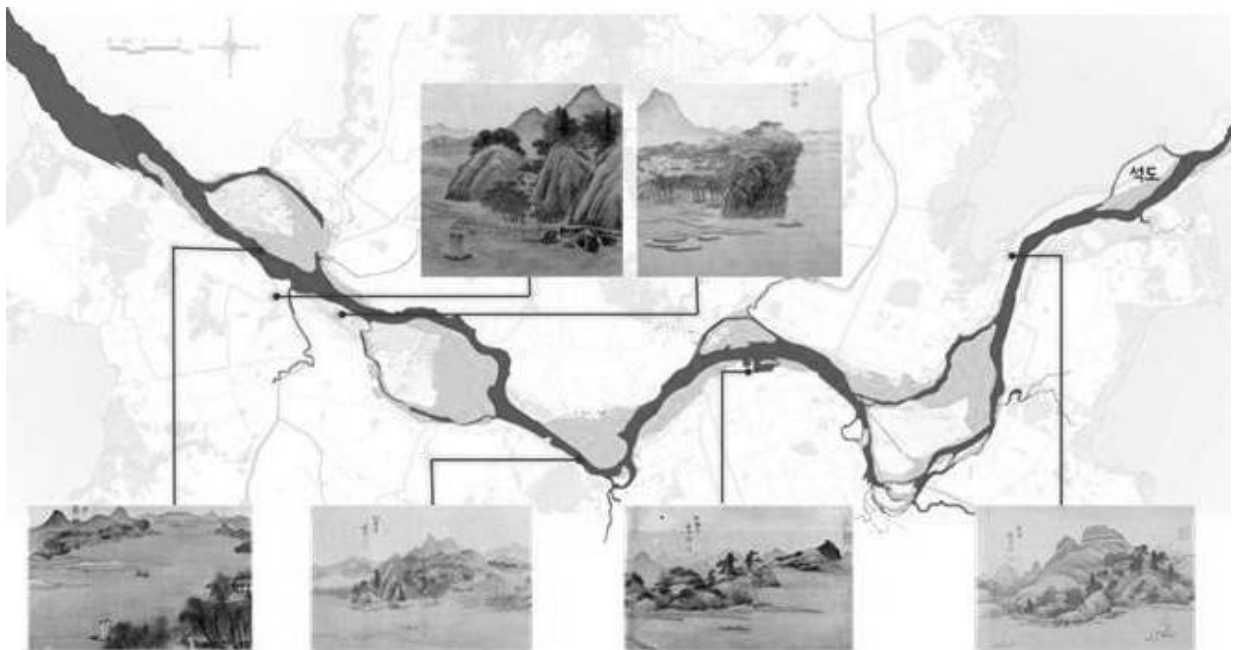


(출처 : 환경부, 2019)

<그림 2-9> 한강 대권역 토지지목 변화(2008~2014)

2.1.4 한강의 역사적 특성

- 한강은 삼국시대를 거치면서 우리 민족의 젖줄이자 역사의 중심지 역할을 해왔으며 정치, 경제, 사회의 핵심적 위치였고, 인간과 생물이 함께 살아가는 삶의 터전이었음. 한강은 삼국시대 초기 한반도 허리 부분에 띠를 두른다는 뜻인 대수(帶水)로 불리었고, 고구려에서는 아리수(阿利水), 백제에서는 옥리수(郁里水), 신라에서는 상류를 니하(泥河), 하류를 왕봉현(王逢縣)으로 불림.
- 고려시대에는 열수(洌水)라 불리었으며, 조선시대에는 경강(京江)이었음. ‘한강’은 우리말의 ‘크고 넓으며 물이 가득 흘러가는 물줄기’를 의미하는 ‘한가람’에서 유래하였음. 고지도의 한양을 표현한 한양 도성도와 한양도 등에서 한양 도성 남쪽을 흐르는 주요 물길로 표현되어 있어 수도의 중요한 삶의 터전이었음을 짐작케 함(국토연구원, 2015)⁴⁾<그림 2-10>



(출처 : 국토연구원, 2015)

<그림 2-10> 조선시대 한강의 자연지형과 검재 정선의 그림으로 본 한강

4) 한봉호, 2015, 한강 자연성 상실과 회복방안, 국토연구원 국토, 제408호, pp.19-26.

2.2 한강의 변화와 현황

2.2.1 한강 여건의 변화와 정책의 변천

(1) 한강 관련 주요계획 및 연구 현황

- 1968년 제1차 한강종합개발을 시작으로 현재까지 한강과 관련하여 다양한 개발 및 관리 사업이 추진되고 있음. 첫 개발사업인 제1, 2차 한강종합개발(1968~1986)은 당시 치수와 수자원 확보를 주목적으로 단순한 형태의 콘크리트 호안, 직강화 하천, 대규모 하수처리장 등을 조성하여 효율성 위주의 정비함
- 그러나 1990년대부터 생태계의 중요성이 높아지고 시민들의 관심이 점차 커지면서 다양한 가치를 회복하기 위한 노력이 진행됨. 새서울 우리한강 기본계획(2000), 한강 르네상스계획(2007), 한강 자연성회복 기본계획(2013), 한강 자연성회복 및 관광자원화 종합계획(2015) 등 이용과 생태를 고려하는 종합적 측면의 계획 수립으로 시민의 건강한 한강 이용과 생태계 자연성 회복을 위한 다양한 사업이 수행되었으며, 2016년에는 한강 관련 계획을 아우르고 기존 계획과 정합성을 유지하면서 한강과 주변 지역 전체를 포괄하는 종합관리계획인 한강변관리기본계획이 수립됨<그림 2-11>
- 이러한 노력의 결과로 현재에는 자연형 호안 조성, 수변환경 복원, 생태환경을 고려한 숲 조성 등 자연성을 강조함과 동시에 시민 이용을 위한 접근성 향상 및 문화기반조성 사업 등을 실시하여 한강에 대한 시민과 자연의 공존을 도모하고 있음
- 한강의 생태복원과 시민 이용이 활성화됨에 따라 한강생태계에 대한 정밀조사와 변화추이 분석 등에 대한 연구의 필요성이 강조되었으며, 이에 따라 서울시에서는 1987년부터 “제1차 한강 생태계 조사연구”를 시작으로 2012년 제7차까지 지속적인 정기모니터링을 수행해왔음³⁾. 서울연구원(구 서울시정개발연구원)이 개원되기 이전인 1차~2차 조사연구는 각각 자연보호중앙협의회, 서울시립대학교 내 수도권개발연구소에서 과업을 수행하였고, 3차 조사부터는 서울연구원에서 지속적으로 수행함에 따라 조사의 연속성을 확보하고 있음
- 조사기간은 과거 12개월에서 충실한 4계절 조사를 위해 점차 증가하여 현재 17개월이며, 조사기간의 증가에 따라 과거 계절별 1회 실시하던 생물상 조사를 계절별 2회 실시함으로써 이전보다 한강생태계의 정확한 생물상을 파악하게 됨. 또한 조사연구 초기에는 한강본류역을 중심으로 조사가 이루어졌으나 조사가 거듭됨에 따라 유입지천(유입부 기준 1 km 범위)과 밤섬을 조사지역에 포함하였으며, 6차 조사연구(2007)에서는 탄천, 중랑천, 안양천, 홍제천, 불광천의 주요 지천 및 새로이 조성된 청계천과 서울숲이 조사 대상지에 추가되어 조사범위가 점차 확대되어 현재에 이르고 있음
- 생물상조사 분야도 점차 세분화되고 전문화되어 5차 조사연구(2002)부터는 양서파충류, 포유류 조사를 시작하여 총 11개 분야(수변환경조사 포함)에 대하여 실시하고 있으며, 식물성플랑크톤, 동물성플랑크톤, 수서곤충, 육상곤충 등 10개 이상의 조사팀으로 구성

되어 조사를 시행하고 있음. 1차 조사연구는 분류군별 한강의 생물상을 조사하였으나 3차 조사연구(1994) 이후부터는 생물상변화를 예측하고 보전방안을 마련하는 등 연구의 폭이 넓어지고 있음. 생태환경분야 조사에 있어서도 1차 조사연구(1987)에서는 하천현황과 수질을 파악하고 분석하는 것에 그쳤으나, 5차 조사연구(2002년)에서는 생태계 기능 및 상호영향을 분석하고 생물상 및 생태환경의 변화를 예측하는 등 한강생태계의 전반적인 부분까지 범위를 넓혔음<표 2-5>

- 연구성과물은 보고서 제출뿐만 아니라 조사자료집, 조사자료의 GIS DB 구축, 한강 및 주요 지천의 생태지도 및 동영상 제작 등 시대의 흐름에 따라 변화하고 발전하고 있음 (서울연구원, 2017)



(출처 : 서울연구원, 2017)

<그림 2-11> 한강 관련 주요 계획(1968~2016년)

<표 2-5> 한강생태계 조사연구 1~8차 연구 개요

구분	1차(1987년)	2차(1990년)	3차(1994년)	4차(1998년)	5차(2002년)	6차(2007년)	7차(2012년)	8차(2017년)
연구기관	자연보호 중앙협의회	서울시립 대학교	서울연구원	서울연구원	서울연구원	서울연구원	서울연구원	서울연구원
연구기간	1986.10~1987.10	1989.6~1990.9	1993.5~1994.7	1997.8~1998.12	2001.3~2002.7	2006.2~2007.7	2011.5~2012.9	2016.3~2017.11
조사지역	암사동~행주대교 6 km 구간의 주요 9개 조사 지점	팔당호~신곡수 중보 구간의 한강 본류 본류역으로 유입되는 주요 지천	팔당호~신곡수중보 간의 6개 구간	팔당호~신곡수중보구간의 한강 본류 및 유역 주요 유입 지천(유입부 기준 상류 1 km 수역 및 유역)		한강 본류(팔당호~신곡수중보) 주요 지천(탄천, 안양천, 중랑천, 총제천, 불광천) 청계천 및 서울숲		
생태환경	하천현황, 수질		생태환경의 특성(기후, 입지, 대기오염, 수질오염 등) 향후 변화 예측 및 보전방안	기후환경, 지형지질, 수리수문, 대기오염, 수질오염, 변화예측 및 향후 대책	한강생태환경, 생태계 기능 및 상호영향, 생태환경·생물상 변화예측, 한강생태계 보전 및 향상방안			
생물상 조사	미생물, 플랑크톤, 곤충, 저서동물, 하안식물, 어류, 조류	미생물 및 유기물분해, 수생 및 육상식물, 플랑크톤, 곤충, 담수어, 저서동물, 조류	식물플랑크톤 및 1차생산, 동물플랑크톤, 세균, 육상 및 수생식물, 수서곤충, 육상곤충, 어류, 저서생물, 조류 및 육상동물 ※ 밤섬생태계 조사시작	1차생산 및 유기물분해, 세균, 식물플랑크톤, 동물플랑크톤, 수서곤충 및 저서생물, 어류, 육상 및 수생식물, 곤충, 조류	1차생산 및 유기물분해, 식물플랑크톤, 동물플랑크톤, 세균, 수서곤충 및 저서생물, 어류, 양서파충류, 수생 및 육상식물, 육상곤충, 조류 및 포유류 ※양서파충류, 포유류 조사시작			
총생물종*	476종	367종	849종	1,185종	1,450종	1,593종	1,835종	1,848종
성과물	보고서				보고서, 자료집, 생태지도, GIS-DB(CD)	보고서, 자료집, 생태지도(지천, 청계천, 서울숲 포함), GIS-DB(CD), 주요생물종 이미지 및 동영상		

*1) 동·식물 플랑크톤은 제외

2) 각 연구시기별로 조사분야, 조사횟수, 조사지점 등이 동일하지 않아 단순히 총 생물종수로 생태계 변화를 예측하는 것은 무리가 있으나, 1980년대 후반부터 2012년까지 한강생태계 현황을 보여주고 있음

*1) 동·식물 플랑크톤은 제외

2) 각 연구시기별로 조사분야, 조사횟수, 조사지점 등이 동일하지 않아 단순히 총 생물종수로 생태계 변화를 예측하는 것은 무리가 있으나, 1980년대 후반부터 2012년까지 한강생태계 현황을 보여주고 있음

(출처 : 서울연구원, 2017)

(2) 한강사업본부 수행 사업

- 1960년 이후 급속한 경제성장과 획일적인 개발로 인해 생태계가 고려되지 못하였으나 서울시는 한강의 자연성 회복과 시민의 접근성 향상, 자연녹지 조성 등을 수행함으로써 한강의 체계적인 관리를 도모하고 있음. 한강사업본부에서는 자연성 회복, 자연녹지 조성, 접근성 개선, 공원환경 조성, 시민이용 편의시설 확충 및 정비, 관광 활성화 등의 사업을 수행하고 있음. 주요 사업으로는 이촌권역 자연성 회복사업, 자연녹지 관련하여 한강 숲 조성 등이 있으며, 접근성 개선과 관련하여 나들목 신설 및 개선, 교통체계 개선 등이 있다. 이외 한강 수질보호 및 저수로 정비, 청결관리 강화, 편의시설 및 쉼터 확충, 안내 표지판 정비, 공공예술공간 조성 등이 있음<그림 2-12>
- 이촌권역 자연성 회복사업(2014~2017)은 일부 지역 버드나무 수림대가 자생하고 유속이 완만한 퇴적구간으로 2030 한강 자연성회복 기본계획의 우선사업 대상이 된 곳임. 기존의 콘크리트 인공호안을 자연하안으로 바꾸고 천변습지 및 저습지, 습지관찰대 등을 조성하여 생물서식지 복원과 함께 수변에는 갈대, 물억새 등을 심어 자연이 스스로 퇴적작용을 통해 호안을 형성할 수 있도록 조성함. 한강숲 조성사업은 여의도 공원의 5배 규모(1,047,000 m²)의 한강숲 조성을 목표로 하여 한강의 자연성과 생태계 복원을 위한 사업임. 위치는 여의도, 반포, 강서 한강공원 내이며 나무 식재, 휴게공간 조성 등이 있으며, 한강숲 조성 나무심기 등 행사를 개최하여 시민도 참여할 수 있도록 함<그림 2-13>

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년(현재)	2017~
한강 자연성 회복	한강자연성 회복 기본계획 수립 추진		이촌권역 자연성 회복사업		이촌지구 자연(형) 호안 복원사업 여의샐강 생태거점 조성사업 물투수포장 개선사업	
자연녹지 조성	시민참여한강숲 조성 수변생태환경개선 망원 생태공원 조성 한강공원 텃밭가꾸기	생태공원 확충(양화, 반포) 양화한강공원 친수공간 조성	한강숲 조성	힐링숲 조성 시민참여숲 조성 무궁화동산 조성	한강숲 조성 고수호안 녹화사업 시민참여숲 조성 생태군락지 조성	
접근성 개선		한강나들목 순차적 신설 및 개선 망원 초록길 조성		여의샐강 자전거연결로 조성 여의샐강 보행육교 신설 서부이촌동 보행육교 개선 차수벽 철거 및 육갑문 설치 반포(세빛섬 주변) 교통체계 개선 독섬 한강공원 교통체계 개선 공원순환 교통시설 도입 수상교통수단 확충	한강나들목 신설 및 개선 한강저수로 정비 화장실 등 청결관리 강화 환경순찰 및 시설물 상시정비	
공원 환경 조성	화귀생물 개체수 증가 서식처 개선 및 이주 먹이식물 식재 및 위해식물 제거 공원 등 LED 조명 교체			화장실 등 청결관리 강화 환경순찰 및 시설물 상시정비	한강수질보호 및 생태환경 개선 한강저수로 정비 화장실 등 청결관리 강화 환경순찰 및 시설물 상시정비	
시민이용 편의시설 확충·정비		여름한강 프로젝트(환경개선) 공원 및 접근로 표지판 정비 자전거도로 업그레이드 추진 친수공간(남시, 유람선) 확대	한강공원 안내 표지판 정비 대중교통연계 안내체계 개선 자전거 이용 환경 개선	휴식여가공간 확충 한강공원 안내 표지판 정비 안전중심자전거이용환경개선	편의시설 및 쉼터 확충 한강공원 안내 표지판 정비 안전중심자전거이용환경개선	
관광활성화 및 볼거리 증진 거리확충	강서생태형 가족캠핑장 조성	여름한강 프로젝트(문화공원) 한강캠핑장 확대	한강캠핑장 확대 한강볼거리 조성(스토리텔링)	퇴역함정 도입전시검토 한강내 조형물 설치	한강함상공원 조성 공공예술공간 조성 한강볼거리 조성(스토리텔링) 이동형 문화편의시설(우빙스토아) 운영 탐험생태 관찰데크 조성	

(출처 : 서울연구원, 2017)

<그림 2-12> 한강사업본부 수행 사업(2012~2016)

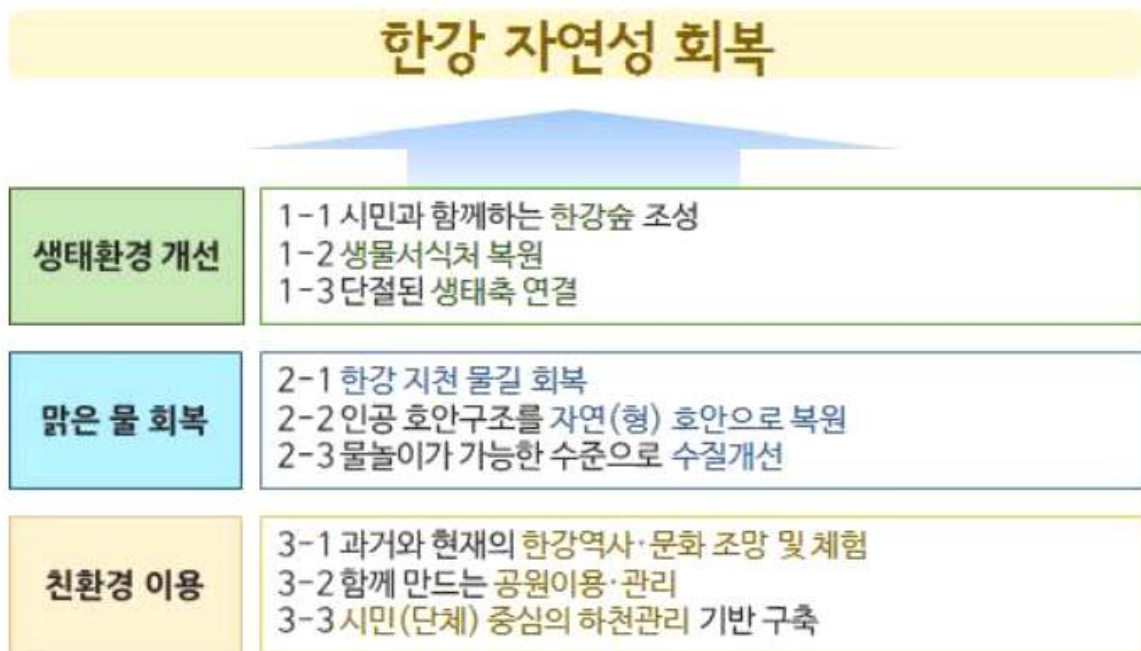


(출처 : 서울연구원, 2017)

<그림 2-13> 한강사업본부 주요 사업 수행 지역(2016)

(3) 한강 자연성 회복 기본계획

- 한강 자연성 회복 기본계획은 200년까지 한강 자연성 회복을 목적으로 자연과 사람이 행복한 동행을 할 수 있도록 훼손된 한강의 단계별 생태복원 및 효율적 이용과 체계적 관리방안을 위한 기본계획으로 2013년에 수립됨. 생태적 기능 회복, 자연에 순응하는 복원, 자연과 사람의 공존·공생의 3대 추진전략과 9개 정책과제, 20개 실행과제로 구성되어 있음<그림 2-14>
- 본 계획의 목표연도는 2030년으로 생태회복을 고려한 유연성 있는 장기계획이며, 향후 5년까지의 단기계획은 연차별로 상세계획을 수립하고 주요 실행과제는 투자심사를 거쳐 예산사업에 반영함. 전략별로 2030년까지 목표지수를 수립하여 분야별 사업계획을 수립하였음. 생태환경 개선의 주요 사업은 한강숲 조성, 생물서식처 복원, 생태축 연결과 관련한 계획이며, 맑은 물 회복 전략의 주요 사업은 한강 지천 물길 회복, 자연(형) 호안으로의 복원, 수질개선이며, 친환경 이용의 주요 사업은 한강 역사·문화 조망 및 체험, 공원 이용·관리, 시민(단체) 중심의 하천관리임<그림 2-15>



(출처 : 서울연구원, 2017)

<그림 2-14> 한강 자연성 회복 기본계획 전략 및 정책과제



(출처 : 서울연구원, 2017)

<그림 2-15> 한강 자연성 회복 기본계획 목표지수

(4) 한강변 관리 기본계획

- 한강변 관리 기본계획은 2030 서울도시기본계획에서 특별 관리를 위해 관리 기본계획 수립을 명시하고 있는 한강 관련 최초의 기본계획으로 한강이 시민 생활의 중심이 될 수 있도록 자연성, 토지이용, 접근성, 도시경관 등 다양한 부문을 함께 아우르는 종합 계획임. 서울시에서는 치수 문제 해결을 위한 제1, 2차 한강종합개발을 시작으로 2000년대 이후 한강이 가진 다양한 가치를 회복하기 위한 노력이 진행된 바 있으나, 주로 한강공원 정비, 한강변 주거지 재건축 등 특정 지역과 부문에 한정된 계획 위주로 실시되어 제내지와 제외지를 포괄하는 종합적 관리계획 단계까지 이르지 못하였음
- 따라서 시는 ‘한강 자연성회복 및 관광자원화 종합계획’ 등과 모순되지 않고 연속성을 최대한 유지하는 범위에서 기본계획을 수립함. 본 계획은 한강 및 주변 지역에 대한 다양한 정책 및 계획의 큰 틀을 제안하는 도시적 측면의 계획관리 원칙을 제시함으로써, 향후 한강변 지역 내 각종 도시관리계획, 도시계획사업, 공공사업, 민간사업 등의 상위계획 및 기본지침 역할을 하는 계획으로서 위상을 가짐. 한강변 관리 기본계획은 한강과 한강변 제방 밖(양안) 0.5~1 km 범위(면적 82km², 서울시 총면적의 13.5%)를 대상으로 하며, 자연성, 토지이용, 접근성, 도시경관의 4대 부문의 12개 관리원칙을 핵심으로 함<그림 2-16>



(출처 : 서울시, 2015, 한강변 관리기본계획)

<그림 2-16> 한강변 관리 기본계획의 4대 부문, 12개 관리원칙

- 기본계획의 4대 부문 중 첫째, 자연성 부문은 생태복원과 시민 이용이 조화롭게 하는데 중점을 두었으며 한강숲 총 104만7천m²(둔치면적의 11.7%)를 조성하고 호안 22.4km를 자연형으로 전환, 복원할 계획임(전체 호안의 약 70%). 또한, 국내외 관광객을 위한 탐방 프로그램도 확대 개발·운영되며 둘째, 토지이용 측면에서는 7대 수변 활동권역(강서~난지, 합정~당산, 여의도~용산, 반포~한남, 압구정~성수, 잠실·청담~자양, 암사~광장)을 특화 육성함. 주거 용도가 85% 이상을 차지하고 있는 한강변에 국공유지, 공공기여 등을 활용해 수변공공용지 70여 개소, 약 140만m² 수준의 신규

공공 이용 공간을 확보하고, 가족여가, 문화시설을 유치함으로써 수변부 공공성도 강화할 계획임

- 셋째, 접근성 부문에서는 버스 접근성을 강화하고 어느 지역에서나 한강까지 걸어서 10분 내외로 갈 수 있는 균등한 보행접근여건을 조성하는 것을 원칙으로 하고, 수상교통 운영도 검토함. 우선적으로 버스 접근 취약지역을 대상으로 버스접근 나들목 4개소(양원, 이촌, 반포, 자양), 보행접근 불편지역에 나들목 24개소를 추가 조성하고 광진교를 보행전용교로 전환하는 방안을 검토함. 또한, 자전거도로 추가조성과 여의도~잠실 간 수륙양용버스 연계, 합정~여의도~선유도, 반포~이촌~노들섬을 수상교통으로 잇는 방안도 검토될 예정임
- 넷째, 도시경관 부문에서는 자연과 도시가 조화로운 한강을 만들며, 어디서나 한강의 자연과 도시경관을 쉽게 조망할 수 있도록 하는 데 초점을 맞추었음. 한강변 스카이라인은 「2030 도시 기본계획」에서 정한 높이 관리원칙을 적용하고, 기본계획이 정한 범위 내에서 다양하고 균형 잡힌 스카이라인으로 관리해 나간다는 계획임. 또한 북한산, 남산, 관악산 등 주요산이 위치해 열린 경관의 관리가 필요한 지역(망원, 합정, 서강, 마포, 한남 등)을 ‘주요산 자연조망 관리지역’으로 구분하고, 각종 개발사업 추진 시 배후산으로의 조망이 잘 보전되는지 경관시뮬레이션을 진행할 계획임
- 서울시에서는 시민, 전문가, 관련 기관 등과 약 90여 차례 논의과정을 거쳐 세운 4대 부문 12개 관리원칙을 한강과 한강변에서 이뤄지는 각종 계획과 사업에 대한 원칙으로 적용해나갈 예정이며, 이와 관련하여 관리원칙과 세부 계획 방향을 한강변 전체 7개 권역 27개 지구에 구체적으로 적용해 도면화한 지구별 가이드라인을 제시하고 있음
- 토지이용 부문 7대 수변활동권역은 <그림 2-17>과 같이 구분되며, 강서-난지권(친환경 생태·휴식권역), 합정-당산권(수변 창조문화권역), 여의도-용산권(국제적 수변업무·활동권역), 반포-한남권(국가적 문화·여가권역), 압구정-성수권(수변조망 활동권역), 암사-광장권(한강 역사문화·생태권역), 명동·잠실-자양권(국제교류 및 스포츠·관광권역)로 구분됨



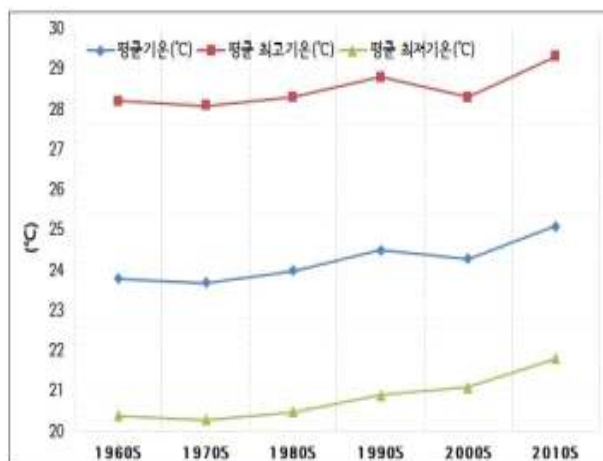
(출처 : 서울시, 2015, 한강변 관리기본계획)

<그림 2-17> 토지이용 부문 7대 수변활동권역

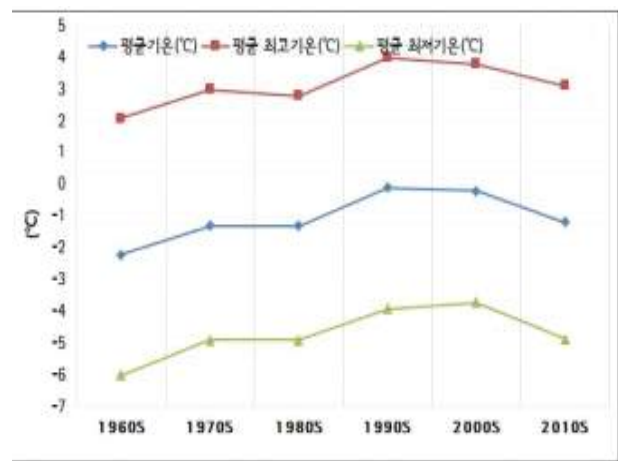
2.2.2 이·치수, 환경, 이용 현황, 하천의 변화(기후변화, 강우패턴, 물리)

(1) 한강의 기후 특성

- 1960년대부터 2015년까지 계절별 최고, 최저, 평균기온을 살펴본 결과, 여름철 기온은 1960년대부터 상승하는 경향이 나타나며 최근 2010년대(2011~2015년 평균) 경향이 더욱 두드러졌음. 1960년대 여름철 연평균 최고기온은 28.2℃에서 2010년대 29.3℃로 1.1℃ 상승하였고, 연평균 최저기온은 1960년대 20.4℃에서 2010년대 21.8℃로 1.4℃ 상승하여 연평균 최저기온의 상승이 더 큰 것으로 나타남
- 기후변화 정부간 협의체(IPCC, The Intergovernmental Panel on Climate Change) 제4차 보고서(2007)에 의하면 전지구 평균기온이 1906년부터 2005년까지 지난 100년간 0.74℃ 상승하였는데, 이러한 결과와 대비하여 서울의 여름철 평균기온 상승은 상대적으로 높은 수치의 변화임. 서울의 겨울철 연평균 기온변화를 나타낸 것으로 겨울철 기온은 기온이 일부 상승하다가 1990년대 이후 하락하는 경향이 나타남. 2010년대에는 여름철 기온이 상승했지만, 겨울철 기온은 하강하여 여름과 겨울의 연교차가 가장 심한 것으로 나타남. 그러나 겨울철 기온 또한 1960년대 대비 2010년대에는 연평균 최고기온 1℃, 연평균 최저기온 1.14℃가 상승하여 연평균 최저기온의 상승폭이 약간 더 크게 나타나 지난 약 45년간 여름철과 겨울철 기온이 모두 상승함(서울연구원, 2017)<그림 2-18>



여름철 기온변화(1960~2015)



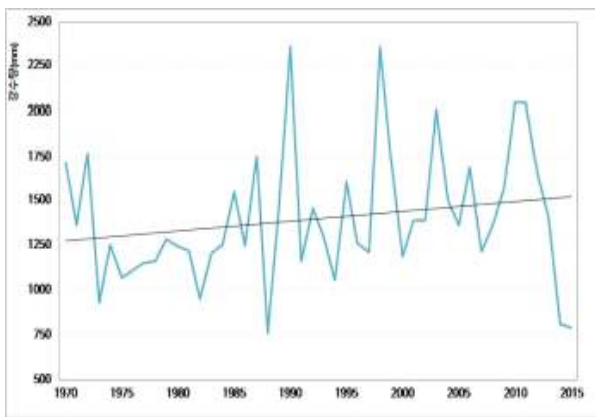
겨울철 기온변화(1960~2015)

(출처 : 기상청 기후특성분석자료(1960~2015))

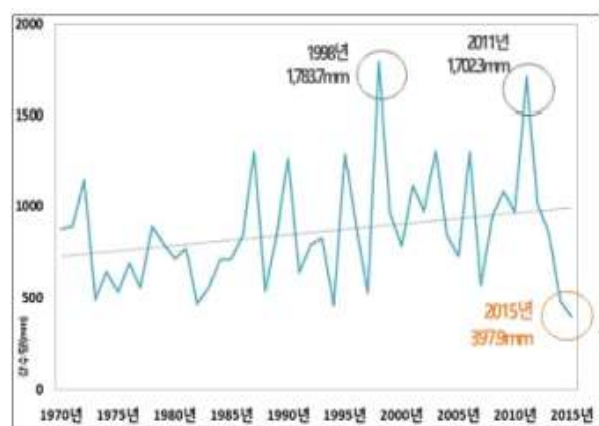
<그림 2-18> 서울의 계절별 기온변화

- 서울시의 1970년부터 1999년까지의 30년간 연평균 강수량은 약 1,361.7 mm, 1981년부터 2010년까지의 평년 강수량은 약 1,450.5 mm로 최근 30년간의 평년 강수량이 1970년부터의 30년간 연평균 강수량보다 약 88.8 mm가 증가함

- 특히 1970년대(1970~1979) 연평균 강수량은 1,278.1 mm이나 최근 10년(2006~2015년) 1454.8 mm로 약 176.7 mm의 큰 증가폭을 보였음. 우리나라의 강수는 대부분 여름철에 집중되어 있어 1970년부터 1999년까지의 여름철 평균 강수량은 약 812.1 mm이나 1981년부터 2010년까지의 평년 강수량은 약 892.1 mm로 약 80 mm 증가하였고, 1970년대 평균은 748.5 mm이나 최근 10년 평균(2006~2015년)은 929.7 mm로 여름철 강우는 약 181.2 mm 증가하여 연평균 강수량보다 큰 증가폭을 보임. 특히 2015년은 지난 26년간 최저 여름철 강수량에 해당하며, 이는 평년 여름철 강수량의 45%에 그쳐 녹조발생의 원인이 됨(서울연구원, 2017)<그림 2-19> <그림 2-20>



서울시 연강수량(1970~2015)



서울시 여름철(6~8월) 강수량

(출처 : 기상청 기후특성분석자료(1960~2015))

<그림 2-19> 서울의 연강수량 및 여름철 강수량



(출처 : 연합뉴스, 2015.6.30.)

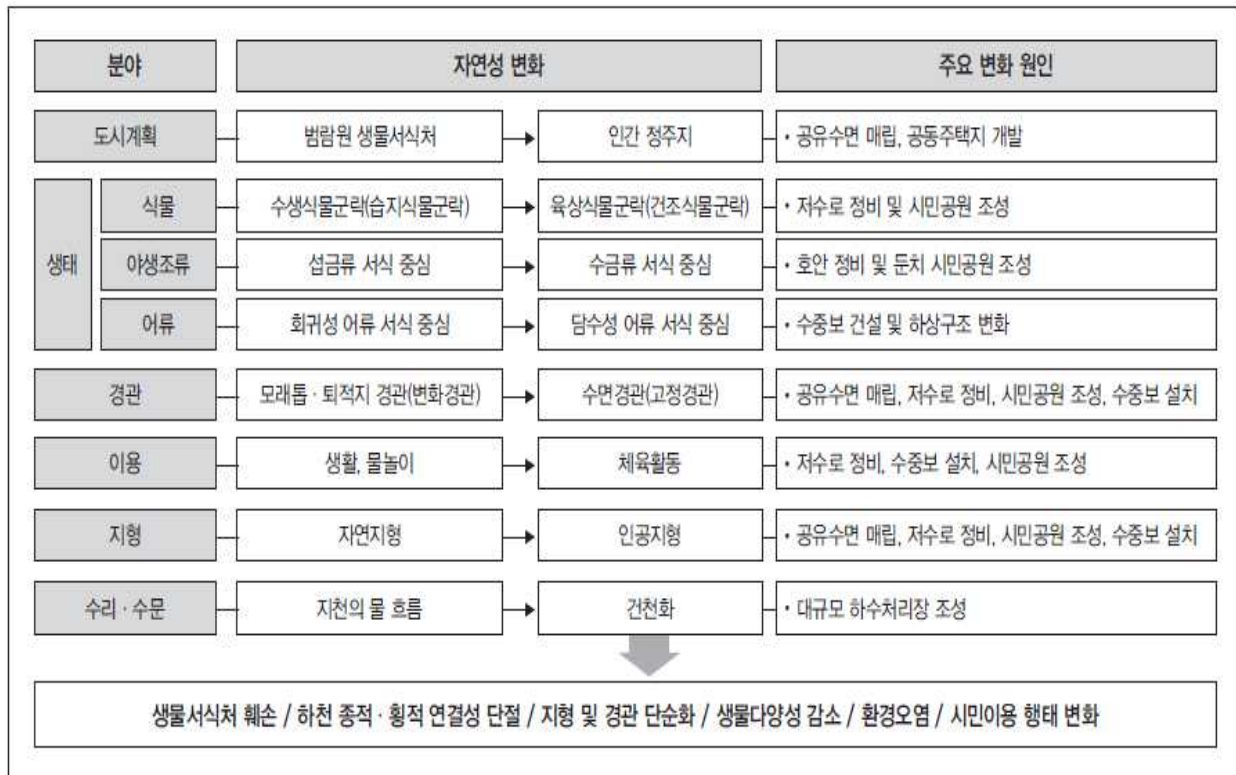
<그림 2-20> 조류경보가 발령된 성산대교 인근(2015)

- 이러한 기온 및 강수량의 변화는 홍수, 가뭄, 녹조 등을 발생시키며, 직접적으로 생태계에 영향을 미침. 기후변화와 이상기후 발생 등과 같은 거시적 변화부터 폭우, 열섬현상 등의 국지적 범위의 기상변화는 산림생태계뿐만 아니라 한강의 유역환경, 수변환경, 수질오염 등 한강의 생태환경과 동·식물 서식, 세균 등의 생물상에 영향을 미침
- 기후변화로 인한 이상고온의 발생으로 수질이 악화하거나 녹조현상이 발생하며, 가뭄의 반복 등 기상변화에 따라 유속 저하로 수질오염 발생 오염수에 사는 동식물 증가 등의 생태계 변화를 초래할 수 있음. 따라서 기후변화는 한강생태계 변화를 파악하는데 중요한 부분이며, 향후 한강생태계 관리와 변화 추세 파악 및 예측을 위해서 고려해야 함(서울연구원, 2017)

2.2.3 한강 자연성 상실과 변화

- 한강에서 진행된 각종 개발사업과 한강의 현재 자연생태에 대한 평가결과를 바탕으로 한강의 구조적 변화로 인한 생태계 변화를 도시계획분야, 생태분야, 경관분야, 이용분야, 지형분야, 수리·수문분야별로 정리함(국토연구원, 2015)<그림 2-21>
- 도시계획분야에서는 범람원 생물서식처로서의 한강 주변공간이 인간의 정주지로 바뀌게 되었고, 이러한 변화의 원인은 공유수면의 매립과 하중도의 훼손, 한강 주변 공동주택지의 개발 등에서 찾을 수 있었음
- 생태분야 중 식물에서는 수생식물군락 및 습지식물군락이 우점하고 있던 한강변에 저수로 정비와 시민공원 조성 등으로 인하여 육상식물군락이 우점하게 됨. 야생조류는 과거 수변을 주로 이용하는 텃새류의 서식이 중심이었지만 호안 정비와 둔치공간 시민공원 조성으로 인해 수심과 서식처 면적이 변화되면서 수금류의 서식이 주가 되었음. 어류는 과거 황해와 연결되는 기수역으로서 황어, 잉어, 송어 등 회귀성 어류의 서식이 중심이었지만 수중보 건설과 하상구조의 변화 등으로 인해 담수성 어류의 서식이 크게 늘어남
- 경관분야에서는 과거 모래톱과 퇴적지 등 밀물과 썰물, 시간의 흐름에 따라 변화하는 경관이었지만, 공유수면이 매립되고 저수로가 정비되었으며, 시민공원의 조성 수중보 설치 등으로 인해 수면이 추가되어 크게 변하지 않는 고정경관으로 바뀜. 이용분야에서는 과거 어업 등 생활의 공간 및 물놀이 등 친수활동의 대상이었으나 저수로의 정비와 수중보 설치, 둔치 시민공원 조성으로 둔치를 이용한 체육활동 위주의 이용행태로 바뀜
- 지형분야에서는 과거 식생과 모래톱, 암반 등 자연지형이었으나 공유수면의 매립과 저수로 정비, 시민공원 조성, 수중보 설치 등으로 인해 인공호안, 공동주택지, 포장된 둔치 등 인공지형이 주가 됨. 수리·수문 분야에서는 지천에서 물이 유입되어 왔으나 대규모 하수처리장 조성 등으로 인해 건천으로 변화됨

- 분야별 종합결과를 바탕으로 한강 자연성 회복 방향을 설정해야 함. 생물서식처의 훼손과 하천 종적·횡적 연결성의 단절, 지형과 경관의 단순화, 생물다양성 감소, 환경오염 및 이용행태 변화 등의 문제점이 발생하였으며, 한강의 자연성 회복을 위해 생물서식처 확보, 하천 연결성 복원, 하천 원래의 지형과 경관 복원, 생물다양성 확보, 환경오염 감소, 친환경 이용행태 유도 등의 방안 마련이 필요함



(출처 : 국토연구원, 2015)

<그림 2-21> 한강 자연성 변화와 원인

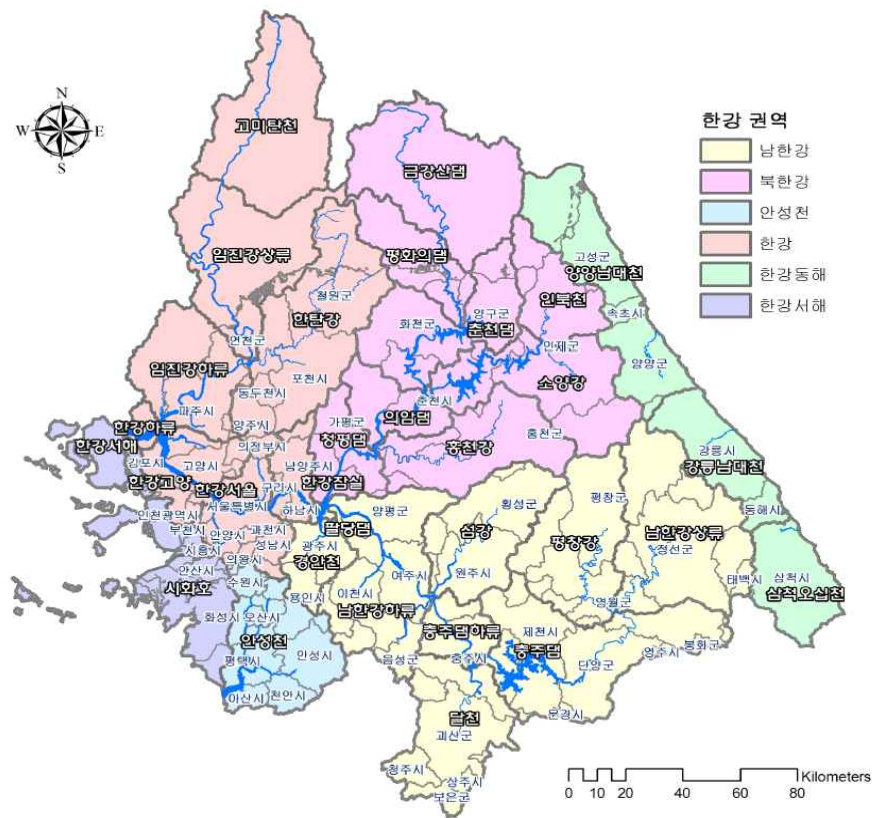
3. 한강의 지속가능성문제 및 자연성 회복 필요성

3.1 지속가능성 진단

3.1.1 한강 대권역 물환경관리 기본계획

- 환경부가 수립한 [제2차 물환경관리 기본계획('16~ '25)]은 ‘수질, 수량관리 및 수 생태계 보전을 위한 정부 물환경관리 정책의 최상위 계획’ 으로서 대·중·소권역 물 환경관리계획, 오염총량관리기본방침 및 기본·시행계획, 비점오염원관리 종합대책 등 주요 물환경 관리 대책 수립의 지침서 역할의 위상을 가짐
 - [제1차 물환경관리 기본계획]은 「수질 및 수생태 보전에 관한 법률」에 따른 4대강 대권역계획을 한데 묶어 기본계획으로 명명
 - [제2차 물환경관리 기본계획]은 향후 10년 동안('16~ '25) 하천·호소 및 연안 수계 등 우리나라 전 국토에서 펼쳐지는 물환경관리 정책의 목표와 방향을 담은 최상 위 계획
- [한강 대권역 물환경관리 기본계획('16~ '25)]은 [제2차 물환경관리 기본계획 ('16~ '25)]의 정책 방향에 따라 향후 10년간('16~ '25) 한강 대권역 물환경 개 선을 위해 수립된 계획으로 아래의 의미를 가짐
 - 기본계획에 제시된 청사진을 한강 대권역 지역의 맥락이 고려된 목표와 전략으로 구 체화하는 실행 전략
 - 중권역 및 소권역 물환경관리계획의 기본이 되는 총괄 계획
 - 수질보전대책을 확대·발전시키는 계획으로, 수질오염총량관리제도 등 각종 물환경 계획을 포괄
- 한강 대권역은 총 29개의 중권역(북한지역 제외)과 265개의 소권역으로 구성되어 있 으며, 대권역의 총 유역면적은 41,947 km²이며, 북한지역을 포함하지 않은 한강 수계의 유역면적은 25,953.6 km²이며 유로연장은 494.4 km에 달하고 있음<그림 3-1>
 - 남한강의 발원지는 강원도 태백 검룡소로서 오대천 및 송천이 정선부근에서 합류하여 하류로 내려오면서 북하천 및 경안천 등의 큰 지류들과 합류하여 유역을 이루고 있음
 - 북한강은 DMZ 이북에 위치하고 있는 단발령에서 발원하여 소양강, 가평천 및 홍천 강 등의 많은 대소 지천들과 합류하여 유역을 형성
- [한강 대권역 물환경관리기본계획('16~ '25)]은 “시민들이 행복을 느끼고, 다양한 생물이 함께하는 건강한 물환경 조성” 이라는 비전을 가지고 아래와 같은 목표를 달성 하기 위하여 6개의 핵심전략으로 구성
 - 하천의 발원지에서 하구 연안까지, 본류부터 지류·지천까지 맑고 깨끗한 물을 확보 하여 자연과 상생하는 건강한 물순환 달성

- 물환경이 제공하는 혜택과 풍요를 인간과 생물은 물론 미래 세대까지 모두가 누릴 수 있도록 하기 위함
 - 물환경 서비스와 물문화를 온 국민이 골고루 누리도록 하며, 그 과정에서 공동체의 형성과 경제·사회 발전의 새로운 동력원을 발견해내는 행복한 세상을 실현
- [한강 대권역 물환경관리기본계획(‘16~’ 25)]은 (1)안전한 물, (2)깨끗한 물, (3)수생태, (4)물순환, (5)물문화로 구성된 5개의 전략에 대해 8개의 지표항목으로 구성되어 있으며, 2020년 및 2025년을 달성연도로 계획하고 있음<표 3-1>



<그림 3-1> 한강 대권역 및 중권역 현황도(한강유역환경청, 한강 대권역 물환경관리기본계획(‘16~‘25), 2016)

<표 3-1> 한강 대권역 계획의 물환경관리 목표지표(한강유역환경청, 한강 대권역 물환경관리기본계획('16~'25), 2016)

전략	지표항목	2015		2020	2025
1 안전한 물	수질오염사고 발생 50% 저감	84건(3년 평균)	→	63건	42건
	산업폐수 유해물질 배출량 10% 저감	배출량 243,981g/일	→	231,782g.일 (5% 저감)	219,583g.일 (10% 저감)
2 깨끗한 물	주요 상수원 I 등급 수질 달성	· 팔당댐(팔당댐): Ib	→	Ia	Ia
		· 한강잠실(잠실): Ib		Ib	Ib
		· 청평댐(삼봉리): Ib		Ia	Ia
		· 남한강하류(강상): II		Ib	Ib
	남한강 3개 보의 총인 농도 기준 이하 유지	T-P 0.04mg/L의 백분율	→	80th	80th
		강천보: 70th 여주보: 71th 이포보: 60th		80th 75th	80th 75th
	팔당호 조류주의보 발령 일수 50% 저감	36일(3년 평균)	→	27일	18일
3 수생태	수생태계 건강성 증권역 목표기준 달성	58.6%(17/29)	→	79%(23/29)	100%(29/29)
4 물순환	불투수면적률 25% 초과 소권역의 물순환 개선	청계철, 공촌천, 안양천하류, 홍제천합류전, 홍제천, 한강대교수위표, 화정전, 굴포천, 중랑천하류, 중랑천합류전, 황구지철상류, 안양천중류, 안양천상류, 오산천, 행주대교수위표, 기흥댐, 탄천하류, 계양천합류전, 장수천, 탄천상류, 성남수위표, 공지천, 청담천, 평택수위표, 진위천합류전(25개)		물순환 개선	물순환 개선
6 물문화	물환경 만족도 80% 이상 달성	67%	→	73%	80%

주: 1) 한강유역환경청 내부자료 기준(2013~2015년 평균).

2) 남한강 하류, 시화호, 안성천, 임진강하류, 한강고양, 한강서울, 한강서해, 한탄강 증권역.

3) 3개 보 지점에서 2013~2015년 기간 매월 측정된 T-P 농도 자료에 대해 Loglogistic distribution을 가정하여 산정한 수치

4) 증권역 내 수생태계 건강성 측정지점의 어류평가지수(FAI) 평균값 기준

5) 「하천 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가(VIII) 용역- 한강대권역」(국립환경과학원, 2015) 평가결과를 5등급으로 재산정한 결과를 토대로 「하천 수질 및 수생태계 목표기준(환경부고시 제2016-222호)」을 달성한 증권역.

6) 금강산댐 및 고미탄천은 북한지역으로 제외. 신설된 한강잠실 증권역은 반영.

7) 25개 소권역별 물순환 개선 목표는 환경부의 '18년도 물순환 복표설정 연구결과 반영 예정

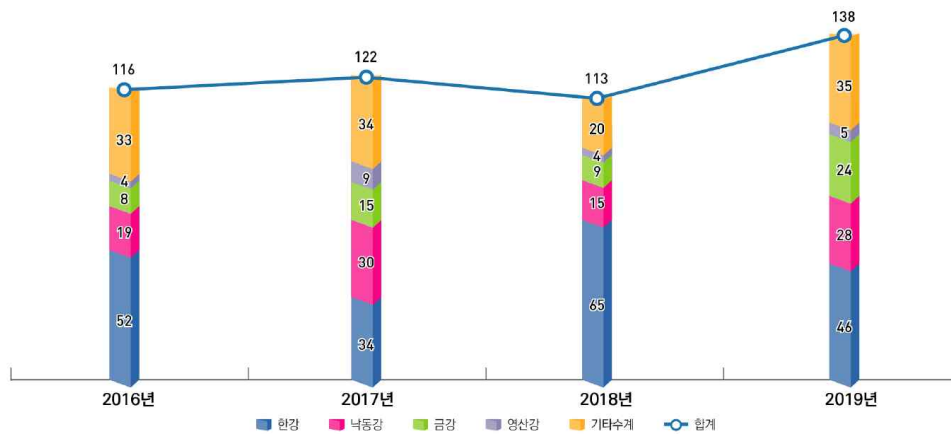
8) 전반적 만족도의 설문 중 불만족, 보통, 만족, 매우만족 중 만족과 매우만족의 응답 비비율의 평균.

9) 환경부(2016) 「물환경정책 국민의식 및 만족도 조사」 조사 결과.

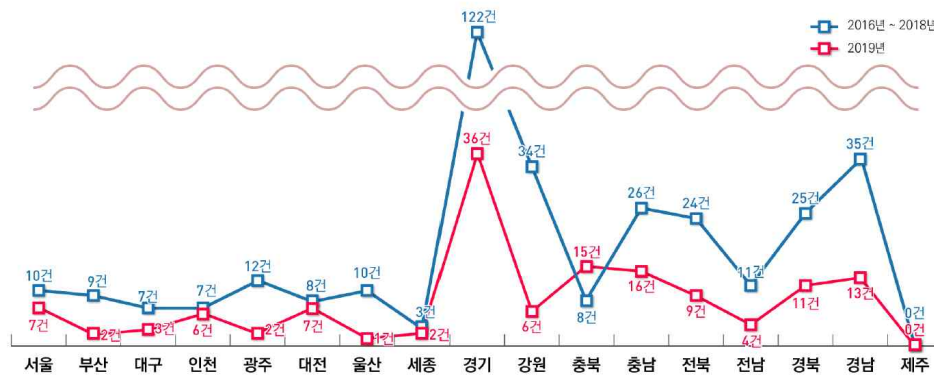
3.1.2 한강 대권역 물환경관리 기본계획 달성현황

(1) 안전한 물

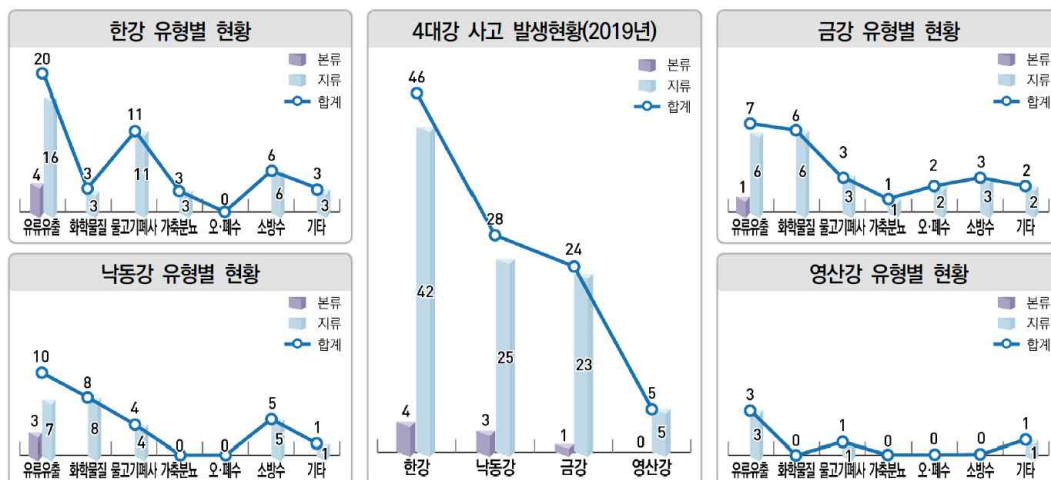
- [한강 대권역 물환경관리기본계획(‘16~‘25)]의 제1전략에 해당하는 “안전한 물”은 수질오염사고 발생 50% 저감과 산업폐수 유해물질 배출량 10% 저감이라는 2개의 지표로 구성되어 있음
 - 2013~2015년 한강수계의 평균 수질오염사고는 84건이며, 2020년까지 63건으로 줄이고, 2025년까지 42건으로 저감하는 것을 목표로 함
 - 2015년 기준 산업폐수 유해물질 배출량*은 243,981 g/일이며, 2020년까지 231,782g/일로 줄이고, 2025년까지 219,583 g/일까지 줄이는 것을 목표로 함
- * 남한강하류, 시화호, 안성천, 임진강하류, 한강고양, 한강서울, 한강서해, 한탄강 중권역에 해당
- [2019년도 수질오염사고와 대응연차보고서(환경부, 한국환경공단, 2020)]에 따르면 한강수계의 수질오염사고는 2016년 52건, 2017년 34건, 2018년 65건, 2019년 46건으로 현재 수준이라면 한강 대권역 물환경관리기본계획에서 목표로 하는 2020년도 63건을 달성할 수 있을 것으로 평가<그림 3-2>
 - 그러나 한강수계 중에서 경기도의 수질오염사고 건수가 전국에서 가장 높고, 최근 4년 합계에서는 경기도와 강원도가 수질오염사고가 매우 높아 지속적 관리 필요
 - 한강수계의 2019년도 유형별 수질사고 현황을 살펴보면 유류유출(20건)>물고기폐사(11건)>수방수(6건)>화학물질(3건) 및 가축분뇨(3건) 등의 순서를 보여, 유류유출과 물고기 폐사가 중요한 수질사고 유형으로 평가됨<그림 3-2>



(a) 수계별 수질오염사고 추이



(b) 지역별 수질오염사고 현황



(c) 2019년도 유형별 수질사고 현황

<그림 3-2> 한강수계 수질오염사고 추이(환경부, 한국환경공단, 2019년도 수질오염사고와 대응연차보고서, 2020)

(2) 깨끗한 물

- [한강 대권역 물환경관리기본계획(‘16~’ 25)]의 제2전략에 해당하는 “깨끗한 물”의 제1목표는 ‘주요 상수원 I등급 수질 달성’이라는 지표에 2020년까지 팔당댐을 Ia, 한강잠실(잠실)을 Ib, 청평댐(삼봉리)를 Ia, 그리고 남한강하류(강상)를 II등급이라는 목표를 수립하고 있음
 - 2019년도 평균 수질농도를 기준으로 한강 대권역기본계획의 2025년 기준인 ‘주요 상수원 I등급 수질달성’의 2020년도 달성목표를 상대로 달성여부를 평가하면 ‘호소’에 해당하는 팔당댐과 청평댐(삼봉리)에서는 ‘미달성’으로 평가되며, 하천에 해당하는 한강잠실(잠실)과 남한강하류(강상)는 ‘달성’으로 평가됨<표 3-2>
 - 이러한 결과로 볼 때 향후 수질대책에서 댐 수질 개선을 위한 유역 대책이 필요하며, 특히 호내에서 장기간 수질에 영향을 주는 난분해성 유기물질, TN, TP 등에 대한 대책 수립 필요

<표 3-2> 한강 대권역 계획의 주요 지점 수질달성 정도(환경부, 물환경정보시스템)

지점	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	TP (mg/L)	TN (mg/L)	수질등급	달성여부
팔당댐	1.2	3.9	5.3	10.2	0.031	2.094	호소기준: COD: II 등급	미달성
							TP: II 등급	미달성
한강잠실 (잠실)	1.0	4.1	6.2	11.1	0.031	2.279	하천기준: BOD: Ib 등급	달성
							TP: Ib 등급	달성
청평댐 (삼봉리)	0.9	3.5	3.1	10.8	0.016	1.724	호소기준: COD: II 등급	미달성
							TP: Ib 등급	미달성
남강한 하류 (강상)	1.2	3.9	4.1	10.9	0.041	2.697	하천기준: BOD: Ib 등급	달성
							TP: Ib 등급	달성

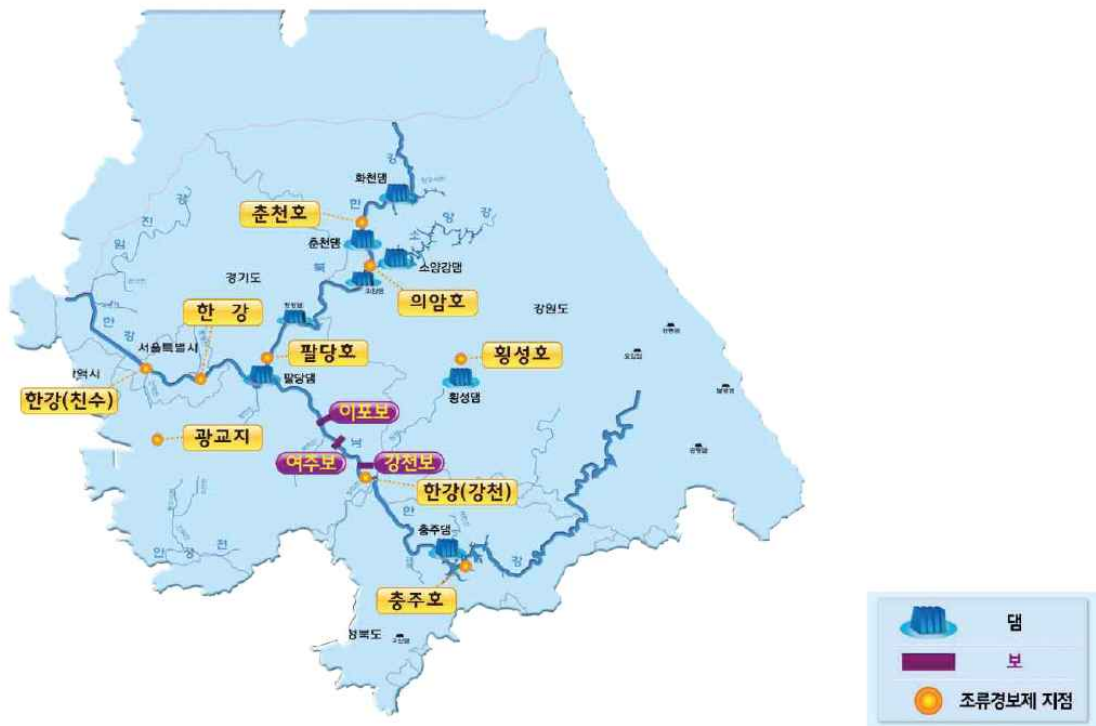
- [한강 대권역 물환경관리기본계획(‘16~’ 25)]의 제2전략에 해당하는 “깨끗한 물”의 2번째 목표는 ‘남한강 3개보의 총인 농도 기준 이하 유지’는 강천보, 여주보 및 이포보에 대하여 TP에 대한 목표수질을 명시하고 있음
 - 2015년 기준으로 3개보의 TP는 기준은 0.04 mg/L였으며, 2020년까지 강천보와 여주보는 80th(0.032 mg/L)로 관리하며, 이포보는 75th(0.03 mg/L)로 관리함을 목표
 - 2019년도 강천보의 평균 TP 수질은 0.032 mg/L, 여주보는 0.033 mg/L, 이천보는 0.049 mg/L로 나타나 강천보는 2020년도 달성목표 기준으로 달성하였으나, 여주보

와 이포보는 미달성으로 평가되어, 향후 TP에 대한 유역대책이 필요한 것으로 평가됨<표 3-3>

<표 3-3> 한강 대권역 계획의 한강수계 다기능보 수질달성 정도(K-water, MyWater)

지점	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	TP (mg/L)	TN (mg/L)	달성여부
강천보	1.2	3.8	2.1	5.1	10.8	0.032	2.501	달성
여주보	1.4	3.9	2.1	5.1	11.1	0.033	2.509	미달성
이포보	1.7	4.3	2.4	7.1	11.2	0.049	2.710	미달성

- [한강 대권역 물환경관리기본계획(‘16~’ 25)]의 제2전략에 해당하는 “깨끗한 물”의 3번째 목표는 ‘팔당호 조류주의보 발령 일수 50% 저감’이며, 2015년 기준 36일인 조류주의보 발령일수를 2020년까지 27일로 줄이고, 2025년까지 18일로 줄이는 목표를 설정
 - 2019년 조류(녹조) 발생과 대응 연차보고서(환경부, 2020)에 따르면, 팔당호는 2018년도 3년 만에 조류경보가 발령되었지만 2019년도에는 조류경보가 발령되지 않음<그림 3-3> <표 3-4>
 - 2019년 팔당댐 남조류 첫 출현은 7월 1일로 2018년(7월 23일) 대비 이르게 나타났지만 이후 관심단계 미만 수준에서 증감을 반복하여 경보 발령은 없었음



<그림 3-3> 한강수계 조류경보제 지점 위치(환경부, 조류(녹조) 발생과 대응 연차보고서, 2020)

<표 3-4> 한강수계 최근 5년간 조류경보 발령일수(환경부, 조류(녹조) 발생과 대응 연차보고서, 2020)

구분		충주호	강천	황성호	춘천호	의암호	팔당호	한강	광교지	합계
'15	관심	—	X	—	—	X	43	96	28	245
	경계	—	X	—	—	X	—	78	—	
	대발생	—	X	—	—	X	—	—	—	
'16	관심	—	—	—	—	—	—	—	—	0
	경계	—	—	—	—	—	—	—	—	
	대발생	—	—	—	—	—	—	—	—	
'17	관심	—	—	—	—	—	—	—	—	0
	경계	—	—	—	—	—	—	—	—	
	대발생	—	—	—	—	—	—	—	—	
'18	관심	13	—	—	—	—	22	—	77	112
	경계	—	—	—	—	—	—	—	—	
	대발생	—	—	—	—	—	—	—	—	
'19	관심	—	—	—	—	—	—	—	97	97
	경계	—	—	—	—	—	—	—	—	
	대발생	—	—	—	—	—	—	—	—	

※ 강천, 의암호 지점은 2016년부터 시행(x표시)

(3) 수생태

- [한강 대권역 물환경관리기본계획(‘16~ ‘25)]의 제3전략에 해당하는 “수생태”는 ‘수생태계 건강성 중권역 목표기준 달성’이라는 단일 지표를 가지고 있으며, 2015년도 기준 58.6%의 달성도를 2020년까지 79%까지 향상시키고 2025년까지 100% 달성을 목표로 설정하고 있음
- 하천 수생태계 건강성 조사 평가 등급은 2개(수생생물과 하천환경) 항목에 5개의 평가지표(부착돌말지수, 저서동물지수, 어류생물지수, 수변식생지수, 서식수변환경지수)로 구성되어 있음<표 3-5>
- 2019년도 한강권역의 하천 수생태계 건강성 평가 등급은 총 444개 지점에서 부착돌말류가 C등급, 어류가 B등급, 저서성 대형무척추동물인 B등급, 수변식생이 C등급, 서식 및 수변환경지수가 C등급으로 나타남<표 3-6>
- 한강권역은 하천환경(서식 및 수변환경지수, 수변식생지수) 항목에 대한 등급이 낮아 하천환경 개선에 대한 제도적 방안 마련 필요

<표 3-5> 하천 수생태계 건강성 조사평가 등급(환경부, 2019 환경통계, 2020)

평가지표		고려요소	평가등급				
			매우 좋음(A)	좋음(B)	보통(C)	나쁨(D)	매우 나쁨(E)
수생 생물	TDI (부착돌말 지수)	부착돌말류 개체수, 출현종별 개체수, 출현종수 등	90≤~≤100	70≤~<90	50≤~<70	30≤~<50	0≤~<30
	BMI (저서동물 지수)	저서성대형무 척추동물 개체수, 출현종수, 출현종별 개체수 등	80≤~≤100	65≤~<80	50≤~<65	35≤~<50	0≤~<35
	FAI (어류생물 지수)	어류 출현종수 및 개체수, 국내종 종수 및 개체수 등	80≤~≤100	60≤~<80	40≤~<60	20≤~<40	0≤~<20
하천 환경	RVI (수별식생 지수)	일년생 초본 및 일년생 덩굴의 우점면적, 버드나무속 및 물푸레나무속 우점면적 등	65<~≤100	50<~≤65	30<~≤50	15<~≤30	0≤~≤15
	HRI (서식수변 환경지수)	종횡사주, 하천변폭, 하안공, 횡구조물 등	80≤~≤100	60≤~<80	40≤~<60	20≤~<40	0≤~<20

<표 3-6> 한강권역 하천 수생태계 건강성 조사평가 등급(환경부, 2019 환경통계, 2020)

조사연도	지점수	평가등급				
		부착돌말류	어류	저서성 대형무척추동물	수변식생	서식 및 수변환경
2010	340	C	C	B	—	B
2011	350	C	B	B	—	B
2012	360	C	B	B	—	C
2013	360	C	B	B	—	C
2014	360	C	B	B	C	C
2015	360	C	B	B	—	C
2016	442	C	B	B	B*	C
2017	304	C	C	C	C*	C
2018	303	C	C	C	C*	C
2019	444	C	B	B	C*	C

*주 : 수변식생 - '16년 118개, '17년 131개 지점, '18년 270개 지점, '19년 308개 지점

*자료 : 환경부 물환경정책국

Source: Ministry of Environment, Water Environment Policy Division, Aquatic Ecosystem Conservation Division

(4) 물순환

- [한강 대권역 물환경관리기본계획(‘16~‘25)]의 제4전략에 해당하는 “물순환”은 ‘불투수면적률 25% 초과 소권역의 물순환 개선’이라는 단일 지표를 가지고 있으며, 2015년도 기준 25개 소권역별 물순환 개선을 목표로 설정하고 있음
 - 2017년도 기준 전국 불투수면적률은 평균 7.72%이며, 1970년대 3% 대비 2.57배 증가하였으며, 불투수면적률 25% 이상 시군구는 81개(32%)이며, 소권역은 44개(5%)에 해당(환경부, 유역 물순환관리 제도도입 및 운영방안 연구, 2018)<표 3-7>
 - 2017년도 기준 불투수면적률 상위 12개 지자체 중에서 75%에 해당하는 9개가 한강 권역에 위치하고 있으며, 44개 소권역 중에서 50%에 해당하는 22개 소권역이 한강 권역에 위치하여 불투수면적률이 심각<표 3-8>
 - 한강권역의 불투수면적률에 의한 한강수계의 수질 및 수생태계 영향을 저감하기 위해서는 유역의 불투수면을 낮추기 위한 저영향개발(LID) 및 그린인프라(green infrastructure) 조성사업의 추진이 필요

<표 3-7> 불투수면적률이 높은 지자체 순위(환경부, 유역 물순환관리 제도도입 및 운영방안 연구, 2018)

연번	지자체	수계(%)	투수(%)	불투수(%)	물순환율(%)
1	경기도 부천시	0.68	39.40	59.93	70.18
2	서울특별시	8.59	38.56	52.84	71.76
3	경기도 수원시	2.15	52.89	44.96	72.30
4	전라남도 목포시	3.08	53.36	43.55	73.86
5	경기도 안양시	2.98	60.58	36.43	76.96
6	경기도 오산시	2.00	64.31	33.69	79.77
7	경기도 군포시	1.49	64.93	33.58	82.26
8	경기도 광명시	2.61	64.80	32.59	81.80
9	경기도 시흥시	1.47	65.96	32.57	76.72
10	경기도 성남시	2.50	69.10	28.39	84.89
11	부산광역시	5.41	68.47	26.12	80.94
12	전라북도 전주시	4.26	69.69	26.05	81.60

<표 3-8> 불투수면적률이 높은 소권역 순위(환경부, 유역 물순환관리 제도도입 및 운영방안 연구, 2018)

연번	소권역	수계(%)	투수(%)	불투수(%)	물순환율(%)	해당지자체
1	청계천	2.82	27.46	69.71	66.05	서울
2	안양천하류	3.67	32.14	64.18	66.31	서울, 안양
3	홍제천합류전	25.84	16.48	57.67	47.54	서울
4	홍제천	2.28	40.09	57.62	70.65	서울
5	한강대교수위표	14.82	27.70	57.48	58.62	서울, 과천
6	공촌천	1.21	42.09	56.70	68.09	인천
7	조천읍	0.25	43.32	56.43	71.18	제주
8	진천천	1.19	42.53	56.28	67.68	대구
9	화정천	1.59	46.85	51.56	72.92	안산, 시흥, 군포
10	동천	0.70	48.21	51.09	73.89	부산
11	부산천	0.19	48.76	51.05	72.92	부산
12	유등천하류	4.61	46.00	49.39	73.61	대전
13	신천하류	3.03	48.48	48.48	67.29	대구
14	굴포천	0.70	50.99	48.31	70.20	서울, 인천, 부천, 시흥, 김포
15	태화강	6.56	45.83	47.62	65.27	울산
16	중랑천하류	3.42	51.21	45.37	72.27	서울, 의정부, 구리, 남양주
17	광주천	1.77	54.51	43.72	72.23	광주광역시, 화순
18	금호강하류	8.43	48.62	42.95	64.82	대구
19	황구지천상류	2.04	56.02	41.94	73.19	수원, 안산, 군포, 의왕, 용인, 화성
20	중랑천합류전	15.62	42.69	41.68	64.70	서울, 구리, 남양주, 하남, 광주
21	수영강	2.15	57.49	40.36	75.37	부산, 양산
22	옥서면	0.00	59.64	40.35	66.76	군산
23	천안천	2.09	57.70	40.20	77.43	천안, 아산
24	청량천	1.29	59.73	38.97	72.33	울산
25	성황천	0.23	61.52	38.24	77.03	광양
26	남천	2.04	60.72	37.24	76.61	창원, 김해
27	오산천	3.20	59.69	37.11	75.96	평택, 오산, 용인, 화성
28	안양천중류	3.04	60.62	36.35	76.53	서울, 안양, 부천, 광명, 과천, 시흥, 군포
29	경포천	1.61	62.35	36.04	76.73	군산
30	행주대교수위표	21.08	42.98	35.94	59.94	서울, 고양
31	안양천상류	1.49	62.87	35.64	80.56	수원, 성남, 안양, 과천, 군포, 의왕
32	전주천하류	3.83	61.74	34.44	74.80	전주, 완주
33	탄천하류	4.03	62.40	33.57	78.11	서울, 성남, 과천, 하남, 광주
34	낙동강하구언	29.07	38.35	32.58	52.45	부산
35	갑천하류	5.51	64.37	30.12	76.89	대전
36	계양천합류후	11.90	58.79	29.31	68.18	서울, 인천, 고양, 김포
37	한경면	0.45	70.34	29.21	82.25	제주
38	황룡강합류전	3.39	67.86	28.75	73.24	광주광역시, 장성
39	성남수위표	2.57	69.04	28.39	82.71	서울, 성남, 하남, 광주
40	장수천	1.13	71.10	27.77	76.96	인천, 안양, 부천, 안산, 시흥
41	황구지천하류	1.35	71.00	27.65	79.72	수원, 평택, 오산, 용인, 화성
42	탄천상류	2.20	70.57	27.23	82.70	수원, 성남, 용인, 광주
43	석화수위표	4.15	69.17	26.68	78.42	청주
44	대전천	1.91	71.60	26.49	81.98	대전, 옥천, 금산
45	공지천	1.83	71.82	26.35	84.19	춘천

3.2 자연성 회복 필요성

3.2.1 한강권역의 유역환경 현황

(1) 한강수계 농업환경

○ 유역의 농업환경은 하천의 물환경에 영향을 주며, 경작활동은 주요 물환경 영향인자에 해당함

- 논과 밭의 면적은 전남>경북>충남>충북>경기 순으로 나타나고 있으며, 한강권역(서울, 인천, 경기도, 강원도, 충청북도)의 논과 밭의 경지면적은 전국 평균과 유사하게 줄어들고 있음<그림 3-4>
- 한강권역의 논과 밭의 면적은 꾸준히 감소하고 있으나, 시설재배지 면적은 지속적으로 늘어나고 있으며 2020년 기준 시설재배면적은 경기도가 12,887 ha(경지면적의 약 8.1%), 강원도 4,027 ha(약 4%), 충청북도 5,856 ha(약 5.7%), 서울 63 ha, 인천 414 ha로 나타남<표 3-9>, <표 3-10>, <표 3-11>
- 전국 경지면적(2019년도 기준 1,580,957 ha) 중에서 시설재배지(2020년 기준 80,611 ha)로 약 5.1%에 해당하고 있으나, 대도시가 다수 위치하고 인구가 밀집된 경기도와 충북의 시설재배지 평균은 약 7.0%로 매우 높음<그림 3-5>



<그림 3-4> 시도별 논밭별 경지면적(통계청, 2019년 경지면적조사 결과 보도자료, 2020.2)

<표 3-9> 한강권역 경지면적(논+밭)(통계청, 2019년 경지면적조사 결과 보도자료, 2020.2)

단위: ha, %	2017	2018(A)	2019(B)	증감(C=B-A)	증감률(C/A)
전국	1,620,796	1,595,614	1,580,957	-14,657	-0.9
서울특별시	402	353	347	-5	-1.6
인천광역시	19,004	18,377	18,244	-132	-0.7
경기도	165,707	162,587	160,181	-2,406	-1.5
강원도	103,133	101,564	100,756	-807	-0.8
충청북도	107,097	102,870	101,900	-970	-0.9

<표 3-10> 한강권역 경지면적(논)(통계청, 2019년 경지면적조사 결과 보도자료, 2020.2)

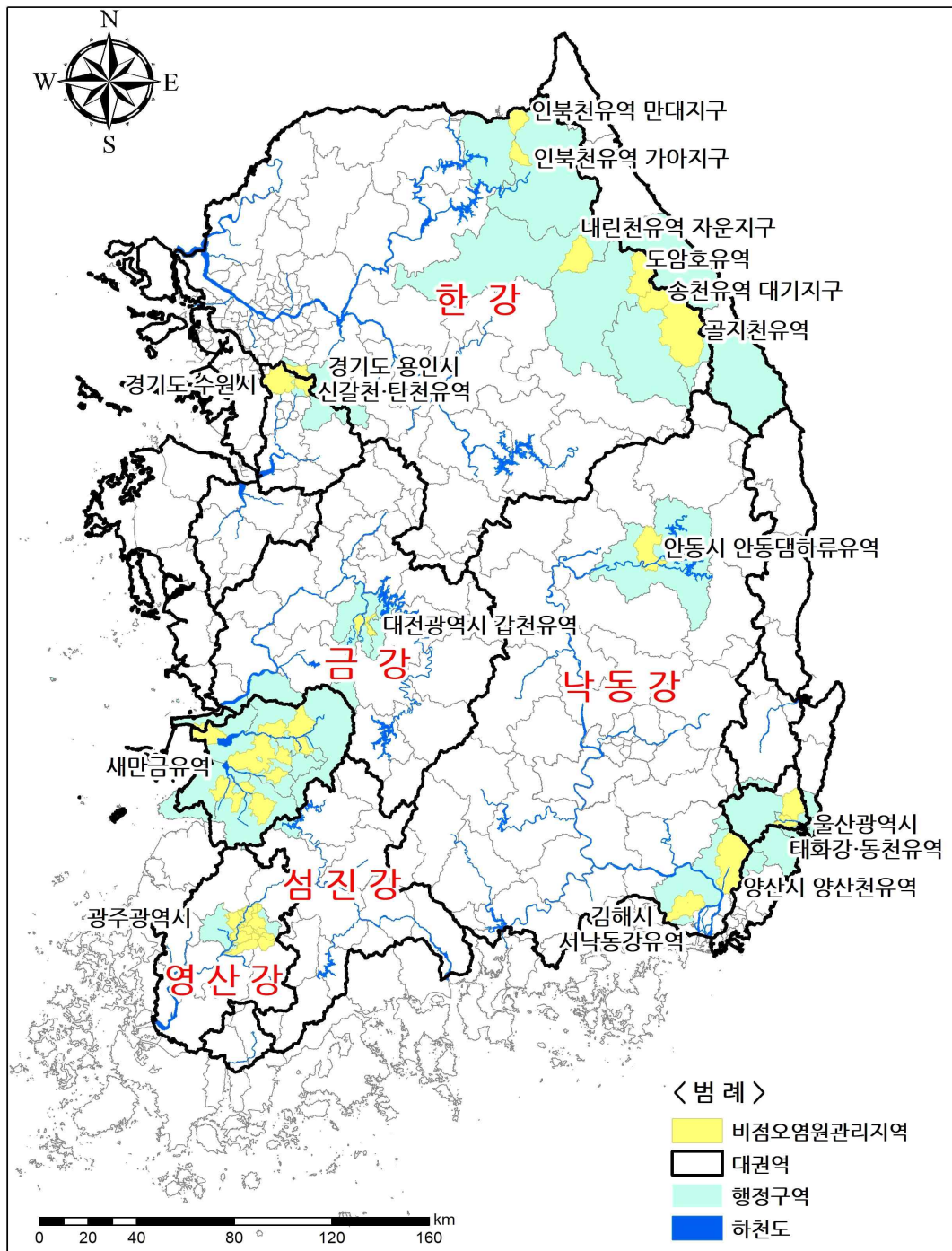
단위: ha, %	2017	2018(A)	2019(B)	증감(C=B-A)	증감률(C/A)
전국	864,865	844,265	829,778	-14,487	-1.7
서울특별시	167	159	150	-9	-5.9
인천광역시	12,223	11,547	11,327	-221	-1.9
경기도	88,733	86,243	84,125	-2,118	-2.5
강원도	35,682	34,170	33,685	-485	-1.4
충청북도	40,506	38,613	38,290	-322	-0.8

<표 3-11> 한강권역 경지면적(밭)(통계청, 2019년 경지면적조사 결과 보도자료, 2020.2)

단위: ha, %	2017	2018(A)	2019(B)	증감(C=B-A)	증감률(C/A)
전국	755,931	751,349	751,179	-170	-0.0
서울특별시	235	193	197	4	2.0
인천광역시	6,781	6,829	6,918	88	1.3
경기도	76,975	76,345	76,056	-288	-0.4
강원도	67,452	67,394	67,071	-323	-0.5
충청북도	66,591	64,257	63,610	-648	-1.0

<표 3-12> 비점오염원관리지역지정 현황(환경부, 2019, 고시 제2019-188호)

일련 번호	지정지역	위 치 (면 적)	지정기준	지정사유(상세)	지정일자 (변경)
1	광주광역시	광주광역시 (501.31→ 277.153 km ²)	제1호 및 제3호 (제3호)	인구 100만명 이상으로 비점오염원 관리 필요 *인구 149만명 도시 *중권역 목표기준 미달성(‘14~‘16)	‘07.8.23 (‘18.2.9)
2	도암호	평창군 (148.73 km ²)	제2호 및 제5호	탁수발생 영향으로 송천의 수생태계 훼손 *토사유출량 39,355 ton/년, SS 33.1 mg/L(‘16)	‘07.8.23
3	수원시	수원시 전역 (121.0 km ²)	제1호 및 제3호	인구 100만명 이상으로 비점오염원 관리 필요 *인구 110만명 도시 *BOD 비점기여율 62.8%(‘06)	‘10.12.28
4	골지천유역	정선군, 강릉시, 삼척시(398.34 km ²)	제2호 및 제5호	탁수발생 영향 수생태계 훼손 *강우시 최대 SS 2,668 mg/L 초과(‘12)	‘13.12.24
5	새만금유역	전주시, 군산시, 익산시, 정읍시, 김제시, 완주군, 부안군 (776.5 km ²)	제1호	환경기준에 수질이 미달하면서 비점 유달부하량이 50% 이상 *BOD 비점기여율 60.7~72.6% (‘11)	‘13.12.24
6	인북천 유역 만대지구	양구군, 인제군 (64.14 km ²)	제2호 및 제5호	탁수발생 영향 수생태계 훼손 *강우시 최대 SS 1,400 mg/L 초과(‘08~‘15)	‘15.10.15
7	인북천 유역 가야지구	인제군 (47.3 km ²)	제2호 및 제5호	탁수발생 영향 수생태계 훼손 *강우시 최대 SS 1,400 mg/L 초과(‘08~‘15)	‘15.10.15
8	내린천 유역 자운지구	홍천군 (133.18 km ²)	제2호 및 제5호	탁수발생 영향 수생태계 훼손 *강우시 최대 SS 1,400 mg/L 초과(‘08~‘15)	‘15.10.15
9	양산시 양산천 유역	양산시 (245.9 km ²)	제1호	환경기준에 수질이 미달하면서 비점 유달부하량이 50% 이상 *비점비율 59.6%(3년 평균, ‘12~‘14)	‘17.3.31
10	대전광역시 갑천 유역	대전광역시 (41.277 km ²)	제3호	인구 100만명 이상으로 비점오염원 관리 필요 *인구 155만명 도시 *TP 비점기여율 74.2%(‘15)	‘17.6.2
11	안동시 안동댐하류 유역	안동시 (141.490 km ²)	제1호	환경기준에 수질이 미달하면서 비점 유달부하량이 50% 이상 *TP 비점기여율 65% (‘15)	‘18.5.18
12	김해시 서낙동강 유역	김해시 (118.852 km ²)	제1호	환경기준에 수질이 미달하면서 비점 유달부하량이 50% 이상 *TP 비점기여율 69% (‘15)	‘18.5.18
13	용인시 신갈천·탄천 유역	용인시 (80.592 km ²)	제3호	인구 100만명 이상으로 비점오염원 관리 필요 *인구 100만명 도시 *주요하천 50%이상 중권역 목표기준 미달성(‘15~‘17)	‘18.10.26
14	강릉시 송천유역 대기지구	강릉시 (99.90 km ²)	제2호 및 제5호	탁수발생 영향 수생태계 훼손 *강우시 최대 SS 5,630 mg/L(‘14~‘16)	‘18.10.26
15	울산광역시 태화강·동천 유역	울산광역시 (126.939 km ²)	제3호	인구 100만명 이상으로 비점오염원 관리 필요 *인구 119만명 도시 *강우시 태화강본류 TP 매우나쁨 등급 *태화강유역 불투수면적률 50%	‘19.10.17



<그림 3-6> 비점오염원관리지역 지정위치(환경부, 2019. 고시 제2019-188호)



<그림 3-7> 한강수계 상류지역 고랭지 경작지 및 수질 현황

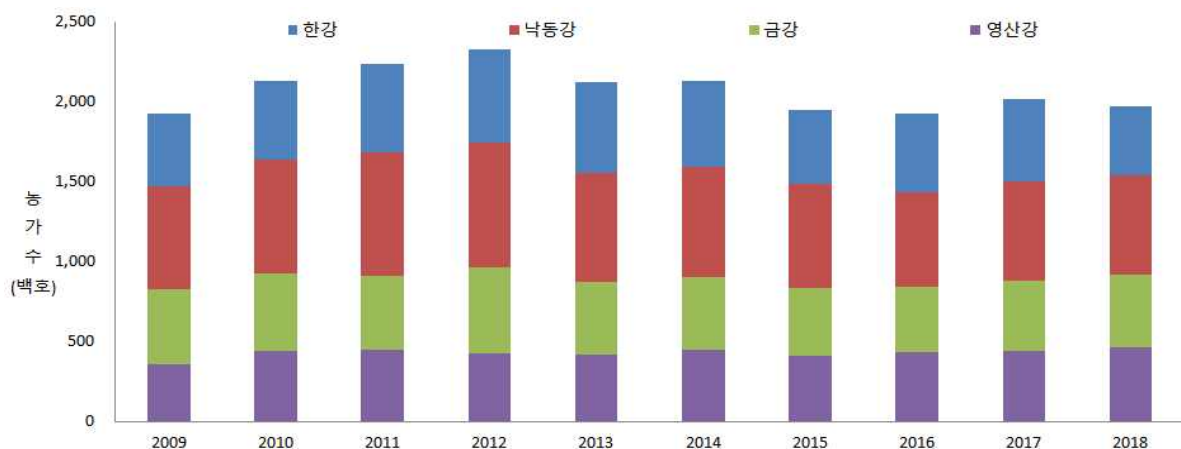
(3) 한강수계 가축분뇨 관리 현황

- 유역의 축산에서 발생하는 가축분뇨는 자원화 과정을 거쳐 농지에 살포되면서 물환경의 수질과 수생태에 큰 영향을 주고 있음
- 경제발전과 생활수준의 향상으로 축산업은 지속적으로 성장하고 있으며, 축산농가수는 줄고 있으나 축산두수는 크게 증가하면서 대형화 추세를 보임
 - (축산농가) 경북, 전남, 경남, 충남, 경기 등에 농가수가 많으며, 대부분 지역에서 '12년까지 지속적으로 농가수가 증가한 이후 감소 추세<그림 3-8>
 - (사육두수) 전체 사육두수의 90% 이상을 차지하는 가금의 증가로 경기, 전북, 전남, 경북, 충남 등에 사육두수가 높으며, '09년 이후 지속적으로 증가<그림 3-9>
 - (가축분뇨 발생량) 원단위가 큰 돼지의 사육두수가 높은 경기, 충남, 경북, 전남, 전북 등에서 많이 발생하고 있으며, '09년 대비 가축분뇨 발생량은 경북(34백톤/일, 14.2%), 강원(28백톤/일, 39.6%), 충남(28백톤/일, 10.0%), 전남(21백톤/일, 10.1%) 등에서 증가, 충북(30백톤/일, 23.3%), 전북(11백톤/일, 4.8%) 등에서 감소<그림 3-10>

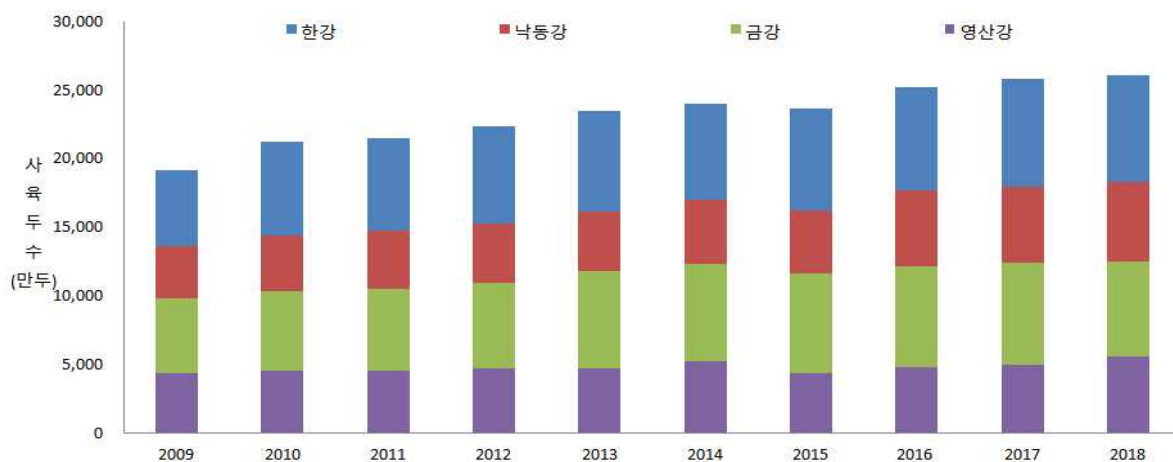
- 가축분뇨 처리는 자원화, 위탁처리, 정화처리 및 미처리로 구분되고 있으며, 2018년 기준으로 약 70.5%가 자원화되어 농지에 살포되고 있으며, 23.7%가 위탁처리되고 있음<그림 3-11>
 - 한강수계 광역지자체 중에서 자원화(개별처리)는 '09년 대비 강원(18백톤/일, 29.7%) 에서 증가하고 있으며, 경기(73백톤/일, 24.4%), 충북(43백톤/일, 37.7%) 은 다소 감소
 - 정화(개별처리)는 '09년 대비 경기(7백톤/일, 25.6%)에서 증가하고, 있는 추세
- 한강수계의 가축사육두수는 '09년에 비해 ' 18년에 액 40.5%가 증가하였으며, 이로 인하여 토양양분양이 크게 증가하여 경작지에서 기저유출로 인한 한강수계의 수질 및 수생태에 영향<표 3-13>
 - '09년 대비 사육두수는 한강(2,242만두, 40.5%), 낙동강(2,006만두, 52.7%), 금강(1,551만두, 28.6%), 영산강(1,144만두, 25.7%) 증가
 - '09년 대비 가축분뇨 발생량은 낙동강(29백톤/일, 6.9%), 영산강(47백톤/일, 15.7%) 증가, 한강(0.9백톤/일, 0.2%), 금강(4백톤/일, 0.8%) 감소
 - 가축분뇨 자원화(개별처리)는 ' 09년 대비 한강(73백톤/일, 16.9%), 영산강(36백톤/일, 13.8%), 금강(5백톤/일, 1.4%) 감소, 낙동강(0.7백톤/일, 0.2%) 소폭 증가

<표 3-13> 가축분뇨 발생량 및 관리현황(환경부, 2019년 가축분뇨 처리통계, 2019)

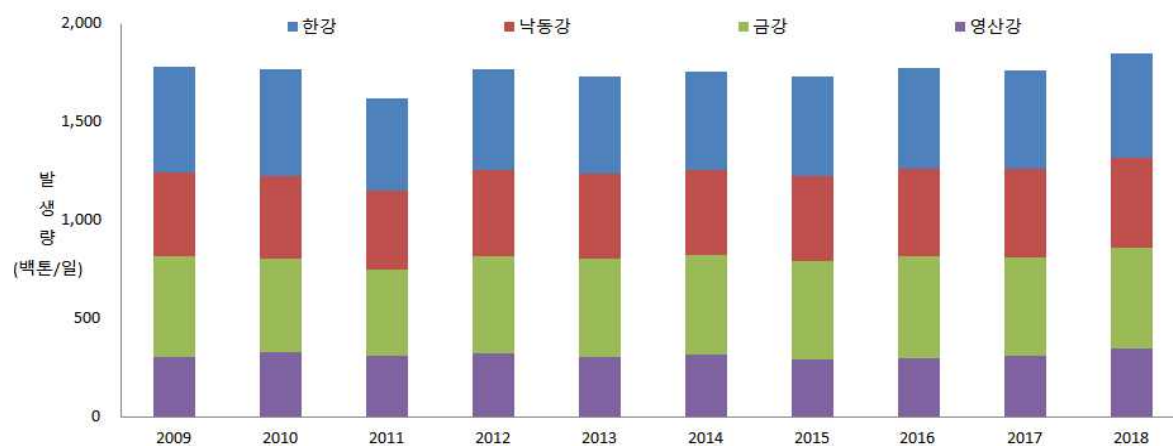
구분		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
가축사육 농가수(호)		233,355	212,794	213,607	194,823	192,982	201,745	197,026
가축 사육두수(천두)		224,208	235,144	240,176	236,801	252,197	258,492	261,477
가축분뇨 발생량 (㎥/일)		177,110	173,052	175,651	172,870	177,393	176,434	185,069
가축분뇨 처리현황	정화처리	9,012	6,726	9,837	8,181	9,868	8,691	10,373
	위탁처리	30,464	31,116	36,387	46,370	36,486	41,102	43,805
	자원화	134,846	133,131	127,337	116,149	129,250	125,035	130,461
	해양배출	0	0	0	0	0	0	0
	미처리	2,788	2,079	2,089	2,170	1,789	1,606	430



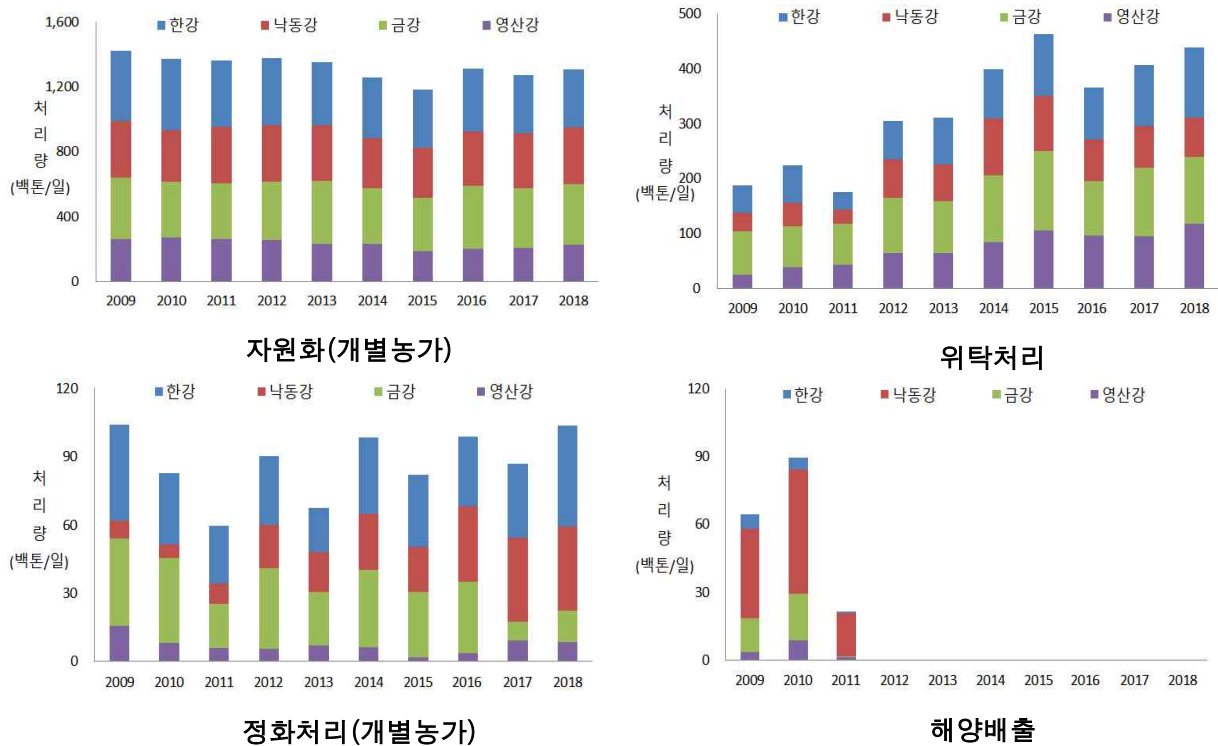
<그림 3-8> 대권역별 가축사육농가수(환경부, 2019년 가축분뇨 처리통계, 2019)



<그림 3-9> 대권역별 가축사육두수(환경부, 2019년 가축분뇨 처리통계, 2019)



<그림 3-10> 대권역별 가축분뇨 발생량(환경부, 2019년 가축분뇨 처리통계, 2019)



<그림 3-11> 대권역별 가축분뇨 처리현황(환경부, 2019년 가축분뇨 처리통계, 2019)

(4) 한강수계 중하류 유역의 불투수면적률 현황

- 한강수계에 거주하는 인구는 대한민국 인구 전체의 약 50%를 상회하고 있으며, 특히 한강수계 중류 및 하류에는 서울, 인천을 비롯하여 대도시가 밀집하여 도시환경 및 물 환경에 큰 영향을 주고 있음
 - 도시의 도로, 건축물, 주차장 등과 같은 불투수면적은 물순환을 왜곡시킴으로써 강우 시 침투율 저하, 유출증가를 유발시켜 비점오염원 유출 증가, 열섬현상, 수질오염, 대기오염, 수생태 훼손, 도시침수/가뭄 등 다양한 문제를 유발
 - 불투수면적이 25%를 넘을 경우 수생태 및 수질에 큰 영향을 끼치는 것으로 보고
- 환경부 자료(2018)에 의하면 전국 시도별 불투수면적률이 가장 높은 지역은 서울로 약 52.84%가 불투수면적이며, 물순환율은 71.8%에 그침<표 3-14>
 - 인천시가 서울, 부산, 대구에 이어 4위로 불투수면적률이 21.4%이며, 경기도와 강원도 및 충북이 중간 정도의 불투수면적을 보임
 - 기초 지자체 중에서 불투수면적률이 가장 높은 지역은 경기도 부천시로 59.93%에 달하고 있으며, 상위 10개 지자체 중에서 8개(부천, 서울, 수원, 시흥, 안양, 고양, 평택, 안산 등)가 한강권역에 위치하고 있음<표 3-15>
- 한강수계 중류 및 하류지역은 높은 불투수면적률과 낮은 물순환율로 인하여 도시물순

환 왜곡, 하천의 건천화, 도시침수/가뭄, 비점오염 유출, 지하수위 저하 등 다양한 문제 유발 가능

- 도시지역의 물순환 구조 개선을 위한 그린인프라 및 저영향개발 사업 추진이 필요 <표 3-16>

<표 3-14> 한강수계 시도별 불투수면적률 및 물순환율 현황(환경부, 유역 물순환관리 제도 도입 및 운영방안 연구, 2018)

연번	시도명	수계(%)	투수(%)	불투수(%)	물순환율(%)
1	서울특별시	8.59	38.56	52.84	71.76
2	부산광역시	5.41	68.47	26.12	80.94
3	대구광역시	4.58	74.47	20.95	80.23
4	인천광역시	0.69	77.88	21.43	81.59
5	광주광역시	4.19	71.34	24.47	78.37
6	대전광역시	3.61	75.42	20.97	82.45
7	울산광역시	2.87	83.18	13.95	82.48
8	세종시	5.01	84.30	10.69	90.09
9	경기도	3.94	83.55	12.51	87.00
10	강원도	2.25	94.77	2.97	91.54
11	충청북도	2.82	90.49	6.69	89.17
12	충청남도	2.56	89.04	8.40	86.74
13	전라북도	3.98	88.54	7.48	85.70
14	전라남도	2.04	91.25	6.71	84.98
15	경상북도	2.97	92.47	4.56	89.21
16	경상남도	2.80	90.06	7.14	85.97
17	제주도	1.24	82.21	16.55	87.91

<표 3-15> 물순환율이 낮은 지자체(환경부, 유역 물순환관리 제도도입 및 운영방안 연구, 2018)

연번	지자체	수계(%)	투수(%)	불투수(%)	물순환율(%)
1	경기도 부천시	0.68	39.40	59.93	70.18
2	서울특별시	8.59	38.56	52.84	71.76
3	경기도 수원시	2.15	52.89	44.96	72.30
4	전라남도 목포시	3.08	53.36	43.55	73.86
5	경기도 시흥시	1.47	65.96	32.57	76.72
6	경기도 안양시	2.98	60.58	36.43	76.96
7	경기도 고양시	8.26	69.51	22.23	77.60
8	경기도 평택시	3.27	77.99	18.74	78.01
9	광주광역시	4.19	71.34	24.47	78.37
10	경기도 안산시	0.65	76.46	22.89	79.01

<표 3-16> 환경부 그린빗물인프라 조성사업

시도	시군명	사업명	사업기간	시설유형
	소계	25개		
경기	수원시	장안구청 그린빗물인프라 조성사업	2014	투수포장, 저류시설/옥상녹화
경기	수원시	레인시티 수원시존2	2016	나무여과상자/침투도랑 레인가든
경기	수원시	수원시 그린빗물인프라 조성사업	2017 ~2020	빗물침투받이 침투측구
경기	남양주시	남양주 시청 그린빗물인프라 조성사업	2014 2015	투수포장, 침투도랑, 식생수로
경기	양평군	에코폴리스 비점오염저감사업	2016 ~2018	투수포장, 나무여과상자, 침투도랑
대전	대전시	대전광역시청 그린빗물인프라 조성사업	2014 ~2015	투수포장, 식물재배화분, 식생체류지
충북	제천시	그린빗물인프라 조성사업	2014 ~2015	투수포장, 식생체류지, 식생수로
충남	아산시	그린빗물인프라 조성사업	2015	옥상녹화, 식생체류지, 침투도랑
대구	대구시	북구청 그린빗물인프라 조성사업	2014 ~2016	투수포장, 옥상녹화, 식생체류지
경남	김해시	김해 시청사 그린빗물인프라 조성사업	2015 ~2016	투수블럭, 식생수로
경남	김해시	김해시 도서관 그린빗물인프라 조성사업	2016 ~2017	침투도랑, 침투빗물받이
경남	김해시	젤미마을 그린빗물인프라 조성사업	2019 ~2020	침투도랑, 식물재배화분
경남	양산시	양산시 그린빗물인프라 조성사업	2018 ~2020	투수블럭, 쿨로드시스템
경남	밀양시	밀양 시청사 그린빗물인프라 조성사업	2018	투수블럭, 식생체류지
경남	거창군	상동주차장 그린빗물인프라 조성사업	2016 ~2017	침투도랑, 잔디블럭
경남	하동군	악양면사무소 그린빗물인프라 조성사업	2019 ~2020	식생수로, 연못저류지
광주	광주시	그린빗물인프라 조성사업	2016 ~2018	식생체류지, 나무여과상자, 투수블럭
광주	광주시	광주광역시청 그린빗물인프라 조성사업	2014 ~2015	식생체류지, 옥상녹화, 투수성포장
전북	김제시	김제 시청사 그린빗물인프라 조성사업	2015 ~2017	옥상녹화, 빗물정원
전북	정읍시	정읍시 제2청사 그린빗물인프라 조성사업	2016 ~2017	옥상녹화, 빗물저금통, 침투블럭
전북	완주군	삼례 주민자치센터 그린빗물인프라 조성사업	2016	빗물저류조, 투수성포장
전북	전북도	전북연구원 그린빗물인프라 조성사업	2015 ~2016	빗물저류조, 투수블럭
전남	화순군	화순군청 그린빗물인프라 조성사업	2017 ~2018	식생체류지, 투수블럭, 레인가든

시도	시군명	사업명	사업기간	시설유형
	소계	25개		
강원	춘천시	캠핑페이지 시민복합공원 그린빗물인프라 조성사업	2017 ~2019	투수블럭, 생태습지
제주	제주	체육이용시설 그린빗물인프라 조성사업	2018 ~2020	침투화분, 투수블럭

(5) 한강수계 도시지역의 상하수도 관리 현황

- 한국은 상하수도 보급률(환경부, 2019 환경통계연감, 2020)은 세계를 선도하는 수준에 도달하였으나, 선진적이지 못한 하수처리 방식과 낮은 상하수도요금 체계로 인하여 물 재이용율이 매우 낮은 상황
- 2018년 기준 전국 평균 상수도 보급률은 99.2%에 달하고 있으나, 수도요금의 현실화율은 약 80.6%로 낮아 여전히 1인 1일 급수량은 342 LPCD로 매우 높음<표 3-17>
 - 2018년 기준 전국 평균 하수도 보급률은 약 93.9%로 매우 높고, 500 m³/일 이상 되는 처리시설도 671개소 매우 높지만, 하수도 요금 현실화율은 약 45.5%로 매우 낮음<표 3-18>, <그림 3-12>

<표 3-17> 상수도 통계(환경부, 2018 상수도 통계, 2019)

구 분	단위	2015	2016	2017	2018
총 인구	천명	52,672	52,858	52,950	53,073
급수인구	천명	52,045	52,259	52,468	52,468
시설용량	천 m³/일	26,824	27,125	27,545	27,323
정수장 개소수	개소	499	484	483	484
취수장 개소수	개소	592	470	500	503
보급률	%	98.8	98.9	99.1	99.2
1인1일 물급수량	LPCD	335	339	341	348
1인1일 물사용량	LPCD	282	287	289	295
총급수량	백만 m³/년	6,279	6,420	6,492	6,656

<표 3-18> 하수도 통계(환경부, 2018 하수도 통계, 2019)

구 분		단위	2015	2016	2017	2018
총 인구		천명	52,672	52,858	52,950	53,073
처리인구		천명	48,925	49,275	49,546	49,834
하수처리시설		개소	3,907	3,963	4,072	4,111
하수처리시설 용량		천 m ³ /일	25,398	25,671	26,107	26,124
보급률	전국	%	92.9	93.2	93.6	93.9
	농어촌	%	67.1	68.7	70.0	72.6
관로 총 연장	합계		137,193	143,168	149,030	156,257
	합류식		44,228	43,738	43,210	43,826
	분류식	오수	54,721	58,334	61,376	64,857
		우수	38,245	41,096	44,443	47,574
	분류식화율				78.8	

- 낮은 물재이용율(환경부, 2019 환경통계연감, 2020)은 하천취수량을 증가시킴으로써 하천의 수질 및 수생태 건전성에 악영향을 주고 있음
- 낮은 상하수도요금 현실화율로 인하여 하수처리수의 재이용률은 약 15.5%에 그침으로써 여전히 높은 하천취수량을 보이며, 낮은 생태유량 및 하천건천화를 유발<표 3-22>
 - 지역별 상수도 보급률을 살펴본 결과 서울특별시를 비롯한 광역시(부산, 대구, 인천, 광주, 대전), 제주특별자치시의 경우 보급률 100%로 나타났으며, 가장 보급률이 낮은 곳은 전라남도로 96.7%로 나타났음<표 3-19>
 - 지역별 정수장 현황을 살펴본 결과 전국 정수장은 484개소, 가동률은 79.8%로 나타났으며, 가동률이 높은 지역은 제주특별자치시, 전라북도, 경상북도 순으로 나타났으며, 광역상수도의 경우 38개소로 가동률이 85.1%로 나타났음<표 3-20>
 - 지역별 수도관 연장 현황을 살펴본 결과 총 연장은 217,150 km로 배수관 56.3%, 급수관 36.6%, 송수관 5.5%, 도수관 1.6%로 나타났으며, 전국적으로 유사한 패턴으로 나타났음<표 3-21>

<표 3-19> 지역별 상수도 보급률(환경부, 2018 상수도통계, 2019)

구분	총인구 (천명)	급수인구 (천명)	보급률 (%)
전국	53,073	52,653 (51,499)	92% (97.0%)
서울특별시	10,050	10,050 (10,050)	100.0% (100.0%)
부산광역시	3,487	3,487 (3,487)	100.0% (100.0%)
대구광역시	2,490	2,490 (2,489)	100.0% (100.0%)
인천광역시	3,023	3,023 (2,986)	100.0% (98.8%)
광주광역시	1,482	1,482 (1,481)	100.0% (99.9%)
대전광역시	1,508	1,508 (1,507)	100.0% (99.9%)
울산광역시	1,176	1,169 (1,158)	99.4% (98.5%)
세종특별자치시	319	316 (305)	98.9% (95.6%)
경기도	13,486	13,335 (13,277)	98.9% (98.5%)
강원도	1,561	1,518 (1,437)	97.2% (92.1%)
충청북도	1,639	1,614 (1,511)	98.5% (92.2%)
충청남도	2,195	2,130 (1,971)	97.1% (89.8%)
전라북도	1,868	1,859 (1,814)	99.5% (97.1%)
전라남도	1,916	1,853 (1,721)	96.7% (89.8%)
경상북도	2,734	2,691 (2,531)	98.4% (92.6%)
경상남도	3,448	3,437 (3,254)	99.7% (94.4%)
제주특별자치시	692	692 (522)	100% (75.4%)

<표 3-20> 지역별 정수장 현황(환경부, 2018 상수도통계, 2019)

구분	개소수 (개)	시설용량 (천m ³ /일)	연간 총 생산량 ¹⁾ (천m ³ /년)	정수장 가동률 (%)
총계	484	27,323	6,545,013	79.8
지방상수도	466	20,099	4,685,469	77.9
서울특별시	6	4,800	1,169,586	77.6
부산광역시	4	1,547	370,048	77.0
대구광역시	5	1,340	289,078	76.6
인천광역시	7	1,958	384,326	69.0
광주광역시	3	760	182,942	78.7
대전광역시	4	1,290	210,613	53.8
울산광역시	2	550	130,494	76.8
세종특별자치시	0	0	0	0.0
경기도	41	3,104	730,740	78.8
강원도	76	784	198,085	94.5
충청북도	22	318	89,111	90.7
충청남도	11	116	22,049	68.1
전라북도	19	152	46,091	100.1
전라남도	84	652	145,346	81.3
경상북도	92	982	283,963	99.5
경상남도	53	1,402	301,041	70.9
제주특별자치시	17	334	131,956	128.1
광역상수도	38	7,224	1,859,544	85.1

1) 연간 총 생산량 : 정수처리 후 생산 후 정수지에서 송수점에 설치된 유량계를 통과하여 유출되는 양

<표 3-21> 지역별 수도관 연장 현황(km, 환경부, 2018 상수도통계, 2019)

구분	총 연장	도수관	송수관	배수관	급수관
총계	217,150 (100%)	3,050 (1.6%)	11,877 (5.5%)	122,174 (56.3%)	79,595 (36.6%)
지방상수도	211,771	1,725	8,277	122,174	79,595
서울특별시	13,571	83	532	9,796	3,160
부산광역시	8,480	89	508	3,573	4,310
대구광역시	8,017	38	371	5,746	1,859
인천광역시	6,848	79	287	4,300	12,183
광주광역시	3,933	40	62	3,047	784
대전광역시	3,955	23	0	2,613	1,318
울산광역시	3,360	2	168	1,787	1,403
세종특별자치시	455	0	34	214	208
경기도	36,272	248	1,373	22,165	12,486
강원도	11,912	215	604	5,838	5,259
충청북도	10,093	84	461	5,920	3,628
충청남도	16,838	79	576	10,336	5,847
전라북도	18,761	57	452	11,076	7,176
전라남도	19,173	234	613	11,636	7,228
경상북도	24,883	249	1,147	23,401	11,086
경상남도	18,812	130	612	9,763	8,307
제주특별자치시	5,869	76	480	1,962	3,352
광역상수도	5,379	1,780	3,600	0	0



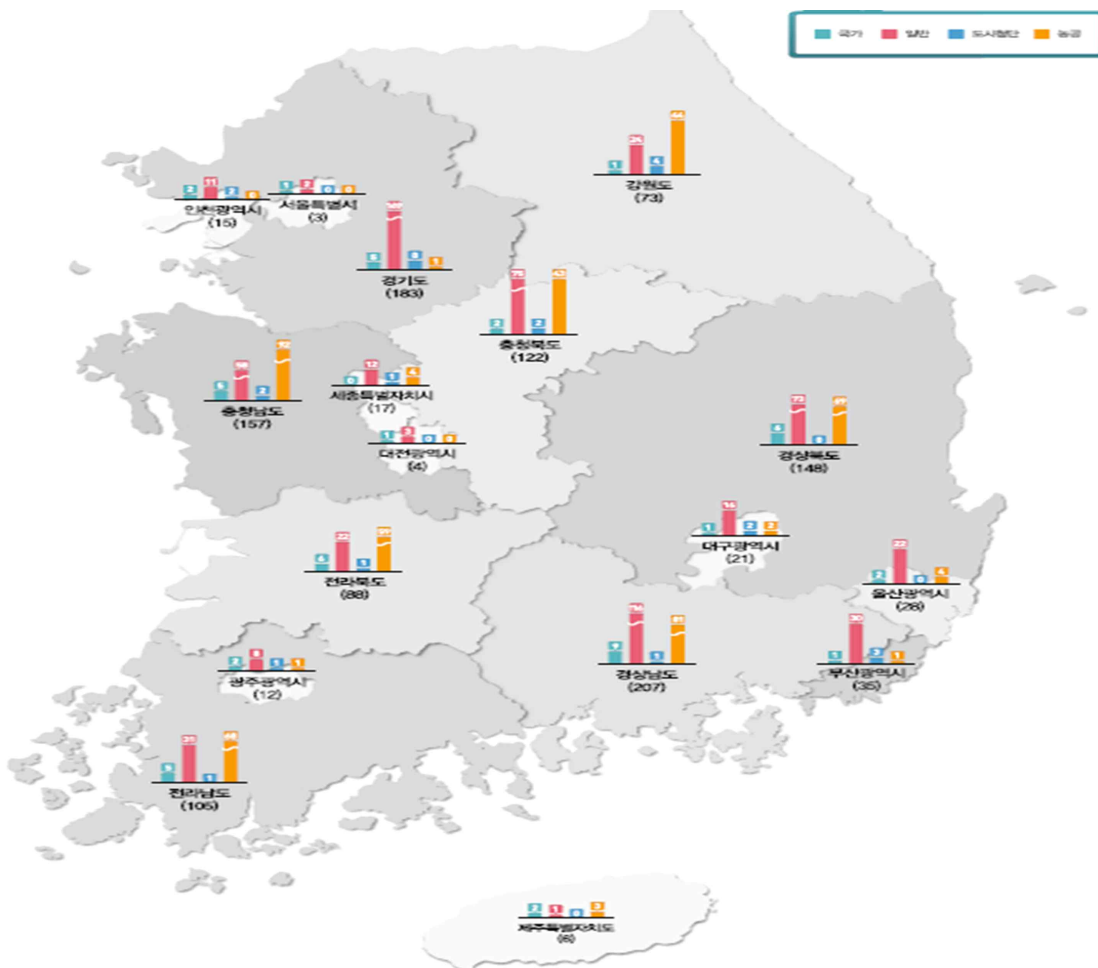
<표 3-22> 지역별 하수도요금 현실화율(환경부, 2018 하수도통계, 2019)

구 분	하수도 요금(A, 원/톤)	총괄단위원가(B, 원/톤)	현실화율(%)
전국	559.2	1,228.3	45.5
서울특별시	619.8	939.0	66.0
부산광역시	620.4	830.0	74.7
대구광역시	622.9	686.5	90.7
인천광역시	563.9	654.4	86.2
광주광역시	470.5	735.9	63.9
대전광역시	596.7	603.2	98.9
울산광역시	613.3	784.2	78.2
세종특별자치시	347.9	1459.7	23.8
경기도	540.2	1360.1	39.7
강원도	489.4	2251.0	21.7
충청북도	488.8	1772.7	27.6
충청남도	574.8	2162.4	26.6
전라북도	630.9	1762.7	35.8
전라남도	471.3	1668.3	28.3
경상북도	399.7	1760.6	22.7
경상남도	551.2	1358.3	40.6
제주특별자치도	474.3	2419.3	19.6

- 한강수계의 높은 상하수도 보급률로 대규모 시설 투자의 필요성은 낮으나 노후화와 분산형 시설 설치에 대한 수요는 증가
 - 상하수도 시설 노후화에 따른 유지관리와 재투자 수요는 증가
 - 분산형 및 소규모 하수처리시설(자연기반해법, Nature-based Solutions, NBS 기반 포함) 등의 투자와 수요는 증가
- 수계 유입 오염물질 중에서 토지(도시지역, 도로, 산업지역, 농업지역, 축산지역 등) 기반 비점오염원의 체계적 관리 필요
 - 유역진단제 도입을 통한 분산형 하수처리와 저영향개발 및 그린인프라사업 연계 수요 증가 대응 필요
 - 주민참여 토지계 오염원 관리를 위한 신규 환경관리 예산 확보 필요
- 도시화 확대에 따른 불투수면적률 및 물순환 회복률 제고 노력과 기후변화 적응 레질리언스 확보 노력 필요
 - 도시환경문제(도시침수, 가뭄, 미세먼지, 열섬현상 등) 저감을 위한 도시 물순환, 도시침수, 매체간(대기-물-토양) 연계사업 수요 증가
 - 기후변화 적응 도시 레질리언스 확보를 위한 도시 생태계서비스 수요 증가
- COVID-19 등의 전염성 질병의 유행에 대응하는 환경정책과 행정 역량 필요
 - COVID-19 등 전염성 질병 대응 환경정책 역량 개선 필요
 - COVID-19로 인한 국내외 생산 활동 위축, 교통량 감소 등으로 일시적 환경오염 개선이 있었으나, COVID-19 이후 예상되는 환경오염 관련 대응 필요
 - 수인성 전염병, COVID-19, 건강 관련 각종 질병 등의 효율적 관리를 위한 하수기반 역학(wastewater-based epidemiology, WBE) 수요 증가
- 하수처리장 분산화, 하수처리수 재이용과 연계하는 하수관로 정비 시 수질 개선, 미세먼지 저감, 생태 용수 확보, 도시 녹지공간 확보 등의 시너지 효과 기대
 - 분류식 하수관거 추진 시 강우유출수 저감을 위한 LID 사업을 동시에 추진하여 도시 물순환 구축을 가능하게 하고 수질 개선, 열섬현상 저감, 지하수 확보, 물 사용량 저감 등 효과 기대
 - 분산형 소규모 하수처리장 조성은 국제적 경향으로 신기술을 적용할 수 있게 하여 물 사업 활성화 및 해외 진출 기반 마련
 - 혐오시설로 인식되는 하수처리시설이 공원, 체육시설 등과 연계됨으로써 그린인프라로의 인식 전환 및 생활 환경 개선
 - 분산형 하수처리장은 처리수를 생태용수, 청소용수, 조경용수 등으로 재이용함으로써 물절약, 하천취수량 저감으로 수질 및 수생태 개선, 도시열섬현상 저감, 미세먼지 저감 등 효과 기대

(6) 한강수계 산업단지 관리 현황

- 2019년 말 기준 전국적으로 국가산단은 약 47개소가 있으며, 일반산단은 673개소가 존재하고 있고, 도시첨단 및 농공단지까지 포함하면 약 1,200여 개의 산단이 존재<그림 3-13>⁵⁾
- 산업단지는 산업 및 차량의 활동으로 인하여 중금속, 유해화학물질 등 다양한 종류의 비점오염물질이 발생하는 토지이용에 해당
 - 산업단지는 물환경보전법에 근거하여 완충저류시설 설치하고 있으나, 개별 사업장별 비점오염원 관리 없이 추진되고 있기에 완충저류시설의 지속가능성에 의문
 - 산업단지는 비점오염원에 대한 발생원 및 배출구조가 명확하기에 완충저류시설 설치 시 사업장별 비점오염원 관리용량을 할당하여 비용 효율적 완충저류시설 설치 필요



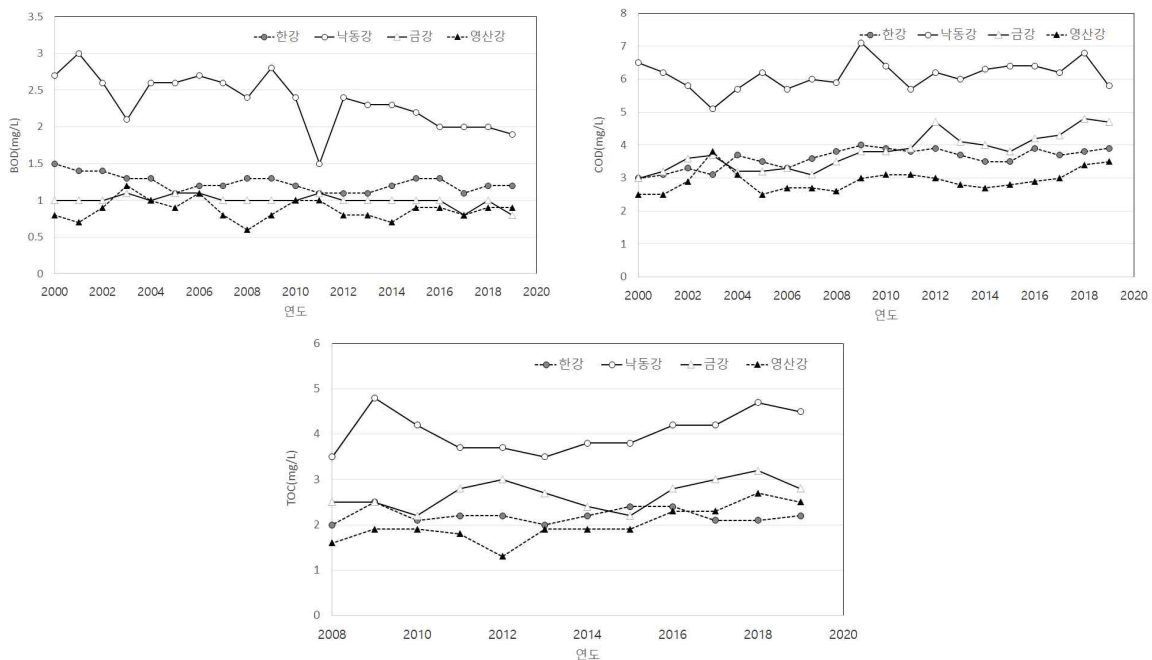
<그림 3-13> 2020 전국 시도별 산업단지 현황(한국산업단지공단, 2020 산업단지현황 지도)

5) <https://www.kicox.or.kr/home/mwrc/policyRsrch/fdrmPblicitn/fdrmPblicitn04.jsp>

3.2.2 한강권역의 물환경 현황

(1) 연평균 유기물 농도 변화

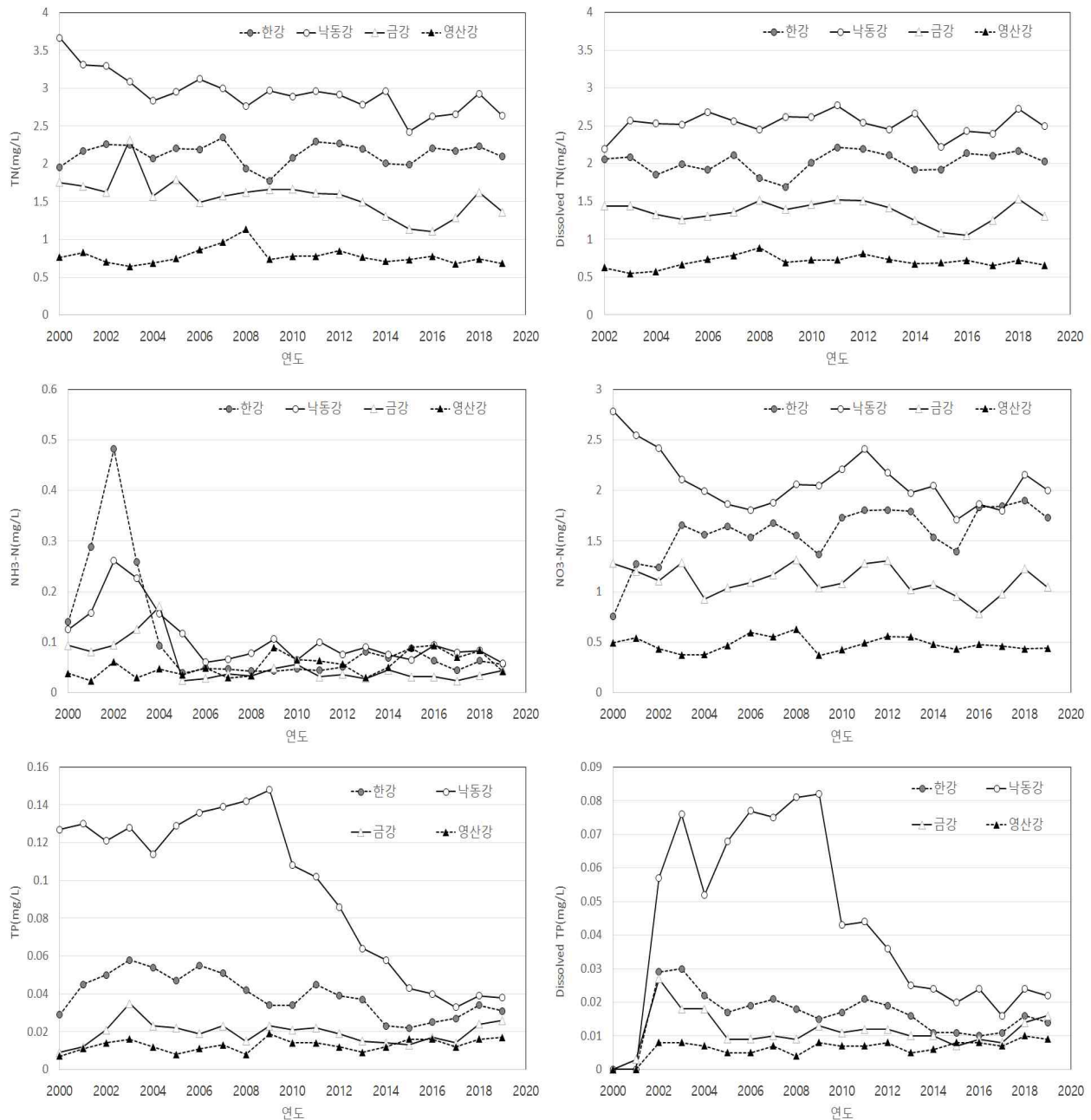
- 4대강 주요 지점(팔당댐, 물금, 대청댐, 주암댐)의 수질은 지속적 하·폐수처리장 확충으로 인한 높은 하수도 보급률(2018년 기준 93.9%)과 하수관로 보급률(81.8%)로 인하여 크게 개선
- 특히 유기물 지표 중에서 미생물 분해 가능한 생화학적 산소요구량(BOD)은 지속적으로 감소하여 팔당댐, 대청호 및 주암댐에서는 1.3 mg/L 이하의 깨끗한 수질을 보임
- 그러나 유역 비점오염원(농업지역, 축산지역, 도시지역 등)으로 인한 난분해성 유기물질의 증가로 화학적산소요구량(COD)과 총유기탄소(TOC) 농도는 4대강 주요 지점에서 모두 증가<그림 3-14>
- 환경부의 제2차 비점오염원 관리 종합대책(환경부, 2012년)에 따르면 2010년 기준 4대강 유입 BOD 부하량의 약 68.3%가 비점오염원에서 기인하는 있으며, 2020년에는 약 72%에 도달할 것으로 보고
- 따라서 향후 유역 비점오염원 관리 없이는 4대강 수질의 개선은 쉽지 않을 전망



<그림 3-14> 4대강 주요 지점의 연간 유기물 농도 변화(한강은 팔당댐 지점, 낙동강은 물금 지점, 금강은 대청댐 지점, 영산강은 주암댐 지점을 의미)

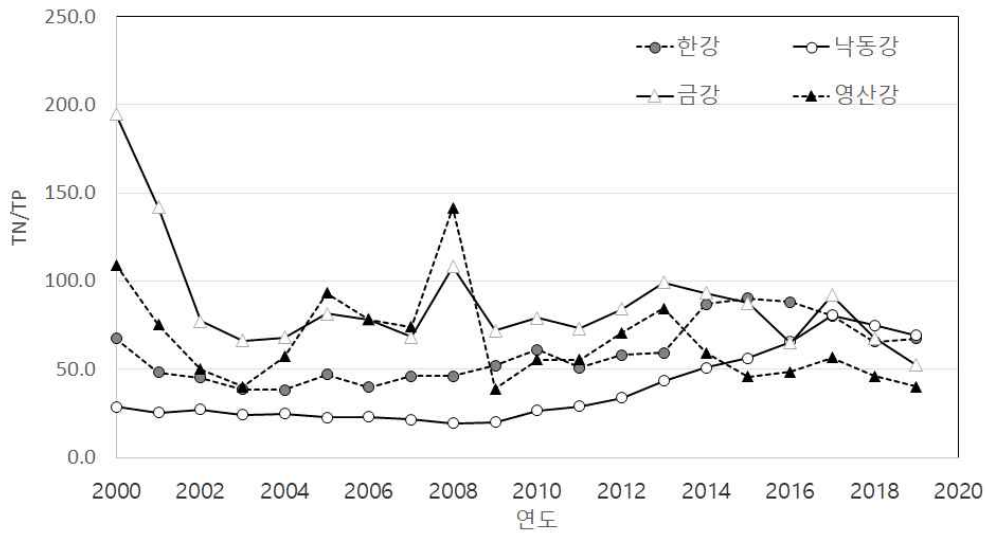
(2) 연평균 영양염류 농도 변화

- 유역 비점오염원에서 발생하는 질소와 인 등의 영양염류는 하천에 부영양화를 초래하여 녹조 발생에 큰 영향<그림 3-15>
 - 영양염류를 유출하는 유역 주요 비점오염원은 농업 및 축산 비점오염원
 - 4대강 주요 지점의 총질소(TN) 농도는 낙동강 > 한강 > 금강 > 영산강 순을 보이며 농도의 범위는 0.6-2.7 mg/L의 범위를 보이는 것으로 나타남
- 한강과 금강에서도 용존질소(DTN)가 총질소의 약 90%를 차지하고 있기에 유역의 용존질소 관리대책이 필요
 - 용존질소(DTN) 중에서 질산성질소($\text{NO}_3^- - \text{N}$)의 함량은 한강, 낙동강 및 금강에서 약 81%를 보임
 - 특히 4대강 수계에서 암모니아성 질소($\text{NH}_3^+ - \text{N}$)의 농도는 크게 줄었으나 용존질소(DTN)의 높은 함량은 향후 유역의 질소 관리 방향 설정에 중요하게 고려하여야 할 인자에 해당



<그림 3-15> 4대강 주요 지점의 연간 영양염류 변화

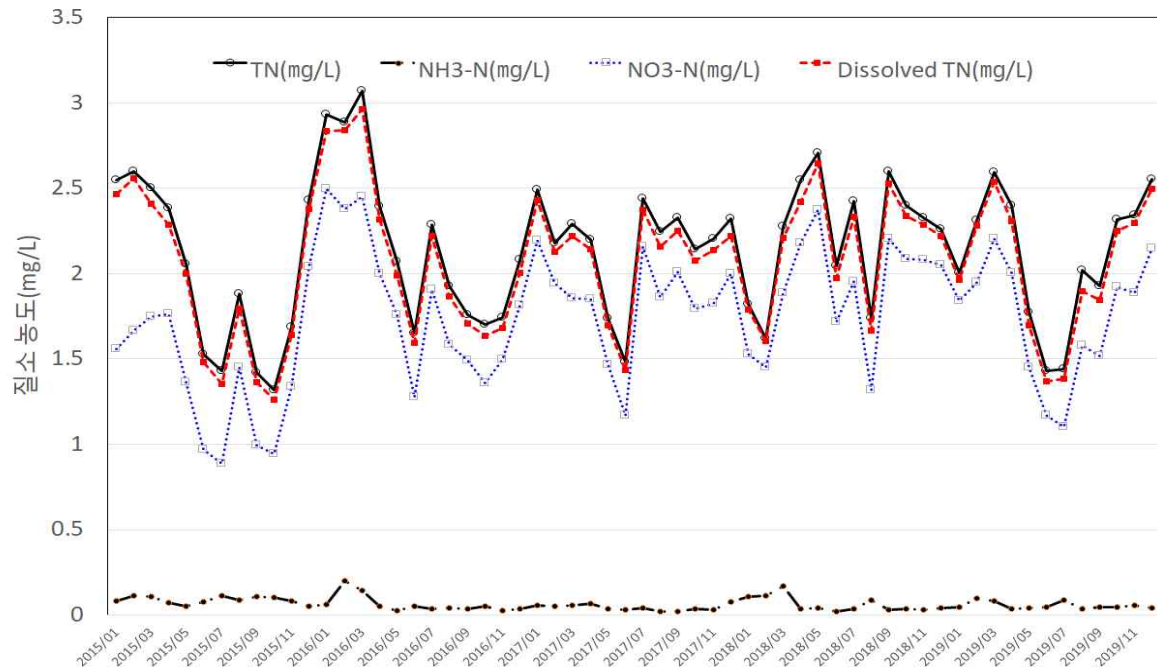
- 하수처리장의 생물학적 영양소 제거공정, 축산폐수 처리장 조성 등으로 4대강 주요 지점의 TN/TP 비율은 2000년대 초반 크게 낮아짐<그림 3-16>
 - 2000년대 중반 총인처리시설 도입으로 TN/TP 비율이 다소 증가하는 경향을 보였으나 지속적 하·폐수 관리로 40~70의 범위로 안정된 값을 보이는 것으로 평가
 - 그러나 유역 내 인 관리가 일정 부문 한계에 도달한 것으로 볼 때 향후 유역에서의 질소 관리가 4대강 녹조 관리에 중요한 관점



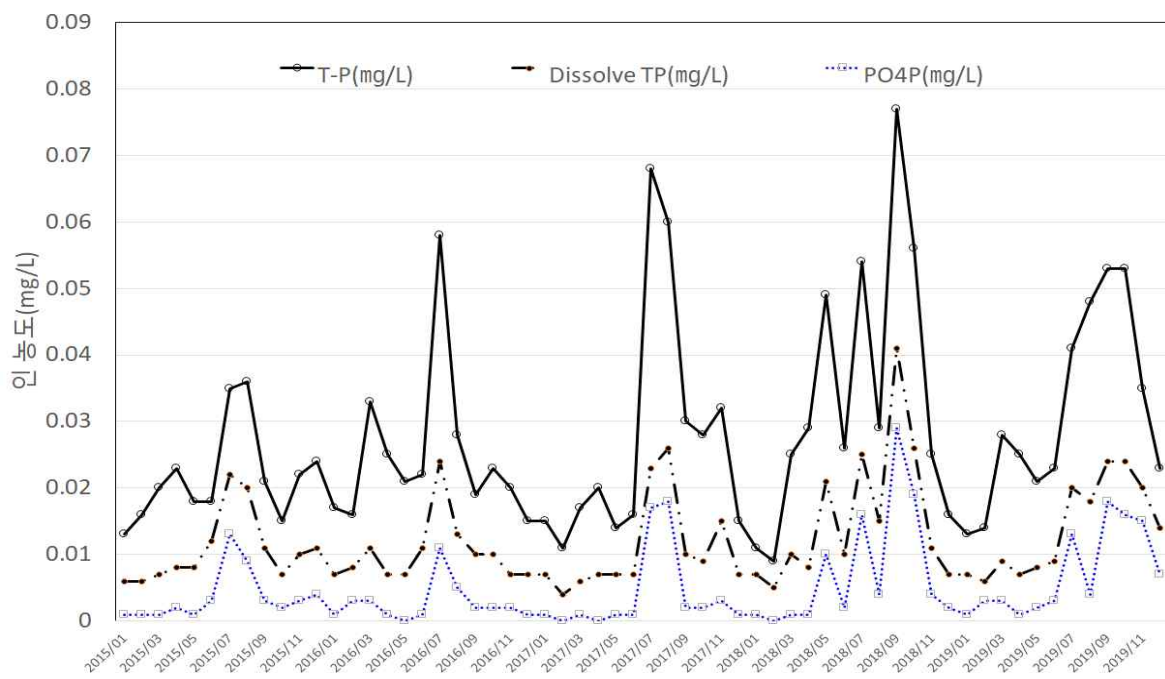
<그림 3-16> 4대강 주요 지점의 연간 TN/TP 변화

(3) 계절별 영양염류 농도 변화

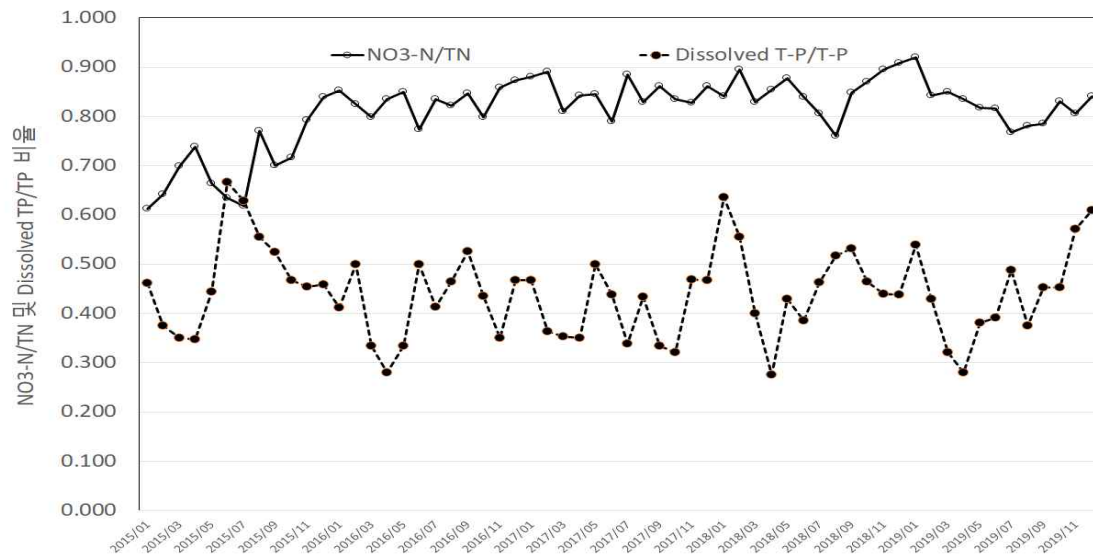
- 4대강 주요 수계의 녹조는 봄철~가을철에 발생하기에 계절별 영양염류 농도변화는 녹조 관리에 중요<그림 3-17>
 - 영산강 지점을 제외한 3대강 수계에서의 질소 농도는 여름~가을보다 겨울~봄철 농도가 크게 상승
 - 이는 유역에서 농업 활동이 시작되면서 농업지역의 기저유출 및 여름~가을 강우기에 유입된 유기질소의 분해로 인한 영향으로 평가
 - 4대강 주요 지점에서의 총인(TP) 농도는 강우기인 여름철에 높게 나타나 강우 시 유출이 높은 것으로 평가<그림 3-18>
- 4대강 주요 지점의 용존질소(DTN)의 비율이 매우 높아 녹조 관리를 위해서는 유역의 용존질소 발생원 관리가 필요한 것으로 나타남
 - 용존질소(DTN) 중에서 질산성질소(NO_3^- -N)가 가장 큰 부분을 차지하고 있음
 - 일반적으로 질산성질소는 유기질소 및 암모니아성 질소(NH_3^+ -N)가 질산화 과정을 통해 전환된 물질이며 지표 및 기저유출로 수계로 배출되는 전형적 비점오염 기원 오염물질에 해당
 - 질산성질소(NO_3^- -N)는 농업지역 경작지의 토양 내 과잉양분 및 축산지역 비점오염 원으로부터 주로 배출되며 매년 증가하는 추세로 녹조 발생의 주요 인자로 여겨지고 있음
 - 대부분의 수계에서 용존질소(DTN) 문제와 함께 용존인(DTP)의 비율이 증가하고 있기에 여전히 유역에서 용존인(DTP)의 발생원 추적 및 관리가 필요한 것으로 나타남<그림 3-19>



<그림 3-17> 한강 팔당호의 계절별 질소 농도변화



<그림 3-18> 한강 팔당호의 계절별 인 농도변화



<그림 3-19> 한강 팔당호의 계절별 질산성 질소 및 용존인(DTP) 비율 변화

3.2.3 한강 여건의 변화와 정책의 변천

(1) 한강 개발에 따른 자연성 영향 변화

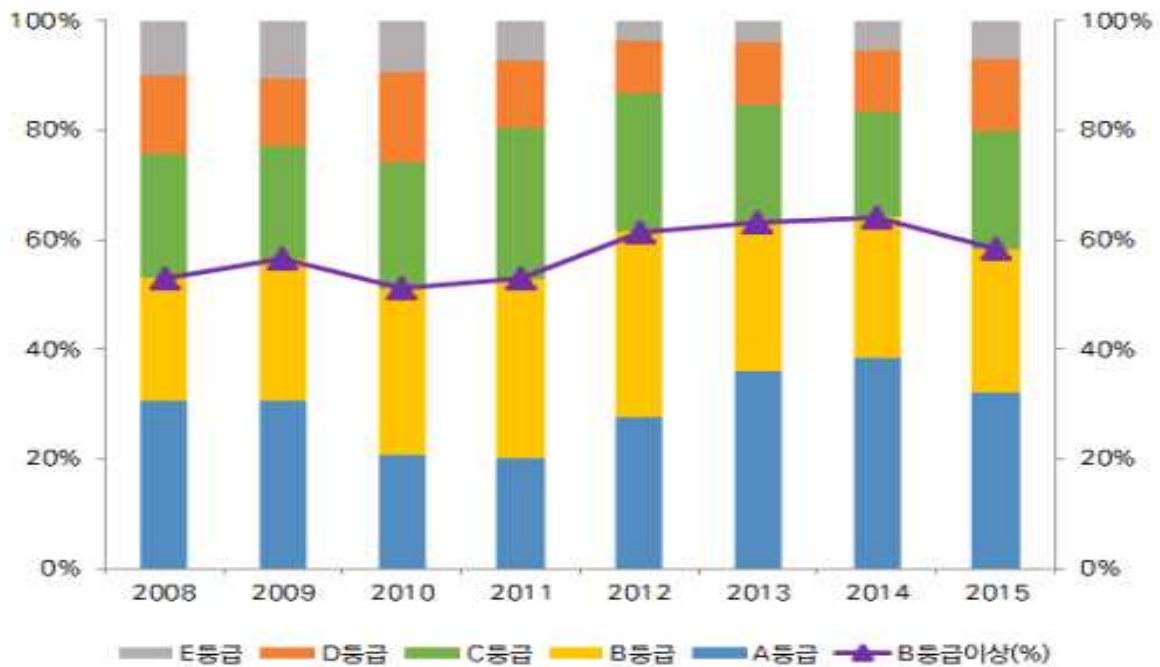
- 제1차 한강종합개발부터 한강 르네상스 사업은 저수로 정비 및 호안콘크리트 공사, 수중보 조성, 강변고속도로 조성, 둔치지역 공원 조성, 보 설치와 같은 인위적 시설 중심의 하천 개발이 주를 이루었음
- 인위적 시설 중심의 하천 개발에 따른 생태적 영향은 수변부 개발에 따라 야생동물 서식처가 훼손되었고 야간교량의 조명으로 인해 야생동물의 서식 및 산란에 교란이 발생
- 경관적 영향은 건축물과 상징 구조물, 야간 경관개선을 통한 경관 조성에 따라 자연 하천이 가지는 자연스러운 경관이 아닌 이질적인 경관이 형성
- 이용적 영향은 마리나, 수상레저 시설 이용 위주로 조성됨에 따라 자연적 친수이용기능이 미흡

(2) 한강 수질 및 수생태계 복원 정책의 변화

- 수생태계 복원사업
 - 물고기가 뛰놀고 아이들이 먹 감는 “생태하천 만들기 10년 계획(‘06~‘15)” 수립(‘07.3)과 병행하여 생태복원 사업 시행
 - 계획초기(‘06)대비 14년 기준 전국 연간 투자규모는 3배, 연간물량은 2.8배로 대폭 증가하였으며 한강대권역의 투자실적은 계획을 초과
- 지난 10년간 한강 대권역 수생태 복원사업으로 1조9,755억 원이 투자되었으나 비용

효율적 사업추진이 되지 않아 실제 수생태 개선 효과는 미흡

- 수생태계 건강성 등급은 전체적으로는 B등급 이상 비율이 증가하다 15년 하락하였으며, 15년 기준으로 팔당댐, 한강서울, 한강고양, 한강하류, 안성천, 한강서해, 시화호 중권역이 D~E등급으로 악화 상태<그림 3-20>



<그림 3-20> 한강 대권역 수생태계 건강성 조사 등급(08~15. 어류 등급 비율 %)

○ 위해성 관리 강화

- 하천 환경기준 개선과 관리 대상 유해 물질 확대
- 환경기준 등급을 세분화하고 난분해성 물질의 관리를 위해 하천 환경기준에 COD, TP, TOC 항목 추가
- 산업단지 주변의 하천 등 공공수역 생태위해성평가 실시('07~)
- 유해물질과 생물 독성 관리 강화를 위한 배출허용기준 등 신설
- 2011년부터 폐수배출시설에 대한 생태독성 배출허용기준 도입
- 2007년 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙 개정('07.12)
- 석유화학시설 등 유해화학물질을 다종 다량 사용하는 35개 업종을 대상으로 2011년부터 사업장 규모별로 단계적으로 적용

○ 한강수계 전체에 대한 단계별 오염총량제 시행 추진

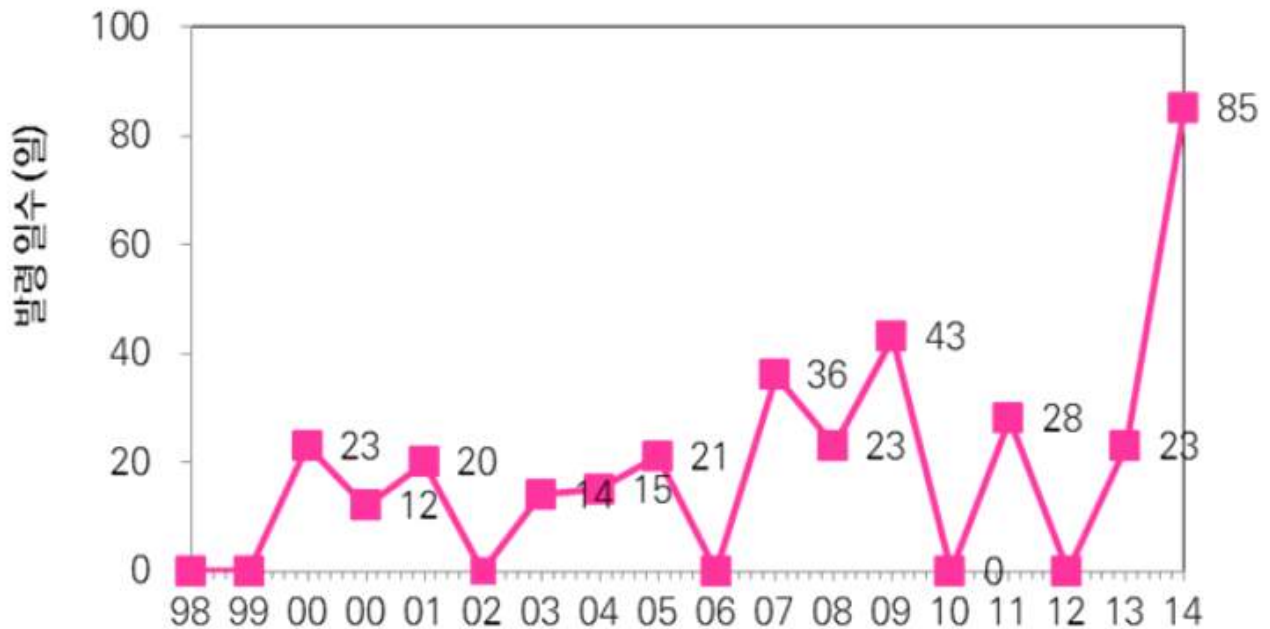
- 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 개정('07.5)을 통해 수질오염총량제 시행지역의 범위를 4대강 수계에서 기타 수계까지 확대
- 기타 4대강 수계에 포함되지 않은 수계 중 수질 오염이 심각한 진위천에 대하여 오염총량제 시행('12~)

○ 한강수계에 영향이 큰 비점오염원관리 강화

- 가축분뇨 자원화 등 특화된 관리를 위한 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제정('06.9)
- 가축분뇨 처리의 효율성을 위해 공공처리시설 처리대상을 소규모에서 전체 축산농가로 확대('11.7 개정)

○ 팔당호 부영양화로 인한 조류 발생 억제 대책 추진

- 팔당호 조류 저감대책 및 물환경관리 기반 강화
- 수질예보제 도입
- 팔당호 조류 발령 일수 증가 추세<그림 3-21>



<그림 3-21> 팔당호 조류 발령 일수 현황

○ 한강 하구 보전 관리 강화

- 하구 수생태 모니터링 사업을 진행 중이나, 하구 보호를 위한 장기전략 및 프로그램 운영실적은 미흡

○ 한강수계 댐군을 연계한 수질/수량 최적관리 시스템 구축

- 「하천법」 제14조 제4항에 따라 댐, 보, 독, 높임 농업용 저수지 등의 하천시설 및 이에 준하여 관리하여야 하는 시설의 연계운영을 통하여 홍수로 인한 재해의 방지와 수자원의 효율적인 운용을 위하여 “댐과 보 등의 연계운영규정” 시행(‘12)
- 수량·수질관리를 위한 관련 시스템 구축 실적 미흡

3.3 한강 자연성 회복의 비전과 목표

3.3.1 한강 자연성 회복 필요성

- 한강은 길이가 514km이고 26,219km²의 유역면적을 가진 강으로 대한민국 국토면적의 약 26%를 차지하며 대한민국 수도를 흐르는 중요한 수자원을 가진 하천에 해당
- 한강 유역에는 대한민국 인구의 약 절반 이상이 살고 있으며, 한강은 오랫동안 수도 서울을 흐르면서 물에 관한 역사를 가지고 있으며 수변공간으로서 물문화가 발전하였음
- 한강은 남한강과 북한강이 한강중류(팔당호)에서 합류하여 수도 서울을 관통하여 서해로 흐르는 국가하천
- 한강상류는 지리적 특성으로 백두대간에 고랭지 발이 대규모로 위치하면서 강우시 토사유출로 인하여 수생태계가 큰 영향을 받고 있음
- 한강중류의 팔당댐 유역은 남한강과 북한강이 만나는 합류부로 수도권에 물을 공급하는 중요성으로 인하여 유역난개발을 억제하는 각종 토지이용 규제와 물과 관련되는 각종 분쟁이 일어나는 지역
- 한강중하류는 서울을 비롯하여 수도권 지역으로 높은 도시화율로 인하여 물순환 왜곡으로 다양한 물문제 발생
- 한강하류는 기수역이면서 북한에서 발원한 임진강이 합류하는 지역으로 생태계가 우수한 지역으로 보전의 필요성이 크게 대두되는 지역에 해당
- 한강유역은 몬순기후 및 지형적 영향으로 강우의 계절적 편중성이 높아 하상계수가 매우 높은 지역에 해당하나 많은 댐 건설로 인하여 낙동강수계, 금강수계 및 영산강·섬진강수계에 비하여 크게 낮아져 물관리가 상대적으로 양호한 하천
- 한강은 국가 인구의 절반 이상에게 생활용수를 공급하며, 국가경제에 큰 영향을 줄 수 있는 공업용수 및 농업용수를 공급하는 중요한 하천이지만 지형적, 지리적 및 유역특성으로 인하여 한강의 지속가능성이 도전받고 있음
- 한강상류는 고랭지 발로 수생태계가 영향을 받고 있으며, 중류는 산업과 농업 등으로 인하여 수질이 영향을 받고 있으며, 중하류는 도시화로 인하여 수질 및 수생태계가 영향을 받고 있음
- 한강본류는 댐으로 인하여 많은 물이 흐르고 있으나 지류·지천은 유역 내 저류공간의 미흡으로 인하여 하천의 건천화가 심각하여 생태용수의 부족으로 수생태 건강성이 크게 악화된 상황이며 저유량으로 인한 수질악화 가속
- 한강의 지류·지천은 다양한 하천내 구조물(미기능 보 등)로 인한 하천의 종적연결성 단절로 인하여 어류의 이동성이 매우 낮은 상황이며, 횡적연결성이 단절된 하안구조는 생물서식처 공간을 제공하지 못하여 수생태계 생물다양성에 영향을 주고 있음

- 그 동안 지속적 관심으로 다양한 하천사업이 수행된 한강본류와 달리 지류·지천은 기후변화 대응능력이 약화되어 홍수로 인한 재난에 취약한 상황

3.3.2 한강 자연성 회복 방향

- 한강 자연성 회복은 사람과 자연에게 공동으로 혜택을 주는 지속가능한 강으로의 회복을 의미하며 미래 세대까지 강이 주는 풍요를 누리게 하는 자연성 회복이 필요
- 한강 자연성 회복은 단순히 어느 시점으로의 회귀나 복원이 아닌 자연적인 모습에 가까이 갈 수 있는 모습이며, 스스로 회복력을 높여 교란된 강의 생태계가 스스로 조정·적응을 가능하도록 하는 것
- 한강의 자연적인 모습은 종적·횡적으로 역동적이고, 다양한 생명체가 살며, 풍부한 맑은 물이 흐르며, 사람의 이용과도 조화가 되어 사람과 자연 모두와 어우러지는 삶의 터전이 되어야 함
- 한강 자연성 회복은 한강유역의 인문환경, 자연환경, 물이용, 기후변화, 물환경, 재난방재, 물문화 등에 대하여 지속가능성을 가지도록 하여야 함
- 한강의 지속가능성은 사람과 자연이 어루러지는 방향으로 추진되어야 하며 한강이 가진 생태계서비스가 지속되도록 유역에 사는 사람들의 거버넌스를 통한 관리가 가능하도록 수행되어야 함

3.3.3 한강 자연성 회복 추진원칙

- 한강 자연성 회복은 자연 질서를 존중하고, 인위적 개입은 그 질서 안에서 이루어지며, 스스로의 힘으로 건강성을 유지할 수 있는 강으로 회복
- 한강 자연성 회복은 한강뿐만 아니라 지류·지천과 소하천을 포함하여 한강의 물에 영향을 주는 유역 전체를 포함한 회복 추진
- 사람과 자연의 상생을 위해 기후변화에 적응할 수 있도록 생태계 및 하천환경과 이·치수 기능의 조화
- 한강 상류의 수생태 회복, 한강중류의 물이용과 물분쟁 해소, 한강중하류의 도시화의 영향 저감 및 한강하류의 자연생태계 지속가능성이 이루어지도록 자연성 회복 구상 추진
- 한강본류 및 지류·지천의 수질 뿐만 아니라 수생태계에 안정적 생태용수를 공급할 수 있는 유역 물관리 추진 필요
- 물이용, 물문화, 물역사를 지속적으로 향유하기 위한 유역구성원의 참여와 소통을 기반으로 사회적 합의를 거쳐 추진

3.3.4 한강 자연성 회복의 비전 및 목표

- 한강 자연성 회복은 환경부가 우리강 자연성회복구상의 비전인 “사람과 자연이 하나 되어 살아가는 우리 강”을 반영하면서 한강이 가진 인문환경, 자연환경, 한강의 특성 등을 고려하여 설정
- 한강 자연성 회복구상의 비전은 “우리강 자연성 회복 구상”의 주요 전략인 살아 움직이는 강, 생명이 숨쉬는 강, 맑은 물이 흐르는 강, 더불어 사는 강의 의미를 가지도록 정의
 - 살아 움직이는 강 : 강의 연속성과 지형을 회복하고 역동적인 모습과 자연적 기능이 회복되는 강
 - 생명이 숨쉬는 강 : 그 안에 살아가는 생명들이 건강하게 지속가능한 삶을 영위하는 강
 - 맑은 물이 흐르는 강 : 맑은 물이 마르지 않고 항상 흘러, 이수적, 환경적 기능을 유지할 수 있는 강
 - 더불어 사는 강 : 사람과 자연이 조화를 이루고, 사람과 사람의 갈등을 치유하며 더불어 살아가는 강
- 한강 자연성 회복구상 목표는 한강 및 한강유역이 가진 아래의 특성을 고려하여 설정
 - 한강 상류의 수생태 회복
 - 한강중류의 물이용과 물분쟁 해소
 - 한강중하류의 도시화의 영향 저감 및 물문화 창달
 - 한강하류의 자연생태계 지속가능성 확보

<표 3-23> 한강의 비전 및 목표

비전	물길따라 하나되는 풍요롭고 건강한 한강
전략목표	<ul style="list-style-type: none"> • 물흐름이 역동적인 한강 • 생태계가 건강한 한강 • 물순환으로 맑은 한강 • 사람과 강이 어우러지는 한강

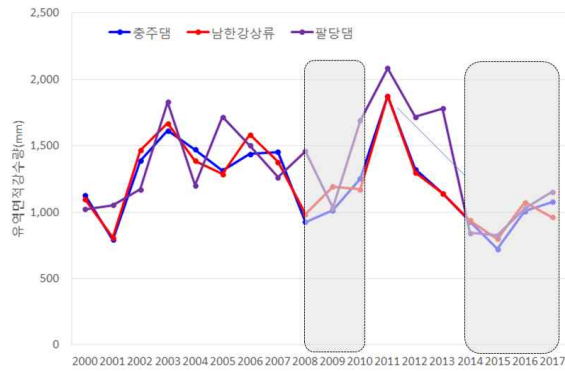
전략목표 및 실행과제	수계	전략목표(안)
	한강상류	수생태계 건강성 확보
		풍부한 생태용수 확보
		맑은 물 확보위한 비점오염원 관리
		하천에 대한 갈등 해소
	한강중류 (서울권)	하천의 기후변화 대응능력 강화
		도시 물순환 연계 하천관리
		주민참여 하천관리
		물이 풍부한 도심하천
	한강중류 (경기권)	맑은 물이 흐르는 지류·지천
		수생태계가 건강한 생태하천 복원
		수원다변화로 풍부한 물 확보
	한강하류	생태계 건강성 보전
		물과 보전지역 연계
		맑은 기수역 확보

4. 한강 자연성 회복 추진방향

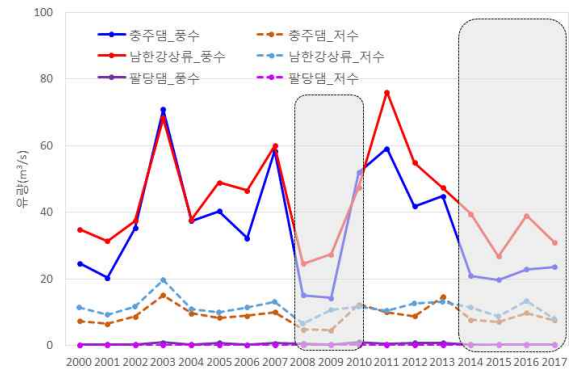
4.1 살아 움직이는 강

4.1.1 강의 연속성 회복을 위한 물확보와 물 안전 추진

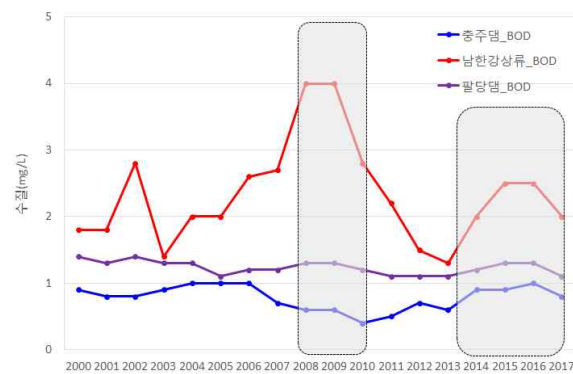
- 한강중류(서울도심) 주취 침수취약지역 34개소에 대한 수해 예방 사업 중점 추진
 - 특별관리지역(11개소), 중점관리지역(16개소), 기타관리지역(7개소)
- 홍수방어·토지이용 목적의 제방 설치, 하천 정비를 통한 하천 단면 직강화, 수중보 설치 등을 통한 수량 증가 등은 물 확보 측면에서는 긍정적이나 긍정적이나 하천 지형 고착화, 하천 흐름 변화인 유황의 단순화, 강의 육역화등 면밀한 고려가 없으면 수생태계에 부정적 요소를 가져올 수 있음
- 남한강에 있는 댐들의 하천유지유량 혹은 갈수기 유량을 충족하지 못함에 따른 수질·생태계 분야 영향
 - 2008~2010년, 2014~2017년 강수량이 평년 대비 약 80%로 감소한 기간에 풍수량과 저수량이 감소하는 것으로 나타났으며, 이에 따라 BOD와 SS는 증가하는 것으로 나타남(남한강유역 중 남한강 상류, 충주댐, 팔당댐을 중심으로 분석)<그림 4-1>
 - 이에 수량이 수질 및 생태계에 큰 영향을 주며, 수량·수질·생태계는 서로 연계되어 분석 및 보완되어야 함
- 한강유역에 대한 생활·공업·농업용수가 증가 추세에 있으므로 지속적인 계획을 통한 물 확보를 통해 산발적으로 발생하는 물 부족 사태가 발생하지 않도록 하여야 하는 동시에 면밀한 수생태계 조사를 통한 강의 자연성 회복에 대한 모니터링 추진. 이러한 지속적 모니터링을 통해 기능이 다하거나 무의미한 산불임제등 제방의 철거 또는 체체의 이설 사업을 평가<표 4-1>



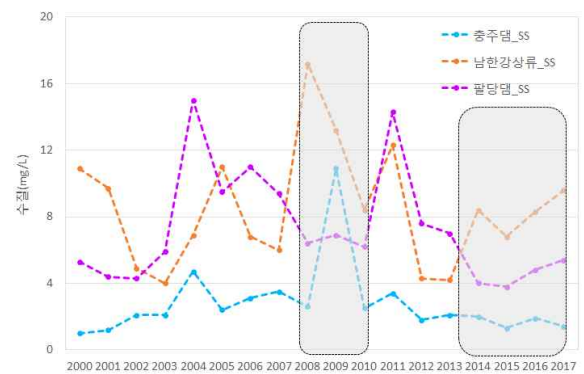
(a) 유역면적평균강수량



(b) 풍수량 및 저수량



(c) 수질 BOD



(d) 수질 SS

<그림 4-1> 한강중류(경기관) 대상 수문 및 수질변동 비교

<표 4-1> 한강유역 연도별 생·공·농업용수

(단위: 천 m³/년)

년도	계	생활용수	공업용수	농업용수
2017	284,196.9	46,580.8	10,797.7	226,818.4
2016	267,814.9	0.0	10,798.0	257,016.9
2015	321,167.1	63,175.0	11,064.3	246,927.8
2014	317,550.9	58,439.6	11,412.4	247,698.9
2013	373,741.5	59,791.0	9,936.0	304,014.5
2012	387,005.8	59,515.6	7,325.5	320,164.7
2011	294,939.3	58,768.7	8,211.2	227,959.4
2010	316,775.6	57,327.0	4,627.8	254,820.8
2009	348,611.3	54,661.4	6,083.0	287,866.9
2008	393,626.2	54,775.5	12,560.2	326,290.5
2007	323,353.3	54,906.4	4,164.9	264,282.0
2006	334,832.0	52,273.4	4,758.2	277,800.4
2005	346,507.9	49,043.7	14,147.9	283,316.3
2004	356,964.6	48,319.3	14,249.3	294,396.0
2003	324,686.5	49,690.6	4,742.4	270,253.5
2002	349,286.9	48,921.7	4,860.6	295,504.6
2001	356,912.2	48,635.2	5,285.8	302,991.2

- 한강 중권역 기준으로 훼손된 하천구간 자연형 복원이 거의 이루어지지 않고 있으며, 하천 종적 연결성 지수도 목표에 이르지 못하여 하천 연속성이 충분하지 않음
 - 남한강의 경우, 훼손된 하천구간 복원이 25%(2015년 목표)이었으나 0.3%로 매우 낮으며, 종적연결성 지수도 개선되지 않음. 이는 수자원 확보에도 영향을 주며 이에 따라 수질 및 수생태계에도 악영향을 미칠 수 있음<표 4-2>
 - 경안천 및 팔당댐 유역은 '15년 기준 6.8%로 목표(25%) 미달성함: 훼손 구간 23.8 km 하천정비기본계획 정비구간) 중 '15년 기준 생태하천 복원사업 완료된 사업이 없어 자연형 하천으로 복원된 구간은 15.8 km로 복원 비율 6.8%임

<표 4-2> 물환경 관리지표 중 하천 수자원관련 지표(남한강 기준)

지표항목	2012년(기준)	2013년	2014년	2015년
훼손된 하천구간 자연형 복원 비율	1.3%	0.3%	0.3%	0.3%
하천 종적연결성 지수	0.67	0.67	0.67	0.67

※ 환경부 한강유역환경청(2017). 남한강하류 중권역 물환경관리계획

4.1.2 강의 연속성 회복을 위한 수중 구조물 관리

- 우리 강에는 수자원 확보나 이용, 발전 등을 위해 강의 연속성을 차단하는 다양한 수리 구조물이 설치·운영 중임. 필요 이상으로 과도하게 많이 설치된 수리구조물은 소기의 목적과 기능을 상실하고 방치되어 강의 연속성이 저해할 수 있음.
- 한강에 설치된 보, 낙차공 등 수리구조물에 대해 사회·경제, 이수·치수, 수질·생태 등 다양한 측면의 모니터링과 면밀한 평가를 진행하여 기능을 다하거나 수생태계 건강성에 영향을 주는 보, 낙차공, 제방 등의 철거 및 개선에 대한 조치를 추진하는 것이 필요함.
- 신곡수중보 필요성의 제고
 - 제2차 한강종합개발계획에서 기획되어 1988년 준공된 신곡수중보는 경기도 김포시 고촌면 신곡리와 경기도 고양시 신평동 사이 한강을 가로지르는 높이 2.4미터, 길이 1,007미터의 콘크리트 보로, 취수장의 수심확보, 주운수심 확보, 염수차단으로 농업용수 안정적 확보 등을 목적으로 하고 있음.
- 보 구조물이 하천의 흐름을 변화시키고 이로 인해 수질 악화, 퇴적물 증가와 준설 비용 발생, 생태계 단절 등이 문제로 지적되고 있으므로, 신곡수중보가 설치된 지 29년이 지난 지금, 신곡보가 당초 목적을 달성하였는지에 대한 평가를 기반으로 바람직한 대안 마련이 필요하다고 판단됨.
- 신곡수중보가 수질 및 수생태에 미치는 역할의 재평가 필요
 - 신곡보 설치 당시만 해도 신곡보에서 잠실보 사이에 생활용수 취수시설(옛 노량진 취수장)이 가동되었으나, 신곡보 설치 후 수질이 악화하여 생활용수 취수시설은 잠실보 상류로 모두 이전하여 생활용수를 취수하고 있으므로 신곡보를 철거해도 생활용수 취수에 영향을 미치지 않음.
 - 신곡보가 하류에 농업용수와 공업용수 취수시설이 있어 갈수기 일부 기간에는 영향을 받을 것으로 예상되므로 이에 대한 고려가 필요함.
 - 현재 한강에서 유람선이 운항하려면 수심이 2.5 m가 되어야 하나 신곡보를 철거하면 수위는 최대 2 m 정도로 낮아질 것으로 예상되어 이에 대한 대책 마련이 필요함.

- 신곡보가 서해안에서 역류하는 바닷물을 어느 정도 차단한다는 일부의 의견이 있지만, 신곡보 상류와 하류의 염도 차이는 크지 않다고 함. 또한, 갈수 시 벼 이앙기 한계 염수 농도인 0.5%가 행주대교 인근까지 발생하였으나, 모의실험 결과 신곡보를 철거하면 가양대교 인근까지 이동하는 것으로 나타남. 하지만 이러한 현상이 발생하는 조건은 연중 최대 갈수기에 인천 앞바다 조차가 큰 시기에 발생하므로 발생빈도가 낮지만 파종기 등 농번기 갈수 시에 나타날 가능성도 있음. 따라서, 신곡보가 한강 하류의 염수 농도 증가에 미치는 영향 검토가 필요함.
- 신곡보와 같은 수중 구조물은 일반적으로 상류 지역의 유속이 감소하여 오염된 퇴적물이 쌓이게 되므로 수질에 직접적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있음. 신뢰성 있는 수질 모델을 활용하여 신곡보의 철거에 따른 퇴적물 저감이 수질에 미치는 영향을 평가하여 신곡보가 수질에 미치는 영향을 심층적으로 분석하고 예측하는 것이 필요함.
- 현재 신곡수중보 상류와 하류의 동식물상과 생태서식처 특성을 조사한 결과 명확한 차이점을 확인할 수 있음. 신곡보 하류는 생태계의 다양성을 확보한 반면, 상류는 생태계의 일부 단절과 서식처의 단순화로 생태계의 다양성이 부족함. 신곡보를 철거하면 상류는 조위에 의한 수위 변화로 하천의 역동성이 증가하고 기수역이 확장되며 수변 퇴적지가 발달해 야생조류와 어류 등 다양한 동식물 종류가 증가할 것으로 예상됨. 현장 조사를 바탕으로 신곡보 철거에 따른 생태계 변화를 면밀하게 예측 분석하는 것이 필요함.
- 신곡보 철거에 수리, 수문, 염도, 하상변화, 생태 등의 다양한 검토와 검증이 필요하므로 추가 연구를 통하여 사회적 합의를 이끄는 것이 중요함.

4.1.3 자연성 회복을 통한 기후변화 대응

- 인간활동에 기인한 지구온난화는 지구의 평균기온 상승, 해수온도 상승 등을 일으키고, 극단적인 기상 현상의 원인이 되어 단기적인 환경변화 뿐만 아니라 장기간에 걸친 온도상승, 강수량의 변화 해수면 상승 등을 유발함.
 - 2015년 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 보고서에 따르면 전 지구 육지와 해양의 평균기온이 0.85℃ 상승함.
- 2015년 파리협정의 주요 내용은 이산화탄소 감축을 위해 각국이 스스로 자발적 감축 목표의 제출을 의무화와 더불어 국가의 기후변화적응계획 수립을 권고함
 - 기후변화로 인한 영향을 최소화하고 대응하기 위해 적응의 중요성이 부각되면서 우리나라는 2008년에 환경부를 포함한 13개 정부 부처 등이 참여한 국가기후변화 종합계획을 수립함
 - 2010년 4월 14일부터 시행되고 있는 「저탄소 녹색성장기본법」 제48조에 따라, 범정

부 차원의 종합적이고, 효과적인 기후변화 적응을 위해 10월 12일 「국가 기후변화 적응대책(2011~2015)」이 발표됨

- 정부는 광역지자체에 이어 기초지자체 단위의 기후변화 적응의 필요성에 따라 기초지자체인 시·군·구까지 기후변화 적응대책 세부 시행계획을 의무화함
 - 중앙정부 차원에서 지자체 적응대책 수립의 신뢰성과 추진을 유도하기 위해 기후변화 취약성 지도 및 평가도구를 개발하여 제공함으로써 취약성 기반 강화 및 관련 정보 및 제공 지원을 진행함
 - 기후변화로 인한 영향은 지역별로 다르게 나타나기 때문에 지역의 특성을 파악 및 이해하고 있는 적응대책이 중요하고, 기초지자체 단위까지 연계한 세부 시행계획 수립이 필요함
- 기후변화에 따라 국지적인 강수량 편차의 증가로 해마다 홍수와 가뭄의 극과 극 사태가 빈번하고 일어나고 있음.
- 지역별로 다양한 형태의 재해기상(severe weather) 현상들이 끊이지 않고 발생하고 있는 가운데 언론보도와 전문가들은 온실가스 배출로 인한 지구온난화를 주된 원인으로 지목하였다.
 - 2017년 겨울 미국 동부와 한반도에 이상 한파 현상 기록
 - 2003, 2010년 유럽과 러시아에서 기록적인 폭염, 2016년 한반도 폭염 현상
- 전 지구적 기후변화는 강우 강도의 증가 및 패턴의 변화를 가져왔음.
 - 몬순 기후의 특징을 가지는 우리나라의 경우에는 강우일수는 감소 추세를 보이는 반면에 강우 강도가 큰 집중호우의 발생 빈도가 높아짐에 따라 가뭄, 홍수 등과 같은 재해가 빈번하게 발생하고 있음.
 - 근래 들어 우리나라는 연강수량의 증가(7%)와 연강수일수의 감소(14%)로 인해 과거에 비해 강수강도가 증가(18%)되었고, 이는 홍수와 가뭄의 발생 가능성이 동시에 증가되었다는 것을 의미함
 - 이와 같은 기온과 강수량의 변화는 하천유량의 변화 및 수자원 부존량의 변화 등을 유발하게 되며 이는 하천 및 저수지의 수질을 변화시키게 됨.
 - 국내의 경우 기후변화가 수자원에 미치는 영향에 관한 연구는 부분적으로 수행되었으나 수질 변화에 관한 연구는 전무한 상황임.
- 기후변화는 지구 시스템 및 육상 물 순환(terrestrial water cycle)에 다각도로 영향을 미치며, 그에 따라 인간 활동과 생태계 전반에 변화를 일으킴
 - 기후변화가 기상-육지표면-수자원에 미치는 영향에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 이러한 연구에서 수자원의 보존 및 관리에 그 중요성이 큰 장기유출 예측은 매우 중요한 부분을 차지하고 있음.

- 유역의 강우-유출 현상은 대상 유역의 지형학적 특성, 토지 이용 상태, 수리·수문 특성 및 기후조건 등에 따라 비선형적으로 반응하는 현상으로, 이 영향에 대한 정밀한 반영 역시 정확도 높은 모의를 위해 필요함.
- 수자원장기종합계획에 의하면 한강 서해 유역의 경우 가뭄취약지역으로 분리됨
- 기후변화로 인한 가뭄 현상에 따라 인천 관내 일부 도서 지역에서 물 부족 현상이 발생하고 있음
- 기후변화에 따른 수질 변화를 예측하기 위해서는 유역 내의 오염원 경로를 해석하고 하천 및 호소의 안정적인 수질 유지를 위한 오염원 인자의 영향도를 평가할 수 있는 유역 모델을 수질 모델과 연계하여 사용하는 것이 필요함.
- 유역 모델은 유역에서 유출되는 비점오염 부하량과 유역 내 수량 예측을 목적으로 하며, 이를 통하여 유역 내 지표나 하천에서의 오염물질 유출과 그 이동과정을 시간적 및 공간적으로 분석을 위해 사용됨.
- 구축된 유역 모델 결과를 바탕으로 수질 모델을 적용하게 되며, 유역 유출의 변화가 수질 오염물질에 미치는 영향 정도를 파악하게 됨.
- 최근 컴퓨터가 스스로 많은 양의 데이터를 학습하고 예측하는 기술인 Deep Learning과 Machine Learning이 자연현상 예측을 포함한 다양한 분야에 적용되고 있음. 이를 통해 강우량과 상류 유역 유입량 등의 데이터를 활용하여 하류 유역의 유출량 변동을 예측할 수 있음.

4.1.4 환경생태유량 관리를 통한 수생태계 보호

- 물 이용의 목적은 시대에 따라 변화되어 왔으며 농경시대에는 인간의 생존과 사회를 유지하기 위한 물인 농업용수가 산업화 사회에서는 생활용수, 공업용수, 발전용수 등과 같이 물의 이용이 주로 인간만을 위해 이루어져 왔음
- 인간 중심의 물 이용은 깨끗한 물공급, 식량제공(어패류, 수변식물 등) 등에 의한 유형의 재화뿐만 아니라 수생태계 보호, 지하수위 유지, 염수침입과 하구막힘 방지, 레크레이션과 친수공간 등 무형의 서비스를 얻을 수 있었음
- 최근 경제·사회·문화의 발전으로 하천에 대한 서비스 기능에 대한 요구가 증가함에 따라 하천에서의 과잉 취수와 하천 유역의 물순환 교란으로 하천 자체가 가지고 있는 자연 생태적인 기능은 급격히 훼손되고 있으며 인간에 의한 농업, 생활, 공업용수 등의 이용 확대는 자연생태계가 이용할 물의 양을 상대적으로 감소시켰음
- 인간 중심의 물 이용으로 인해 생태계를 구성하는 종의 멸종과 다양성 훼손, 생태 가치 손실 등 하천의 생태기능 저하를 초래할 수 가능성이 커지고 있음
- 환경부에서는 환경생태유량을 “수생태계의 건강성 유지를 위하여 필요한 최소한의 유

량”으로 정의하고(물환경보전법 제22조의3), 인간의 물 이용 외에도 하천의 환경과 생태계 보전을 동시에 고려한 유량의 개념을 도입하고 있음

- 생태학적 관점에서 하천관리를 위한 유량은 인간만이 아니라 하천 및 강에 의하여 살아가고 있는 생물, 무생물의 에너지 흐름 및 물질순환, 수생태계의 발전과 진화 및 제어를 위해 필요한 환경생태유량으로 정의될 필요가 있음
 - 하천의 생태계 건전성과 하천이 가진 고유기능의 유지와 함께 하천이 소속된 유역의 생태가치 유지 및 제고 기능을 담당토록 산정되고 관리해야 함
- 하천 유량 변화는 어류뿐만 아니라 하천의 모든 생물에 영향을 미치고 있으며, 하천생태계 보전대상은 하천 이용자에게 친숙하고 생물학적으로 먹이 사슬에서 상위에 속하는 어류를 기준으로 유량을 결정하게 됨
- 하천의 고등 생물인 어류는 서식처, 산란장소 및 조건 등은 유량 및 수위 변화에 민감하게 작용하여, 하천생태계를 보전하기 위해서는 적절한 수리 조건과 수질 조건을 유지할 수 있는 흐름 영역이 확보되어야 함
 - 어류를 중심으로 유량을 결정하기 위해서는 어류 분포 및 어종별 서식 환경, 대표 오종 선정, 서식처 수리 및 수질 조건, 한계 구간 설정 및 수리 특성, 필요 유량 산정 등과 같은 자료 등이 조사되어야 함
 - 대표어종을 선정할 때에는 해당 하천의 사회, 경제, 문화 등 하천특성을 반영하는 것이 필요하며, 멸종위기어종, 여가활동을 위한 어종, 상업성 어종, 그리고 어종과 조류 등의 먹이 공급을 위한 어종으로 구분하여 선정할 수 있음
 - 특히 사회적 관심이 높고 상징성이 높은 종, 특정한 환경조건을 요구하여 환경의 지표성이 높은 종, 어류 군집의 중요성을 고려한 지표종(indicator species), 멸종의 위험성이 높아 사회적 관심을 유지하기 위한 희귀종, 또는 먹이 연쇄에서 중요한 위상을 갖고 있어서 넓은 서식 공간이 필요한 종 등을 기준으로 선정할 필요가 있음
- 한강 상류에 분포하는 국내 고유종 및 멸종위기종과 같은 생태적인 의미가 큰 어종을 보호하는 것은 수생태계 보호를 위해 중요하며 이를 위해 적절한 수리 조건과 수질 조건을 유지할 수 있는 환경생태유량을 파악하고 관리하는 것이 필요함
- 열목어는 우리나라 환경부 지정 멸종위기 야생동물 II급(자연적 또는 인위적 위협요인으로 개체수가 현저하게 감소되어 있어 현재의 위협요인이 제거되거나 완화되지 아니할 경우 가까운 장래에 멸종위기에 처할 우려가 있는 야생 동·식물) 어종으로서 맑은 물의 지표종 특성을 가지며, 우리나라 계류형 냉수성 어종의 대표종으로서 종 보존 가치가 높고, 지구온난화에도 민감하여 향후 하천의 수온이 상승할 경우 가장 먼저 사라질 수 있는 대표 냉수성 어종임<그림 4-2>
 - 열목어 서식지 중에서 특히 강원도 정선군 고한읍 정암사는 천연기념물 제73호로 지정되었으며, 홍천 명개리 열목어 서식지는 1994년 강원도 시·도기념물 제67호로 지

정되어 열목어 개체군과 서식지를 함께 보호하고 있음



<그림 4-2> 열목어 국내 분포현황 (국립환경과학원, 2013)

- 한강 상류에는 용수공급 및 홍수 예방 등의 목적을 보와 댐이 건설되어 운영되고 있는데, 이러한 구조물의 설치는 하천 상·하류 간의 유량을 변화시키고 생태학적 단절을 초래할 수 있어 댐 하류 수생태계 변화를 최소화할 수 있는 댐 방류량 관리방안을 마련할 필요가 있음
 - 댐에서의 발전 방류는 생물서식처에 악영향을 미칠 가능성이 크며, 이로 인해 새로운 생태계가 형성됨(강형식 등, 2010)⁶⁾
 - 대상 하천에서 특정 어류가 사라지게 되는 직접적인 원인이 될 수 있으며, 하류 하천의 하도는 마름과 젖음을 반복하게 되어 하류 하천에 서식하고 있는 저서생물이 햇빛에 노출되어 건조해져 죽게 되거나 다른 곳으로 이동함으로써 어류에게 간접적인 피해를 줌
 - 댐은 물의 흐름의 속도 시간 및 빈도 등 하류의 흐름 형태를 변화시킴에 따라 퇴사와 영양물질의 형성에 영향을 주며 물의 온도와 화학작용에 변화를 주게 되어 하류의 수생태계 많은 영향을 미침
- 미국 코네티컷주(connecticut)는 강과 하천구간을 4등급으로 구분하고, 해당 강과 하

6) 강형식, 임동균, 김규호, 2010. 댐 하류 하천에서 발전방류로 인한 어류 물리서식처 변화 수치모의, 대한토목학회 논문집 30권2b호, pp. 211~217.

천구간에 대한 생태유량을 만족시키기 위한 등급별 서술적 하천유량기준(narrative streamflow standards)을 마련하여 댐과 인공수리시설물의 방류량을 규정하고 있음

- 제안된 하천 등급별 서술적 하천유량기준은 1등급 하천의 경우, 자연유하하천(free-flowing stream)의 수생생물군집 서식처 환경과 같은 수준의 하천유량을 유지해야 하며, 2등급 하천의 경우, 자연유하하천에서 최소한(minimally)으로 변형된 하천의 수생생물군집 서식처 환경과 같은 수준의 하천유량을 유지해야 함
- 3등급 하천의 경우, 자연유하하천에서 적당한 수준(moderately)으로 변형된 하천의 수생생물군집 서식처 환경과 같은 수준의 하천유량을 유지해야 하며, 4등급 하천의 경우, 인간의 물 사용을 만족시키기 위한 상당한 수준(substantial)의 하천유량 변형을 허용하지만, 최대한 3등급 하천 수준의 하천유량을 유지할 수 있도록 노력할 것을 명시하고 있음
- 하천 등급별 서술적 하천유량기준을 만족시키기 위한 상류 댐 및 인공수리구조물의 방류량은 1등급 하천의 경우, 방류량을 인위적으로 조작해서는 안 되며, 2등급 하천은 최소한 연중 유입량의 75%를 방류해야 함
- 3등급 하천은 수생생물군집의 생물학적 변화과정을 반영한 생태기간(bioperiod)을 정의하여 해당 생태기간에 필요한 방류량을 지정하고 있음<표 4-3>

<표 4-3> 3등급 하천의 생태기간에 따른 최소방류량

생태기간 (bioperiod)	기간	최소방류량	
		건기 ¹⁾	우기 ²⁾
월 동기	12/1 - 2/28(29)	해당 생태기간유량 99분위	
서식처 형성	3/1 - 4/30	해당 생태기간유량 99분위	
청어과 산란	5/1 - 5/31	해당 생태기간유량 95분위	
우점종 산란	6/1 - 6/30	해당 생태기간유량 90분위	
생장기	7/1 - 10/31	해당 생태기간유량 80분위	해당 생태기간유량 50분위
연어과 산란	11/1 - 11/30	해당 생태기간유량 90분위	

1) 선행 2주 댐 유입유량의 중위유량(median flow)이 생장기 생태기간유량의 25분위 유량 이상인 경우

2) 선행 2주 댐 유입유량의 중위유량(median flow)이 생장기 생태기간유량의 25분위 유량 미만인 경우

※출처: 코네티컷주 에너지환경보호부(Department of Energy and Environmental Protection, DEEP) (<https://portal.ct.gov/DEEP/Water/Stream-Flow-Standards/Stream-Flow-Frequently-Asked-Questions>)

4.2 생명이 숨쉬는 강

4.2.1 한강 유역 호소 및 하천의 수생태계 건강성 훼손 현황

- 보, 제방 등 인공구조물에 의한 물흐름의 정체성과 비점오염원에 의한 영양염류의 하천 유입 등으로 인해 하천·호소의 부영양화가 발생하며, 매년 대규모 녹조현상이 발생·확산함으로 국민 불안과 사회적 논란이 반복
- 하천·호소의 수질 악화는 수생태계의 연속성·건강성을 훼손시키는 순환구조를 갖게 함
- 2015년 환경부 수질측정망 및 모니터링 자료 중 경기도권 142개 하천·호소의 측정 지점에서의 수질분석결과, 북한강 상류 등 일부만 양호한 수질이고, 수계/유역별로 최하등급이 존재함
- 부영양화의 가장 큰 영향을 미치는 TP의 분석 결과, Ia 등급 7.7%(11개), Ib 등급 14.8%(21개), II 등급 25.4%(36개), III 등급 26.8%(38개), IV 등급과 V 등급이 각각 11.3%(16개), VI 등급 2.8%(4개) 비율로 나타나, II 등급(약간 좋음)과 III 등급(보통)에 52.2%로 절반 이상, 2.8%만이 VI등급(매우 나쁨)에 해당
- 하천별로 오산천, 황구지천, 남양호 등 4개 지점이 VI등급(매우 나쁨)으로 분석
- 다양한 하천 정비와 하천환경개선사업이 시행되고 있으나 하천 공간의 자연성을 활용한 녹조 저감 및 오염정화 기능의 현장 적용은 미흡한 실정

4.2.2 한강 중권역의 수생태계 건강성 평가의 한계

- 2015년 기준 전국의 수생태계 건강성 조사지점은 한강 대권역 36개, 낙동강 대권역 250개, 금강 대권역 170개, 영산강·섬진강 대권역 180개를 포함하여 총 96개 지점이며 그 중, 경기도의 조사지점이 14개 중권역에 139개가 해당됨. 한강서울 중권역 20.1%(28개), 남한강하류 중권역 18.0%(25개), 한탄강 중권역 15.8%(22개)에 집중 되어 있음<표 4-4>
- 환경부의 수생태계 건강성 조사 및 평가가 국가 및 지방하천 중심의 수생태계측정망을 대상으로 지속적으로 시행되고 있으나, 소하천 등 작은 지류지천에 대한 조사가 이루어지지 않고 있는 실정
- 환경부의 하천수생태계 조사 및 건강성평가 조사에서도 확인할 수 있듯이, 같은 중권역에 해당되는 지류지천에서도 수변환경과 여러 요인에 의해 수생태계 건강성은 다르게 평가됨으로 수태계 측정망 확대가 필요한 실정
- 소하천 등 작은 지류지천에 대한 기초자료(정확한 위치 현황 및 물리적 환경 수생태계 특성 등)가 미흡함으로 하천의 수생태계 건강성에 대한 종합평가가 제대로 이루어지지

않고 있으며, 관련 정책을 시행하기도 어렵고 정책이 올바르게 집행되었는지 평가도 어려움

- 한탄강 수계 신천의 BOD가 V ~ VI 등급, 안성천 수계가 IV ~ V등급으로 수질 악화 구역이며, 수생태계는 수질이 나쁜 신천이 생물상 모두 D등급인데도, 한강본류 중 북한강 본류가 수질이 양호함에도 어류 등급은 최저수준으로 평가됨. 이는 이화학적 수질이 양호하다고 수생태계 건강성이 양호함을 의미하지 않음<표 4-5>, <표 4-6>

<표 4-4> 경기도 수생태계 건강성 조사지점 현황 (경기도 통합물관리기본계획, 경기도)

수계	중권역	측정망수(개)	수계	중권역	측정망수(개)
한강	섬강	1	한강	한강고양	10
한강	남한강하류	25	한강	임진강상류	1
한강	경안천	13	한강	임진강하류	8
한강	의암댐	4	한강	한탄강	22
한강	청평댐	9	한강	한강하류	1
한강	팔당댐	1	한강	안성천	13
한강	한강서울	28	한강	시화호	3

<표 4-5> 한강대권역 중권역의 수생태계 평가결과 (하천수생태계 조사 및 건강성평가(IX), 환경부)

수계명	중권역명	BOD		부착돌말류		저서성 대형무척추동물		어류		서식 및 수변환경		수변식생	
		농도 (mg/L)	등급*	TDI		BMI		FAI		HRI		RM	
				지수	등급**	지수	등급**	지수	등급**	지수	등급**	지수	등급**
남한강	남한강 상류	1.0	매우 좋음	79.3	좋음	85.8	매우 좋음	88.2	매우 좋음	73.7	좋음	52.0	좋음
	남한강 하류	2.1	약간 좋음	59.3	보통	60.4	보통	49.2	보통	51.2	보통	55.1	좋음
북한강	소양강	2.1	약간 좋음	83.0	좋음	84.9	매우 좋음	80.4	매우 좋음	77.4	좋음	55.3	좋음
	춘천댐	1.3	좋음	73.2	좋음	78.7	좋음	66.2	좋음	63.2	좋음	50.8	좋음
한강 본류	한강 서울	2.3	약간 좋음	37.4	나쁨	47.6	나쁨	36.8	나쁨	29.1	나쁨	55.0	좋음
	한강 고양	2.3	약간 좋음	46.1	나쁨	45.6	나쁨	40.9	보통	37.3	나쁨	60.5	좋음
임진강 한탄강	한탄강	2.2	약간 좋음	70.1	좋음	72.2	좋음	62.9	좋음	53.9	보통	51.9	좋음
	임진강 하류	2.1	약간 좋음	73.0	좋음	61.4	보통	50.4	보통	52.5	보통	51.3	좋음
안성천	안성천	3.2	약간 나쁨	18.2	매우 나쁨	38.6	나쁨	26.6	나쁨	43.6	보통	62.6	좋음
기 타	양양 남대천	0.9	매우 좋음	87.5	좋음	88.2	매우 좋음	76.2	좋음	77.2	좋음	56.7	좋음
	시화호	3.4	약간 나쁨	14.2	매우 나쁨	29.4	매우 나쁨	26.1	나쁨	49.5	보통	55.0	보통

*: 매우좋음: Ia, 좋음: Ib, 약간좋음: II, 보통: III, 약간나쁨: IV, 나쁨: V, 매우나쁨: VI

** : 매우좋음: A등급, 좋음: B등급, 보통: C등급, 나쁨: D등급, 매우나쁨: E등급

<표 4-6> 한강대권역 지류지천의 수생태계 평가결과(하천수생태계 조사 및 건강성평가(IX), 환경부)

수계명	중권역명	하천명	BOD		부착물말류		저서성 대형무척추 동물		어류		서식 및 수변환경		수변식생	
			농도 (mg/L)	등급*	TDI		BMI		FAI		HRI		RM	
					지수	등급**	지수	등급**	지수	등급**	지수	등급**	지수	등급**
남한강	남한강 상류	어천	0.6	매우 좋음	90.5	좋음	89.5	매우 좋음	87.5	매우 좋음	90.0	매우 좋음	50.0	보통
	남한강 하류	장록천	5.3	약간 나쁨	35.1	보통	50.7	보통	21.9	나쁨	59.5	보통	46.7	보통
북한강	인북천	영실천	1.3	약간 좋음	83.9	좋음	85.1	매우 좋음	90.7	매우 좋음	70.9	좋음	60.0	좋음
	의암댐	공지천	2.6	약간 좋음	55.2	좋음	61.3	보통	50.1	보통	25.0	나쁨	73.3	매우 좋음
한강 본류	한강 서울	홍제천	2.7	약간 좋음	17.1	나쁨	66.6	좋음	69.6	좋음	28.5	나쁨	53.3	보통
	한강 고양	굴포천	4.0	보통	11.4	나쁨	36.4	나쁨	3.2	매우 나쁨	32.5	나쁨	60.0	보통
임진강	한탄강	신천	7.5	약간 나쁨	38.1	좋음	40.7	나쁨	2.1	매우 나쁨	30.8	나쁨	53.3	좋음
안성천	안성천	입장천	2.7	약간 좋음	19.3	매우 나쁨	56.6	보통	31.3	나쁨	46.0	보통	93.3	매우 좋음
	안성천	황구지천	4.5	보통	14.8	매우 나쁨	28.6	매우 나쁨	25.0	나쁨	37.8	나쁨	53.3	좋음
기 타	양양 남대천	양양 남대천	0.9	매우 좋음	94.4	매우 좋음	86.0	매우 좋음	86.0	매우 좋음	66.9	좋음	58.3	좋음
	시화호	반월천	5.4	약간 나쁨	14.9	매우 나쁨	24.3	매우 나쁨	40.7	보통	43.0	보통	56.7	좋음

4.2.3 서식처 개선을 통한 생태 다양성 확보

- 한강 상류는 지속적인 개발로 인한 불투수층 증가 및 농경지 개간 등으로 물순환시스템 단절로 석호 생태계의 교란이 지속되어 왔음. 예로서 유입하천인 경포천과 안현천의 유로변경 및 직강화로 경포호(석호)의 물순환시스템 단절과 생태계의 교란이 지속되어 왔음.
- 한강 중류의 문제점
 - 메가 시티(megacity)인 서울을 비롯하여 대도시에서 배출되는 오염물질로 인하여 하구 생태계 위협<그림 4-3>
 - 대도시의 높은 불투수면적률로 인한 물순환 왜곡과 하천 건천화 및 도시환경 문제가 대두됨
 - 중하류 수생태 모니터링 사업을 진행 중이나, 장기전략 및 프로그램 운영실적은 미흡<그림 4-4>
- 한강 하구 자연성 회복 추진 전략
 - 도시환경 문제 해소를 위한 불투수면적률 및 물순환 개선
 - 도시하천 건천화 해소를 위한 생태용수 확보(재이용 전략)
 - 한강 하구습지 위협 해소 및 보전방안 필요
- 한강하구의 자연성 회복 추진 방향은 생태계 보전 및 멸종위기 생물 회복으로 1990년대의 하구 생태계 회복 방안을 구상<그림 4-3>



<그림 4-3> 한강 하구 퇴적물 관리를 통한 토양미생물 생태계 건강성 회복



<그림 4-4> 생태계 자연성 회복 강화

- 수생태 보호지역 지정 등 서식처 보전, 하구복원 노력, 어도·생태통로 설치를 통해 서식처간 이동성 증진으로 서식처 보전 및 연결성 회복
 - 수생태계의 특성을 고려하여 하천-하구-연안역에 이르는 생태계 보전 네트워크 형성이 필요
 - 수생태 보호지역(Sanctuary, Reserve) 제도를 도입하여 참조하천, 기후변화 취약 수생태계, 보호종 서식지역 등을 대상으로 수생태 보호지역 지정 추진
 - 하구복원은 갯벌과 기수역 형성, 수질·수생태 개선 및 이로 인한 생태관광 증대 효과 기대
 - 기수역 형성과 하구생태계 복원·보전을 위해 국가 하구법 제정 및 각 주요 강의 하구관리 프로그램 개발을 추진하고 점진적으로 하구 해수유통 및 염해피해 영향 연구 확대
 - 어도 및 생물 이동통로 설치, 불필요한 구조물 제거 등 서식처간 이동을 보장하여 생태계의 종적, 횡적 연결성 확보 필요

- 수생태계 생물종 보전을 위해 생물 분류군별 맞춤형 서식처 발굴 및 체계적인 종 복원·관리로 수생태계 생물종 보전 및 다양성 회복 기능 복원
 - 수생태계 종 다양성 증진을 위해 생물 분류군별 관리와 효율성 제고 추진
 - 현재의 육상 생태계 중심 보전 및 복원사업에서 벗어나 수생태계 멸종위기종과 고유종에 적합한 복원 및 관리체계를 체계적 추진
 - 수생태계 생물종 보전에 대한 종합계획 수립과 환류체계를 정착시키고, 멸종위기종과 고유종 증식·관리 및 모니터링 기법을 개발하여 현장에 적용

4.2.4 습지 개선을 통한 생태 자연성 확보

- 한강 하구역의 장항습지와 산남습지의 보전방안 수립
 - 두 습지는 개방형과 폐쇄형 서식환경이 혼합되어 있는 습지의 특성을 보이나 공통된 하구습지는 개방형 습지로 기수역과 유사한 생태 특성이 있음
 - 습지별 특화된 맞춤형 관리방안 수립이 필요
- 한강하구 습지는 김포대교 남단~강화군 송해면 일원에(김포대교 남단~강화군 송해면, 송퇴리 사이 하천제방과 철책선 안쪽(수면부 포함)) 60.668(km²)이 있으며, 자연하구로 생물다양성이 풍부하여 다양한 생태계 발달로 환경부 지정(2006.04.17.)으로 보호하고 있음<표 4-7>
 - 제3차 습지보전기본계획과 연계하여, 한강하구의 습지조사 선진화, 습지 보전 및 관리 강화, 현명한 이용체계 구축, 국제협력 강화의 국가정책에 맞춰 한강하구의 습지 보전 및 관리 강화 정책이 필요
 - 습지 조사 기반 강화로 하구형 습지 생태계 정밀조사 기반 강화 및 습지 생태계서비스 기초조사 도입
 - 국민 공감형 습지 정보체계 구축으로 지역사회 밀착형 습지 정보체계 구축, 연안습지 생태계 조사자료 품질관리 강화, 연안습지 생태계 건강성 평가체계 구축 필요
 - 민간 참여형 습지조사로 습지조사 민간(시민) 참여 확대, 연안습지보호지역 시민모니터링 체계 개선 및 민간 모니터링단 운영
- 우수 습지 보전 관리 기반 구축
 - 습지총량제 도입·이행 기반 구축 및 연안습지(갯벌) 법정관리종 관리 강화, 습지와 생태자연도 연계체계 구축의 습지 보전 관리제도의 선진화 체계 구축 필요
- 하천-하구-연안역에 이르는 생태계 보전 네트워크 형성
 - 한강하구 습지보호지역 보전계획 수립 시 기본현황 분석, 상위계획 기초분석, 제1차 한강하구 습지보호지역 보전계획을 바탕으로 비전과 목표, 추진전략을 수립 연계

- 수생태 보호지역(Sanctuary, Reserve) 제도를 도입하여 참조하천, 기후변화 취약 수 생태계, 보호종 서식지역 등을 대상으로 수생태 보호지역 지정 추진

<표 4-7> 한강하구의 주요 습지유형 및 습지현황

구분	명칭	위치	습지유형	토지이용
임진강	성동습지	파주시 탄현면 성동리	해수•담수습지	군사시설보호구역, 하천
한강	곡릉천하구습지	파주시 교하면 송촌리	강변 습초원	군사시설보호구역, 하천
	산남습지	파주시 교하면 신남리	담수•해수습지	군사시설보호구역, 재두루미도래지, 제방, 경작지(논)
	장항습지	고양시 신평동	강변 습초원	군사시설보호구역, 도시계획구역, 하천
영안	시암리습지	김포시 하성면 시암리	해수•담수습지	군사시설보호구역

출처: 환경부•국립환경연구원. 2005. 한강하구역생태계정밀조사

4.2.5 퇴적물 관리를 통한 생태계 자연성 확보

- 1990년대 말 4대강의 수질 개선의 필요성에 의해 비점오염원의 제어가 중요한 문제로 드러나면서 잠재적인 오염원인 담수 환경의 퇴적물에 관한 관리 기준 정립에 필요성이 대두되었으며 환경부에서는 2003년 퇴적물 공정시험방안 및 퇴적물 환경기준 개발을 위한 연구를 수행
- 환경부는 하천과 호수의 퇴적물 모니터링 조사 사업을 꾸준히 수행하였으며 퇴적물의 배경농도 산정을 위한 연구를 수행하여 하천과 호소의 퇴적물 오염도 평가를 위한 배경농도를 산정하였으며 2015년에는 하천과 호소의 퇴적물 오염평가 기준을 1단계부터 4단계까지 정립하였고 현재 전국 하천과 호소의 수질 및 수생태계의 오염정도 및 실태 파악을 위해 물환경측정망을 운영 중이며 이 중 퇴적물 측정망도 포함되어 있음
- 우리 강은 자연스러운 서식처에서 다양한 생물들이 자유롭게 이동하는 등 수생태계 건강성을 회복하고 생태계서비스 가치를 실현하게 될 것으로 기대되며, 수생태계 보호지역 지정은 기존 토지이용과 관련하여 사회적 합의를 바탕으로 갈등을 최소화하는 방향을 모색이 요구됨
- 한강 하구는 오염물질 정화를 통한 ‘더불어 사는 강’을 구현함으로써 상류, 중류, 하

류의 인간과 수생물이 공존하는 방향으로 추진 방향 도출이 요구됨

- 현재 운영 중인 국가 퇴적물 측정망을 통해 하천 및 호소의 퇴적물 오염정도를 파악할 수 있지만, 유역 내 퇴적물의 오염원 현황 파악 및 하상 퇴적물의 오염 예방 및 제어방안, 축적된 퇴적물이 실질적으로 수계에 미치는 영향 및 예측, 관리방안 등이 보다 구체적으로 요구 됨.
- 수질관리 시 퇴적물 의 상세 조사 및 관리방안 등의 하천 토양 생태계의 건강성을 회복하고 관리방안을 연계하여 한강하구 생태계 다양성 확보가 필요하고 모니터링 시스템 구축으로 한강의 토양 오염물질 및 토양미생물, 생태계 연계성 구축
- 또한, 퇴적된 토사는 경제적인 관점에서 보면 중요한 골재자원으로, 김포시의 경우 부족한 자원 조달을 위해 지난 1992년부터 모래와 자갈 등을 채취하여 판매하는 한강골재채취 판매사업을 직접 운영하여, 1998년 말까지 모두 227억 원 이상의 수입을 올렸으나 이는 하천의 왜곡을 초래함.
- 또한 퇴적된 토사는 수로유지의 측면에서 보면 정기적으로 준설해야 한다는 주장을 꾸준히 제기하고 있어, 퇴적물의 관리방안 수립이 필요함
- 한강 인근의 개발 및 신도시 건설과 함께 골재 수요가 증가하게 되면, 필연적으로 한강에서의 골재 채취 및 준설 문제가 현안으로 대두될 것으로 예상됨
- 골재 채취에 따른 환경영향평가를 위해서는 퇴적물의 기원, 운반 기작, 퇴적 기작, 재부유 기작에 대한 연구가 필수적으로 수행되어야 할 것이며, 이를 위해서는 현재 접근이 불가능한 한강하구 수역에 대한 조사·연구가 선행되어야 함
- 북한 임진강 유역은 대부분의 산림이 황폐화되어 있고, 다락밭 및 비탈 밭 등으로 인해 강우 시 침식에 의한 토사유출 문제가 하구 퇴적에 미치는 영향이 매우 클 것으로 추정됨
- 반면 한강 상류 유역은 많은 댐으로 인해 퇴적물의 유출패턴이 이미 완전히 변한 상태이기 때문에 퇴적물 문제는 지엽적인 시각보다는 유역 차원에서 살펴보아야 함

4.2.6 한강 하구의 생태다양성

- 한강 하구는 지정학적 이유로 보호된 국내 유일의 대하천 자연하구임
 - 하구의 일부는 민간인통제구역(CCZ, Civic Control Zone)으로 접근이 제한됨
 - 한강하구 주변지역은 대부분 군사시설보호구역으로 지정되어 대단위 개발이 없었음
 - 하구습지 보전상태가 양호하여 국제보호철새 및 멸종위기종의 서식처로 활용됨
- 한강하구의 갯벌면적은 232.1 km²로 전국 연안 갯벌의 8.4%임

- 한강하구에는 멸종위기종 1급인 저어새, 흰꼬리수리, 매, 검독수리, 참수리, 노랑부리저어새, 참수리, 노랑부리저어새 등 6종이 서식하고 멸종위기종 2급인 큰기러기, 큰고니, 개리, 재두루미, 가창오리, 흰이마기러기 등 26종이 서식함
- 철새들의 중간 기착지로 2002년 108종 82,000개체의 철새가 관찰되어, 한강하구는 국제적으로 중요한 생물서식지 기능을 담당하고 있음
- 1990년도 중반 이후 한강하구지역인 최대 108종 이상의 조류가 발견되었으며, 이 4중 32종의 멸종위기종 및 14종의 천연기념물이 포함되어 있는 것으로 조사되었으나, 2016년에는 15종의 법정보호종(천연기념물, 멸종위기 야생동물)은 15종으로 조사되었다. 조사 시기 및 조사 강도에 따라 차이가 있을 수 있으나, 국가보호종의 보호 및 생태복원의 중요성을 시사하고 있다.
- 기존에 조사된 자료에 의하면(1970년대 후반) 한강유역에 출현한 식물상은 95과 387속 868종이고 특히 강변에서 서식하는 종은 55과 115속 148종인 것으로 밝히고 있음
- 생태교란지가 되어 가는 습초지에서는 질경이과의 외래식물군락인 *Plantago aristata*가 국내 최초로 장항습지에서 발견되었으며, 그 외에 겹달맞이꽃, 단풍잎돼지풀, 미국물청개나물, 산형과식물 등 외래식물종이 높은 피도로 확인되었음 (환경부·국립환경연구원, 2005)<표 4-8>

<표 4-8> 2000년대 한강하구 주요 식생현황

구간	구간명	지역명	위치	식생현황	특징
1	담수	행주벌	고양시 덕양구 행주외동	작물	식곡수증보 위
		장항습지 (신평동)	고양시 덕양구 신평동	버드나무군락	신곡수증보 밑
				울억새군락	
		강서습지	서울시 강서구 방화동	갈대군락 갯버들군락	인공습지공원 도하훈련장
		전호리평야~ 홍도평(일부)	김포시 고촌면 전호리~풍곡리	논작물	토사야적장 식곡수증보 위
2	기수 상부	장항습지	고양시 일산구 장항동	버드나무군락	수로발달
				갈대, 세모고랭이군락	
		대화평야 장월평	고양시 일산구 법곶동~구산동	작물	수변구간 좁음
		홍도평	김포시 고촌면 향산리~걸포동	작물	수변구간 좁음
		운양평야, 누산리	김포시 운양동 ~누산리	작물	수변구간 좁음
3	기수 중부	산남습지	파주시 교하읍 신남리	갈대군락 세섬개자기군락	수로발달
				이삭물수세미-마름 군락	출판단지 내 배후습지
		잔류리, 석탄리평야	김포시 하성면 전류리~석탄리	작물	수변구간 좁음
4	기수 하부	곡릉천하구	파주시 교하읍 송촌리	갈대군락 세섬대자기군락	자연하천 하구 소택지
				새섬매자기군락	물골발달
		교하물골, 초록도	파주시 탄현면 성동리, 대동리, 만우리	갈대군락 작물	물골발달
5	하구 염습지	유도 포구곶리	김포시 월곶면 유도~보구곶리	상수리나무군락 갈대-나문재군락	유도 출입불가
				벼 매화마름군락	수로발달
		옥림리	강화군 강화읍 옥림리		

- 2000년대 한강하구 염습지에는 나문재를 우점종으로 하여 갈대와 갯잔디가 넓게 분포하고 있고 강화도 초지리, 광정보 일대와 유도 부근의 농경지로 이용되고 있는 습지와 평야 지역은 매화마름이 우점하고 있으며, 애기가래, 개구리밥, 새섬매자기, 갈대, 큰개여뀌, 고마리 등의 식생이 주요 분포종으로 나타나고 있음. 그 밖에 도서지역에서는 김포군 월곶면 문수산에서 산일엽초, 우단일엽초, 비늘고사리, 금낭화, 병아리난초, 피나물이 자생하고 있음
- 2000년대 초 한강하구에서 발견된 멸종위기 야생 동·식물
 - 저어새, 매, 흰꼬리수리, 검독수리 등 멸종위기종 I 급 6종, 채두루미, 개리, 큰기러기 등 조류 22종, 금개구리, 맹꽁이 등 양서류 2종, 포유류인 삵, 수생식물인 매화마름 등 멸종위기종 II 급 26종이 서식 또는 도래하고 있는 등 야생동·식물 서식지로 보호 가치가 매우 큰 지역임
 - 특히 습지보호지역으로 지정된 이후, 멸종위기종 I 급인 참수리, 노랑부리저어새, 그리고 멸종위기종 II 급인 큰고니, 가창오리, 검은목두루미, 흰이마기러기 등이 추가로 한강하구에서 발견되어, 총 32종의 멸종위기종(멸종위기종 I 급 6종, 멸종위기종 II 급 26종)이 한강하구 습지보호지역에 서식·도래하는 것으로 밝혀짐
- 국립환경연구원에 의해 2004년 실시된 하구역생태계 정밀조사 결과, 포유류의 분포는 한강 하구역인 김포시 일원에서는 두더지 등 5과 5종, 파주시 수변지역에서는 너구리 등 5과 6종, 그리고 고양시 수변지역에서는 고라니 등 6과 7종이 발견되었음<표 4-9>

<표 4-9> 2005년 한강하구 지역별 포유류 현황

조사지점	개요	내용
경기도 김포시 일원	조사결과	• 두더지, 너구리, 대륙족제비, 고양이, 고라니 등 5과 5종
	조사지역 특징	• 수변지역에 갈대가 발달하였으나 파주시 수변이나 고양시 수변에 비해 갈대숲이 폭이 좁고 짧은 편이고 내륙 개발이 계속 이루어지고 있음
경기도 파주시 수변지역	조사결과	• 두더지, 너구리, 대륙족제비, 고양이, 고라니 등 5과 6종 • 법적보호종인 삥 출현
	조사지역 특성	• 개발압력에 노출된 지역으로 파주출판단지 조성 등으로 습지가 많이 훼손됨 • 수변 지대에 갈대숲이 발달해 있으며 농경지가 넓게 퍼져 있음 • 삥의 발자국이 확인됨에 따라 향후 보전계획이 필요
경기도 고양시 수변지역	조사결과	• 두더지, 물위수염박쥐, 너구리, 대륙족제비, 고양이, 고라니 등 6과 7종 • 법적보호종인 삥 출현
	조사지역 특성	• 수변지역이 파주지역에 비해 갈대숲과 농경지의 폭이 좁고 짧음 • 고양시의 팽창으로 배후 습지와 농경지가 훼손되고 있음

- 1990년도 중반 이후 한강하구지역인 김포, 파주, 고양, 강화 등에서 조사한 자료에 의하면, 조사기간 및 조사강도에 따라 다르지만, 최대 108종 이상의 조류가 발견되었으며, 이 중 2종의 멸종위기종 및 14종의 천연기념물이 포함된 것으로 알려져 있음<표 4-10>
- 2004년 기준 한강하구에서 관찰되는 천연기념물 조류 중 가장 최다 관찰 순으로는 개리, 재두루미, 독수리 등이 있었으며, 관찰 종수는 14종, 총 1,908개로 나타났음<표 4-11>, <표 4-12>

<표 4-10> 1990년도 중반이후 한강하구 지역에서의 조류조사 개요

기간	조사횟수	조사결과
95~96	겨울(8회)	조류 29종, 최대합계 41,125개체
89~97	겨울(11회)	조류 76종, 최대합계 44,037개체
00~01	겨울(6회)	조류 77종, 최대합계 86,897개체
02	년중(11회)	조류 108종, 최대합계 82,019개체
02	년중	조류 90종, 최대합계 69,464개체

<표 4-11> 한강하구에서 관찰되는 천연기념물 조류 2004년

구분	종명	천연기념물	관찰 최대합계수	누적
1	저어새	205호	5	5
2	흑기러기	325호	1	1
3	개리	325호	450	876
4	고니	201호	1	1
5	원앙	327호	1	1
6	흰꼬리수리	243호	6	13
7	새매	323호	1	3
8	독수리	243호	215	330
9	젓빛개구리매	323호	1	3
10	황조롱이	323호	6	2
11	두루미	202호	3	21
12	흑두루미	228호	2	3
13	재두루미	203호	443	3
14	수리부엉이	324호	2	2
관찰종수			14	14
관찰개체수			1,137	1,908

<표 4-12> 한강하구에서 관찰되는 주요 종 관찰결과 변화

종명	개체수				비고
	2001	2002	2003	2004	
재두루미	518	708	542	399	천연기념물203호, 멸종위기Ⅱ급
흑두루미	—	1	35	70	천연기념물228호, 멸종위기Ⅱ급
큰고니	—	9	7	9	천연기념물201호, 멸종위기Ⅱ급
왜가리	—	2	—	—	
황조롱이	—	11	9	5	천연기념물323호
계	518	728	593	483	

- 1960년대 이후 급속히 증가한 각종 개발사업으로 인해 서식지를 잃은 야생동물이 급감하고 있음. 특히 하천 개발로 인한 수환경 변화 및 수질 오염으로 인해 주변 환경 변화에 민감한 양서·파충류의 서식지를 보호하는 것은 생태계 보전뿐만 아니라 수질관리, 수변 경관 측면에서 중요한 의미를 지니고 있음.
- 2004년 3월부터 9월까지 총 6회에 걸쳐 서울 강서구 및 경기도 고양시, 김포시 하면, 월곶면에서 실시한 양서·파충류 조사 결과, 양서류는 4과 8종, 파충류는 5과 7종이 발견되었음<표 4-13>

<표 4-13> 하구역에서 발견된 양서·파충류 종 및 개체수 2004년

구분	종	개체수	발견위치
양서류	도롱뇽	1	경기도 김포시 하성면 일대
	두꺼비	3	
	청개구리	100	서울시 상암동 한강시민공원 가양대교 주변에서부터 김포지역
	참개구리	100	
	옴개구리	3	서울시 상암동 한강시민공원, 김포시 하성면
	아무르산개구리	100	김포시 고촌면, 하성면, 월곶면 강화대교 주변, 고양시 일산구 지역
	북방산개구리	4	김포시 하성면 마조기 일대 야산
	황소개구리	10	김포시 월곶면 강화대교 주변
파충류	자라	3	서울시 영등포구 여의도동 밤섬
	붉은귀거북	5	
	줄장지뱀	2	김포시 양촌면 농경지
	누룩뱀	2	김포시 하성면 일대
	무자치	1	
	유혈목이	6	
	살모사	3	

- 육상곤충의 분류군별 출현현황은 딱정벌레목 14과 81종(40.5%), 나비목 10과 47종(23.5%), 노린재목 12과 35종(17%), 메뚜기목 6과 16종(8%), 매미목 5과 13종(6.5%), 잠자리목 2과 4종(2%), 사마귀목 1과 2종(1%), 집게벌레목 2과 2종(1%), 바퀴목 1과 1종(0.5%)으로 딱정벌레과 나비목의 비중이 높게 나타남. 환경부 지정 보호종인 물장군 *Lethocerus deyrollei*(Vuillefory)이 조사지점 1인 강화군 송해면 상도리에서 확인되었으며, 계절적 종 수의 변동현황을 보면 봄에 87종, 여름에 137종이 출현하여 여름에 종 다양성이 높아짐을 알 수 있음<표 4-14>

<표 4-14> 지역별, 계절별 종 다양성

구분	강화군 송해면 일원	김포 하성명 일원	파주시 교하읍 일원	전체	봄	여름
잠자리목	3	4	2	4	2	5
바퀴목	1	—	—	1	—	1
사마귀목	—	—	2	2	—	2
집게벌레목	—	1	2	2	1	2
메뚜기목	7	9	13	16	1	18
노린재목	19	14	23	34	17	27
매미목	2	4	9	13	4	11
딱정벌레목	37	33	46	81	46	48
나비목	29	2	19	47	16	23
합계	98	67	116	200	87	137

- 2004년 3월부터 11월까지 5차에 걸친 어류상 조사 결과, 채집에 의해 확인된 어종은 총 20과 53종 2,422마리이었으며, 그 중 잉어류가 22종으로 가장 많았고 망둑어과 어류가 10종이었으며 나머지 18개과는 1~2종만이 확인되었음(환경부·국립환경연구원, 2005)<표 4-15>

<표 4-15> 한강 하구의 어류 2004년

조사지점	개요	내용
site1	위치	서울시 서대문구 신흥동 밤섬지역
	출현종	32종
	우점종	누치 <i>H. labeo</i>
	아우점종	피라미 <i>Z. platypus</i>
	기타우세종	잉어과 어류 20종, 붕어, 참붕어, 모래무지, 살치도
site2	위치	경기도 고양시 덕양구 현천동 창릉천 하류지역
	출현종	26종
	우점종	피라미 <i>Z. platypus</i>
	아우점종	참붕어 <i>P. parva</i>
	기타우세종	잉어과 어류 12종, 망둑어과 4종, 붕어, 누치, 미꾸리 배스
site3	위치	경기도 고양시 덕양구 행주외동 신곡수중보 지역
	출현종	27종
	우점종	누치 <i>H. labeo</i>
	아우점종	웅어 <i>C. ectenes</i>
	기타우세종	잉어과 어류 15종, 망둑어과 어류 4종, 뱀장어, 붕어, 민물검정망둑
site4	위치	경기도 고양시 일산구 송포동 이산포나루 지역
	출현종	23종
	우점종	가송어 <i>L. haematocheila</i>
	아우점종	풀망둑 <i>S. hasta</i>
	기타우세종	잉어과 어류 8종, 망둑어과 어류 5종, 꺾정어, 강주걱양태, 버들개치, 누치
site5	위치	경기도 김포시 통진면 전류리 지역
	출현종	28종
	우점종	웅어 <i>C. ectenes</i>
	아우점종	가송어 <i>L. haematocheila</i>
	기타우세종	잉어과 어류 10종, 망둑어과 어류 7종, 꺾정어, 강주걱양태, 버들개치, 누치
site6	위치	경기도 파주시 교하읍 송촌리 곡릉천 하류지역
	출현종	21종
	우점종	붕어 <i>C. auratus</i>
	아우점종	문절망둑 <i>A. flavimanus</i>
	기타우세종	잉어과 어류 8종, 망둑어과 어류 3종, 왜물개, 버들매치, 미꾸라지, 가송어, 꺾정어
site7	위치	경기도 김포시 월곶면 조강리 개화천 하류지역
	출현종	15종
	우점종	피라미 <i>Z. platypus</i>
	아우점종	왜물개 <i>A. chinensis</i>
	기타우세종	잉어과 및 망둑어과 어류 6종, 살치, 대륙송사리, 밀어

- 2004년 4월부터 10월까지 이루어진 조사 결과에 의하면, 저서성 대형무척추동물은 총 18목 68종으로 나타났으며 연체동물이 12종으로 가장 많았고 잠자리목 11종, 딱정벌레목 9종, 곤충을 제외한 절지동물 및 노린재목 각각 8종 분포함<표 4-16>
- 분류군 별 출현종수는 전체적으로 비곤충류가 45.5%로 가장 높으며 잠자리류 16.2%, 딱정벌레류 13.2%, 노린재류 11.8%, 파리류 7.4%, 하루살이류가 5.9%로 나타났음
- 한강 하구역 조사지점에서 확인된 저서성 대형무척추동물 중 환경부에서 지정한 멸종위기야생동물인 귀이빨대칭이 *Cristaria plicata*(Leach), 두드럭조개 *Lamprotula coreana*(V. Martens)나 꼬마잠자리 *Nannophy pygmaea* Rambur, 물장군 *Lethocerus deyrollei*(Vuillefory)은 발견되지 않았음

<표 4-16> 조사지점별 현황 2004년

연체동물	환형동물	갑각류	하루살이목	잠자리목	매미목	딱정벌레목	파리목	총
2	2	1	—	2	3	5	2	17
—	—	—	—	—	—	—	1	1
1	—	1	—	1	—	—	1	4
2	3	—	2	2	1	2	2	14
5	1	3	1	3	2	—	1	16
3	2	2	1	2	2	3	2	17
—	2	1	1	2	2	3	1	12
3	1	1	—	—	—	1	1	7
1	—	—	—	—	—	—	1	2
1	2	—	—	—	—	—	2	5
—	1	—	—	—	—	—	2	3
1	1	—	—	—	—	—	2	4
—	—	2	—	—	2	—	1	5
4	4	2	2	4	4	5	3	28
—	1	—	—	—	—	—	—	1
—	1	—	—	—	—	—	—	1
1	1	—	—	—	2	1	1	6

- 1990년도 중반 이후 한강하구지역인 최대 108종 이상의 조류가 발견되었으며, 이 중 32종의 멸종위기종 및 14종의 천연기념물이 포함되어 있는 것으로 조사되었으나, 2016년에는 15종의 법정보호종(천연기념물, 멸종위기 야생동물)은 15종으로 조사됨. 조사 시기 및 조사 강도에 따라 차이가 있을 수 있으나, 국가보호종의 보호 및 생태 복원의 중요성을 시사하고 있음
- 하구지역 퇴적물 관리를 통한 순환성 향상 및 생태계 자연성 회복 강화
 - 한강 본류에는 2017년 기준 총 15과 56종의 어종이 출현
 - 한강 하류에 해당하는 신곡수중보 인근 지역은 기수역에 다량 서식하는 두줄망둑 등의 어종의 출현빈도가 높게 나타나며, 한강하구역은 염수와 담수가 만나는 기수역 특성<표 4-17>

<표 4-17> 한강 하구의 어류 서식 환경 및 주요 어종 2015년

구역		서식환경	주요어종
한강 하구	신곡수중보 지역	좌안하상은 모래와 자갈 등으로 이루어져 있고, 우안하상은 뿔과 모래로 이루어져 있음	민물검정망둑, 웅어
	아산나루포 지역	기수역에 속하며 수심이 깊고 하상은 뿔이 풍부. 수위 변동이 심하고 유속이 매우 느리며, 민간인 통제구역으로 어업이 많이 이루어짐	가송어, 뱀장어
	통진면 전류리 지역	기수역의 영향을 많이 받고 있으며, 수심이 깊고 유속이 매우 느림. 해수 영향 때문에 수위변동이 심함	뱀장어, 웅어
	공릉천 하류 지역	삼각주 형태의 모래섬이 형성되어 있고, 하상은 주로 뿔과 모래로 이루어져 있음	가송어, 살치
	장항습지	자연식생으로 폐쇄형, 개방형이 혼합된 서식환경을 띠고 있음. 하상은 대부분 뿔로 이루어져 있고 100cm 이하의 낮은 수위 유지	갈문망둑, 가송어
	산남습지	자연식생으로 폐쇄형, 개방형이 혼합된 서식환경을 띠고 있음. 하상은 대부분 뿔로 이루어져 있고, 일부 지역에 자갈 등 존재함. 50cm 이하의 낮은 수위로 이루어짐	살치, 가송어

- 2015년 기준 한강 하류에서 관찰된 조류 종은 총 108종이며, 민물가마우지, 왜가리, 흰뺨검둥오리, 뗏비둘기, 참새, 까지 등이 1년 내내 관찰<표 4-18>

<표 4-18> 한강-한강하구 조류 현황 2015년

구역	출현종	보호종
서울시계 내 한강본류	참새, 환죽지, 민물가마우지, 집비둘기, 붉은머리오목눈이, 재갈매기, 갯이갈매기, 청둥오리 등 총 144종	노랑부리저어새(천, II), 독수리(천, II), 물수리(II), 벌매(II), 새매(천, II), 새호라기(II), 솔개(II), 원앙(천), 잿빛개구리매(천, II), 참매(천, II), 참수리(천, I), 큰고나(천, II), 큰기러기(II), 호사비오리(천, II), 황조롱이(천), 흰꼬리수리(천, I), 흰목물떼새(II), 등 총 18종
한강하류	큰기러기, 쇠기러기, 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 비오리, 민물가마우지, 환죽지, 갯이갈매기, 붉은머리오목눈이, 참새 등 108종	개리(천, II), 노랑부리백로(천, I), 노랑부리저어새(천, II), 매(천, I), 붉은배새매(천, II), 새매(천, II), 새호라기(II), 원앙(천), 재두루미(천, II), 잿빛개구리매(천, II), 참수리(천, I), 저어새(천, I), 큰기러기(II), 황조롱이(천), 흰꼬리수리(천, I) 등 총 15종

4.2.6 자연유황 회복 관리를 통한 수생태계 보호

- 지난 수십 년 동안 한강은 갈수기 유량이 급속히 줄어 상당수의 지류에서 물이 마르고 흐름이 단절되는 건천화가 진행되고 있다. 본류 또한 유량 감소로 인해 체류시간 증가 및 수질 악화가 초래되고 있음

※ 건천화 평가 등급 ‘보통’ (한 달 이상 불만족) 이하 비율은 본류 중권역 81개 중 32.1%(26개), 지류는 50개 중권역 중 54.0%(27개)를 차지 (K-water, 2011)

- 도시화로 인한 상·하수도 시설 거대화·집중화는 지표수 직접유출을 막고, 불투수층* 증가하는 빗물의 토양침투를 막아 지하수위를 낮추고 기저유출을 감소시키는 등 도시하천 유량 감소의 주된 원인임

*불투수층 면적은 수계와 임야를 제외한 국토의 22.4%(물환경관리기본계획, 2016)

- 상류 댐·저수지의 유역 전환, 하천수와 지하수의 과도한 관개용수 이용, 산림 밀도의 과도한 증가로 인한 증발산 손실 등으로 산간·농업지역 등 비도시지역의 하천도 건천화가 심각함

※ 전국 농업용 저수지 17,289개, 유역면적 31,141km²로 국토면적의 31%(2017 농업생산기반정비 통계연보)로 지류 건천화에 큰 영향(하천건천화 평가 및 개선방안 연구, 국토교통부, 2009)

- 이에 더해, 수리·관개 시설의 경직된 운영과 노후화, 절수 정책의 효과 부진* 등도 과잉 취수의 원인이 되어 건천화를 가속시킴

*1인당 1일용수사용량이 '08년 275L에서 '17년 289L로 증가(2017 상수도통계, 환경부)

- 반면, 용수 수요 추정의 불확실성과 실사용량에 대한 정보체계 부족으로 효율적인 공급체계 구축이 어렵고, 생활용수 절수기기 보급, 용수 저소비형 제품생산 및 공정개발을 유도하는 경제적 유인책도 부족한 실정임
- 유량 감소 및 건천화는 강의 역동성과 경관을 해치고, 하천 단면 감소와 흐름 단절로 인해 여러 수생태 생물들의 서식처가 줄어들고 생태적 연속성이 저하되어 결과적으로 종과 개체 수 감소를 초래함
- 더불어 기후변화로 강우의 편중 경향이 커지게 되면 홍수기 과도한 토사유출과 갈수기 지류 건천화가 점차 심화될 것으로 예상됨
- 또한, 유량 감소는 하수처리장 등 점오염원의 영향을 증가시키고, 각종 구조물 설치로 인한 영향과 더불어 체류시간을 증가시켜, 녹조현상 등 조류 발생 증가와 수질악화를 초래하고 있음
- 한강 중류 유역과 도시지역 하천 주요 현안 쟁점
 - 한강 중류유역은 팔당호 수질 개선을 위한 특별대책지역, 상수원보호구역, 수변구역 등 다양한 환경규제 및 토지이용 규제로 주민과의 마찰 높음
 - 팔당호 수질의 경우, BOD는 개선되고 있으나 유역의 농업 비점오염원에서 기인하는 난분해성 유기물질, 질소(총질소 중 용존질소가 약 90%) 등이 새로운 수질의 위협
 - 중류 유역의 도시 확대에 의한 도시하천의 건천화 및 생활계 도시비점오염도 중요한 수질의 위협으로 다가오기에 계획적 관리를 위한 제도 개선 필요

※ 출처 : 한강서울 중권역 물환경관리계획(2017~2021), 2017, 한강유역환경청 / 기존시설 활용을 통한 효율적 도시 비점관리방안 연구 : 산업단지, 공업지역 및 개별사업장을 중심으로, 2014, 한해진 외.

4.3 맑은 물이 흐르는 강

4.3.1 고령지밭 관리를 통한 비점오염물질 저감 및 수질개선

(1) 북한강 상류 흙탕물 발생 원인 및 수질개선 방안

- 북한강 상류의 경우 만대천과 자운천에 위치한 고령지밭으로부터 유출되는 흙탕물이 내린천과 인북천을 통해 유입되어 북한강 상류의 흙탕물로 인한 수질 및 수생태계에 영향을 미치고 있음
 - 그동안 고령지밭이 밀집해 있는 북한강 상류 지역에 위치한 만대·가아·자운 지구를 비점오염원 관리지역으로 재지정하고 다양한 흙탕물 저감대책을 추진중에 있음.
 - 2018~2019년도에는 고령지 농가 13곳을 대상으로 다양한 시범사업을 수행하여 흙탕물을 줄이기 위한 노력을 기울임. 그러나 최근에도 흙탕물 유입으로 인해 민원이 지속되는 등 하천 상·하류간 갈등이 지속되고 있음. 그동안 흙탕물 발생을 줄이기 위해 다양한 노력을 기울였으나 보다 현실적인 발생원 관리 대책이 필요함.
 - 만대천 전체 유역대비 고령지밭(해발고도 400m 이상이며, 평균 경사도 15% 이상인 한계농지) 면적 비율은 9.6%이며 자운천 유역의 경우 5.5%, 그리고 가아천의 경우 1.7% 순으로 분포. 평상시 대부분 하천 수질은 양호한 편(Ia ~ Ib 수준)이나 만대천의 SS는 IV 등급 수준임. 또한 강우시 인북천, 만대천, 북천, 내린천에서의 농도가 매우 높음(유량가중평균 SS 최고농도(mg/L), 인북천(1502.8) > 만대천(924.4) > 북천 (804.0) > 내린천 (731.1) > 자운천 (393.4) > 방내천 (370.0) > 방태천 (164.2))
 - 북한강 상류 유역중 만대천과 내린천 본류의 오염부하가 큰 것으로 분석되었으며, 특히 만대천의 경우 유역면적인 유량은 작으나 수질이 나빠 북한강 상류 소유역 중 단위면적당 배출부하량이 가장 큰 것으로 분석되었음.
- 북한강 상류 흙탕물 관리의 한계점을 극복하기 위해서는 기존 흙탕물 저감사업 관리에 대한 인식 전환이 필요하며, 관리체계 변화가 필요함
 - 농기계 보급으로 인해 대규모 영농/농가가 증가되고 있으며 인삼 재배후 단년생 작물로 전환하거나 나지로 방치되는 경우가 많음
 - 특히 외국인 노동자가 많이 유입되어 농사를 짓고 있기에 자발적인 흙탕물 저감 노력이 부족함. 또한 개발사업 으로 인한 토사 유출이 지속적으로 방치되고 있음. 뿐만 아니라 유출경로에서의 저감시설 만으로 근본적인 문제점 해결에 한계가 발생
 - 또한 토양유실 시설에 대한 농민의 자발적인 유지관리 노력이 부족하며 지자체의 유지관리 노력도 소극적인 상태임.
 - 따라서 기존 흙탕물 저감사업 관리에 대한 인식 전환이 필요하며, 관리체계 변화도 필요함. 또한 침사지와 같은 시설 위주의 저감시설 운영으로는 처리할 수 있는 용량

이 적은 한계가 있음

- 대규모 기업형 경작자가 발생하는 흙탕물에 대한 관리 의무가 없기에 실효성 있는 법령 정비 및 제도를 개선할 필요가 있음. 이에 소규모 경작자와 함께 기업형 경작자도 참여할 수 있는 다양한 참여 유도 프로그램 도입이 필요함. 이를 통해 비용 경제적 저감 방안 도출 및 실행 가능하리라 판단됨
- 북한강 상류 흙탕물 발생 관리를 위해 그동안 불법 경작지를 관리하기 위한 다양한 노력을 기울였음에도 불구하고 임의/불법 경작이 아직도 이루어지고 있음. 따라서 이에 대한 체계적인 관리가 필요하며, 국·공유지에 대한 신규 임대 시 다양한 흙탕물 저감 방안을 의무화할 필요 있음
- 계단식 경작지 및 토지 매수 등을 통한 생태둑병 및 초생대 등 적용 필요함. 또한 농촌 비점오염원 특성에 맞는 저감기술 개발이 필요함. 기존 설치된 시설의 유지관리를 통한 효과극대화 방안 및 경작지-수로-하천을 연계한 저감 기술 적용이 필요함. 그 외에 양분총량제와 같은 친환경 영농방법 도입을 통해 수질 개선 효과를 기대할 수 있음
- 그동안 민관 거버넌스 구축의 필요성을 인식하여 많은 노력을 기울여왔으나 이러한 민관 협의체를 지속적으로 운영하기 위한 노력의 어려움이 있음. 따라서 지역 거점형 전문센터의 설립을 통한 다양한 거버넌스 도입 실행이 필요함. 이를 통해 실효성 있는 주민실천 사업을 발굴하여 지원할 수 있을 것임

(2) 남한강 상류 흙탕물 발생 원인 및 수질개선 방안

- 남한강 상류 유역에 위치한 송천, 대기천, 골지천, 오대천, 도암호 유역내 고랭지밭에서 발생하는 흙탕물로 인해 남한강 상류 수질 오염이 심각한 실정이며, 이로 인해 하류 지역 수질 및 수생태 문제가 발생하고 있음
- 그동안 남한강 상류 지역의 흙탕물 및 수질관리를 위해 도암호, 골지천, 대기천을 비점오염원 관리지역으로 지정하고 환경부에서 2008년부터 다양한 흙탕물 저감 대책을 추진하고 있음
- 남한강 상류 유역의 평균 경사는 46.55% 정도이며 이중 밭은 8%이고 이중 고랭지 밭은 4.5% 분포
- 남한강 상류에 위치한 송천 상·하류, 대기천, 골지천, 오대천, 어천, 조양강의 평상시 수질은 양호(하천수질 Ia 등급)하나, 강우시에는 대기천, 송천 상·하류의 수질이 매우 높은 것으로 분석됨 (유량가중평균 SS 최고농도(mg/L): 대기천(2,160.3) > 송천 상류(877.0) > 송천하류(482.3) > 오대천(331.7) > 골지천(170.5) > 조양강(192.9) > 어천(165.7)).
- 도암호의 경우 댐앞 SS 농도는 5.5~16.1 mg/L로 호소수질 III 등급 이상이고 TOC

는 Ia-III 등급 수준임. 그러나 강우 시 상류에서 유입되는 흙탕물로 인해 호소 상류의 표층~중층과 중하류(댐 앞)의 중층~심층의 SS 농도가 높은 것으로 분석됨. 즉 고농도의 흙탕물이 유입되나 댐 내에 침전되고 SS 농도가 감소되어 하류로 방류되고 있음

- 남한강 상류의 경우 송천은 대기천과 합류되면서 수질이 악화되고 있음. 대기천의 경우 유역면적 및 유량이 적으나 수질이 나빠 남한강 상류 소유역중에 배출 부하량이 가장 큰 것으로 나타남. 또한 단위면적당 배출부하량은 송천(사율)가 큰 것으로 분석됨
- 남한강 상류 대기천 유역의 경우 비점오염원 관리지역을 지정하였는데 흙탕물 저감 사업 추진이 시급한 실정임. 이외에도 미지정된 오대천 및 어천 상류 지역의 고령지발 관리가 필요함. (유량가중 평균 SS 최고 농도가 오대천은 331.7 mg/L, 어천은 165.7mg/L 정도임)
- 그동안 영세농업 또는 임대농업 경작자의 하류 하천의 환경에 대한 책임감 부재로 인해 자발적인 저감 노력이 부족한 실정임. 또한 국·공유지의 임의/불법 경작에 대한 관리·감독 소홀 문제. 또한 국고 투입을 통한 흙탕물 저감 시설에 대한 효율적인 운영 및 관리 소홀로 인해 흙탕물 저감효과에는 한계가 있음
- 흙탕물 방류로 인한 상하류간 갈등이 고조되고 있어 도암호 수질 개선을 통한 타협점을 찾으려 많은 노력을 기울이고 있음
- 현재 남한강 상류 경작지에 대한 농지 개간 및 객토로 인하여 흙탕물이 지속적으로 발생하고 있음. 따라서 발생원 위주의 다양한 관리대책이 수립되어 추진되어야 함
- 남한강 상류 흙탕물 발생 관리를 위해서는 현재의 추진되고 있는 사업을 성공적으로 추진하고 사업의 효과도 분석하여 향후 흙탕물 관리를 위한 효과적인 관리방안이 도출되어야 함
- 현재 대기천의 경우 시행계획 수립에 따라 다양한 저감 대책이 제시되어 왔으며, 민관 거버넌스를 통해 비용 효율적인 저감 대책에 대한 적극적인 지원이 이루어질 것으로 기대됨
- 특히 송천 “고령지마을 친환경 발전 마스터플랜(가칭)”을 수립하여 농민과 지역 주민, 그리고 문화와 환경이 어우러지는 발전 방안이 마련되었고 현재 도암호 시행계획에 반영되어 추진될 것임
- 또한 골지천의 경우 소유역별 정밀 조사를 통해 보다 효율적인 흙탕물 저감 대책을 도출하려 하고 있으며, 오대천·어천 지역의 경우 효율적인 흙탕물 관리 방안을 검토 중에 있음(고령지발 면적 (km²): 골지천 (20.2) > 어천 (17.3) > 오대천 (10.3) > 송천 (5.7) > 대기천 (3.9))
- 현재 임의/불법 경작지에 대한 관리·감독을 철저히 하고 있음(환경부와 산림청과 합

동 단속을 통한 원상 복구 추진 등)

- 또한 계단밭과 같은 발생원 관리 시범 조성사업을 통해 농가 소득 증대 및 흙탕물 발생 저감을 위한 노력을 하고 있음
- 경작자에 대한 환경 오염행위 책임 부여를 위한 관련 법령 개정을 통해 적극적인 흙탕물 저감을 위한 노력을 하고 있음
- 또한 지역 주민에 대한 교육·홍보를 통해 비점오염원/흙탕물에 대한 의식·인식 전파 및 비점오염원 전문가 양성을 통한 체계적인 비점 관리를 추진하고 있음

4.3.2 도시 물순환 복원을 위한 소하천 되살리기 극대화

- 한강은 넓은 유역면적에 상류는 강원도의 넓은 산림으로, 하류는 서울 등 대도시로 이루어진 특성을 지님. 중상류에 다수의 댐과 보가 설치되어 있으며, 하구는 4대강 중 유일하게 하굿둑이 설치되지 않음
- 서울시 상수원은 팔당호와 잠실상수원을 100% 사용하고 있는데, 잠실상수원 팔당 상수원에 비해 수질 오염이 높아서 개선해야 할 여지가 많음. 또한 하남시, 구리시, 남양주시에서 들어오는 하수의 오염이 높고 관련 지자체의 종합 수질 대책이 부족한 형편임. 물순환을 위해 수원의 다원화가 필요하며 이를 위해 소규모 지하수원 개발도 하나의 방법임
- 서울시 하천은 국가하천 4개소와 지방하천 36개소, 소하천 18개소로 총 58개 하천이 있음. 이 중 24개의 소하천은 일부 또는 전부가 복개되어 있어, 하천 기능을 완전히 상실한 상황임. 이 소하천을 살려서 한강의 물순환 회복을 적극적으로 도모할 필요가 있음<그림 4-5>



<그림 4-5> 국가 및 지방 하천 유로

- 소하천의 건천화 방지를 통해 생태하천 도모를 위한 유량 확보를 위해 기존 하수처리 시설의 물 재이용을 적극 추진하는 한편, 건물에서 사용된 하수를 처리하여 하천으로 방류하는 시스템의 구축을 통해 물 재이용을 촉진할 필요가 있음. 소하천의 특성에 따라 식생 확보, 사행저수로, 여울, 습지 등을 조성하고, 특히 가능한 구간은 생태경관보전지역으로 지정하여 관리함
- 이러한 다양한 수원의 적극적인 물 재이용을 통한 소하천의 건천화 방지 및 도심 내 생활계에서 유입되는 유기물질, 영양물질 제어와 공단·산단 내에서 유입되는 유해화학물질 제어 및 관리 중심보다 다각도의 수질-수량은 도시 내에서 순환될 수 있도록 구성해야 하며, 물순환의 원리에 입각해야 함. 따라서 물 순환을 위한 유역 저류량 및 침투량 개선과 하수재이용을 포함한 최대한의 물재이용이 이루어질 수 있는 방법이 필요함<그림 4-6>

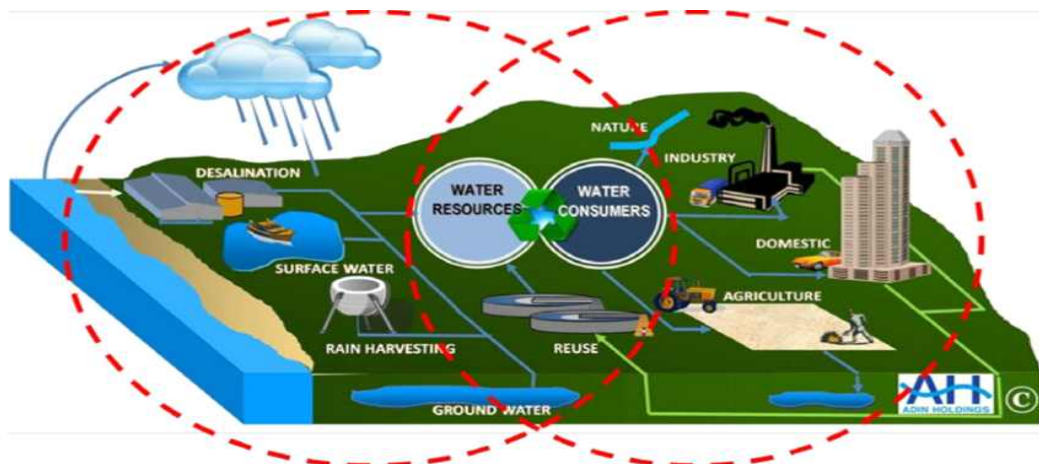


Fig. 1. Holistic water cycle.

<그림 4-6> 도시내 물재이용을 극대화한 물순환 복원 하천

* 4개 권역별 중앙천물환경권역이 “도시기능강화의 중심”이며, 탄천 물환경권역은 “자연·생태성 우수지역”, 안양천물환경권역은 “도시기능개선의 매개”, 홍제천물환경권역은 “친환경주거도시의 기반”으로 하는 지역 특성을 가진다. (2020 서울특별시 물환경 종합관리계획, 2015, 서울특별시)

- 사람과 자연이 하나되어 살아가는 우리 강을 위해서 상류는 생명이 숨쉬는 강(보존 중심), 중류는 맑은 물이 흐르는 강(관리/유역 중심), 하류의 경우 더불어 사는 강(오염물질 정화) 등으로 구분하여 관리체계를 구축하고자 함<그림 4-7>



<그림 4-7> 사람과 자연이 하나되어 살아가는 우리 강

4.3.3 도시내 하수처리장 및 소규모 NBS를 연계한 다중 오염 방지 하천

- 우선 수질개선을 위해 소유역별로 현재 하천 상태를 종합적으로 진단하고, 토지이용-오염원-지역사회 여건 등 유역별 특성을 고려한 맞춤형 관리를 추진함. 유역별로 차별화된 하·폐수처리장 방류수 기준을 마련하고, 유입유량의 변동이 크고 효율성이 낮은 마을단위 소규모 시설은 인공습지 등 자연기반해법(NBS)* 기반 시설로 개량을 추진함

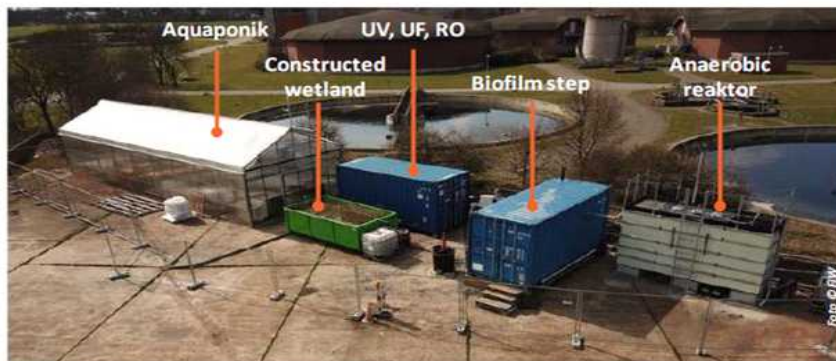
자연기반해법(Nature-based Solutions, NBS)

- NBS는 수문학과 생태 간의 상호작용에 초점을 맞춘 통합과학인 Eco-hydrology를 이용하며, 인프라 설계에 생태계 원리(물질순환, 에너지 흐름)와 생태계 구성요소(식물, 토양, 물, 동물 등)를 연계하는 생태적 설계 기법

- 합류식 관거 정비 등 강우 시 월류수와 미처리 하수 저감, 저영양개발(LID)을 통한 도시지역 비점오염 저감 노력과 함께, 가축분뇨 관리 선진화(바이오가스화 등 공공처리 시설 확충)와 양분관리제, 친환경 농법* 보급 등 농촌지역 비점오염 저감을 위한 종합 대책을 마련함

*시비량 및 물꼬 관리, 지표 피복, 얇은 물 써레질 등 친환경농법(최적관리기법) 보급

- 하수의 재이용의 활용성을 높이기 위해서는 풍부한 수량과 함께 처리수질의 고급화는 전제조건 중의 하나임. 일반적으로 전통적 하수처리시설은 일반적인 오염물질(BOD, SS)을 비교적 효과적으로 제어를 하고 있으나, 최근에 불거지고 있는 미량오염물질처리는 부족한 형편임. 따라서, 생태하천의 수질-수량을 확보할 수 있는 수준까지 이용할 수 있도록 도시 내 하수처리장의 처리수를 업그레이드시키는 사업을 추진함<그림 4-8>
- 실제로 소하천에서 환경생태유량을 확보하기 위해서는 수생태 건강성 유지 확보 측면에서 유지해야 하는 유량으로 기존의 여러 보고서에 의하면, 이를 위해서는 미량오염물질 제거와 같은 수질의 확보도 매우 중요한 요소임. 따라서, 기존의 하천유지용수로 사용하는 부분에서 환경생태유량의 확보를 위한 시범적 하수처리장과 유역을 선정하여 다중 오염 방지 실시 필요도 있다고 생각됨⁷⁾



<그림 4-8> 해외 소규모 NPS-공학 연계 처리시설
(AWAREGIO)

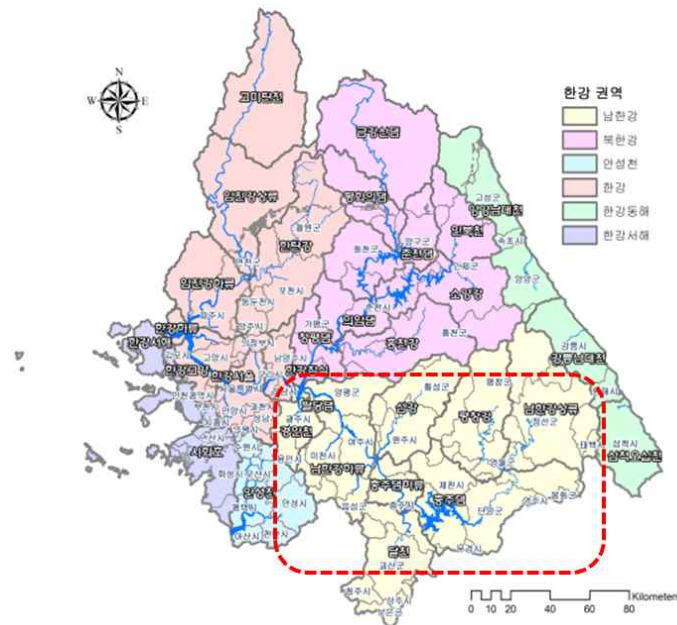
4.3.4. 한강 중류 수질 현황 분석 및 물순환

- 한강 대권역은 29개 중권역과 265개 소권역으로 구분되며, 한강유역환경청에서는 중권역 15개와 소권역 124개로, 원주유역환경청에서는 중권역 14개와 소권역 141개로 구분함
- 이 중 팔당댐 기준 북한강유역은 강원권에 해당하는 것으로 판단되며, 한강중류(경기권)에서는 남한강을 중심으로 수행되고 해당하는 중권역은 다음과 같음
 - 한강중상류(경기권)에 해당되는 중권역: 팔당댐, 경안천, 남한강하류, 섬강, 충주댐 하류, 달천, 충주댐, 평창강 등 8개 중권역
 - 해당 중권역은 인문사회 현황 고려사항으로 인구, 토지이용, 축산, 산업(폐수배출사업장, 산단하천 수질측정소 현황), 환경기초시설 등이 있으며, 물환경 현황 고려사항으로 수량(용수, 하천, 호소, 댐 현황)·수질 및 수생태(팔당호 상수원 규제, 한강 수변

7) https://www.fiw.rwth-aachen.de/fileadmin/user_upload/Download/PDF/awaregio_FlDinl_8S_en.pdf

구역, 팔당 상수원수질보전 특별대책지역, 댐, 농업용 저수지, 보·어도 등)이 있음

- 한강중류(경기권) 중권역별 공간적 고려사항을 살펴보면, 경기도는 통합물관리 계획의 효과적인 추진을 위해 경기도를 5개 유역으로 구분·접근하여 물관리 목표를 설정 추진하고 있음<그림 4-9>
- 경기도의 주요하천과 행정구역 분류를 기준으로 팔당댐 상류유역 포함하였고, 경기도에서는 각 주요 유역에 대한 특성을 제시하고 있음



<그림 4-9> 한강중류(경기권) 대상의 공간적 범위

- 경기도의 5개 주요유역은 팔당댐 상류, 한강하류, 임진강, 안성천, 경기서해가 있으며 경기도 통합수 물관리 기본계획 수립에 따라 유역 특성을 고려한 관리방안을 제시하여 운영하고자 함<표 4-19>
- 수질·생태계·수량을 이수/치수적 측면에서 문제점을 살펴본 결과 <표 4-20>과 같음. 수질 이수 측면에서 본류 중심 관리로 인한 지역간 수질오염 및 수생태계 관리 격차 고착화, 치수 측면에서는 홍수발생으로 유해물질로 인한 생태계 영향, 수질변화에 따른 수생태계 건강성 악화 등으로 자연하천 물질순환 저해 등의 문제점이 발생되고 있음. 생태계 치수 측면에서는 수생태 건강성 회복 중심의 도랑관리정책의 사전·사후 평가체계 부족 등이 있으며, 이수 측면에서 보, 제방 등 하천 인공구조물에 의한 물 흐름의 정체성과 비점오염원에 의한 영양염류의 하천유입 등으로 인해 하천·호소의 조류 발생으로 인한 수생태계 건강성 훼손 등이 있음

<표 4-19> 경기도 통합 물관리 기본계획 수립(2017)에 따른 경기권 5개 주요유역

구분	주요 하천 및 호소	행정구역명	유역 특성
팔당댐 상류	남한강, 북한강, 경안천, 팔당호 등	가평군, 여주시 등 8개 시·군	상수원지역으로 규제를 받아 규제완화 요구가 많은 지역인 반면 경기도에서 수질 및 수생태계가 가장 잘 보전되어 있는 청정지역
한강하류	안양천, 탄천, 굴포천 등	고양시, 안양시 등 17개 시·군	도시화된 지역으로 하천관리에 대한 주민들의 의식이 높고 재정 여건이 좋은 지역
임진강	신천, 포천천, 영평천 등	연천군, 파주시 등 5개 시·군	접경지역으로 개발이 활발하게 진행되고 있으나 물부족이 나타나고 수질 및 수생태계 개선이 필요한 지역
안성천	진위천, 오산천, 황구지천, 평택호 등	수원시, 안성시 등 8개 시·군	도시화된 지역으로 전반적으로 수질이 좋지 않고 평택호 수질관리, 상수원 규제로 인한 갈등이 발생
경기서해	시화호, 화성호, 남양호 등	시흥시, 화성시 등 5개 시·군	방조제 건설로 인해 기존의 담수호의 수질이 좋지 않고 화성호의 해수유통 문제로 갈등이 있으나 서해와 인접하고 있어서 생태적 잠재력이 큰지역

<표 4-20> 수질·생태계·수량 주요 문제점

구분	이수	치수
수질	<ul style="list-style-type: none"> • 본류 중심 관리로 인한 지역간 수질 오염 및 수생태계 관리 격차 고착화 	<ul style="list-style-type: none"> • 홍수발생으로 유해물질로 인한 생태계 영향, 수질변화에 따른 수생태계 건강성 악화 등으로 자연하천 물질순환 저해 등의 문제점 발생
생태계	<ul style="list-style-type: none"> • 보, 제방 등 하천의 인공구조물에 의한 물 흐름의 정체성과 비점오염원에 의한 영양염류의 하천유입 등으로 인해 하천·호소의 조류 발생으로 인한 수생태계 건강성 훼손 	<ul style="list-style-type: none"> • 한강 대권역과 중권역 중심의 유역관리정책으로 인한 수질오염 및 수생태계 관리 격차 고착화 <ul style="list-style-type: none"> – 수생태 건강성회복 중심의 도량관리정책의 사전·사후 평가체계 부족 • 환경부의 수생태계 건강성 조사 및 평가가 국가 및 지방하천 중심의 수생태계측정망을 대상으로 시행되고 있으나, 소하천 등 작은 지류지천에 대한 조사가 이루어지지 않고 있는 실정
수량	<ul style="list-style-type: none"> • 현행 남한강 댐들 운영으로는 하천 유지유량·갈수기 유량을 충족하지 못하여 하류 유역의 수질·생태계 악화에 영향을 미침 	<ul style="list-style-type: none"> • 치수를 위한 제방 설치, 홍수침수방어를 위한 하천단면 직강화에 의한 하천 지형 고착화, 하천흐름 변화인 유황의 단순화, 강의 육역화 등의 악영향 미침

- 국립환경과학원에서는 전국 800여개 지점의 물환경측정망(생물분야·하천환경분야·수질분야 등)을 기반으로 하천 물환경 상태 분석 및 등급 부여하여 관리
- 한강 주요 3개 보(강천보, 여주보, 이포보) 수질 현황을 살펴보면, 다음과 같음
 - 본류 중심 관리로 인한 지역간 수질오염 및 수생태계 관리 격차 고착화 : 도량관리, 지천 관리로부터 형평성 있는 본류 관리체제로 진행 필요
 - 유해물질로 인한 생태계 영향, 수질변화에 따른 수생태계 건강성 악화, 한강지류의 비점오염원에 의한 영양염류 유입으로 자연하천 물질순환 저해 등의 문제점 발생
- 집중강우 시 토사유출로 인한 토양침식 및 탁수 발생 및 비점오염물질 발생

4.3.5 상하류 협력을 통한 유역 맞춤형 수질 관리

- 맑은 물이 마르지 않고 항상 흐르는, 이수적, 치수적, 환경적 기능을 유지할 수 있는 강의 모습을 되찾기 위해서는, 유역 맞춤형 수질관리를 강화해야 함.
- 한강 하류의 경우 상류 기원의 오염물질 및 유역 기원의 쓰레기로 인해 및 수생태계 관리에 큰 어려움을 겪고 있음
- 상류 기원 오염물질로 인한 수질 및 수생태계 개선의 필요성
 - 상류 기원의 오염물질로 인해 하류 및 하구의 수질 및 수생태계 개선이 필요함 상황임
 - 한강하구의 경우 환경부와 해수부로 관리 특성에 따라 구분되어 있어 통합관리가 부재한 상태로 수질 및 수생태계에 영향을 미치는 다양한 문제에 적극적 대응의 어려움이 존재함
 - 한강 서해 중권역 내에는 2천만㎡를 상회하는 폐수배출지역(산업단지 등)이 집중되어 있어 중권역의 인천 내 하천의 경우 수생태계 등급이 D~E등급으로 좋지 않으므로 이에 대한 개선도 필요한 상황임
- 유역 기원 쓰레기로 인한 수질 및 수생태계 개선의 필요성
 - 한강을 통해 한강하류 및 하구로 유입되는 육지에서 기원된 쓰레기의 관리방안이 필요함
 - 한강을 통해 유입된 쓰레기가 한강 하류 및 하구, 일부 도서까지 환경적인 영향을 주고 있어, 환경부, 서울시, 경기도, 인천시가 매해 예산을 분담하여 쓰레기를 수거, 처리 중이나 역부족이므로 이에 대한 대책 마련이 필요
- 한강 하류에 위치한 인천시는 물이용부담금의 주체임에도 불구하고, 상류지역의 수질 개선 노력에 대한 직접적인 체감 및 공감에 어려움이 있어 이에 대해 지속적인 문제를 제기하고 있는 상황임
- 하류지역의 감시·관리 모니터링 참여를 통해 상·하류가 협력하는 상수원 수질 개선 감시·관리체계 구축 검토 필요

4.3.6 수원의 다변화를 통한 물 취약지역 물복지 개선

- 강원도 인구의 약 절반이 거주하고 있는 속초시, 강릉시, 원주시 및 동해시 지역에서는 가뭄 시에 물 부족의 위험이 항상 노출되어 있으며, 가뭄 시 가뭄 발생 지역에 급수차를 통한 운반급수, 급수 시간 단축에 따른 제한 급수 등 비상 급수를 시행하고 있음
 - 이들 지역에 생활용수를 공급하는 물그릇은 학사평저수지(속초), 오봉저수지(강릉), 횡성댐(원주), 달방댐(동해)이나, 물그릇의 용량은 물론 유역 면적이 적어 안정적인 용수공급에 어려움을 겪고 있음
 - 이들의 저수용량은 연간 급수량의 50% 수준으로 강수량의 시공간적 분포에 따라 물

부족의 우려가 지속되고 있으며, 제한급수 상황도 빈번하게 발생하고 있음

- 수도권에 용수를 공급하는 소양강댐, 충주댐, 화천댐 등의 저수용량은 연간 급수량의 150% 수준이며, 유입유량도 상대적으로 풍부하여 상류지역의 물이용 여건과 큰 격차를 보임
- 무한적인 상수도 보급률의 증가 정책보다는 지역의 특성을 반영한 물그릇의 확보 등 안정적 수량 확보를 위한 정책 및 수원의 다변화를 통한 물 취약지역의 물 복지를 개선할 필요가 있음<그림 4-10>
- 지금까지 물 부족 지역에 대한 대응은 근본적 해결보다 병물 공급, 관정 개발 등 임시방편적인 사후 대책 중심이었음
- 상수도 확충사업으로 보급률을 증가시켜왔으나, 향후의 투자 대비 보급률 증가는 갈수록 낮아질 것으로 예상
- 상수도 보급률의 증가 정책뿐만 아니라 지역의 특성을 반영한 물그릇의 확보 등 안정적 수량 확보를 위한 정책으로의 전환이 필요함
- 지속 가능하고 안정적인 물공급을 위해서는 지표수에 대한 의존도를 낮추고, 강수, 지하수, 재활용 용수 등을 취수원으로 개발하여 취수원을 다변화할 필요가 있음
- 또한 수자원의 효율적 이용 및 관리를 위해서는 시·군별 행적구역으로 수립되고 있는 수도정비계획에서 벗어나 유역 단위 물 공급 체계를 마련하는 것도 필요함

먹는 물도 말랐다...'겨울 가뭄' 동해안 식수까지 걱정

SBS조재근 기자

입력 : 2019.01.25 08:12 | 수정 : 2019.01.25 09:12



<앵커>

울거울은 유난히 눈을 보기가 힘들죠. 특히 강원도 동해안의 겨울 가뭄이 길어지면서 산과 들은 바싹 마르고 식수까지 걱정해야 할 지경입니다.

너무 건조하다 보니 산불 발생도 크게 늘었는데, 조재근 기자가 현장을 둘러봤습니다.

<기자>

속초시의 상수원인 쌍천입니다. 속초시 생활용수의 90% 이상을 공급하고 있는데 바닥을 드러냈습니다.

하천물이 지하로 모이는 집수정 근처도 바싹 말랐습니다.

지난달 4일 7.1mm의 강수량을 기록한 뒤 1mm 넘는 비가 51일째 내리지 않았습니다.

다음 달까지 비다운 비가 오지 않으면 제한 급수를 해야 할 상황입니다.

[지역이슈]강원영서 가뭄에 마른장마 타들어 가는 농심

저수지 저수율 32.7%에 그쳐 소양강댐도 48.4% 뚫

가용 급수차 총동원, 식수와 생활용수 공급 총력

전방부대 식수마저 차질...장병들 큰 불편

매년 반복되는 가뭄 근본적 대책 필요

가뭄으로 래프팅 명소 '개점휴업'...여름특수 실종

등록 2019-07-14 20:24:59



【인제=뉴스1】한윤식 기자 = 최근 강원 영서지역에 가뭄이 지속되는 가운데 지난 13일 오후 인제군 남면 소양호가 극심한 가뭄으로 바닥을 드러내고 있다. 이날 현재 소양강댐 수위는 172.52m, 저수율 48.4%로 올 들어 수위는 10.4m, 저수율 15.9% 감소했다.2019.07.14. ysh@news1.com

<그림 4-10> 생활용수 및 농업용수 부족 관련 뉴스

4.3.7 유역 단위 하천 수량·수질 관리체계 구축

○ 유역 단위 하천 수질관리를 위한 수량·수질 관리 통합

- 유역 단위 하천 수질 개선방안은 ‘물순환체계 개선’과 ‘구조적·비구조적 개선’으로 구분되며, 물순환체계 개선방안은 지속가능한 하천 유량과 유속을 확보하여 수질 개선을 도모하는 방법임. 구조적·비구조적 하천수질 개선방안은 직접적으로 하천수질을 개선하기 위해 구조적·비구조적 최적관리방안을 적용하는 방법임<표 4-21>
- 구조적 최적관리방안에는 저류시설·인공습지·유공성포장·침투저류지·침투도랑·식생여과대·식생수로 등의 자연형시설과 와류형·여과형·응집침전형 등의 장치형 시설이 있음
- 비구조적 관리방안에는 도로청소·맨홀청소 등의 도시비점 관리방안과 시비량 관리·지표면 멀칭·농업용수 관리 등의 농업비점 관리방안이 있음
- 하천유량 확보방안은 직접 확보방안과 간접 확보방안으로 나눌 수 있으며, 직접 확보방안은 하천수의 저장, 취수 및 조절, 하수처리 방류수의 활용, 타 유역에서의 공급, 지하철 지하수 이용 등이 있으며, 간접 확보방안은 수질관리, 지하수 관리, 유역관리, 물절약, 대체 수자원 개발 등이 있음(국립방재연구원, 2012)⁸⁾

8) 소하천 설계기준, 국립방재연구원(2012)

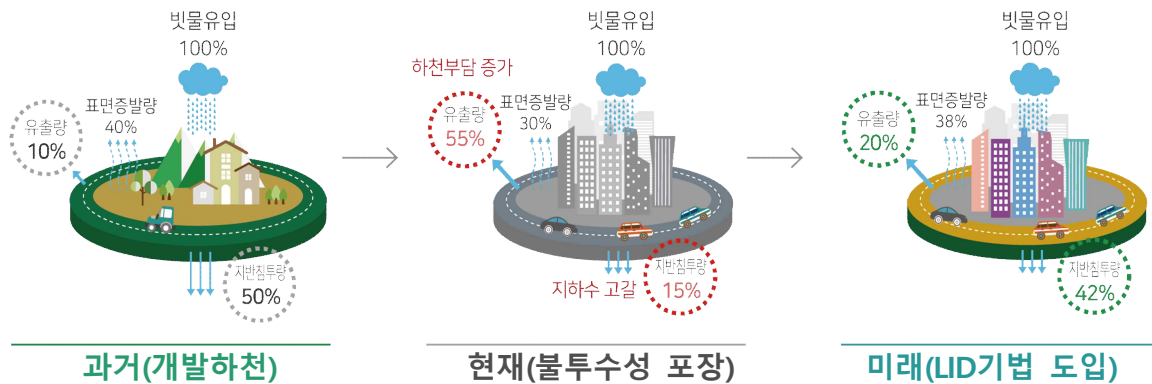
<표 4-21> 하천유량 확보방안(국립방재연구원, 2012)

구분	수원	구조물/활동	목적	세부 대책
직접 확보	하천수의 저장, 취수, 유량 등 조절	댐, 보, 취수시설	<ul style="list-style-type: none"> 평상 시 하천수를 저장하여 부족 시기의 수량 및 수질 향상에 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 하천 유수점용허가 정비 및 관리 모니터링 기존 저수지 운영을 개선 및 용수 재배분 신규댐 설계기준 수정 및 수원 개발
	하수처리 방류수 활용	하수처리장, 방류시설	<ul style="list-style-type: none"> 하수처리 재이용을 통한 하천 유량 증대 	<ul style="list-style-type: none"> 하수처리장 방류수의 상류지역 방류 소규모 하수처리장으로 현지처리 확대 분류식 하수관거 설치
	타유역에서 공급	도수, 취수시설	<ul style="list-style-type: none"> 자체 유역 수자원 증대가 어려워 유역 외 도수 	<ul style="list-style-type: none"> 도수시설로 공급
	지하철 지하수	집수, 도수시설	<ul style="list-style-type: none"> 지하철에서 발생하는 지하수를 이용 	<ul style="list-style-type: none"> 지하철 지하수 용출수 이용
간접 확보	수질 관리	하수처리장, 배수시스템, 농업화학시스템	<ul style="list-style-type: none"> 하수처리 개선 오염원 저감 습지 복원 등 	<ul style="list-style-type: none"> 하수처리장 확장 및 정비 수질기준에 따른 하수처리장 설계 지하수 오염시설물 제거
	지하수 관리	관정, 함양시스템	<ul style="list-style-type: none"> 과도한 지하수 채수 금지 지하수와 관련된 생태계 보호유량 확보 강수 침투 향상 지하수 수질 개선 	<ul style="list-style-type: none"> 지하수 이용정책(요금 부과 등) 함양 저류지 건설 지하 대수층 관리 지표수-지하수 연계 이용
	유역 관리	토지이용관리, 농장관리, 침식관리, 산림 및 식생 관리	<ul style="list-style-type: none"> 유역의 저류능력 향상 및 비조절유량 감소 침식 및 유사 감소 토양 안정성 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 침투율 향상 대책 각종 유역관리대책 실행 산림 및 식생 관리 농업 이용 관리
	물 절약	수도관, 수요관리정책	<ul style="list-style-type: none"> 상수도 유수율 향상 물이용량 감소 	<ul style="list-style-type: none"> 노후관 교체 물이용 모니터링 물값 인상 및 절수기 도입
	대체 수자원	해수담수화, 빗물 이용	<ul style="list-style-type: none"> 물재이용 및 순환을 통한 공급 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 물재순환 시스템 구축 해수담수화, 빗물이용 종합 추진

○ 물순환을 위한 유역 저류량 및 침투량 회복

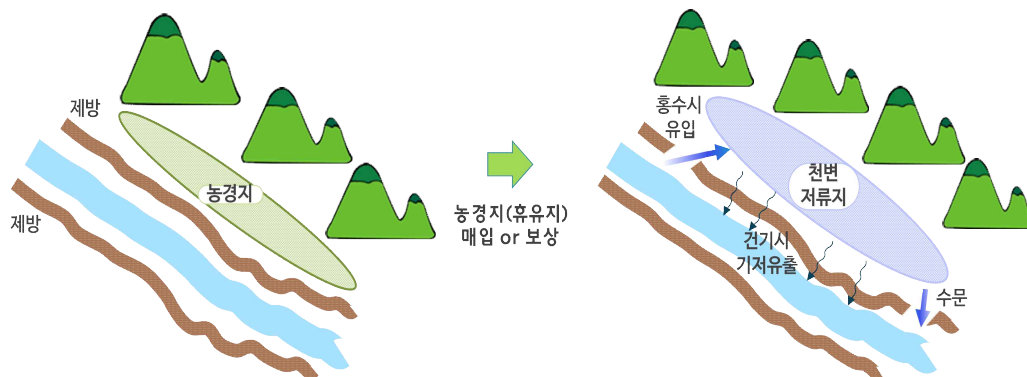
- 유역의 건전한 물순환 회복과 강의 유량감소 방지를 위해 유역 저류량 및 침투량을 증가시켜 기저유출량을 회복함
- 도시지역의 경우 물순환 확대를 위해 그린인프라(GI)*, 저영향개발(LID) 등 도입을 확대하고 경제적 유인책을 마련함<그림 4-11>

* 가정 혹은 마을단위의 빗물저류 시설, 소규모 저수지, 습지, 레인가든(rain garden), 식생수로 등 환경 친화적 빗물 저류 및 침투 시설 등



<그림 4-11> 도시 물 순환 개념

- 비도시지역의 경우 친자연적 습지, 천변 저류지, 물담병 등 소규모 저류공간을 조성하여 갈수기 하천에 유량 공급을 추진하고, 간벌 등 산림관리를 통해 국토의 75%를 차지하는 산림지역의 침투 및 저류량을 늘리는 방안도 병행함<그림 4-12>



<그림 4-12> 휴경지 매입을 통한 저류지 조성사업(예시)

- 또한, 유역 물순환 저해요인과 회복방안 등을 평가할 수 있도록 물순환 건전성 영향평가 기법 등을 꾸준히 연구·발전시킴
- 하·폐수 처리수 재이용, 중수도·빗물 이용 등 대체수자원의 활용을 높이고, 댐·저수지 등 대형 물그릇의 운영 효율화를 통한 유량 증대 등 수원 다변화도 추진함<그림 4-13>



<그림 4-13> 하수재이용 개념

- 아울러 하류의 대형 하·폐수처리장 분산 배치, 지방·마을 상수도 확충 및 통폐합 등을 통해 공급 유연성 확보 및 특정 구간의 유량부족 집중도 방지함
- 상수도 누수저감*, 용수절약 등 수요관리로 용수사용의 비효율을 개선하면 실질적으로 물그릇이 확대되는 효과도 있음<그림 4-14>

*전국평균 누수율은 10.5%(6.8억 m^3)이며, 누수율 20%가 넘는 지역(전남, 전북, 경북, 제주)에 대한 우선 투자 필요(2017 상수도통계, 환경부)

- 또한 약 40%로 추정되는 관개용수 손실 방지를 위한 관개수로망 정비와 농작물-용수 생산성 제고 등 농업용수 효율화도 추진함

※ 농업용수 93억 m^3 의 관개용수 손실을 10% 줄일 경우 4억 m^3 /년 절수 가능

먹는 물도 말랐다...'겨울 가뭄' 동해안 식수까지 걱정

SBS조재근 기자

입력 : 2019.01.25 08:12 | 수정 : 2019.01.25 09:12



<앵커>

올겨울은 유난히 눈을 보기가 힘들죠. 특히 강원도 동해안의 겨울 가뭄이 길어지면서 산과 들은 바싹 마르고 식수까지 걱정해야 할 지경입니다.

너무 건조하다 보니 산불 발생도 크게 늘었는데, 조재근 기자가 현장을 둘러봤습니다.

<기자>

속초시의 상수원인 쌍천입니다. 속초시 생활용수의 90% 이상을 공급하고 있는데 바닥을 드러냈습니다.

하천물이 지하로 모이는 집수정 근처도 바싹 말랐습니다.

지난달 4일 7.1mm의 강수량을 기록한 뒤 1mm 넘는 비가 51일째 내리지 않았습니다.

다음 달까지 비다운 비가 오지 않으면 제한 급수를 해야 할 상황입니다.

[지역이슈]강원영서 가뭄에 마른장마 타들어 가는 농심

저수지 저수율 32.7%에 그쳐 소양강댐도 48.4% 뚫

가용 급수차 총동원, 식수와 생활용수 공급 총력

전방부대 식수마저 차질...장병들 큰 불편

매년 반복되는 가뭄 근본적 대책 필요

가뭄으로 래프팅 명소 '개점휴업'...여름특수 실종

등록 2019-07-14 20:24:59



【인제=뉴스시스】한윤식 기자 = 최근 강원 영서지역에 가뭄이 지속되는 가운데 지난 13일 오후 인제군 남면 소양호가 극심한 가뭄으로 바닥을 드러내고 있다. 이날 현재 소양강댐 수위는 172.52m, 저수율 48.4%로 올 들어 수위는 10.4m, 저수율 15.9% 감소했다.2019.07.14. ysh@newsis.com

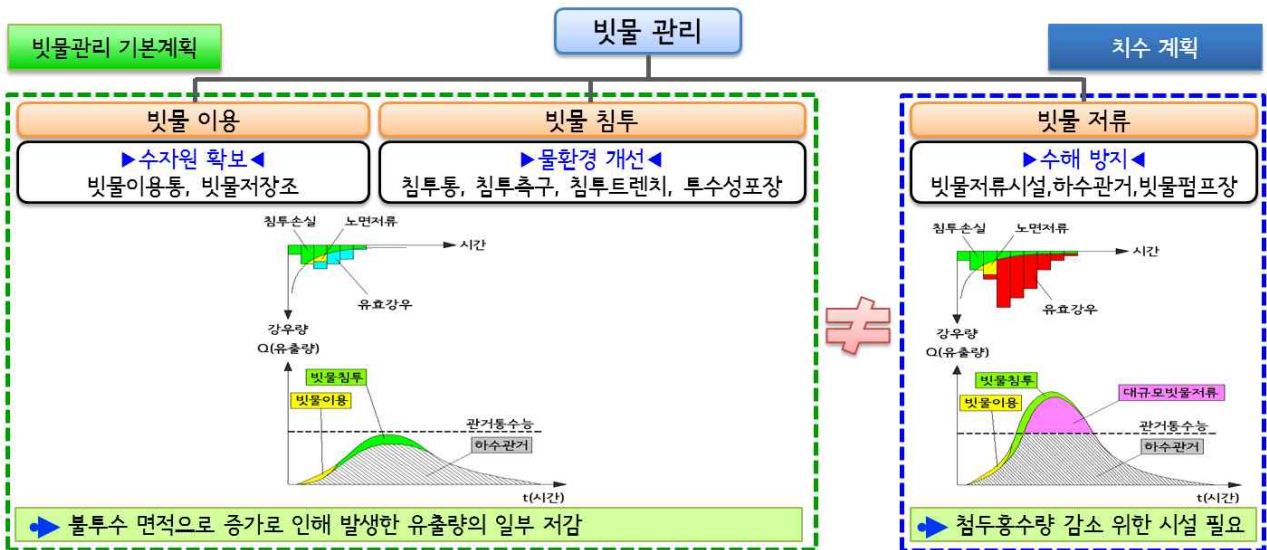
<그림 4-14> 생활용수 및 농업용수 부족 관련 뉴스

4.3.8 빗물관리시설 설치 및 운영(서울특별시, 2013)9)

○ 빗물관리시설 설치 및 운영을 통한 물통합 관리체계 마련

- 빗물관리시설은 빗물관리 방식에 따라 분산식, 집중식으로 구분되며, 분산식 빗물관리는 연간 발생하는 총강우를 대상으로 유출 총량을 저감시키는 것을 목적으로 하며, 침투와 이용시설이 이에 해당됨. 집중식 빗물관리는 홍수를 유발시키는 이벤트성 단일강우를 대상으로 침투유량의 배제 또는 저감을 목적으로 하며, 하수관거, 빗물펌프장, 저류시설 등이 있음<그림 4-15>
- 토지이용형태에 따라 분산형 소규모 시스템과 대규모 중앙집중형 시스템의 적절한 균형이 필요하며 공공과 민간이 공동으로 관리하는 공동관리가 필요함
- 급격한 도시화에 따라 유출량은 증가하였으나 도시화 특성에 의해 하도정비가 어려운 경우 빗물 이용, 침투, 저류시설을 보다 적극적으로 도입하여야 함

9) 서울특별시 빗물관리 기본계획 - 빗물관리시설 설치 기본계획, 서울특별시(2013)



<그림 4-15> 빗물관리 방식에 따른 분리 적용

4.4 더불어 사는 강

4.4.1 한강대권역과 중권역 중심의 유역관리정책으로 인한 수질오염 및 수생태계 관리 격차 고착화

- 정부 각 부처에서 추진 중인 자연형 하천정비사업, 소하천정비사업, 생태하천복원사업 등은 국가하천과 소하천 관리사업에 집중된 사업으로 실제 지역주민들에게 영향을 미치는 마을 도랑 및 실개천 등은 방치되어 수질오염관리 및 수생태계 관리가 이루어지지 않고 있는 실정
- 우리나라의 법정하천인 국가하천, 지방하천, 소하천의 경우 국토해양부, 지자체, 행정안전부 등에서 관리하는 반면, 비법정하천인 도랑 및 실개천은 관리주체가 없기 때문에 도랑의 현황자료 부족, 마을주민들의 관심 소홀, 획일적인 도랑관리 등 문제점
- 대부분 도랑과 실개천은 소하천으로 유입되는 물길의 상류에 위치함으로 각종 오염원에 상대적으로 노출되기 쉬움에도 불구하고, 체계적인 수질수계관리가 되지 않고 방치되어 있는 실정
- 2006년부터 ‘우리마을 도랑 살리기 사업’을 기점으로 4대강 유역환경청 주관으로 도랑 복원·관리 사업이 추진되어 왔으나, 획일적인 도랑 관리의 한계점을 보인 사례가 많았음
- 경기도는 31개 시·군 소재 도랑을 대상으로 도랑실태 조사 및 우선복원 도랑 선정의 평가지표에 대한 표준화 연구를 진행하였으며, 도랑의 특성을 반영한 복원·관리 정책을 제시한 바 있음

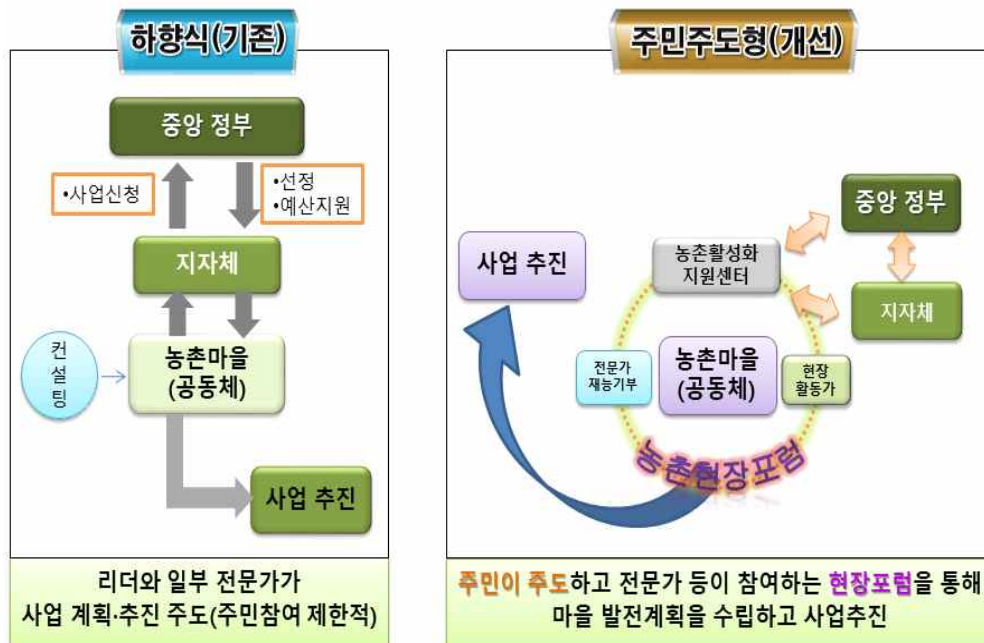
- 그러나, 현재까지 진행된 도랑복원사업의 평가 및 지속성에 대한 체계적인 사후평가 연구가 전무한 실정

4.4.2 유역 거버넌스 강화를 통한 물 관련 갈등 해소

- 소양강댐을 두고 피해를 보는 지역과 편익을 보는 지역이 극명하게 구분되어 있어, 수혜지역과 피해지역의 분리에 의한 딜레마 구조의 전환으로 사회·경제적 불평등을 최소화하는 것이 필요함
 - 소양강댐의 총 저수량은 29억³m³으로 국내 최대이며, 국내 농업용 저수지 17,531개의 유효저수용량 27.8억³m³ 보다도 많음
 - 소양강댐에서 방류되는 물은 계절별로 기온과의 차이로 타지역보다 안개일수가 많아 주민의 건강과 농작물에 피해를 주고 있음
 - 소양강댐 주변 230 km²을 자연환경보전지역으로 지정한 규제는 지역발전의 최대 걸림돌이 되고 있음
 - 댐 건설로 인한 수혜지역과 피해지역의 분리에 의한 사회·경제적 불평등을 최소화하기 위해서는 이해관계자(댐 관리자, 지자체) 및 지역을 이해하고 있는 지역 주민, 환경 관련 NGO 등이 참여하는 유역 거버넌스 구축을 통해 지원제도의 효율화, 환경규제 개선, 지역발전을 위한 공동 의제 등을 논의하고 개선방향을 마련하는 것이 필요함
- 도암댐은 남한강 최상류인 송천을 막아 이루어진 도암호의 물을 강릉 방향으로 수로터널을 뚫어 강릉남대천 상류에서 발전하는 유역변경식 발전 전용 댐으로 82MW 시설 용량으로 1991년부터 발전을 시작하여 연평균 18만MWh의 전력을 생산하였으나, 강우기에 질소, 인 등이 포함된 탁수가 강릉남대천을 오염시킨다는 문제제기로 2001년부터 발전방류가 중단되었으며, 중단된 이후부터는 도암호 물은 송천의 하류 구간으로 자연 방류 중임
 - 도암댐은 4,000만 톤의 저수량을 가지고 있지만 평창에서는 식수로 활용되지 못하고, 현재 방류되고 있는 정선과 영월지역에서는 수질오염에 대한 민원의 대상으로, 방류가 중단된 강릉지역에서는 남대천 건천화를 가중시키는 요인이 되고 있으며 유량의 감소로 수생태계 자정능력이 떨어지면서 남대천 하류는 수질이 악화되고 있음
 - 전력을 생산하지 못하고 있는 13년 간 기회비용은 3,250억 원에 달하고, 강릉시는 고용 감소 등으로 1,000억 원 이상의 경제 활성화 효과를 상실하였음
 - 도암댐 유역 비점오염저감에 192억 원이 지출되었으며 도암댐은 인, 질소, 부유물질 등 모든 항목에서 남대천 하류보다 양호한 수질을 유지하고 있지만, 도암댐 상류의 고랭지에서 유래하는 비점오염원의 근본적 해결이 필요함
 - 도암댐의 수질개선은 발전과 함께 평창에는 식수를, 정선, 영월, 강릉에는 깨끗한 물이 풍부하게 흐르는 강을 선사하며, 수력발전을 통한 재생에너지 생산은 저탄소 도시

를 추진하는 평창과 강릉의 친환경 정책과 부합함

- 도암댐은 환경을 고려하지 않고 건설된 측면도 있지만, 소중한 수자원이자 공유가능한 순환재생의 수자원인 만큼 지역간 상생을 위해 도암댐의 수질개선과 활용에 지혜를 모아야 함
- 농촌지역에서 발생하는 비점오염원은 불특정 다수의 장소에서 불확실하게 발생하기 때문에 구조적 대책을 통한 접근이 현실적으로 어려움. 발생원인 농경지에서 배출량을 줄이는 예방적 조치가 효과적이므로 농촌지역 주민들의 참여가 매우 중요함
 - 한강상류 수질개선을 위해 구조적인 점오염원 관리를 통한 수질개선 효과는 한계점에 도달하였으며, 상대적으로 오염원 부하비중이 큰 비점오염원 관리의 중요성이 커짐
 - 논농사의 경우 농업배수를 통해 비점오염물질이 하천으로 직유입되며, 밭농사의 경우 강우에 의한 토양유실과 함께 비점오염물질이 배출되는 영농과정에서의 배출 특성을 가지고 있음. 농촌지역 비점오염원은 불특정 다수의 장소에서 불확실하게 발생하기 때문에 정화시설의 설치가 현실적으로 어려워, 발생원에서 배출량을 줄이는 예방적 조치가 효과적이기 때문에 농촌지역 주민들의 참여가 매우 중요함
 - 환경부에서는 ‘물환경보전법’ 제54조 제1항 및 제5항에 따라 농업비점오염 발생이 심한 지역에 대해 비점오염원관리지역(양구 만대지구, 인제 가아지구, 홍천 자운지구)으로 지정하여 관리하고 있으나, 아직까지 강우 혹은 융설로 인한 농업비점오염 발생으로 하천 수질 및 수생태가 오염되고 있으며 이로인해 상하류 마을 주민들간의 충돌이 발생하고 있는 실정임. 따라서, 비점오염원관리지역에 대해 사후관리 뿐만 아니라 사전 발생원 관리를 통한 근본적인 대책 마련이 시급함



<그림 4-16> 농촌 마을 개발을 위한 하향식 및 주민주도형 접근 방식
(농림축산식품부)

- 농림축산식품부가 추진한 새만금유역 농업비점오염원 저감 기법 개발 연구 용역에서 농촌지역 농업비점오염원 관리를 위한 최적관리기법을 실제 현장에 보급·적용하고 이에 대한 관리·지원을 위한 새만금 상류유역의 거버넌스 구축을 시도하였음
- 주민참여형 비점오염원 관리를 시범적으로 운영하면서 전라북도 차원의 대유역 거버넌스 구축의 기반을 마련하고, 참여지구 해당 지자체 시·군단위의 소유역 거버넌스 구축을 통한 네트워크 확산의 필요성을 제시하였음
- 아직까지 시·군단위의 소유역에 적용한 실질적 저감효과 연구가 진행되지 않았음. 기존 농촌지역 비점오염원 관리 연구는 아직 소유역 단위에 적용한 실질적 수질개선 효과를 입증하지 못했으며, 농업영역에서의 접근으로 생활환경비점오염원 저감에 대한 노력은 미약한 수준임
- 농촌지역 비점오염원인 발생원 관리를 위해 한강 상류 경기도 설성천 소유역과 강원도 자운리 마을단위에서의 참여단위, 행정단위 거버넌스 구축 사업이 진행된 바 있음
- 설성천 유역에서는 참여단위 거버넌스로 농촌비점오염 관리를 위한 참여마을 공동체 실천역량 강화를 목표로 지속적인 주민교육 프로그램 운영, 주민 참여 실천활동 계획 수립 및 실천 등의 활동을 추진한 바 있음. 행정단위에서는 거버넌스 구축을 위한 협의체 구성 및 지역 공동체 연계를 목표로 유역 내 이해관계자를 발굴하고 연계 활동을 진행하고 협의체 구성(안) 제시 및 현장활동가 양성 교육 프로그램을 개발하였음.

- 강원도 자운리 마을단위에서는 지속적인 참여단위 거버넌스 운영을 위해 현장포럼 프레임 기반의 주민 역량 강화 교육을 진행하였으며, 주민 참여형 거버넌스 운영을 위한 포럼 매뉴얼을 개발한 바 있음. 행정단위 거버넌스 구성 방안으로 다양한 이해관계자를 도출하고 지속적인 운영을 위한 중간지원 조직체 구성(안)을 제시하였음
- 소유역 단위의 거버넌스 구성을 바탕으로 대유역 단위로의 확장이 필요할 것이며, 지역 주민을 포함한 다양한 이해관계자들의 참여와 지속적인 거버넌스 운영을 위한 재정적, 제도적 기반 마련이 필요함



<그림 4-17> 참여마을 만들기 사업의 구성

출처 : 한국농어촌공사·농어촌연구원, 2016. 농업비점오염관리 거버넌스 운영 매뉴얼1.

절차	1회차	2회차	3회차	4회차
주인역량교육	주민역량교육	마을 실천 과제 워크숍	선진지 견학	마을 발전 과제 워크숍
목적	<ul style="list-style-type: none"> 농촌 비점오염저감 사업 참여 동기 부여 주민 역량 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 비점오염원 활동 인식과 역할 도출 깨끗한 환경 만들기 전략 과제 발굴 거버넌스 확대의 기반 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 환경을 배려하는 자발적 농민 양성 벤치마킹을 통한 지역리더 양성 	<ul style="list-style-type: none"> 농민의 자발적 참여 인식 제고 환경개선 실천교육 실시
내용	<ul style="list-style-type: none"> 농촌비점오염 및 BMP 이론 환경보전에 대한 기초 이론 농촌 공동체 주민역량강화 	<ul style="list-style-type: none"> 시범사업 관련 마을 비전/과제 검토 마을 전략 과제 발굴 환경보전을 위한 실천 계획서 작성 	<ul style="list-style-type: none"> 벤치마킹주제, 대상선정 계획서, 질문서 작성 현장견학 	<ul style="list-style-type: none"> 마을 환경개선을 위한 농민 참여 실천교육 프로그램 실시
참여자	마을주민 전체	마을주민 전체	마을주민 전체	마을주민 전체
진행자	<ul style="list-style-type: none"> 전문강사 현장활동가 	<ul style="list-style-type: none"> 퍼실리테이터 현장활동가 	마을리더	<ul style="list-style-type: none"> 퍼실리테이터 현장활동가
결과물	주민교육 결과	2회차 워크숍 내용정리	벤치마킹 결과보고	4회차 워크숍 내용정리

농민들의 농촌비점오염 관리 인식 제고 및 관리 주체 발굴을 통하여 거버넌스 기반을 구축하고 지속적 관리의 가능성을 확보한다.

<그림 4-18> 농촌비점오염 관리를 위한 현장포럼 프레임 예시

단계	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계
목적	비점오염의 이해를 통해 비점오염 요소 찾기	비점오염관리 실천 마을 사례를 통해 주민체감도 높이기	비점오염개선과제 도출및 개선을 위한 동아리 구성하기	마을에서 할수있는 개선활동 실행계획 세우기	주민활동으로 비점오염관리 실행계획 실천하기
주제	우리마을에는 어떤 비점오염원이 있을까요?	다른마을에서는 비점오염원을 어떻게 관리하고 있을까요?	비점오염원을 관리하기 위해 무엇을 할 수 있을까요?	우리는 개선과제를 어떻게 실행할 수 있을까요?	지속되기위해 보완이 필요한 것은 무엇일까요?
운영 방법	교육 + 워크숍 오염원 현장체크	벤치마킹 (견학) + 토론	워크숍 + 동아리 구성	워크숍 + 홍보	주민활동 + 피드백
운영 시간	3시간	1일	3시간	3시간	3시간
결과물	*마을환경지도	*비점오염 개선사례	*비점오염개선과제	* 실행계획서 작성	* 개선활동 + 평가
주체	<ul style="list-style-type: none"> 마을주민전체 퍼실리테이터(워크숍) 전문가 	<ul style="list-style-type: none"> 마을주민전체 견학 진행자 	<ul style="list-style-type: none"> 마을주민전체 퍼실리테이터(워크숍) 	<ul style="list-style-type: none"> 마을주민전체 퍼실리테이터(워크숍) 	<ul style="list-style-type: none"> 마을주민전체 활동지원 진행자 전문가

<그림 4-19> 농촌비점오염 관리를 위한 현장포럼운영 5단계 프로세스

- 도시하천은 하천유량이 적고 수질변동이 심해 수질개선사업을 실시하여도 수질개선 효과가 크지 않으며, 지속적 유지가 곤란한 특성을 가지고 있음. 특히, 도심에서 유입되는 오수 등 불명수와 유역내 비점오염원 등으로 인해 하천 오염에 취약함. 도시하천유역의 특성을 고려한 지속적인 하천관리를 위해서는 주민상생형 주민참여 거버넌스 구성을 통한 하천관리방안 마련이 필요함
- 최근 물관리에 있어 통합물관리 체제로 전환되면서 중소유역 거버넌스 기반 현장 물 문제 해결이라는 인식이 확산되고 있음. 통합물관리 체제에서는 거버넌스의 역할이 중요시되면서 거버넌스가 중심이 되어 현장 물 문제를 발굴하고 해결책을 스스로 만드는 상향식(Bottom-up) 방식의 행정체계 구축이 필요한 실정임. 또한 이러한 새로운 체계에서는 사업 발굴과 사업추진, 사후관리 등의 전 과정을 현장 중심이 되도록 전환이 필요함
- 기존 도시하천 개선 사업은 정부 주도로 이루어지며 지자체에서 관리하는 공무원 중심에 지역주민이 혜택을 받는 하향식(Top-Down) 구조 방식으로 실질적인 혜택이 지역주민에게 돌아가기에는 어려움이 존재함. 이러한 문제를 해결하고자 기존 행정구역단위에 중앙정부 및 공무원 중심의 구조에서 지역주민이 직접 참여하고 이와 관련된 이해관계자의 참여 확대를 통한 상향식(Bottom-Up) 구조 방식으로 지속 가능한 하천관리 방안이 필요한 실정임
- 일본 기타큐슈시의 무라사키강은 홍수피해와 수질오염이 심했던 강이었으나 강 살리기를 통해 홍수피해를 경감하고 수질을 개선시켰으며, 생태계 고려와 주민친화적인 수변공간으로 정비하여 지역 주민과 많은 관광객이 찾는 도시의 상징 공간이 된 바 있음. 특히 시장의 강력한 의지하에 공공이 사업을 주도하면서도 사업 초기부터 주민과 지자체의 협력하에 다양한 의견과 아이디어를 수렴하여 추진하였으며, 주민 또한 강의 가치를 높이는 것이 주민의 삶의 가치를 높이는 것이라 인식하여 자발적으로 적극적으로 참여한 것이 중요한 성공요인이 되었음



<그림 4-20> 물 비즈니스의 국제전략 거점(기타큐슈 사례)

- 미국의 엘리자베스강에서는 강을 따라 입지한 많은 군사시설과 무역항으로 하구의 여러 중금속으로 인한 오염이 심각했었음. 이에 생태계 복원없이 지역경제 지속성이 없다는 지론으로 주민 주도 환경 복원 프로젝트를 실시하여 도시하천 수질을 개선한 사례가 있음. 또한 노르포크해군기지 및 노르포크무역항을 비롯하여 강변에 위치한 60개가 넘는 거의 모든 산업체에 소위 강의스타(River Star)라 불리는 강 살리기 협력자(Steward)로 참여하여 수질개선을 위해 노력한 결과 세계 최초의 떠있는 환경습지로 분류된 바 있음
- 국내에서는 지자체에서 앞장서서 여러 종류의 하천복원사업을 많이 실시하고 있지만, 주민참여가 거의 이루어지지 않는 것은 물론 하천복원의 내용은 하천의 생태성 회복과 거리가 멀고 하천의 친수성이나 체육시설을 우선하는 경우가 더 많은 것이 현실임. 특히 우리나라의 대표적인 서울의 청계천 사업의 사례와 염서강과 지천 복원사업을 비교해서 보면 서울의 경우 근본적인 문제점인 건천화를 자연의 순리와 이치대로 해결하지 못하고 원거리에서 물을 역펌핑하여 물을 흐르게 하는 모습에 비하여 염서강과 같이 100년이나 넘게 하수로화 된 인공하천의 근본적인 문제점을 찾아 단계적으로 장기적 계획을 마련하여 지속가능한 하천복원을 실시하는 사례와 큰 대조를 보이고 있으며 특히 시민이 계획 단계에서부터 함께 참여하여 어려운 문제들을 같이 해결해 나가는 모습에서 시사하는 바가 큼

- 성남시는 탄천의 경우 탄천 살리기를 위한 노력으로 타 도/시 지자체와 차별화를 두며 시장, 시의회, 시민, 환경단체, 공무원 등 다양한 이해관계자들이 함께 문제점을 개선하고자 하는 의지와 집념을 갖고 탄천수질 관리계획 수립부터 환경파괴 도시개발 제한(성남시 도시계획 조례22조), 오염물질 제거 진공흡입장비 전국최초 개발, 탄천수질 개선 협약, SNS 시민소통관제를 운영하여 하천 특성을 고려한 사후관리를 진행한 바 있음. 또한 탄천 수질관리 계획을 위하여 수질복원센터 총인처리시설 설치, 하천 우수관거 오수유입차단시설 설치, 하수관거 정비사업(2단계), 초기우수(CSOs)오염부하 저감시설 설치, 서현로 비점오염저감시설 설치, 탄천 생태하천 복원사업, 용인레스피아 증설 및 총인처리시설 설치를 중점추진 사업을 진행하였음. 뿐만아니라, 지역기업 자연환경 조성 프로젝트를 통해 친환경 생물 서식처 복원을 위한 시민단체-기업과의 프로젝트를 추진하고, 시민과 함께하는 자연생태조사를 위한 환경도시 에코성남(에코맵) 홈페이지를 운영하고 있으며, 지역주민과 거버넌스 구성(탄천 미래발전 위원회) 및 SNS 민원시스템을 활용한 효율적 탄천관리 등을 통한 사후관리를 진행하고 있음.
- 다양한 국내 도시하천 관리 우수사례에서도 효율적인 도심하천 수질개선을 위해서는 지역 주민을 포함한 다양한 이해관계자의 적극적 참여 의지의 중요성을 시사하고 있음

<표 4-22> 국내 도시하천 우수관리 사례

구분	목표	거버넌스 구성	거버넌스 유형	특징	프로그램
수원 서호천	수원지역의 생태체험 환경교육 거점 마련 및 네트워크 활성화와 생태서식지 보전활동으로 생물다양성 증진 기여	11개 단체 4,000여명	시민이 참여하는 자연환경 모니터링	<ul style="list-style-type: none"> • 자발적 주민 참여 • 주민들의 지역공동체 의식 함양 • 하천을 통한 환경의식 증진 및 환경교육의 확산 	<ul style="list-style-type: none"> • 하천정화활동 및 모니터링 • 장마철 하천청소 • 자원봉사 및 하천정화 체험, 교육 • 환경청소년 체험 교육 및 홍보 • 환경 교육 및 홍보 • 하천정화활동 및 하천지킴이 • 생태계 보호교육 및 홍보 • 상수원 보호를 위한 리플렛 제작 • 거리캠페인(최상류)
성남시 탄천	분류식하수관거에서 오·우수관 오염, 베란다 세탁수 등으로 생활하수가 유입되어 2001년도에는 탄천 하류구간 5급수 전략으로 수질개선과 생태복원 특단 대책	68개 단체 3,000여명	시민이 참여하는 자연환경 모니터링	<ul style="list-style-type: none"> • 자발적 주민 참여 • 환경파괴 도시개발 제한(도시계획조례 22조) • 오염물질 제거용 진공흡입장비 전국최초 개발 • 용인시와의 탄천 수질 개선협약 	<ul style="list-style-type: none"> • 탄천 환경학교 운영 • 탄천 관련 세미나 개최 • 유해식물제거 • 하천정화활동 • 1사1하천 운동 • 탄천 걷기 행사 • 밀 수확 체험 • 코스모스 축제 • 유채꽃 축제

아산시 온천천	역사·문화·자연 이 어우러진 하천	알 수 없음	시민이 참여하는 자연환경 모니터링	<ul style="list-style-type: none"> 자발적 주민 참여 하천 고유의 역사 및 문화 복원 새로운 하천문화 창출 	<ul style="list-style-type: none"> 생태학습 체험 도시활력증진 사업 온천천 사랑방 지역문화예술 FESTA 유등 전시 소원등 만들기 낭만의 여름 음악회 참게, 우렁, 다슬기 방류 선문대학교 소녀상 건립 순천향대학교 건축학과 작품 전시
창원시 산호천	도심 속 훼손된 하천기능 회복으로 사람과 자연이 공존하는 생태하천을 조성하여 생태계 건강성 회복과 마산만 수질 개선	알 수 없음	시민이 참여하는 자연환경 모니터링	<ul style="list-style-type: none"> 자발적 주민 참여 생태하천복원 민관 협의회 구성 및 운영(2010.7.1. 창원시 조례제정 훈령 제50호) 공동모니터링 및 낙시 금지구역 지정 시민환경단체 오수 유입 모니터링 결과발표회 	<ul style="list-style-type: none"> 산호천 정화활동 산호천 깔따구 퇴치 하천정화 하천오염원 모니터링 산호천 주변 정화활동 창원시 맑은 물 만들기 캠페인 실개천 살리기 꽃하단 조성 지역주민과 함께하는 건강한 하천 만들기 시민과 함께하는 건강꽃길 가꾸기
공주시 유구천	시민단체, 민간기업, 공주시, 환경부가 함께 추진하는 자연하천 복원	알 수 없음	시민이 참여하는 자연환경 모니터링 (민관학 협력)	<ul style="list-style-type: none"> 자발적 주민 참여 민간기업 함께 참여 	<ul style="list-style-type: none"> 하천 주변 쓰레기 줍기 하천 내부 청소 동자개 등 치어 방류 하천 지천 주변 무농약 농사 하천변 야생화 심기 하천변 나무 심기
충북 영동군	수질 및 수생태계 건강성 회복 및 자연이 살아있는 청정마을 조성	알 수 없음	시민이 참여하는 도랑 살리기 사업 (민관 협력)	<ul style="list-style-type: none"> 자발적 주민 참여 환경부 주관, 충북 영동군 전지역으로 확대중 	<ul style="list-style-type: none"> 정수식물 식재 주민환경교육 수질 모니터링 하천 준설 도랑정화활동 찾아가는 환경음악회
대청호	대청호 수질오염의 주범으로 지목되는 축분을 줄이기 위한 민관 공동참여 형태의 주민자치형 수질관리 시스템 운영	9개 기관 및 단체	주민이 참여하는 수질관리 시스템 (민관 공동참여)	<ul style="list-style-type: none"> 주민자치형 수질관리 시스템 운영 축분관리 시범사업 시행 	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 비료 공급 미생물생균제 보급 주민 친환경 교육 축사환경관리 비점오염원 점검 관리
오산시 오산천	시민 중심의 하천 입양제를 통한 오산천 돌보미 사업	17개 기관 및 단체, 기업 및 주민	시민이 참여하는 환경 조성 사업	<ul style="list-style-type: none"> 자발적 주민 참여 사회단체, 기업체가 함께 참여 하천관리 실명제 도입 	<ul style="list-style-type: none"> 하천 정화 활동 생태계 교란종 제거 하천 주변 정원 조성 사업

○ 현장 물문제를 해결·관리할 수 있는 유역 거버넌스 구축

- 현장 물문제를 분야별이 아닌 통합적으로 관리할 수 있는 체계 구축

- 기존과 달리 중소규모 유역 거버넌스를 통한 현장 물문제 해결방안 도출 및 이를 기반으로 한 대규모 운영체계 구축

<표 4-23> 물관리체계의 비교

구분	기존 물관리 체계	중소유역 거버넌스 중심체계
사업의 시작과 구상 주체	•중앙정부 및 전문가	•중소유역 거버넌스 및 지방정부 •중앙정부 지원
사업추진 형태	•분야별로 분산된 형태로 중장기 계획을 수립하여 사업 추진	•현장 물 문제해결을 위해 관련 사업들을 조합하여 추진
사업진행의 유연성	•경직된 사업 및 예산집행	•유연한 사업 구상과 예산지원 가능
통합물관리 적용가능성	•낮음	•높음
사업추진 방식	•하향식	•상향식

* 경기연구원(2018). 통합물관리를 위한 한강유역 거버넌스 구축방안



* 경기연구원(2019). 중소유역 거버넌스 활성화를 위한 통합물관리 사업 모델 연구

<그림 4-21> 거버넌스 구성 주체 개념도

더불어 사는 강 / 맑은 물이 흐르는 강 / 살아 움직이는 강 / 생명이 숨 쉬는 강

○ 소양강댐 기반 경제생태계 창출을 위한 거버넌스 구축 및 지원 제도 구축

- 소양강댐과 관련한 이해관계자(댐 관리자, 지자체) 및 지역을 이해하고 있는 지역주민, 환경관련 NGO 등이 참여하는 협의체 구성
- 협의체의 구성을 위해서는 강원도가 중심이 되어 댐 주변지역 시군과의 공감대 형성과 공론화 과정이 필요
- 지원사업 대상지역 설정은 댐 시설로부터 환경 또는 생활에 부정적 영향을 받거나 받을 수 있는 지역에 대한 과학적 근거가 없어 지원사업 대상지역 설정의 적합성 문제가 제기되고 있어 합리적인 지원 대상지역의 설정을 위해서는 댐 주변지역에 대한 피해 종류와 규모, 피해 받고 있는 주민의 수 등을 조사하여 전체적인 피해액, 그리고 당사자별 피해액 등을 산정한 후, 이에 부합하는 보상과 지원액이 결정되어야 할 것임
- 매년 반복되는 일회성 및 소모성 사업으로 추진되는 사업 추진 방식에서 벗어나 소양강댐 주변지역 활성화 지원 중심으로 전환이 필요하며, 이를 위해서는 소양강댐 주변지역 지원금 운용을 위한 지원체계가 필요하며 재단법인 설립을 통해 댐 주변지역의 주민소득 증대 및 복지 증진을 위한 사업계획의 수립과 집행이 요구됨
- 지원사업계획의 효과적 수립 및 원활한 집행을 위해서는 직접적인 주민의견 수렴은 물론 주민들이 계획과정에 참여할 수 있는 제도적 장치가 필요

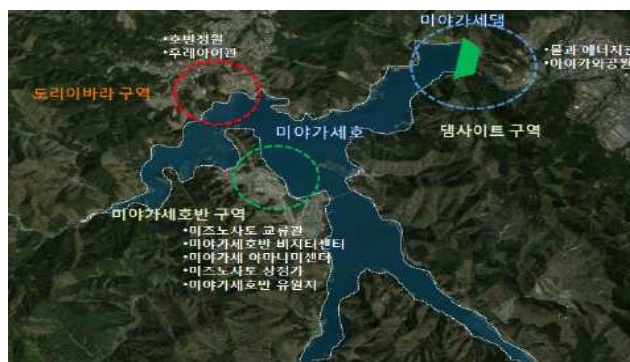
○ 도암댐 효율적 이용을 위한 거버넌스 강화 및 관리방안 마련

- 강릉시민, 전문가, 지자체, 정부, 수력원자력 등 다양한 이해관계자 협의체를 구성하고, 객관적인 도암댐의 수질 통계자료에 근거하여 수자원 확보의 필요성과 활용 가능성 등에 대한 주민 의견 일치를 도출해야 함
- 도암댐 활용에 대한 합의를 통해 강릉 남대천의 건천화를 방지하고, 수질 개선, 주민 복지 공간 마련, 생태하천 조성 등을 위한 도암댐의 효율적 이용방안이 도출되어야 함

■ 일본 사례를 통한 댐 주변지역 활성화 정책의 패러다임 전환¹⁰⁾

- 일본의 경우 수원지역대책특별조치법에 의해 지역정비사업을 추진하고 있으며, 수원지역대책기금, 댐 주변지역 정비사업 등을 통해 개인보상 외에 지역활성화를 위한 대책을 적극적으로 추진
- 그 중에서도 일본의 주요 6개 수계에 “(공익재단법인)○○천수원지역대책기금”이라는 재단법인을 설립하고 국토교통성에서는 법인의 운영비를, 댐으로 인한 수해지역에서 댐 주변지역 대책사업비를 출연

- 상류의 댐으로 인한 홍수조절 편익을 얻는 지역(광역자치단체)과 용수 공급 편익을 보는 지역(수도사업자)에서 서비스 받는 비용을 재단법인에 지불
- 재단법인에서는 댐 주변지역의 활성화를 위한 마을 만들기, 관광시설 등을 추진하고 있으며, 최종적으로는 주변지역 주민들이 자발적으로 발전토록 유도하기 위한 사업을 추진
- 2000년도에는 이해당사자 간 의사결정문(Record of Decision)을 공식화 하면서 트리니티 강의 복원 프로그램을 시행하여 수량을 6,000cfs(약 170 m³/s)에서 11,000cfs (약 310m³/s)로 증가시켰으며 현재 약 65km에 해당하는 47개의 하안복원 사업을 시행하여 홍수터와 사행류 같은 강의 자연적인 구조 복원사업을 진행하면서 어류와 유량도 지속적으로 관리하고 있음
- 지자체 주도의 공익재단법인도 5개가 운영되고 있어 시골지역이었던 댐 주변지역이 댐 건설 이전보다 오히려 활성화됨
- 2000년 건설된 저수용량 1.93억 m³의 미야가세댐의 “(공익재단법인)미야가세댐 주변 진흥재단”은 가나가와현(광역자치단체)에서 운영하고 있으며 재단은 가나가와현, 주변지역 지자체 및 민간단체에서 10.2억 엔을 출자 하였으며, 재단의 운영비는 현에서 사업비는 하류지역의 수혜자가 출연하여 현재는 체험, 레저, 휴양, 교육, 댐 건축, 계절별 축제 참가 등으로 연간 160만 명 이상 방문객이 찾고 있으며, 100명의 지역주민 일자리도 창출하였음



〈미야가세호 주변지역 활성화 시설 현황도〉



〈미야가세호 주변지역 활성화 시설 현황도〉

○ 농촌지역 비점오염원 관리를 위한 소유역 단위 거버넌스 구축

- 농촌지역에서 비점오염원 관리에 직접적으로 참여하는 주민들에게도 기술 보급과 참여 인센티브와 같은 직접적인 지원과 더불어 참여마을 단위의 종합적인 활성화 및 농산물의 홍보 및 부가가치 향상 등의 간접적 혜택을 소유역 거버넌스를 통한 연계 성과로 활용 가능
- 농촌지역 비점오염원 관리로 인해 지역의 환경이 개선되고, 마을의 공동체가 살아나 궁극적으로 주민의 삶의 질이 향상되는 사례를 통해 농촌이 나아가야 할 방향성을 제시함으로써 농촌지역의 참여를 유도하고 사업 확산의 기반을 마련할 필요가 있음

10) 전만식, 2018. 소양강댐 주변지역 지원정책, 미래지향적 개선방안, 강원발전연구원

- 지속적인 농촌지역 거버넌스 유지 및 운영을 위해서는 농촌마을 주민 참여뿐만 아니라 행정적 예산 지원이 필요함. 다양한 제도 및 사업 발굴과 지속적인 거버넌스 운영을 위해서는 중간지원조직 구성이 필요함



<그림 4-22> 농업비점관리 거버넌스 구축과정 (한국농어촌공사·농어촌연구원, 2016)

○ 도시하천 수질 개선을 위한 실효성있는 거버넌스 제도 구축 및 주민 참여 유도

- 제도적 장치로써 주민주도형 하천만들기가 원활하게 이루어지기 위해서는 기존 중앙정부 주도의 하향식 시스템에서 벗어나 주민 즉 생활자 중심의 상황적으로 접근하는 체제를 보강하면서 지자체는 생활자인 주민 관점에서 본 생활의 종합성을 토대로 행정체질을 변화시켜 갈 필요가 있음. 이를 위해 지자체 행정의 종합화와 체계화된 계획 추진이 필요하고 일본의 경우 행정의 계획화를 위해 필요한 계획임을 법률상에 명기해두면서 동시에 예산과 연결되는 중기재정계획을 내실화하여 운영해야 함
- 지자체내 부서 간 행정 연계성도 강화해야 할 필요가 있으며 최근까지 지자체 행정업무는 중앙정부의 각 부처별로 나뉘진 업무를 종적체계에서 처리하는 말단 행정기관으로 생각해 왔으나, 시민생활의 종합성이 강조되는 이 시점에서 여러 행정기구 중 가장 종합적으로 대응 가능한 조직으로 주민자치활동 지원시스템을 구축하여야 함.

- 실효성있는 주민참여형 하천 관리를 위해 주민은 커뮤니티에 대한 각종 문제를 인식하고 이에 필요한 대책마련을 위해 지역테마 의식을 공유하고, 행정은 기존 수직 하향식 체계가 아닌 주민의 생활세계에 대응하는데 초점을 둔 수평적 체계가 적합하도록 운영되어야 함. 지자체 정책 및 행정에 지역주민의 참여가 제도적으로 이루어질 수 있도록 하면서 이를 위해 전담부서나 지원센터를 두어 주민과 행정 간의 거리를 좁힐 수 있는 방안이 필요함.
- 지속가능한 도심하천 관리를 위해서는 이해당사자는 물론 각 분야의 전문가까지 참여하는 논의구조를 통해 정책을 입안하도록 제도화해야 할 필요가 있음. 이와 함께 네트워크를 구축하고 운영하는데 필요한 인력과 재원에 대한 지원방안 역시 제도적으로 마련할 필요가 있음
- 도심하천관리 거버넌스 구축 및 지속적 운영을 위한 재정 확보 방안으로는 유역 거버넌스 운영 예산 확보가 필요함. 이는 기존의 예산과 별도로 확보하는 것이 바람직하나, 신규 예산 확보 또는 기존 사업의 예산을 줄여서 확보하는 방안이 있을 것임. 기존 중복과 상충의 논란이 많은 하천사업 예산의 일정비율을 거버넌스 운영 예산으로 전용할 수 있을 것이며, 대부분의 거버넌스가 하천을 중심으로 구성될 것이기 때문에 하천사업에 지역 현안해결을 위한 사업도 추가할 수 있을 것임.
- 시민단체차원에서는 이미 도심하천 관리와 관련한 시민단체 자체 사업을 추진하는 사례가 다수 있음. 그러나 상호간의 교류가 부족하여 서로 무엇을 하는지, 협력은 가능한지 잘 알지 못한 채 단절된 활동만 계속되는 경우가 많음. 상호 협력할 수 있는 네트워크에 적극 참여하여 각자의 사업을 수행하면서도 시너지효과를 내어 시민참여를 확대할 수 있도록 하기 위해서도 지자체와 지역시민사회의 협력네트워크가 필요함
- 수질은 물론 생태-환경-문화 등등 다양한 분야의 전문가와 지역 학교, 기업들, 일반 지역 주민들의 참여를 확대해 나간다면 보다 바람직한 협력 네트워크의 구성이 가능할 것임. 이러한 협력네트워크를 통해 도심하천관리 정책을 논의하고 추진하며 지역주민의 관심과 참여를 이끌어 낼 수 있는 프로그램을 확산시켜 나간다면 지속가능한 도심하천 관리를 위한 성공적인 주민참여형 거버넌스의 모델이 될 수 있을 것임

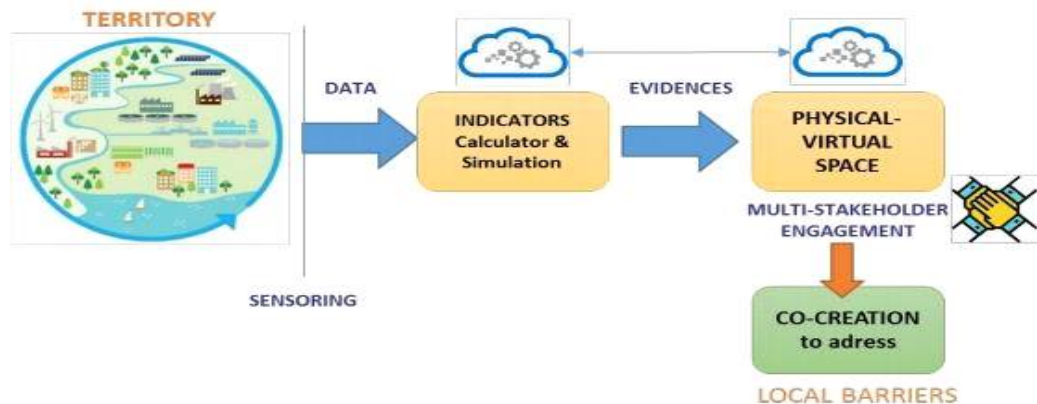
4.4.3 생태하천 모니터링 리빙랩 사업

- 생태하천의 조성은 사업으로 구현할 수 있으나 물순환을 통해 생태하천을 유지하고 보호하는 것은 단순히 지자체의 사업만으로는 달성할 수 없으며 시민들의 인식개선을 통한 관심과 지지가 필요함. 따라서 이러한 생태하천이 지속적으로 작동할 수 있도록 시민들이 정책에 참여하고 이를 주도할 수 있는 리빙랩과 같은 혁신적 체계가 필요함
- 리빙랩이란 공공(행정)과 민간 그리고 공동체 영역을 하나로 묶어 연구와 실행을 연결

하는 플랫폼을 제공하는 것으로, 사회 혁신(Social Innovation)’ 을 대표하는 방법론으로 꼽히는데, 우리말로 ‘생활 실험실’ 정도가 어울리는 말로 우리가 살아가는 삶의 현장 곳곳을 실험실로 삼아 사회 문제의 혁신적 해법을 찾아보려는 시도를 말함

- 2018년 8월 스위스 제네바에서 ‘오픈 리빙랩 데이즈 2018’에서는 32개 나라에서 300여 명이 참석할 정도로 대성황이었음. 리빙랩은 정책입안자와 수용자의 관계를 보다 긴밀하게 엮을 수 있어 물 재이용과 같이 주민 참여가 절실한 것에 보다 강력하게 묶어 놓을 수 있다고 생각됨. 2019년 7월 5일 문재인 대통령이 ‘대한민국 사회적경제 박람회’에서 “연구자와 일반시민, 사회적경제 조직들과 지역 대학이 함께 참여하는 사회 문제 해결형 R&D(연구 개발)도 추진하겠다고 한 만큼 본 물재이용에 대한 인식제고는 교육과 과학적 시민 참여를 묶는 정책 실험이 필요하다고 생각됨
- 해외에서는 Echevarria 외¹¹⁾는 스페인의 물 재이용의 인식 제고를 위해서 Water Reuse Hub란 것을 만들어 운영하고 있다고 발표함. 위에서 언급되었듯이 물 재이용에 대한 인식 전환은 정확한 정보에 대한 접근 가능성을 바탕으로 대중의 인식이 향상되고 이를 통해 전체 가치 사슬에 의한 물 재사용 프로젝트가 가능하다고 생각하는 것으로 판단됨. CETaqua은 아그바르 워터, 까탈루냐 주립공대(Universitat Politècnica de Catalunya), 스페인 국립연구센터(CSIC)가 공동으로 설립한 수자원연구소로 수자원관련 산학협동 연구를 수행하고 있음. 동 기관은 연간 예산 규모가 500만 유로(2008년 기준)이며, 50명의 상근연구원과 100여 명의 수자원전문가가 참가하고 있는데, 주요 연구 분야는 다음의 6가지임(대체 수자원, 기후변화 적응, 인프라 시설의 효과적인 운영, 위생 및 환경오염 위험도 측정, 수력에너지 활용, 수자원 수요 예측). CETaqua은 물 재사용에 중점을 둔 물리적으로 가상적인 전문센터인 Water Reuse Hubs를 만들고 이를 통해 실제 영토 데이터를 수집하여 자동적으로 변환시켜 계산하여 물의 수요를 실제적으로 제시하는 것임

11) Barbara Zimmermann 외(2019), Reuse of Municipal Wastewater for Different Purposes Based on a Modular Treatment Concept, 12th IWA International Conference on Water Reclamation and Reuse.



*자료: 12th IWA International Conference on Water Reclamation and Reuse, Echevarria, et al. 외 (2019), 「Water Reuse Hubs as enablers of water reuse implementation」

<그림 4-23> Water Reuse Hub 개념

- 이 전문센터는 현재와 미래의 물수요 하에 가장 최상의 물재이용 시나리오 정량적으로 제시함으로써, 관련된 이해 당사자들의 협조를 이끌어내는 역할을 하는 것임. 스페인에서는 이를 위해 Alicante와 Sabadell 지역이 시범지역으로 선정됨. 더 나아가 이 2개 다른 지역의 Water Reuse Hub를 상호 연결하여 다양한 경험, 관점 및 지표가 될 수 있는 네트워크 교환으로 사이트별 성공 열쇠 및 비즈니스 모델도 공유하게 됨. 그래서 궁극적으로 이러한 물의 재이용 아이디어가 현지뿐만 아니라 유럽에도 연결 고리가 될 수 있도록 하는 것임
- 1970년대 밝혀진 대중인식에 영향을 미치는 요인 중의 하나는 바로 교육의 정도로 알려졌다으며, 또한, 나이와 재이용에 대한 지식도 중요한 요인으로 인식됨. 2005년 호주와 미국에서 시행된 물 재이용에 대한 인식 제고에 대한 연구 결과에 따르면 주거용 물 재사용 기술의 모범 사례의 경우를 대중에게 적극적으로 알리기 위해 대중들이 참여할 수 있는 투명한 거버넌스를 제공하는 제도적 및 구조적 뒷받침이 필요하다고 발표함
- 인식 제고에 있어서 하나의 정책적 방법은 전통적인 홍보의 틀을 벗어나 자연스러운 환경 캠프나, 시민 과학실험 등의 자연스럽게 공동체를 대상으로 하는 교육을 만드는 것이 하나의 대안임. 예를 들어 생태 감수성 교육에 물 재이용 교육을 접목하는 것도 하나의 방법이며, 유럽, 미국 등의 교육 선진국은 예전부터 실내에서 하는 교육만큼 실외 교육을 중요하게 연구해 왔는데, 생태교육은 대표적인 실외 교육 중 하나임
- 특히 1950년대 스웨덴에서 시작된 실외교육운동은 덴마크, 독일, 스위스, 영국 등 유럽을 넘어 미국과 캐나다, 우리나라 등에도 영향을 미쳐옴. 그 대표적인 교육 산물이 바로 자연과 숲을 테마로 한 숲 유치원 및 학교, 자연학교 등이 있음. 우리나라 역시

유럽의 숲 유치원과 같은 생태교육이 도입돼 운영되고 있으나, 산림청을 비롯해 일부 환경 교육기관이나 단체, 지자체 등이 주도하는 하향식 교육이 주를 이루고 있다. 그러나 생태교육의 교육과정으로서의 체계 정비 등 핵심적 내용 정비는 미흡한 상태이므로, 환경에서는 수생태 민감성에 대한 교육으로 자연스러운 재이용 프로그램과 접목하면 좋을 것으로 사료됨

- 이러한 교육 프로그램은 초등학생 교육프로그램으로 부모와 함께하는 캠프 형태로 진행해도 좋을 것이라 생각됨. 기본적으로 학생들 교육 프로그램은 장기적인 정책적 분류로 생각하여 소홀이 하는 경향이 있는데 이는 잘못된 판단인데, 왜냐하면 초등학생들의 교육에서 부모와 같이 참여하는 교육 프로그램을 만들면 자연스럽게 주민의 홍보와 교육을 시키는 효과를 같이 가져가기 때문임
- 시민 참여를 유도하기 위한 기존의 방법은 물 인식 제고를 위한 일방향의 설문조사의 수행을 정책 입안자나 수행자가 실시하였다 하면, 리빙랩의 개념은 지역의 주민들이 실질적으로 간단한 교육을 받고 정기적인 데이터를 축적하여 이에 대한 인식을 바뀌어나가는 것으로 전환 시킬 수 있음. 즉 정책입안자와 수요자가 네트워크를 통해 서로간의 신뢰와 데이터를 축적한 의사 결정을 하는 것이라 정리할 수 있음
- 생태하천의 자연성 회복에서 리빙랩의 개념의 적용은 매우 적절함. 시민의 공공재이면서 시민에게 돌아오는 혜택이 보다 가시적이기 때문이며, 생태하천의 지속가능성이 단순한 입법이나 인센티브로만 해결될 수 없는 측면이 존재하기 때문임. 그간의 물 관련 정책이 소비자를 지자체 정도로 인식한 경우가 많았으나, 생태하천 관리는 국민은 단순한 소비자가 아니라 스스로가 보전 가치의 생산자이며 소비자인 물순환 체계의 프로슈머(Prosumer)¹²⁾ 임을 직관적으로 이해하는 데 보다 직관적이기 때문임. 즉, 국민에게도 물순환 체계에서 능동적 주체라는 인식을 보다 철저하게 인지시키기 위해서는 생태하천의 관리를 리빙랩 체계에서 스스로 정책 결정에 참여하는 것이 중요할 것이라 생각됨
- 이러한 정책의 시행으로 유역 물순환의 건전성이 회복되면 건천화 개선에 따른 생물의 서식환경이 개선되고, 강의 자정작용의 증가로 수질관리 여건도 향상될 것임. 무엇보다 기후변화로 인한 환경적 불확실성으로부터 유역의 적응 능력이 한층 높아질 것임
- 토양 침투능 향상으로 유역 함수율이 증가하면 토양 내 미생물 활성도가 높아지면서 식생 건강성이 개선되는 등 생태계가 선순환하는 구조로 바뀔 것임
- 또한 침투능력 향상은 홍수시에는 토양저류를 통해 침투유출량을 감소시켜 홍수피해를 줄이고, 높아진 유역 함수율은 기저유출량 증가로 이어져 가뭄 대응 능력도 향상시키는 등 결국 사람의 물 이용도 개선되는 효과를 얻을 것으로 기대됨
- 물순환 회복을 위한 대책들은 하천보다 범위가 넓은 유역차원에서 토지이용, 수리권 등 민간의 재산권에 영향을 미칠 수 있으며 합리적인 규제 뿐 아니라 각종 경제적 유인책

12) 생산자이면서 소비자란 뜻임. 미래학자 엘빈 토플러가 한 말임.

을 마련해 장기적인 정책 추진동력을 확보하는 것이 중요함

- 또한 국가 및 유역물관리위원회 뿐만 아니라 실질적 주민의 참여를 이끌어 내고 유역 거버넌스의 성공적인 운영을 통해 사회적 합의에 기반한 유역 내 물순환 회복을 이루어 나가야 함

5. 주요 권역별 자연성 회복 세부과제 도출 및 추진방향

5.1 한강상류

5.1.1 관심어종 보호를 위한 환경생태유량 관리

○ 관심어종 보호를 위한 환경생태유량 관리방안 마련

- 한강상류 수생태계 보전 및 회복을 위해 한강상류에 분포하는 관심어종, 멸종위기 어종, 희귀성 어종, 감소 어종, 여가활동을 위한 어종 등을 조사하여 최종적으로 관리 어종을 선정하고 대상 어종의 서식 환경을 조사하고 평가하는 노력이 필요함
- 선정된 어종에 대한 환경생태유량을 산정하고 환경생태유량을 유지 또는 확보할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있음
- 국제적으로는 환경생태유량의 중요성이 강조되고 있지만 국내의 경우 환경생태유량의 중요성이 부각되지 못하고 있는 실정으로 환경생태유량에 대한 올바른 지식을 전달하고 국민의 참여와 관심을 유도하여 궁극적으로 환경생태유량 산정 및 확보 정책의 효과에 대한 인식을 확대하기 위해서는 환경생태유량 관리 우선지역을 선정하고 이를 통해 모범사례를 도출하여 환경생태유량 관리 정책의 효과를 도출하고 이를 홍보하는 노력이 필요함
- 환경유량 산정의 신뢰도 제고 및 기술자 양성을 위해서는 환경유량 산정 기술 및 생태환경 모니터링 전문 인력 양성을 위한 교육이 지속적으로 이루어져야 할 것임

5.1.2 농업용수 회귀수 관리를 통한 지류-지천 하천유량 확보

○ 한강 상류 농업용수 회귀수 관리를 통한 지류-지천 생태유량 확보

- 한강유역은 타 유역에 비해 평년 대비 강수량이 적어 가뭄에 취약한 실정임. 최근 물 관리 일원화로 인해 물에 대한 새로운 수요 증가와 농업용지의 지속적 감소로 농업용수의 비중도 점차 감소 안전한 먹거리와 건강한 생활환경 요구 등은 증가하고 있음.
- 농업용수는 식량생산을 위한 용수 공급 기능 이외에 환경·사회·문화 등 다원적인 공익기능의 가치를 지니고 있어 현재 통합물관리 체제에서 농업용수의 역할 및 가치에 대한 재평가가 이루어지고 있음. 농업용수 회귀수는 지류-지천에서의 하천 유지유량으로의 활용이 가능하며, 이에 따라 하천 생태유량으로의 가치가 있음.
- 최근 환경부에서는 환경생태유량(하천유지유량) 도출을 통한 하천 수생태계를 관리하고 있어, 농업용수가 수생태에 미치는 영향 파악이 필요한 실정임. 이에 한강 상류 지류-지천에서의 농업용수 회귀수(무효방류 포함) 가치 평가 및 생태유량으로의 확보 방안 연구가 필요함.

5.1.3 댐 방류량 관리를 통한 하류 수생태계 환경 회복

○ 인공 구조물에 의한 하류하천 영향권 모니터링 확대

- 한강상류에 건설된 댐과 같은 인공구조물에 의해 하류에 미치는 수문변화 양상, 수생태계 변화 양상 등을 조사하여 실질적으로 인공구조물이 하류에 미치는 영향권을 조사하고 분석함으로써 향후 수생태계 회복을 위한 기초자료를 확보할 필요가 있음

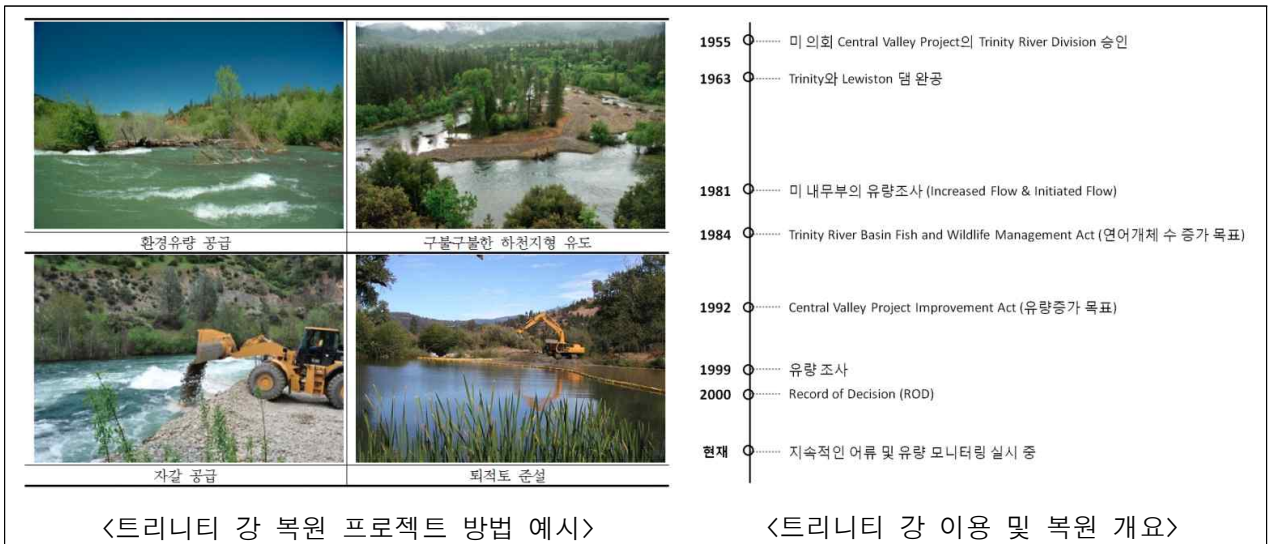
○ 댐 하류 수생태계 환경을 고려한 최적 댐 운영 및 하류 하천 관리 방안 마련

- 댐 하류하천의 수생태계에 미치는 영향은 최소화하고 왜곡된 하천환경(서식환경, 수변환경, 수변식생 등)을 복원하고 생물다양성을 높이기 위해서는 댐 하류 수생태계 환경을 고려한 댐의 최적 운영방안을 마련하는 것이 필요하며 하류 하천환경 복원을 위한 관리방안을 마련하는 것이 필요

■ 미국 트리니티 강 복원 프로젝트 사례¹³⁾(<https://www.trrp.net/>)

- 미국 트리니티(Trinity) 강 복원 프로젝트는 1960년대에 캘리포니아 주의 안정적인 물 공급을 위해 건설된 트리니티 댐과 루이스턴(Lewiston) 댐으로 인해 하천의 모습이 변형되고 연어와 무지개송어의 서식처가 사라지면서 미국 내무부(US DOI)가 트리니티 강의 어류와 야생생물을 루이스턴과 트리니티 댐이 건설되기 전의 상태로 복원하기 위해 진행한 강 복원 프로그램임
- 1984년 ‘Trinity River Basin Fish and Wildlife Management Act’를 실행하여 연어 등 어류 서식처 복원사업을 시행하여 개체 수를 늘리고자 하였으며 1992년에는 ‘Central Valley Project Improvement Act’를 실시하여 유량 또한 확보하고자 하였음
- 복원 방법으로 루이스턴 댐 방류로 인한 유량 관리와 유사공급 등으로 하천지형복구 유도, 어류 산란을 위한 자갈의 공급과 퇴적토 관리가 있음
- 특히 트리니티 강의 Lowden Ranch 지역에는 환경유량과 유사공급을 통해 복잡한 사주지형을 만들어 줌으로 하천 스스로 생물서식처의 지형을 형성할 수 있도록 유도하였음
- 이처럼 하천 사주지형과 하안 복원은 혼합대류를 촉진할 뿐만 아니라 혼합대를 횡적으로 넓혀 생물서식처를 제공하고 생물다양성을 높이며 수량유지에도 매우 중요한 역할을 하였음

13) 한윤정 외, 2014. 지속가능한 지표수-지하수 혼합대 관리방안, 한국환경정책평가연구원.



5.1.4 발생원관리 중심의 비점오염관리를 통한 상류 흙탕물 저감

○ 발생원 유출수 저감 및 침투량 증가를 위한 친환경 멀칭재 개발

- 한강 상류 하천/유역의 수질을 개선하기 위하여 다양한 수질 개선 사업이 계획·추진되었으나 아직도 기대했던 수질 개선을 이루지 못함. 이는 오염물질 발생 및 이동을 줄이는 대책으로는 한계가 있기 때문임. 따라서 직접 유출량을 줄이고 침투량을 증가시켜 흙탕물과 비점오염원을 줄이기 위한 노력 필요
- 기존의 발생원 관리방안 중 벚짚 거적이나 직접 유출량을 줄이기 위한 발생원 관리방안이 제시되었으나 실제 농민이 적용하기에는 어려움이 있어 현장 적용 추진에 어려움이 있음.
- 따라서 기계화가 가능한 친환경 소재의 침투 멀칭재 개발을 통해 오염물질 저감과 침투량을 증대시킬 수 있으며, 또한 저·갈수기 맑은 물 확보가 가능한 기술 개발이 필요함

○ 발생원 말단에서의 흙탕물 저감을 위한 재이용 가능한 간이 침사구 장치 개발

- 그동안 발생원 관리방안 중 하나로 경작지 말단에 침사구 형태의 저감 기술 개발에 관한 요구가 지속적으로 이루어져 왔으나, 설치 후 유지관리 및 기계 영농 등의 문제로 인해 보급되어 이용되지 못하고 있음
- 발생원에서의 관리대책보다 실제 경작지 면적을 덜 차지하므로 경작자들이 선호하는 방식이 침사구임. 그러나 어느 규모 이상의 강우 발생 시 침사구의 토사를 제거해야 하는 번거로움이 있기에 재이용 가능한 간이 침사구 장치 개발이 필요함. 이는 객토로 인해 경작지 표고가 계속 높아지기에 이를 고려한 침사구 설치·장비 개발이 필요함. 또한, 큰 강우사상 후 침사구 토사 제거 등 유지관리를 편하게 할 수 있도록 재이용 침사구 개발 필요

○ 비점오염원에 의한 수생태계 영향 및 관리방안, 평가지표 개발

- 비점오염원으로 인한 수생태계 영향에 대한 구체적인 조사가 매우 미비한 실정임. 특히 한강상류 유역의 비점오염원 관리지역에서 발생하는 탁수에 의한 생물서식처 피해 현황 및 생물의 생리적 피해 양상에 대한 구체적 자료 구축이 필요함. 또한 남한강 상류에서 지속적으로 발생하는 광산 배수에 의한 수생태계 영향 및 중금속 생물농축 등에 대한 조사를 통하여 한강상류 비점오염원 문제들에 의한 수생태계 영향에 대한 구체적인 근거자료 필요
- 비점오염원에 의한 영향 중 생물서식처에 대한 영향이 일차적으로 나타나는데 구체적인 서식처의 피해를 분석하고 이에 대한 복원 및 관리방안 수립이 필요함. 따라서 비점오염원에 의한 서식처 훼손 현상을 파악하고 수생태계 회복양상 및 속도 등을 분석하여 수생태계 관리 정책 수립에 기초자료로 활용할 필요가 있음. 그리고 이러한 자료들은 수생태계 회복 및 관리방안 수립을 위한 각종 모형에 적용하거나 각종 국내에

서 아직 연구가 미진한 계수개발에도 중요한 자료로 활용 가능함.

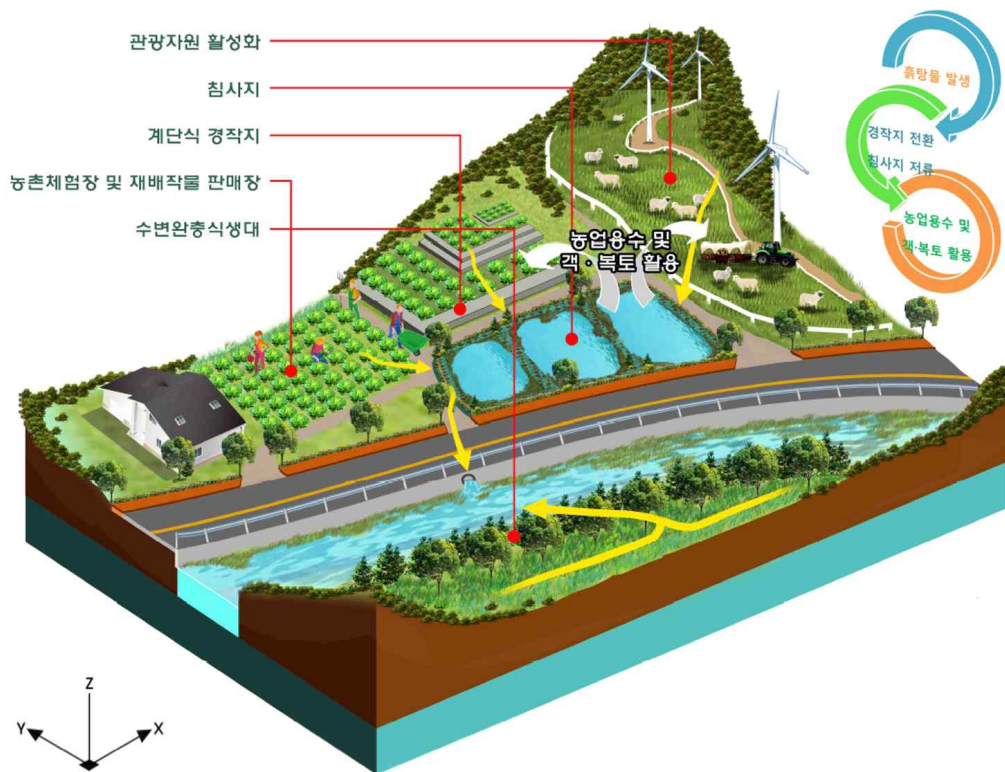
- 비점오염원의 영향을 반영할 수 있는 상류하천에서의 건강성 지표에 대한 연구가 필요함. 현재 사용되고 있는 수생태계건강성 지표는 국내 전체를 대상으로 생물상 구분, 점수화하여 등급을 구분하였기에 건강성 지표가 탁수 등 비점오염원의 영향을 제대로 반영을 하지 못함. 따라서 한강상류의 하천 건강성 지표에 대한 분석을 통해 문제점을 분석하고 적용가능한 지수개발 및 적용이 필요함

○ 영농 형태를 고려한 기존 발생원 관리 기술 고도화

- 그동안 벼짚 거적, 초생대, 밭두렁, 호밀 식재, 다년생 작물 전환 등 다양한 형태의 발생원 관리방안들이 흙탕물을 줄이기 위한 방안으로 제시되어 왔음. 그러나 흙탕물/비점오염원을 줄이기에는 매우 효율적인 저감 대책이지만, 실제 경작자가 적용하기에는 노동력/작물 재배 특성 때문에 적용이 어려운 경우가 많이 있음
- 따라서 고령의 경작자가 손쉽게 적용할 수 있는 기계화/관리기술 개발을 통해 실제 경작지 적용성을 높일 수 있는 기술의 고도화가 필요하며, 뿌리채소 등 작물의 성장 특성을 고려한 발생원 저감 기술 개발이 필요함.
- 과거 호밀 재배로 인한 흙탕물/비점 관리기술이 발생원 관리방안으로 제안되었으나 실제 봄철 경운 시 어려움으로 인해 실제 적용 어려움이 있었으며, 부처간 관리 범위 차이로 인해 호밀 씨 보급과 함께 경운을 함께 제공하지 못하는 단점이 있음. 기술 개발과 함께 관련 법령 개정을 통해 효율적인 발생원 관리 기술 고도화

○ 고령지 경작지 비점오염원관리를 위한 마을 맞춤형 저감사업 개발

- 비점오염원관리를 위해 한강 상류에는 다양한 관리기술들이 추진되고 있음. 하지만 지역 농민들의 관심 부족과 산발적인 사업 진행으로 뚜렷한 수질 개선 효과가 나타나지 않고 있음. 개별적으로 추진되는 다양한 비점오염 저감사업을 마을 맞춤형 저감사업으로 집단화(시스템화)하여 추진한다면 비점오염 저감 시너지 효과 증대와 사업 비용 절감을 기대할 수 있음<그림 5-1>
- 또한 집단화된 마을 맞춤형 저감사업이 마을 내 문화시설, 관광지, 문화재 등 기존 관광자원과 연계 추진되면, 농촌 활성화뿐만 아니라 지역 주민들과 상생할 수 있는 비점오염 저감 방안이 될 것임
- 따라서 지속적인 비점오염원 관리 및 수질 개선을 위해서는 지역별 비점오염원 특성에 맞는 마을 맞춤형 저감사업 개발 필요



<그림 5-1> 집단화된 비점오염저감 사업 모식도

○ 농촌 비점오염원 발생원 관리를 위한 농업 비점오염관리 거버넌스 구축

- 농촌지역 비점오염관리를 위해서는 영농과정에서 발생하는 농업비점오염원 관리와 동시에 농촌생활에서 발생하는 농촌비점오염원 관리가 필요함. 모든 농업비점오염원 저감방법의 채택과 유지관리는 농민의 자발적인 참여가 가장 중요하며, 토양유실을 비롯한 농업비점오염원의 제어와 관리의 효율은 농민의 참여도에 절대적인 영향을 받을 수밖에 없음.
- 농업비점오염에 관한 농민의 인식과 역량 강화를 위한 홍보, 교육, 지원, 기술이전을 위한 장기적인 프로그램 시행이 요구되며, 농민, 대학, 환경부, 농식품부, 연구기관, 지방자치단체가 공동으로 참여하는 지역별 거버넌스 구축하고 거버넌스에서 농업비점오염을 관리하도록 제도를 정립할 필요가 있음
- 효과적인 농촌비점오염관리를 위해서는 농업인 및 마을 주민의 참여가 필수적이므로, 농업인이 BMP를 적용하고 농업인 및 마을 주민이 농촌생활 영역에서 오염물질을 저감하는 활동에 참여하도록 유도하기 위한 체계적인 정책 지원이 필요함
- 농촌비점오염관리를 현장에서 실행하기 위해서는 농업인 및 마을주민에게 관련 정보를 전달하고 소통하면서 BMP 적용을 지도할 수 있는 전문가가 필요함. 농촌비점오염 전문가를 효과적으로 양성하고 활용할 수 있도록, 기존의 농업 및 환경분야 자격제도 및 전문가 양성과정을 살펴보고 연계할 수 있는 방안을 검토하고 농촌비점관리

전문가의 역할 및 직무를 분석하여 농촌비점관리전문가 양성방안 마련이 필요함

- 비점오염관리지역 지정을 통하여 고가의 환경기초시설 설치나 방류수 수질기준을 강화하지 않고, 재배작물 전환, 비료 사용량 감축, 녹지비율 확대, 공사장 비가림막 설치 등만으로도 강우시 오염물질 배출을 저감할 수 있어 환경규제를 강화하지 않고 자율적 참여만으로도 수질개선효과를 기대할 수 있을 것임
- 농촌지역 비점오염원을 효율적으로 관리하기 위해서는 주민들이 직접적으로 참여할 수 있도록 기술을 보급하고 참여 인센티브 같은 직접적인 재정지원과 더불어 참여마을 활성화, 부가가치 향상 등의 간접적인 혜택을 누릴 수 있는 방안(거버넌스)이 필요함. 더불어 농경지 내 과도한 비료, 퇴비의 사용으로 토사유출과 함께 영양염류의 유출이 발생함에 따라 하천 수질이 악화되어 발생원인 제공자에 대해 제재할 수 있는 제도적 기반 마련이 필요함
- 대유역 단위는 시·도 단위의 광역행정단위와 거의 일치하며, 소유역 단위는 시·군 단위로 어느 정도 자연지리적 특성이 유사한 행정구역단위를 의미함. 참여마을 단위는 소유역 내 농업비점관리를 실행하는 단위로 영농활동을 영위하고 있는 농업인이 주로 거주하는 마을을 의미함. 거버넌스 영역은 유역의 구획에 맞게 설정하는 것이 바람직하나 농촌지역 비점오염관리에 있어 행정의 역할이 중요하고 의사결정이 효율적이기 때문에 행정체계에 맞춰 거버넌스 영역을 설정하는 것이 필요함. 한강 전체의 자연성 회복을 위한 거버넌스 적용시 한강 상·중·하 유역에 대해 소유역 단위 거버넌스들의 네트워크 구축과 함께 대유역 단위의 거버넌스 구성 방안을 마련하여 한강 유역 전체가 공감할 수 있는 방향으로 추진할 필요가 있음
- 또한, 유역의 특성을 고려하여 유역 내 이해관계자들을 분석하고, 이들이 농업 비점오염 관리에 대한 이해관계를 협력적으로 조정할 수 있도록 함께 결정해 갈 수 있는 체계 구축이 필요하고, 농민과 지역주민의 자발적 참여를 유도할 수 있도록 행정, 사법, 기술지원, 보조금 지원 및 교육/홍보 등 각종 필요한 제도들의 정립이 필요함
- 농촌 비점오염문제는 권한을 지닌 이해관계자의 역할 및 활동만으로 해결될 수 없으며, 농촌 비점오염 해결을 위해서는 농업과 환경부문, 민간과 공공영역이 참여하는 지속가능한 공론의 장을 통해 협치를 추진해야만 가능함.
- 협력적 거버넌스를 구축하고 지속가능하게 운영하기 위해서는 국가, 시장, 민간영역에 이르는 이해관계자들의 참여, 자율성, 책임이 중요하고, 문제해결을 위한 네트워크 구성도 고려해야 함. 이해관계자가 제 역할을 하기 위해서는 주체의 역할 규명뿐만 아니라 역량강화도 중요하고, 제도설계, 리더십과 같은 맥락 역시 협력적 거버넌스의 지속성을 담보할 수 있을 것임. 민간영역과 공공영역을 연계하고, 다양한 이해관계자들이 참여하는 협력적 거버넌스 구축이 필요함
- 다양한 이해관계자들간의 공감대 형성과 중개역할을 할 수 있는 중간지원조직 발굴이 요구됨. 중간지원조직은 지역사회의 자립, 공생, 협력을 목표로 행정과 민간사이의 중

재와 민간과 민간 사이의 협력과 조정을 하며, 부족한 민간역량을 보완하고 지원하기 위한 전문조직을 의미함. 또한 중앙부처 또는 지방자치단체와 사회적 경제 조직 간의 가교역할, 사회적 경제 조직 간의 연계, 사회적 경제 조직 지원 등 사회적경제 생태계 조성을 지원하는 조직임. 이러한 중간지원조직이 이해관계자를 발굴하고 정보제공을 통한 사회적 공감대를 형성하여 거버넌스 방식으로 문제를 해결하려는 시도가 이루어질 필요가 있음. 한강 상·중·하 유역에 대해 중소 유역참여센터와 같은 기존 조직을 활용한 중간지원조직 구성을 통해 중소유역 주민들의 의견 수렴 및 참여 확대 방안 마련 및 다양한 지원을 위한 정책적, 제도적 근거 마련을 위한 노력이 필요함.

<표 5-1> 농촌비점오염 전문가 양성 관련 정책 연계 방안

연계 제도	환경교육 홍보단	사회환경교육 지도사3급	농업기술센터 교육과정	사회환경교육 지도사2급/ 농어촌개발 컨설턴트
활용	비점오염 홍보단으로 활용		농촌비점오염 관리사로 활용	비점오염 거버넌스 전문가로 활용
양성 대상	위촉되어 활동 중인 환경교육 홍보단	사회환경교육지도사 3급 양성과정 신청자	농촌비점오염 관리 지역의 농업인 리더, 청년 농업인	사회환경교육지도사 2급 이상, 농어촌개발컨설턴트 등 환경교육 및 농어촌 관계 전문가
양성 과정 운영 방안	보수교육 -환경교육 홍보단의 보수교육의 내용을 농촌비점오염 전문가 양성과정으로 구성하여 운영	3급 양성과정 중 <선택과목>에 비점오염 관련 교육과정을 개설하고 이를 수료하도록 운영	교육과정 신성 -농업기술센터에서 관련 과정을 새로 개설하거나, 농업인대학 교육과정 중에 신설하여 운영 PLS교육과 연계	워크숍 -몇 년 이상의 경력자 중에서 위촉하여 거버넌스 전문가 역량 강화 워크숍을 운영
장점	기존 환경교육 홍보단의 활용 홍보단의 역할 및 활동 범위 확장 홍보단은 유역청 단위로 활동하기 때문에 비점오염 관련 현장 적용성 매우 높음	사회환경교육지도사 3급 양성과정에서 운영되어야 할 선택과목을 농촌비점오염 관련 교과로 운영하여 3급 자격 취득과 동시에 비점오염 홍보단으로 활용	지역 농업인에 의한 직접적인 비점오염저감기술의 관리와 운영 농업기술센터의 교육 시스템과 전문성과 연계	기존에 양성된 고급인력인 사회환경교육지도사 2급 이상, 농어촌개발컨설턴트 의 활용, 범위 확장
준비 사항	대상별 비점오염 관련 특화된 전문성을 향상시킬 수 있는 교육과정 설계 및 운영 양성된 전문가들이 수행할 농민 및 주민 교육 프로그램 개발 지역별 유형에 따른 적절한 배치와 활용 계획 수립			

<표 5-2> 중간지원조직의 통상적인 기능과 역할

기능		역할
사업지원	사업구성 지원	세부사업 모집 및 심사, 지원기준마련 및 실행 계획 수립
	컨설팅	전문가 상담 및 조언
	현장지원	중간지원조직과 마을에 필요한 인적, 물적, 정보 자원 지원
네트워크	네트워크 형성	주민, 전문가, 행정, 시민사회와 정보, 의견 교환을 통한 네트워크 형성
모니터링, 평가	모니터링	사업 모니터링과 컨설팅
	사업평가	평가지표 개발 및 성과평가
조사, 연구	자원조사	자원조사 및 데이터베이스 구축 및 활용지원
	연구	정책 개발 및 프로그램 연구, 보급
교육, 홍보	교육	마을 이해 역량강화를 위한 교육
	홍보	사업홍보, 우수사례 확산을 위한 홍보, 지원

○ 도시하천 수질개선을 위한 주민상생형 도시 비점관리 거버넌스 구축

- 도시하천은 유량의 변동이 큰 특성을 가지고 있으며, 홍수시 유량이 크게 증가하는 반면, 평상시에는 대폭 감소하여 건천화 현상이 발생함. 평상시 하수처리나 불명수 등 점오염원과 홍수시 비점오염원 영향으로 수질변동이 심하여 수질개선사업을 실시하여도 수질개선의 효과가 크지 않아 지속적인 유지가 어려운 실정임
- 도시하천 개선사업으로 물순환 선도도시 조성사업, 비점오염저감사업, 도랑살리기 사업 등 다양한 사업들이 진행되었으나, 도시하천 수질 개선을 위한 지자체 사업, 시민단체 활동, 연구용역 등이 산발적으로 시행되고 있어 역효과 발생 및 경제적 손실이 발생하는 사례가 발생. 도시하천 수질 개선을 위한 정부 사업 추진시 지역 주민을 비롯한 시민단체와의 협의체 구성을 통해 이러한 사업으로 지역 주민들이 직접적인 혜택을 볼 수 있고 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 기회 마련을 위한 제도적 개선이 필요함
- 통합물관리 체제로 전환되면서 중소유역 거버넌스 기반 현장 물문제 해결이라는 인식이 확산되고 있음. 통합물관리 체제에서는 거버넌스의 역할이 중요시되면서 거버넌스가 중심이 되어 현장 물 문제를 발굴하고 해결책을 스스로 만드는 상향식

(Bottom-up) 방식의 행정체계 구축이 필요한 실정임

- 최근 사회의 다원화와 경제수준의 향상, 시민의식 고양으로 도시정책에 대한 시민 참여 욕구가 크게 증가하는 추세임. 선진국에서는 시민의 수요를 적극 수용하여 시민지향형 거버넌스를 적극 추진하고 있음. 거버넌스는 도시 계획 추진에 있어서 민간분야의 창의성과 아이디어를 반영할 수 있도록 행정체계를 재정립하고 권한을 분점하는 과정을 의미함. 이에 도시하천의 수질개선을 위해서는 상향식 구조 방식으로 시민참여적이고 다양한 이해관계자의 수평적인 체제로의 개편을 통한 접근이 필요함
- 이에 도시하천의 지속적인 유지관리 및 수질개선을 위해서는 상향식 구조 방식으로 시민참여적이고 다양한 이해관계자의 수평적인 체제로의 개편을 통한 주민상생형 도시 비점오염관리 거버넌스 구축이 필요함
- 성공적인 거버넌스 운영을 위한 주체로는 시민, 전문가 및 시민단체, 행정으로 구성될 수 있으며, 각 주체별 역할은 다음과 같다.
 - 시민 : 시민참여에 대한 열정과 성의 및 시민들의 헌신적인 조직활동이 필요. 시민 교육을 통해 발굴되는 지역리더의 역할과 능력이 시민참여의 성패를 좌우하는 주요 변수임
 - 전문가 및 시민단체 : 시민참여에 대한 연구와 다양한 정보수집, 시민참여에 대한 네트워크의 구축, 시민참여의 운동 및 자문과 전문가로서의 역할 등의 활동이 필요
 - 행정(지자체) : 열린 행정을 통해 행정정보의 공개와 시민을 행정의 대상이 아닌 행정의 파트너로 인식하고 다양한 제도적 기반과 지원제도를 마련하여 지속가능한 도심하천 수질개선을 위한 정책을 실행

시민	전문가/시민단체	행정
<ul style="list-style-type: none"> • 시민참여 필요성 인식 • 시민리더의 적극성 • 시민조직의 활발한 활동 • 헌신적인 참여활동 	<ul style="list-style-type: none"> • 시민참여 방안 연구 • 다양한 정보수집, 교환 • 시민참여 네트워크 구성 • 시민참여 운동 및 자문 • 시민참여 전문가 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 시민본위 행정 지원 • 담당공무원 적극성 • 지원체계 및 제도마련 • 행정부서간 연계협조

<그림 5-2> 거버넌스 구조 및 주체별 역할

- 도시지역에서는 다양한 시민단체들이 운영되고 있으며, 도심하천 관련 여러 NGO들이 활동을 하고 있음. 이러한 다양한 단체들의 네트워크 구성(시민협의회)을 통한 지속 가능한 거버넌스 구축이 가능할 것임.
- 도심하천을 가꾸고 보전하는 일은 생태-환경적 가치 뿐만 아니라 지역주민의 삶의

질 향상에도 매우 큰 영향을 미침. 행정, 시민사회단체, 학교와 기업, 일반 시민까지 다양한 이해당사자들이 참여, 협업할 때 지속가능한 도심하천의 관리와 보전이 가능. 민간차원에서의 협력네트워크를 구성하고 행정이 결합하여 지속적인 참여와 지원이 가능한 제도화가 필요함



<그림 5-3> 단계별 거버넌스 구축 방안

- 거버넌스 운영을 위한 예산 및 재정지원 방안으로 기존 다양한 관련 사업과의 연계방안, 한강수계관리기금, 수질보전활동지원사업, 비점오염저감사업, 환경부 비점오염저감 국고보조사업 등을 통해 확보가 가능할 것임. 한강유역의 경우 한강유역환경청 한강수계관리기금 활용이 가능하며, 관련규정으로는 한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률 제7조(토지 등의 매수 등), 한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률 제4조의3, 한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률 제7조, 한강수계 수변구역관리기본계획 등이 있음. 또한 한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률 제27조에 의거 수질보전활동지원사업을 통해 민간단체 수질보전활동 사업 지원이 가능함. 따라서 한강 상·중·하 소유역 또는 대유역 거버넌스 특성에 따른 적합한 예산 및 재정지원 방안 도출 연구가 필요함.

5.1.5 수원의 다변화를 통한 한강상류 물부족 해결

○ 유역 맞춤형 수원 다변화 방안 마련

- 한강상류 가뭄 취약 지역에 적합한 수원 다변화 방안을 마련하기 위해 대체수자원의 활용 가능성 및 물그릇의 운영 효율화를 통한 안정적인 수량 확보 방안 등을 검토할 필요가 있음
- 유역 내 물공급 관련 시설물들의 연계·통합 운영을 위한 유량 증대 등 수원 다변화 방안을 모색하기 위한 종합적인 관리방안 및 추진계획을 수립하는 것이 필요함

○ 취수원의 다변화를 위한 관리제도 개선방안 마련

- 취수원 주변의 개발수요 증가, 수질 오염, 광역상수도 확대 등으로 인해 기존 취수원에 대한 이전과 폐쇄를 요구하는 민원이 발생하고 있으나 기후변화와 용수 수요 증가에 부응하고 외부 수원의 불안전성에 대비하기 위한 기존 지역 내 취수원의 중요성도 부각되고 있음
- 취수원에 대한 이해관계자 간의 상반된 요구가 충돌하고 있어 취수원 관리를 위한 합리적인 정책 수립 및 집행이 요구되고 있어, 이러한 요구충돌 문제를 해결하기 위해서는 취수원 운영실태를 조사하고 관리의 적절성을 검토한 후, 바람직한 취수원 관리제도를 마련할 필요가 있음

5.1.6 소양댐 및 도암댐 주변 지역 갈등의 해소

○ 소양강댐 기반 경제생태계 창출을 거버넌스 구축 및 지원 제도 구축

- 소양강댐과 관련한 이해관계자(댐 관리자, 지자체) 및 지역을 이해하고 있는 지역 주민, 환경 관련 NGO 등이 참여하는 협의체 구성
- 협의체의 구성을 위해서는 강원도가 중심이 되어 댐 주변 지역 시군과의 공감대 형성과 공론화 과정이 필요
- 지원사업 대상지역 설정은 댐 시설로부터 환경 또는 생활에 부정적 영향을 받거나 받을 수 있는 지역에 대한 과학적 근거가 없어 지원사업 대상지역 설정의 적합성 문제가 제기되고 있어 합리적인 지원 대상지역의 설정을 위해서는 댐 주변지역에 대한 피해 종류와 규모, 피해 받고 있는 주민의 수 등을 조사하여 전체적인 피해액, 그리고 당사자별 피해액 등을 산정한 후, 이에 부합하는 보상과 지원액이 결정되어야 할 것임
- 매년 반복되는 일회성 및 소모성 사업으로 추진되는 사업 추진 방식에서 벗어나 소양강댐 주변지역 활성화 지원 중심으로 전환이 필요하며, 이를 위해서는 소양강댐 주변지역 지원금 운용을 위한 지원체계가 필요하며 재단법인 설립을 통해 댐 주변지역의 주민소득 증대 및 복지 증진을 위한 사업계획의 수립과 집행이 요구됨

- 지원사업계획의 효과적 수립 및 원활한 집행을 위해서는 직접적인 주민의견 수렴은 물론 주민들이 계획과정에 참여할 수 있는 제도적 장치가 필요

○ 도암댐 효율적 이용을 위한 거버넌스 강화 및 관리방안 마련

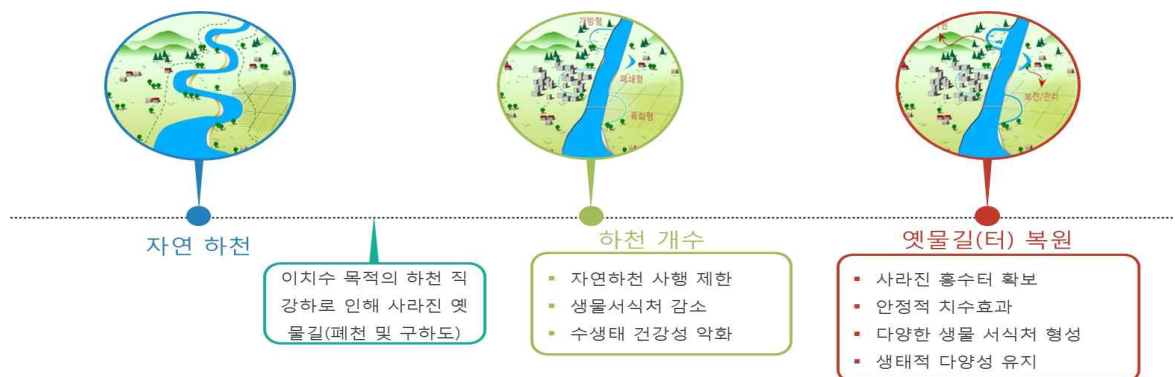
- 강릉시민, 전문가, 지자체, 정부, 수력원자력 등 다양한 이해관계자 협의체를 구성하고, 객관적인 도암댐의 수질 통계자료에 근거하여 수자원 확보의 필요성과 활용 가능성 등에 대한 주민 의견 일치를 도출해야 함
- 도암댐 활용에 대한 합의를 통해 강릉 남대천의 건천화를 방지하고, 수질 개선, 주민 복지 공간 마련, 생태하천 조성 등을 위한 도암댐의 효율적 이용방안이 도출되어야 함

5.2 한강중류(서울권)

5.2.1 옛물길 복원 사업과 연계한 생태 하천 조성

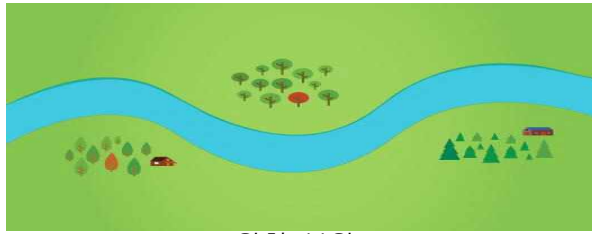
- 한강 중상류(서울권역) 자연성 회복 방안으로 우선적으로 추진해야 할 과제는 지방하천의 건천화 예방 및 모니터링을 통한 유역 저류량 및 침투량 회복을 목표로 이는 옛물길(터) 복원 사업을 연계하여 추진하고, 건천화 지점 모니터링을 지역 주민과 함께 하면서 기술적으로 해결하기 어려운 현안이 있을 경우 주민참여형 혁신적인 아이디어를 모색 할 수 있음
- 옛물길(터) 복원은 제외지 중심의 생태하천복원사업에서 네덜란드에서 시작된 ‘living with flood’ 라는 개념(Menke, 2004)으로 하천홍수터를 공간개념에서 복원하고자 하는 ‘Room for the river’ 개념을 도입한 사업으로 원래 하천이었던 곳을 인간이 포기하고 하천으로 돌려주자는 의미임<그림 5-2>

※ 출처 : Ute Menke (2004), 생태서식처와 수질정화를 위한 수변확충지대 조성-유럽의 사례, 하천환경국제워크샵, 한국건설기술연구원(번역본)



<그림 5-4> 옛물길 복원 의의

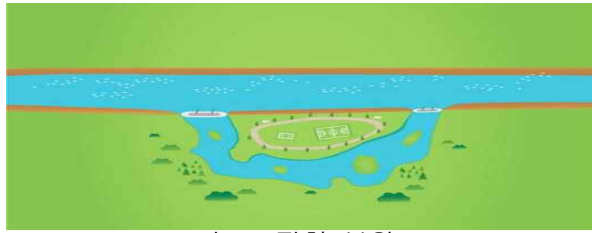
- 옛물길은 사전적 제시되지 않은 단어이나 “옛” + “물길” 이 합쳐진 용어로 과거에 일정한 유로를 가진 물길을 총칭하며 폐천, 폐천부지, 구하도 등 건천화 및 복개된 하천 등에 대하여 자연하천 및 생태하천으로 복원하고자 하는 의의가 있음
- 옛물길(터) 복원 유형은 원형 복원, 셋강형 복원, 하도조절형 복원, 습지형 복원으로 구분되고 있음<그림 5-3>



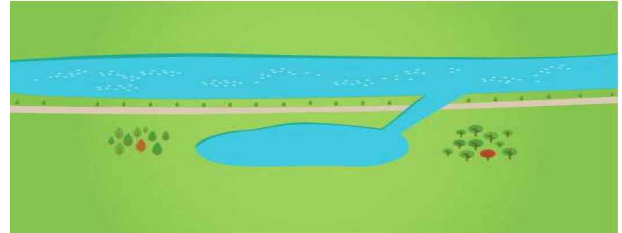
〈원형 복원〉



〈샛강형 복원〉



〈하도조절형 복원〉



〈습지형 복원〉

〈그림 5-5〉 옛물길(터) 복원 유형

- 그동안 폐천부지(발생시 지자체 신고기준)는 국가하천(총 7,962필지 17,933,831 m²), 지방하천을 대상으로 조사한 결과(2016, 환경부) 가장 많은 폐천부지 수는 필지수 순으로 한강, 안성천, 영산강, 낙동강, 만경강으로 조사되었고, 면적순으로는 한강, 낙동강, 영산강, 안성천, 금강 순으로 조사되어 전국에 폐천부지는 필지수, 면적 두 가지 모두 한강이 가장 많게 조사됨<표 5-1>

<표 5-3> 유역별 폐천부지 필지수 및 면적 조사현황

유역	합 계		국가하천		지방하천	
	필지수	면적(㎡)	필지수	면적(㎡)	필지수	면적(㎡)
합 계	16,508	27,413,538	7,962	17,933,807	8,546	9,479,731
한강 ^{1),2),3)}	12,788	24,029,030	5,051	15,059,756	7,737	8,969,274
낙동강 ^{1),3)}	638	893,809	586	851,436	52	42,373
금강 ^{3),4),5),6)}	400	561,705	169	415,075	231	146,630
영산강 ^{1),3),6)}	742	611,006	739	608,710	3	2,296
섬진강 ^{3),4),6)}	191	72,444	81	27,642	110	44,802
안성천 ^{1),2)}	972	567,513	846	456,174	126	111,339
삽교천 ^{2),5)}	—	—	89	199,682	—	—
만경강 ³⁾	343	264,763	233	219,961	110	44,802
동진강 ³⁾	343	213,577	166	95,362	177	118,215
형산강 ⁵⁾	—	—	1	9	—	—

1) 전자관보(2002~2016) 고시 자료참조

2) 경기도·원주지방국토관리청(2013) 자료참조

3) 전라북도청(2016) 자료참조

4) 논산시청(2013) 자료참조

5) 대전지방국토관리청(2001~2016) 자료참조

6) 익산지방국토관리청(2016) 자료참조

※ 폐천부지는 정부기관 및 지자체에서 제공하나, 폐천부지의 하천에 대한 정보는 기관별 차이가 있어 산정하지 않음

- 4대강 유역 지방하천을 대상으로 구하도, 폐천부지 등 옛물길(터) 조사 및 분석 결과(2016, 환경부) 일부 소규모 하천(1~3·4차 하천)을 제외한 중소하천 591개소 중 옛물길(터)이 변화된 하천은 472개 하천에 1,682개소로 조사됨<표 5-2>

<표 5-4> 4대강 유역 중소하천 옛물길(터) 유형분류

유역명 (단위 : 하천수, 개소)	지방하천 현황 ¹⁾			옛물길(터) 현황		
	전체	조사하천 ²⁾	옛물길이 변화된 하천 ³⁾	옛물길(터)	육화형	습지형
합 계	1,892	591	472	1,682	1,314	368
한 강	644	165	137	413	352	61
낙동강	666	226	171	649	481	168
금 강	426	144	114	404	312	92
영산강	156	56	50	216	169	47

1) 최신 지리정보: 국가공간정보포털(<http://www.nsdi.go.kr>) (2011년 갱신자료 참조)

2) 4대강 유역 중소하천: 지방하천 중 소규모 상류하천 제외

3) 조사대상 하천 중 옛물길(터)이 변화된 중소하천 개소수

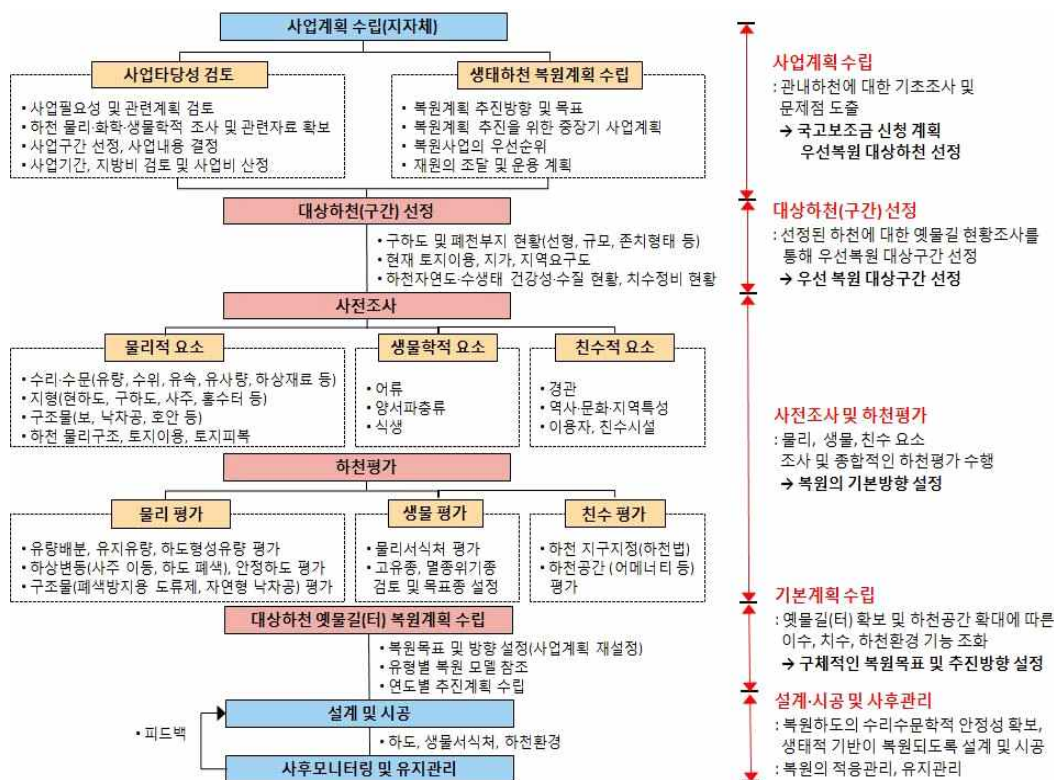
※출처 : 옛물길(터) 복원을 위한 조사연구, 2016, 환경부

- 한강 유역의 옛물길(터) 조사지역으로 서울특별시, 인천광역시, 경기도, 강원도, 충청북도, 경상북도 일대로 옛물길(터) 지점은 총 413개소, 옛물길(터)이 존재하는 중소하천은 137개소로 조사되어 유형별 분석 결과 한강 유역의 옛물길(터)는 육화형 352개소, 습지형 61개소로 나타났고, 한강 중상류에 해당하는 서울권역의 옛물길(터)는 습지형이 2지점, 육화형이 27지점으로 조사됨<표 5-3>
- 옛물길(터) 복원 사업을 하기 위하여 지형, 물리, 수리적, 생물학적, 화학적 인자를 고려해야하는 반면 지방하천은 옛물길(터)에 대한 자료가 부족하여 기존자료를 활용하기 어려워 옛물길(터) 조사를 통한 복원대상지 선정 후 대상지역의 자연도 및 생물평가자료 등 사전조사를 통해 대상지의 유역특성에 따른 사업 추진 방안 마련이 가능함
- 일반적으로 적용 기술, 사업 수행, 복원시 사후관리 방안 마련이 되는데 제외지 내 조경위주 및 공원화 중심의 획일화된 적용 기술을 지양하고 면밀한 사후관리가 필요하기 때문에 복원 목표상과 기본설계 내용이 충실히 반영될 수 있는 시스템과 적절한 복원 모델 제시 및 유지관리 방안 마련 필요함
 - ※ 적용기술 : 생물의 서식·생육환경 및 경관 고려, 자연재료를 활용한 유연하고 세심한 시공, 환경적 영향 최소화 및 지속적 유지관리가 가능한 시공
 - ※ 사업수행 : 지역주민, 민간단체, 전문가 그룹, 행정협의체들로 생태하천 복원 협의체를 구성하고 건설 및 환경 전문가들이 참여하여 수행
 - ※ 유지관리 : 지역주민을 포함한 이해당사자 간 협력 네트워크를 형성하는 거버넌스 체계 구축, 장기간 수생태계의 복원과정을 평가 및 모니터링하여 결과의 환류시스템 운영 필요

<표 5-5> 서울특별시 옛물길(터) 현황(2016, 환경부)

구분	주소	경도			위도			하천명
		도	분	초	도	분	초	
습지형	서울특별시 송파구 신천동	127°	6'	15.47"	37°	30'	44.56"	(석촌호수)
습지형	서울특별시 송파구 장지동	127°	7'	19.65"	37°	28'	32.49"	탄천
육화형	서울특별시 강남구 개포동	127°	4'	32.26"	37°	29'	43.71"	양재천
육화형	서울특별시 강남구 개포동	127°	2'	54.32"	37°	28'	53.43"	양재천
육화형	서울특별시 강남구 개포동	127°	2'	43.98"	37°	28'	44.32"	양재천
육화형	서울특별시 강남구 대치동	127°	4'	28.39"	37°	29'	53.59"	탄천
육화형	서울특별시 강남구 대치동	127°	4'	1.39"	37°	30'	0.29"	탄천/양재천
육화형	서울특별시 강남구 대치동	127°	3'	47.35"	37°	29'	37.69"	양재천
육화형	서울특별시 강남구 도곡동	127°	3'	9.01"	37°	29'	18.14"	양재천
육화형	서울특별시 강남구 일원동	127°	4'	56.56"	37°	29'	42.97"	탄천
육화형	서울특별시 마포구 성산동	126°	53'	48.75"	37°	33'	54.24"	불광천
육화형	서울특별시 마포구 성산동	126°	54'	11.59"	37°	34'	5.63"	불광천
육화형	서울특별시 서대문구 북가좌동	126°	54'	41.22"	37°	35'	2.92"	불광천
육화형	서울특별시 서초구 양재동	127°	2'	31.69"	37°	28'	17.34"	여의천
육화형	서울특별시 서초구 양재동	127°	2'	33.93"	37°	27'	45.26"	여의천
육화형	서울특별시 서초구 우면동	127°	1'	44.90"	37°	27'	52.23"	양재천
육화형	서울특별시 성동구 사근동	127°	3'	0.29"	37°	33'	15.77"	청계천
육화형	서울특별시 성동구 용답동	127°	3'	4.39"	37°	33'	45.48"	청계천
육화형	서울특별시 성동구 용답동	127°	2'	56.44"	37°	33'	59.33"	청계천
육화형	서울특별시 송파구 가락동	127°	6'	14.90"	37°	29'	41.72"	탄천
육화형	서울특별시 송파구 마천동	127°	8'	53.91"	37°	30'	1.79"	성내천
육화형	서울특별시 송파구 문정동	127°	7'	2.55"	37°	29'	16.80"	탄천
육화형	서울특별시 송파구 신천동	127°	6'	37.42"	37°	31'	19.27"	성내천
육화형	서울특별시 송파구 오금동	127°	8'	8.47"	37°	30'	21.81"	성내천
육화형	서울특별시 송파구 오금동	127°	8'	21.38"	37°	30'	7.49"	성내천
육화형	서울특별시 송파구 풍납동	127°	6'	53.54"	37°	31'	31.33"	성내천
육화형	서울특별시 송파구 풍납동	127°	6'	33.13"	37°	31'	37.81"	성내천
육화형	서울특별시 은평구 응암동	126°	54'	55.87"	37°	35'	38.35"	불광천
육화형	서울특별시 은평구 진관동	126°	55'	50.36"	37°	38'	58.12"	창릉천

- 옛물길(터) 복원 기본방향은 수문·지형·생태학적으로 악화된 수계시스템을 교란전의 물리적 상태로 회복, 소실 또는 피해를 입은 생물요소들, 반응체계가 제대로 발휘되지 못하는 생물요소들을 대체함으로써 생태적 총체성의 회복, 치수안정성 증대, 생태환경 효과 증대, 지역특성을 고려한 친수공간 및 자연학습장 등 다목적 기능 제공에 있음
- 한강 중상류(서울권역)의 지역 특성상 도시지역에서 도시하천을 복원하기 위하여 물재 이용을 통한 생태용수 확보, 수변공원 수질특성에 맞는 수처리시설 도입, 비점오염원 관리 등의 방안을 마련하면 보다 효율적이고 효과적인 자연성 회복의 과제를 추진 할 수 있음



※출처 : 옛물길(터) 복원을 위한 조사연구, 2016, 환경부

<그림 5-6> 옛물길(터) 복원 절차

- 기존 옛 물길(터) 복원 사업 추진절차에서 사후 모니터링 및 유지관리 측면의 지역주민의 활용 방안이 마련되는데, 자연성 회복 사업에서는 대상 하천 선정 단계부터 실제 지역 주민과 함께 현장을 모니터링하고 의견 수렴을 할 수 있는 방안을 마련하여 역사 문화 복원과 주민참여를 실행하고 ‘더불어 사는 강’을 실현할 수 있음<그림 5-4>

5.2.2 주민참여형 생태하천 모니터링 방안 확대

- 국내외 유역 물관리를 위한 거버넌스 운영에 대한 사례를 보면 다양한 중앙 부처, 지자체, 주민대표 등 이해당사자들의 이해를 반영하고자 워크숍, 토론, 설문조사 등을 실시하여 상호 협력과 소통을 원만히 할 수가 있는 조직, 절차, 평가 방법등에 대한 의견을 수렴하고 시범 사업 및 폭넓은 자문단의 운영 등을 수행 하면서 물관리 관련 거버넌스를 조직하고 운영하였음
- 세계적으로 통합수자원관리(Intergrated Water Resource Management)가 수자원 관리의 방안으로 받아들여지고 있는 가운데 기후변화, 물이용 이해당사자들의 권리의식 고조와 갈등 심화, 다양한 물관리기구들의 등장 등 물관리 여건 자체가 복잡해지면서 통합수자원관리의 필요성이 강조되고 있는 현실임
- 통합수자원관리 개념에는 물관리정책의 수립, 유역을 관리단위로 하는 법률의 제정, 수리권의 정립, 물배분에서 가격 메커니즘의 활용, 의사결정 과정에 주민참여 독려 등의 내용이 포함되어 실제로 현안이 되는 물 관련 문제들을 중심으로 정책 결정과 추진 단위를 유역 단위로 추진하는 것이 현실적으로 어려움이 있어 새로운 의사결정 구조 및 거버넌스 구축에 대한 면밀한 방법도 고려해야 함
- 해외의 유역관리 시스템 및 거버넌스에서 핵심적인 내용은 결국 유역의 자율성과 분권성을 어떻게 확보했느냐의 문제이며, 이러한 자율성과 분권성에서 핵심은 유역의 대표성과 재원의 독립성을 마련하는 문제로 귀결되는데 특히, 네덜란드 물 위원회를 구성은 위원장, 선출공무원, 물 이용자, 행정부, 유역청 대표 등이 속해 있어 현재 우리나라가 구상하고 있는 유역위원회 중심의 물관리 체제와 유사함<그림 5-5>

유역 거버넌스			
	Water(Governing) board 물위원회 18~30명	Ececutive committee 물행정부	집행조직
네덜란드	<ul style="list-style-type: none"> • 위원장 1인 • 거주민(resident) 16~23명 • 미개발지역(undeveloped), 농민 3~4명 • 산업계(business) 2~4명 • 보전지역(nature area)소유주 1~2명 	<ul style="list-style-type: none"> • 4~5명 • 의장 governing board 추천위원 • 유역청 일상업무 관장 	
프랑스	유역물의회 River basin committee	유역청 위원회 실행조직	유역청 집행조직(500명)
	185명 74명 이용자 대표(40%) 74명 지자체 관계자(40%) 37명 정부 (20%)	35명 위원장 1인 선출각료 11인/ 이용자 11인 / 행정부 11인 /유역청 대표1인	
일본	물순환기본법 유역물순환기본계획	유역물순환협의회 설치(계획)	

<그림 5-7> 네덜란드, 프랑스, 일본의 유역거버넌스 구성 비교

- 보다 혁신적인 거버넌스 구축을 위하여 이해당사자의 범위를 확대할 필요가 있고, 주민 참여 방안으로 환경교육, 워크숍, 토론회 등 다양한 의견 수렴 방안과 더불어 직접적으로 체험하고 참여하는 방안으로 현장조사에 시민연구원으로서 참여도 중요함
- 지역사회혁신 및 지역문제 해결을 위한 방안으로 시민과학, 리빙랩 등의 특정 지역의 생활공간에서 공공-민간-시민 협력을 통해 문제를 해결하는 수단이자 방식을 적극적으로 활용할 필요가 있음<표 5-6>

<표 5-6> 리빙랩 방법론에 따른 프로세스

방법론	단계/프로세스
Service Experience Engineering(SEE)	① FIND ② InnovationNet ③ Design Lab: PoC, PoS, PoB
Helsinki LL	① 기반형성 단계(grounding phase) ② 상호적·반복적 공동설계 단계(co-design phase) ③ 적용 및 실행 단계(appropriation and implementation stage)
Catalan LL	① 집단선택(group selection) ② 혁신장(innovation arena) ③ 맥락 개발(context development)
iLab.o	① 맥락화(contextualisation) ② 구체화(concretization) ③ 실행(implementation) ④ 피드백(feedback)
Rural Inclusion Methodology(RIM)	① 공동체 기획 ② 의사소통 전략 설정 ③ 공동체 관리 과정 ④ 이해관계자 동기 유지
FormIT	① 기획(planning) ② 개념 설명 주기(concept design cycle) ③ 프로토타입 설계 주기(prototype design cycle) ④ 혁신 설계 주기(innovation design cycle) ⑤ 사업화(commercialization)
Callaboration@Rural (C@R)	① 지역사용자 공동체 구축 ② 사용자 참여 ③ 새로운 제품/서비스 개발 ④ 네트워크 및 시너지 창출 ⑤ 실행 연구

※출처 : 국내 리빙랩 현황분석과 발전 방안 연구, 2017, 성지는 외.

- 자연성 회복 사업의 주민참여형 과제를 추진하기 위해서는 유역별 특성(한강 상류, 중류, 하류 등)과 더불어 지역적 특성(도시, 농어촌, 지역주민 등)을 고려하여 리빙랩의 방법을 선정하고 과제를 추진 할 필요가 있음
- 리빙랩의 다양한 방법 중 Rural Inclusion 방법론(RIM)은 다른 리빙랩 방법론과는 달리 혁신활동보다 리빙랩의 근본 원리인 공동창조를 위한 원활한 의사소통과 협력이 이루어질 수 있도록 공동체 구성과 의사소통에 초점을 두고 있다는 특성이 있음. 또 이

해관계자가 리빙랩의 혁신 활동에 적극적으로 참여할 수 있도록 동기를 끌어내는 동기 유지를 단계에 포함하는 등 다른 리빙랩 방법론과 차이를 보이고 있음. 이는 사용자를 혁신 과정 모든 단계에 참여시키는 것을 강조하기 때문임

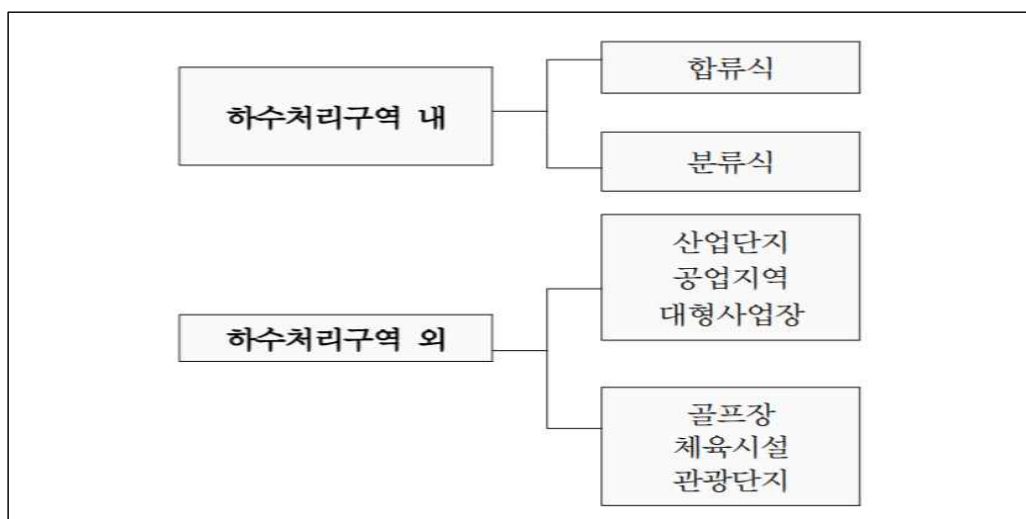
- RIM(Rural Inclusion Method) 방법론은 핵심적 단계로 공동체 기획, 의사소통 전략 수립, 공동체 관리, 이해관계자 동기 유지 등으로 구분 제시하고 있음(Corallo, Latino and Neglia, 2013: 4)
- 4단계 구성 프로세스의 자세한 내용은 다음과 같음(성지은·정병걸, 2017)
 - ① 공동체 기획: 리빙랩의 목표·대상, 관련 평가지표, 실행 계획, 사용자 유형, 필요 기법, 공동체 형성 활동, 전략의 공유 등을 정의하는 단계
 - ② 의사소통 전략 설정: 공동체 구성원들이 서로 분리되어 있다고 느낄 경우 공동체 의식이 사라지거나 약화되기 때문에 쉽게 접근 가능한 명확한 의사소통 수단을 구축하는 것이 중요하다고 봄. 효율성과 단순성을 리빙랩 프로세스에 결합시키는 것을 필수적 성공 요소로 봄
 - ③ 공동체 관리 과정: 공동체 관리과정은 다시 4개의 하위 프로세스로 세분하는데,
 - (1) 공동체의 비전 공유에 필요한 공동체 형성 촉진
 - (2) 공동체 동기와 참여의 측정
 - (3) 공동체 내의 갈등 관리를 위한 거버넌스 및 의사소통 채널을 활용한 공동체형 정부
 - (4) 이벤트 구성 등
 - ④ 이해관계자의 참여 동기 유지: 토론 활성화, 신속한 응답, 목표에 대한 명확하고 단순한 의사소통, 사용자의 만족감 제고 및 기여 인정 등을 통해 관련 주체의 참여 동기를 유지하는 데 초점을 맞춤
- 거버넌스 참여 주체별 역할을 살펴본 결과 관계부처, 지자체(구단위), 전문가(연구자), 시민단체, 지역주민에 따른 특성과 역할이 나뉘어 있으며 그 역할 구분은 <표 5-5>와 같음
- 최근 사회문제 해결형 연구개발사업과 리빙랩이 추진이 되면서 사용자를 포함한 다양한 주체들의 적극적인 참여를 기반으로 그 지식 및 경험의 생산과 확대가 이뤄지고 있음. 한강 중상류 유역(서울권역)의 자연성 회복 사업에 대한 혁신적인 거버넌스 구축 시 이해당사자들의 구성 및 비율만 고려할 것이 아니라 각자 역량과 경험에 대한 역할 부여하여 과제의 시작과 종료를 함께 추진하고 함께 성과를 내는 것이 바람직함

<표 5-7> 거버넌스 참여 다양한 주체의 역할 예시

주 체	특성 및 역할
관계부처	- 민관거버넌스 지원 및 정책반영
지자체(구단위)	- 민간거버넌스 지원 및 소통 - 해당지역에 대한 자료 정리 및 기록
전문가(연구진)	- 정책 및 기술적 연구 - 전문가 그룹 의제 발굴 - 시민참여형 리빙랩 기획
시민단체	- 지역주민의 니즈 및 의견 수렴 - 거버넌스 체계에서 각 주체간 적극적인 소통 견인 - 시민사회 의제 발굴
지역주민	- 지역 현안 및 사각지대의 니즈 발견 가능 - 실생활에 필요한 아이디어 제안 - 과제(사업) 종료 후 지속적으로 자체 활동 가능

5.2.3 수변생태벨트 조성을 통한 도시 비점오염원 관리 및 자연성 회복

- 하천의 수질에 큰 영향을 미치는 도시 비점오염원을 분류해 보면, 하수처리구역 내와 하수처리구역 외로 나눌 수 있으며, 하수처리구역 외 중 비점오염원의 특성을 고려할 때 산업공정과 관련된 산업단지, 공업지역, 대형사업장과, 비산업계이지만 비점오염원의 유출이 많은 골프장, 체육시설, 관광단지로 나눌 수 있음<그림 5-8>



(기존시설 활용을 통한 효율적 도시 비점관리방안 연구, 2014, 한혜진 외.)

<그림 5-8> 도시 비점오염원의 분류

- 도시의 비점오염원은 농촌의 전, 담으로부터 발생하는 비점오염원보다 실질적으로 관리가 가능한 점을 고려하여 도시 중심의 비점오염원 관리를 중심으로 관리대책을 수립하면 비점오염원 관리 효율을 높일 수 있음
 - ※ 출처 : 기존시설 활용을 통한 효율적 도시 비점관리방안 연구 : 산업단지, 공업지역 및 개별사업장을 중심으로, 2014, 한혜진 외
- 도시지역의 비점저감 방안에서 폐수종말처리장 자체의 비점저감 효율성은 높지만 여유용량이 많지 않아, 연계처리를 한다고 해도 개별적으로 비점 저감시설을 따로 설치해야 하므로 폐수종말처리장의 비점저감 효율성은 매우 낮다고 판단됨
- 도시기반시설을 활용한 비점오염저감사업 대상 지역인 남양주시 덕소 유수지 생태공원과 남양주 가운유수지의 사례로 비점저감효율을 분석한 결과 남양주 덕소 유수지 생태공원은 유수지의 재난방재 교유의 기능을 보전하면서 인공습지를 설치하여 비점오염물을 처리하는 새로운 형태의 친환경적 환경기초시설로, 생태공원 유수지 하부에 지하저류시설을 설치해 비점오염저감 기능을 추가하여 유수지와 영구저류지를 활용한 비점저감효율 방안을 마련함<그림 5-9>



※ 자료 : 남양주뉴스(2011), 환경부&환경관리공단(2009) 인용.

<그림 5-9> 유수지의 비점저감시설로 활용되고 있는 유수지 생태공원

- 산업단지, 공업지역 및 대형사업장의 경우, 비점오염물질 배출량이 전체 도시비점 중 약 20%에 해당하며, 비점오염원 저감시설을 별도로 설치하지 않으면 산업공정에서 사용되는 유해화학물질들이 강우와 함께 수체에 직접 배출될 위험이 높음
 - ※ 출처 : 기존시설 활용을 통한 효율적 도시 비점관리방안 연구 : 산업단지, 공업지역 및 개별사업장을 중심으로, 2014, 한혜진 외.

- 많은 기존의 연구들이 도시기반시설(유수지, 주차장, 도심공원 등) 혹은 수질사고방지 시설(완충저류시설)에 비점오염저감 기능을 부여하여 다목적으로 활용하는 방안을 제시하고 있지만, 구체적 안별 적정성이나 비점관리 효율성과 같은 정량적인 분석을 통한 정책제안 연구는 거의 존재하지 않음
- 도시 내 산업단지, 공업지역 및 개별대형사업장의 효율적인 산업 비점오염원 관리를 위하여 기존시설을 활용한 비점오염원 설치신고제도 확대 중장기 계획안을 수립하여 비점설치 의무가 부여된 산업단지, 공업지역, 개별사업장을 대상으로 관리효율을 높이고 특정유해물질의 관리도 함께 할 수 있는 방안을 마련해야 함
- 수변과 유역에 대한 접근 없이 하도의 물리적 개조에만 치우친 하천복원이 아닌 생태계 건강성을 고려하여 수변생태벨트 및 그린-블루 네트워크 조성을 통한 하천복원이 실현되기 위하여 하천과 관련된 다양한 집단의 대화와 합의, 참여를 통해 복원사업을 지역주민, 전문가, 민간단체 등이 주도하고 국가와 지자체는 이를 지원하는 체계로 점진적인 변화를 이루어야 함
- 한국환경정책평연구원은(2008) 수생태계 보호를 위한 하천 관리방안으로 소하천 수생태 건강성 평가를 분석하고 수변 토지의 피복변화 분석을 통하여 소하천 수생태 건강성을 평가함으로써 다음 4가지의 소하천 관리방안을 제시함
 - 하천 생태적 특성을 고려하는 방향으로 재분류되어야 하며 또한 수생태적으로 중요한 소하천을 선별하여 관련부처로 하여금 소하천을 지정할 수 있는 제도 마련할 것
 - 소하천 수변관리를 통한 수생태계 보호방안으로 장기적이고 지속적인 보호를 위해서는 소하천 수변관리가 매우 중요하여 적절한 대책을 강구 할 것
 - 소하천 정비(관리)사업의 개선으로 소하천 정비사업에 ‘생태복원 및 보호’라는 목표가 포함되어야 하며 또한 소하천을 정비의 대상이 아닌 보호·개선하는 관리의 대상으로 개념을 수립 할 것
 - 소하천(유역)관리 모델을 위한 연구개발로 소하천 유량 및 수질환경의 기초자료 확보의 필요성과 소하천 관리기술에 대한 연구가 필요하다고 하였다. 수생태 모니터링의 확대, 주민참여를 통한 관리정책 유도 등의 방안을 제시 할 것
- 최근 많은 지역주민들이 도시내 생태공간 구성에 관심과 수요가 증가하는 추세이며 수변생태벨트 및 그린-블루 네트워크 조성을 통한 하천관리 및 정비사업을 통해 하천복원 사업을 수행한다면 하천 생태계서비스의 경제적 가치를 극대화하여 지역주민 및 지자체의 만족도를 높일 수 있을 것임

<표 5-8> 지역주민 대상 설문 결과 (생태하천공원 가치 추정 조사)

구분	지불용의금액 (원/세대/년)	세대수	생태공원가치 (백만 원/년)	비고 (면적, km ²)
대전천 주변지역	3,485.0	63,544.3	221.45	17.48
갑천·유등천 주변지역	4,581.6	147,882.2	677.54	94.69
하천 비인접지역	5,062.2	268,489.5	1,359.15	427.47
평균/합계	4,441.1	479,916.0	2,258.14	539.64

- 지역 주민 등을 대상으로 지불의사를 조사하여 도시 생태하천공원의 가치를 추정해 본 결과(임윤택 외, 2005) 생태하천공원을 이용하기 위한 지불 의사금액은 연간 평균 4,441 원/가구로 조사되었으며, 이는 총 2,258.14백만 원으로 나타나 사업타당성 분석기간인 30년간의 가치로 계산하고 자본화 비용을 고려한 현재가치로 환산한 금액 51,556백만 원은 생태하천공원 조성 소요 예상 비용의 약 19%에 달하는 금액으로 상대적인 차이를 가늠해 볼 수 있음<표 5-8>
- 수변생태벨트 조성을 위한 세부과제로는 수변구역의 효율적 토지 매수가 필요하다. 이는 토지매수 우선지역을 선정하기 위하여 기존의 선정 방법인 점오염 및 비점오염 부하량을 산정하고 수변생태벨트 연결성 강화를 위해 기 매수·복원지역 인접성 및 중권역 수질 목표 달성여부를 추가로 고려하여 최종 우선순위를 산정함<표 5-9>, <표 5-10>

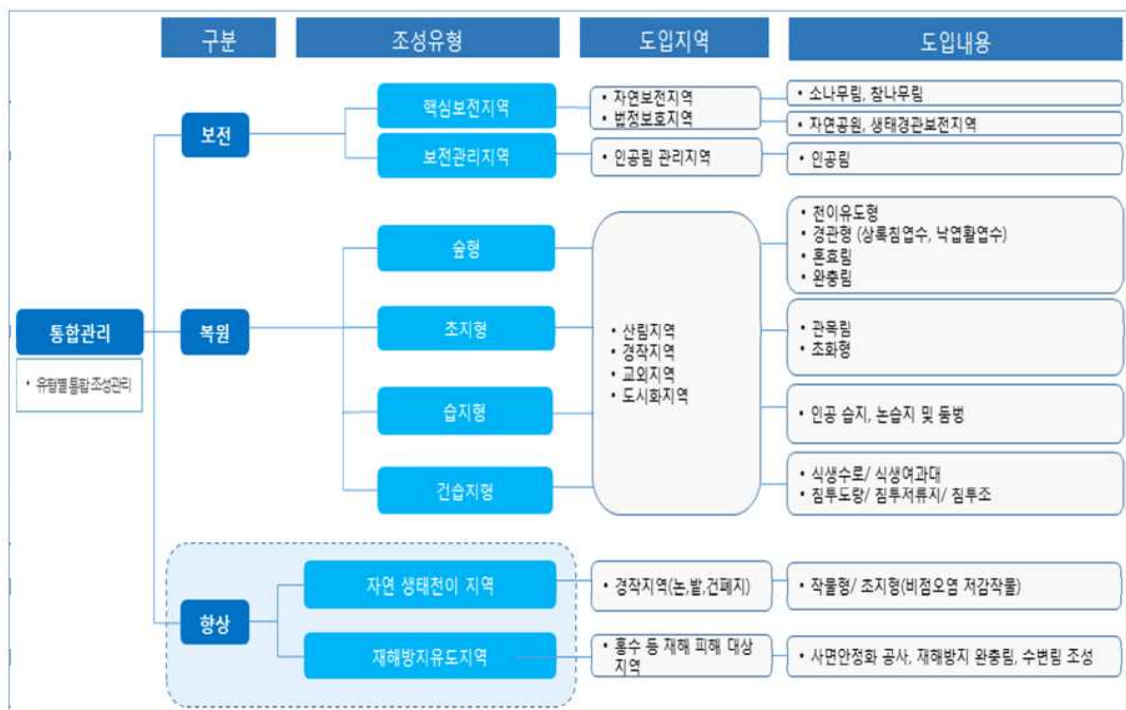
<표 5-9> 1, 2차 기본계획 유역차원의 토지매수 연결성 고려 방안 및 한계점

구분	방법	한계점	점 오염원	비점 오염원	기매수 연결성	기복원 연결성
1차 계획	<ul style="list-style-type: none"> ■ 단기사업지역(하천으로부터 50m 이내)을 우선매수 대상지역으로 지정 ■ 중기사업지역으로 하천으로부터 50m에서 250m 이내 지역을 설정 	<ul style="list-style-type: none"> · 하천으로부터 거리가 가까운 지역을 우선 매수하는 방식 · 점오염원 중심의 매수방식으로 비점오염원 저감에 대한 고려 미흡 	○	X	X	X
2차 계획	<ul style="list-style-type: none"> ■ 수질에 영향을 미칠 수 있는 영향인자 고찰 및 적용 - 수질영향인자 : 수변인접성, 경사, 토양, 지형, 토지이용 특성, 유효토심 ■ 분석계층처리(AHP) 가중치를 기반으로 한 지리정보체계(GIS) 공간 분석을 활용한 '공간의사결정 지원 시스템' 구축 및 적용 	<ul style="list-style-type: none"> · 비점오염원 유입에 미치는 영향은 고려하였으나, - 수질에 직접적으로 영향을 주는 점오염원 대한 고려 미흡 · 기복원 지역, 기매수 지역 등 연결성에 대한 고려 미흡 	X	○	X	X

<표 5-10> 수변생태벨트 관리유형 및 이용 범위

관리유형	이용 범위(안)
보전(핵심구역)	<ul style="list-style-type: none"> • 학술 모니터링 이외 내부 출입 금지 • 전문가(관계자)를 동반한 경우에 한하여 출입 가능
복원(완충구역)	<ul style="list-style-type: none"> • 생물 서식권 보전을 위한 관리 목표종 설정 및 서식처 마련 등
향상(전이구역)	<ul style="list-style-type: none"> • 자유로운 탐방 프로그램 운영, 생태계 교육 및 연구 등을 적극 실시 • 생태관광자원 발굴 및 생태관광 프로그램 연계

- 그린-블루 네트워크 구성을 위하여 기존 수목식재 방식 외에 매수토지의 규모 및 주변 환경 여건을 고려하여 수질개선 및 생태복원 목적을 동시에 달성할 수 있는 통합 관리 유형을 적용하여 수질개선 및 생태복원 향상을 도모하는 것도 중요함



※ 수변생태벨트 관리현황 검토 결과 전체 관리유형 대비 숲형 73.1%, 습지형 7.9%, 초지형 16.1%, 관목형 2.5%, 그 외 보전녹지가 0.4%

<그림 5-10> 수변생태벨트 관리 유형 재분류(안)

- 자연성 회복 거버넌스를 통해 지역주민이 함께 수변생태벨트 사업에 참여방안으로 지자체, 사회적 기업, 민간단체 등 다양한 기관이 매수토지 조성·관리에 참여할 수 있는 공동 사업을 검토하는 방안이 있고, 지역주민과 함께하는 매수토지 관리 방안도 있음
- 지역주민과 함께하는 매수토지 관리 방안으로는 수변생태벨트 해설사 등 녹색일자리 창출(※ 2004년부터 주요 테마원 중심으로 지역주민 채용을 통한 토지관리(생태공원, 학습장, 삼회지구)와 지역민의 자발적 참여 유도를 위한 주민감시원 활동 지원인 수변구역 내 쓰레기 불법투기, 자연환경 훼손 단속을 위한 주민감시원 도입 등이 있음
 - ※ 2018년 기준 한강수계 매수토지 관리지역은 9개 시군에 광범위하게 분포되어 있으나 인력, 예산 등 제약이 있음(한강수계관리위원회&한강유역환경청, 2018)
- 수변생태벨트 사업의 효과검증을 위한 유역통합관리 모니터링 체계 마련도 필요함. 그간 수변구역 인근 수질측정망 및 모니터링 데이터 부재로 사업의 효과 분석에 제한이 있었음. 본류에 위치하고 있는 기본의 수질측정망*은 수질 측정영향 인자가 다양하여 사업효과 검증에 한계가 있었음<그림 5-10>
 - * 국가 수질자동측정망 27개소, 경기도 수질측정망 3개소
- 수변생태벨트 조성 전·후 수질 측정을 위하여 수변생태벨트를 통과하는 지표수나 지하수의 직접적인 농도 변화를 알 수 있는 직접적* 수질측정 방법과 수변생태벨트 시범사업 후보지 인근 지역의 지류 유무, 유역 현황 및 채수 환경을 고려하여 채수 지점을 선정하는 등 보다 체계적인 수질모니터링 방안을 마련하는 것이 필요함
 - 직접적: 우수의 수변생태벨트 유입 전·후의 수질을 직접 분석하는 방법
 - 간접적: 우수가 수변생태벨트를 통과하여 하천의 본류 또는 지류로 유입 후 인근 하천 주변의 수질측정망 자료를 분석하는 방법



<그림 5-11> 수질 채수 위치 개념도, 측정지점 예시

- 수변생태벨트의 직접적 수질측정은 강우로 인한 유출수 발생 시 가능하며, 조성지역 내 지표유출 발생 시 유입 전, 후 농도값을 비교하여 효과를 분석하는데 분석대상은 유입수, 유출수, 시설내부 체류수 등이 있고 분석항목은 수온, 전기전도도, pH, DO, BOD, COD, TOC, TSS, TN, TP가 있고, 시료채취 횟수는 강우 시 연간 총 20회 (1회 강우 시 12회 시료채취)로 강우초기*와 강우 중기~종료로 구분할 필요가 있음<그림 5-11>

※ 출처 : 4대강 수계 비점오염저감시설 모니터링 및 유지관리 용역 보고서, 2011, 환경부 / 비점오염저감시설의 설치 및 관리 운영 매뉴얼, 2016, 환경부

* 강우초기(1시간) :

- 유입전 : 지표유출수 발생 후 1분, 5분, 10분, 15분, 30분, 60분 (6회)
- 유입후 : 지표유출수 도달 후 1분, 5분, 10분, 15분, 30분, 60분 (6회)

강우 중기~종료 : 적정 시간 간격 (6회)

- 수변생태벨트 통합관리 시스템 마련 방안을 정리해 보면 토지매수 현황, 수변생태벨트 조성 및 관리 현황, 수질 모니터링 결과, 생태계 모니터링 결과, 환경측정자료, 수변구역 내 토지이용 및 오염원 현황의 정확한 파악이 중요함<그림 5-12>



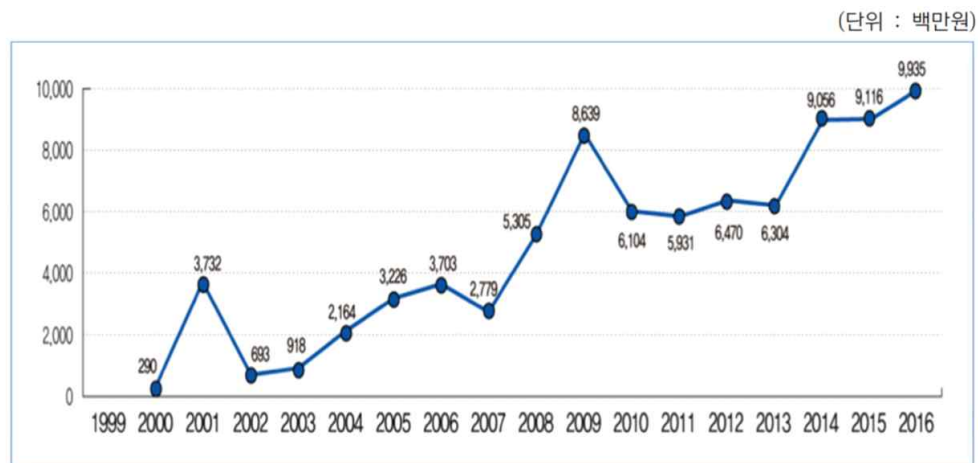
<그림 5-12> 수변생태벨트 통합관리 시스템 마련(안)

- 수변생태통합관리 시스템의 각 유형 별 중요하게 조사되어야 하는 항목은 다음과 같음
 - 토지매수 현황: 기존 토지매수시스템에서 제공되는 토지매수 현황, 매수토지 관리, 필지별 매수금액, 우선순위 산정 순위
 - 수변생태벨트 조성 및 관리 현황: 수변생태벨트 조성현황, 조성유형 및 수변생태벨트 관리대장 내용, 관리주기, 민원발생 및 조치현황
 - 수질 모니터링 결과: 물환경 정보시스템 수질 측정망 데이터와 연동하고 현재 수변생태벨트 시범지역 내 수질 채수지점 및 채수결과에 따른 효과검증 결과 제공
 - 생태계 모니터링 결과: 수변구역 내 생물종 정보, 현존식생, 출현종 수, 주요 종 및 멸종위기종 현황
 - 환경측정자료: 기상 및 토양, 지질 등 수변생태벨트 환경측정 자료 제공
 - 수변구역 내 토지이용 및 오염원 현황: 수변구역 내 지자체별 토지이용 현황, 축산계, 생활계 등 오염원 현황, 공장, 상업시설, 국공유지 현황
- 적극적인 주민참여유도 및 환경관리를 위하여 수계기금의 효율적인 활용 방안도 마련되어야 함
- 기금 사업 간 연계 검토 현황으로는 상수원관리지역 관리사업*을 통해 수질오염 불법행위 단속, 수변구역 내 쓰레기 수거 처리 연계를 통한 관리인력 확충 및 순찰 효율성 증대, 수질보전 활동지원 사업*으로 수변구역 내 민간단체 지역민들의 자발적 수질 감

시 및 보전 활동 유도 환경교육 및 홍보사업*으로는 한강수계 교육·홍보 프로그램 운영 시 토지매수 및 수변생태벨트 사업 홍보가 있음

- * 상수원관리지역사업지원은 상수원 수질오염불법행위 단속, 수질오염 돌발사고 조기대처 등의 내용 포함
- * 수질보전 활동지원 사업은 민간부문의 기금지원을 통해 지역민들이 자발적 수질감시 및 보전활동을 유도하여 주민참여형 유역관리를 확산시킴으로써 한강수계 수질개선 도모
- * 수도권 주민들의 환경보전의식 고취 및 실천의지 고양을 통해 한강수계 수질보전활동에 자발적인 동참을 유도하기 위한 교육, 홍보 사업. 주요 프로그램으로 아름다운 한강사진 공모전, 물 문화 네트워크 형성을 위한 한강생명 문화제 등

- 연도별 수변생태벨트 사업 기금 운영 현황을 보면 매수토지 물량 증가에 따른 조성면적 증가 및 생태복원 완료 지역 사후 관리비용 증가 등으로 연도별 집행액 증가 추세를 보임<그림 5-13>



※ 출처 : 2018년도 한강수계관리기금 운용계획(2017)

<그림 5-13> 연도별 수변생태벨트 사업 기금 운영 현황

- 한강수계 관리기금 운용규모는 2000년도 2,035억 원에서 연도별 평균 6.7% 증가, 약 2.8배 증가로 2016년도까지 6조 2,718억원의 기금을 조성하여 6조 1,708억원을 집행하였고, 기금 수입 중 물이용 부담금이 97.4%로 대부분의 비중이 차지하며, 이자수입 등 기타수입이 2.6%를 차지함<표 5-11>
- 환경기초시설 사용액이 2조 8,471억 원(46.1%)로 가장 높은 비중을 차지하며, 토지매수 및 수변구역 사업 사용액이 1조 2,937억 원(21.0%), 주요 사업별 지출 증가율은 주민지원사업 1.0%, 환경기초시설 6.2%, 토지매수 및 수변구역관리 19.1% 증가

<표 5-11> 기금운용 및 지출현황

구분	조성액(억원)	비중(%)	구분	사용액(억 원)	비중(%)
계	62,718	100	계	61,708	100
물이용부담금	61,076	97.4	주민지원사업	11,903	19.3
			환경기초시설	28,471	46.1
이자수입	396	0.6	기타수질개선지원	5,004	8.1
			토지매수 및 수변구역관리	12,937	21.0
기타수입	1,246	2.0	오염총량관리	441	0.7
			친환경청정사업	1,976	3.2
			기금운영비	976	1.6

※출처 : 한강수계 기금관리 통계(2017, 한강수계관리위원회)

<표 5-12> 한강 중상류(서울권역) 추진 전략 및 세부과제

지역 현안	연계 사업	세부 과제	연계 회복 전략
도시하천의 건천화	옛물길(터) 복원사업	주민참여형 리빙랩 (대상별 사전-사후 모니터링 방안 마련)	1.수변생태벨트 및 그린-블루 네트워크 조성을 통한 하천복원
도심지역 오염원 관리대책	수변생태 조성사업	시민참여형 유수지 활용사업 (물재이용 방안 마련, 수질감시 및 보전활동, 환경교육-홍보 등)	2.농업비점/도시비점 관리(난분해성 유기물질, 질소 등) 3.수계기금의 효율적 활용과 주민활용 환경관리 필요 4.환경규제 및 토지이용규제(입지제한)의 효율적 개선

- 중류 유역 내 도심지역 하천의 생태하천 조성으로 하천 본연의 복원을 통한 ‘맑은 물이 흐르는 강’ 구현을 위해서 도시하천의 현안인 건천화 문제를 해결하고자 기존에 수행된 옛물길(터) 복원 사업을 연계한 도심하천 저류량 및 침투량 개선과 하수재이용 등 물재이용이 이루어질 수 있는 방안 마련을 주민참여형 리빙랩을 통하여 함께 해결하고자 하였고, 점오염원/비점오염원 현안을 해결하기 위하여 기존에 수행된 수변생태

조성사업을 연결하여 전문가-시민 참여 방안을 극대화 시키고자 함

- 최종적으로 한강 중상류(서울권역) 자연성 회복 사업의 4가지 전략인 수변생태벨트 및 그린-블루 네트워크 구성을 통한 하천복원, 도시비점 관리, 수계기금의 효율적 활용과 주민활용 환경관리 필요, 환경규제 및 토지이용규제(입지제한)의 효율적 개선을 적극적으로 적용한 세부과제로 도시하천 건천화 해결을 위한 주민참여형 리빙랩(지역주민과 함께하는 모니터링)과 도시지역 오염원 관리 문제에 대한 해결을 위한 시민참여형 우수지 활용사업(물재이용 방안마련, 수질감시 및 보전활동, 환경교육-홍보)을 제안함
<표 5-12>

5.3 한강중류(경기권)

5.3.1 수질분야 과제 도출 추진방향

○ 팔당 상수원 수질개선

- 팔당상수원에 대한 국가계획에 따른 수질 확보 대책 추진<표 5-13>

<표 5-13> 한강권역 수질 추이 및 국가계획 목표

년도(BOD, mg/L)	'01년	'12년	'13년	'14년	25년		25년
					수질	수생태	
한강(팔당호)	1.3	1.1	1.1	1.2	주요상수원 1등급	양호 (B등급)	상수원 1등급 이상

* 경기연구원(2018). 통합물관리를 위한 한강유역 거버넌스 구축방안

- 상수원보호구역 등 수계기금 지원을 통한 효율적인 토지이용 및 환경규제: 수도권 규제 합리화와 토지이용규제 완화를 중점으로 규제 재정비 필요
- 상수원 감시·관리 모니터링을 통한 상수원 수질개선 감시·관리체계 구축(환경부 한강유역환경청, 2017)

- 처리장 방류수 인(P)농도 Peak 관리
 - 처리장별 여건을 고려하여 조류발생 시기에 일시적으로 방류부하량 혹은 인 농도를 평상시 보다 낮게 처리해서 방류
- 녹조발생 취약시기 오염물질 배출시설 관리감독 강화
 - 녹조발생 취약시기 주요 배출원 집중 관리
- 녹조발생시 사후 대응 강화
 - 녹조제거 시설 설치·운영 검토
- 수질오염총량관리제 시행을 통한 유역통합관리
 - 수질오염 총량관리제도를 통한 수질관리 강화

- 상수원 중심 취수원 다변화를 통한 물안보 확보

○ 팔당 상수원 보호구역 규제 갈등 재검토

- 수질오염총량관리제, 환경정비구역 설정, 물이용부담금 등 지역주민과의 갈등 해소 및 중재 가능한 위원회 등 설립 및 운영
- 상·하류 협력을 통한 상수원 감시·관리 체계 구축을 위한 해당 지자체, 관계기관 간의 협력체계 구축
- 제2차 물환경관리 기본계획(2016~2025)에 맞춘 물환경 세부계획에 따라 팔당 상수원 규제 범위 재검토

○ 상수원 중심 수변공간 활용한 주민요구 만족형 친수공간 확충

- 수변녹지 조성, 자연친화적 시설 및 체험시설 등 지역특성에 맞는 활용방안을 마련하도록 한강수계 수변관리계획 수립
- 산책로, 공원형태 녹지 조성 등 지역주민이 활용 가능한 자연친화적 시설 및 비점오염저감과 수질환경보전에 대한 공감대 확산을 위한 환경생태 체험·교육장소 등 다양한 활용방안 마련

○ 한강 보 건설 이후 팔당유역·남한강 수질관리

- 보 건설 전·후에 따른 수질 변동은 작으나 안전한 먹는 물 확보 및 친수활동 가능성을 위해 지속적인 모니터링 필요
- 팔당유역 및 남한강 인근 인구 증가로 인한 도시화 및 비점오염물질배출량 증가에 대한 체계적이고 지속적인 모니터링 가능한 시설 및 운영 제도 구축

○ 비점오염원 관리지역의 수질문제 개선 방안

- 남한강 상류지역을 중심으로 탁수 발생 및 피해지역 저감방안 검토
- 탁수발생 원인이 되는 비점오염원 저감방안 검토
- 수질오염사고 발생 및 특정수질유해물질 배출량 저감
- 중권역 대표지점 및 중점관리하천 수질 목표 달성 및 유지방안 도출
- 공공하수처리시설 확충 및 최적관리

○ 남한강 본류 단양수중보 설치로 인한 수질악화 개선 방안

- 4대강사업으로 수중보 설치로 상류 유량은 증가하였으나 수질악화(상류 상수원 포함)가 예상되므로 이에 대한 지속적인 모니터링 필요
- 수중보를 활용한 관광활성화(유람선, 수상레저스포츠 등) 방안 검토
- 지역주민대상 보설치 관련 물환경의식 개선 방안 마련

○ 개별배출시설 집중관리를 통한 신천 수질개선

- 체계적인 중소규모 공장과 축산농가 배출현황을 관리하고 오염원 정화가 가능한 방안 마련
- 공공처리시설기반에서 개별배출시설 관리 중심으로 변경될 수 있도록 제도 마련

5.3.2 생태계분야 과제 도출 추진방향

○ 한강중류(경기권)에 포함된 지방하천과 소하천 중 일부 또는 전부 복개로 인한 하천기능이 현저히 떨어지는 원인 분석 및 해결방안 도출

- 복개 하천은 하천기능이 상실되고 도시화로 인해 하천 주변환경이 매우 악화되어 하

천 연결성 단절 · 생태계 훼손 · 홍수발생 가능성 상승 등의 문제점 발생

○ 오염지류지천의 수생태계 건강성 회복을 위한 도랑 복원 및 복원 후 평가 사업

- 한강 중하류권에 산재되어 있는 마을도랑의 특성 현황을 조사 · 분석
- 유형별 도랑의 특성을 정량적으로 평가하는 평가지표 개발 및 우선복원 및 관리대상 도랑 선정의 체계적 분석기법 연구
- 선정된 도랑의 유형별 기능 및 역할 중심의 복원 · 관리방안을 연구함으로써 향후 지속적인 맞춤형 도랑 관리체계 연구
- 도랑복원사업후 성과의 정량적 평가지표 개발 및 지속적인 도랑관리정책에 관한 연구

○ 하천공간의 자연성을 활용한 하천 · 호소의 수생태계 건강성 회복 사업

- 하천으로 직접 유입되는 녹조발생 원인물질을 사전에 차단 · 저감할 수 있는 처리기술 개발
- 하천 수변공간을 최대한 활용하고, 제외지 및 제내지에도 적용 가능한 기술 개발
- 건기 및 강우시 유량 변동에도 능동적으로 대응 가능한 기술 개발
- 국가하천의 주요 지류에서부터 녹조류 발생의 원인물질을 직접 제거하여 본류에서의 녹조발생을 저감하고 수질 개선 연구
- 하천의 수리적 안정성 및 수질 정화능력 극대화로 하천으로 유입되는 점 · 비점오염원 관리를 위한 저예산 친환경기술 개발

○ 한강 중권역의 수생태계 건강성 평가를 위한 측정망 관리와 평가항목 연구

- 지방하천 뿐만아니라 소하천 등 지류지천에 대한 생물측정망 확대 및 조사체계도 세분화에 관한 연구
 - 하천의 수질, 수량 및 수생태계 자료까지 확보 가능한 종합 측정망 운영
 - 하천의 특성에 적합한 일반 · 상시 · 정밀 조사 측정망 운영
- 하천의 특성에 적합한 수질 및 수생태계 건강성 평가 및 모니터링에 관한 연구
 - 지역 하천의 특성을 최대한 반영한 종합적인 평가기법
- 하천의 특성에 적합한 수질관리 및 서식처 향상을 통한 수생태계 건강성 개선의 연구

5.3.3 수자원분야 과제 도출 추진방향

○ 수자원의 다변화 등을 통한 대체 수자원 확보 필요

- 도시화의 급격한 변화로 인한 지하수 등 수자원확보가 어려워므로 상수원 다변화 차원에서 대체수자원 확보 필요

- 광역상수도 공급체계 조정 및 노후 물환경 인프라 관리기반 구축
 - 상수원수의 급수체계 조정으로 충주댐광역 상수도의 여유 생활용수를 확보하고, 공업용수도 개발
 - 정수장 및 환경기초시설 등 시설물에 대한 자산목록 구축 및 노후시설 개선
- 기후변화에 따른 물부족 심화 유역에 대한 물수요관리 강화
 - 물사용량과 사용패턴 등에 대한 실측조사 및 설문조사를 통해 물 절약 잠재력을 산정하고 이에 따른 수요관리·교육 및 홍보·요금제도 현실화 등을 통한 물절약 유도 (<표 5-14> 참조)

<표 5-14> 국가 물 수요관리 종합대책에 따른 단계별 수요관리 방안

구분	내용	세부방안
공급단계	<ul style="list-style-type: none"> · 유수율 제고 · 관망관리시스템 구축 · 수도사업 경쟁력 강화 	<ul style="list-style-type: none"> · 노후수도관 개량사업(경년 21년 이상), 계량기 관리 강화 · 관망정보관리 종합정보시스템 구축 · 유수율 제고 시범사업 확대, 지방상수도 광역단위 통합관리
사용단계	<ul style="list-style-type: none"> · 절수설비 설치 · 절수기기 보급 · 수도요금 개선 	<ul style="list-style-type: none"> · 신축건축물 절수설비 설치 및 사후관리 · 물 사용량 표시제 도입 · 절수기기(세탁기, 식기세척기) 인센티브/리베이트 도입
재이용단계	<ul style="list-style-type: none"> · 빗물이용시설 관리 개선 · 하수처리수 재이용 범위 확대 	<ul style="list-style-type: none"> · 물재이용법 제정 및 계획 수립 · 설치비 및 수도요금 지원 · 하수 재이용 시범사업 확대, 민간 자본/기술 참여 확대
홍보 및 교육	<ul style="list-style-type: none"> · 시민 참여형 홍보 확대 · 물 수요관리 교육 강화 	<ul style="list-style-type: none"> · 물의 날 기념행사, 캠페인, 물 사랑 홈페이지 등 홍보 매체 다변화 · 어린이 대상 교육 강화, 물사랑 실천 체험관 건립
기타	<ul style="list-style-type: none"> · 수요관리 평가·모니터링 체계 구축 · 연구사업 	<ul style="list-style-type: none"> · 물 수요관리 평가항목 및 기준 마련 · 수요관리 모니터링 평가단 구성/운영 · 절수량 산정, 절수효과 검증, 적정 요금 수준 등에 대한 연구 추진

* 한국정책평가연구원(2016). 가뭄단계에 따른 적응형 가뭄관리정책연구

○ 남북 공유하천인 임진강 유역 수자원 관리와 확보

- 남북공유하천 운영위원회 구성을 통한 공유하천공동관리 방안 추진
 - 남북 공유 하천 관리 협약을 준수하고 공유 하천의 지속적인 수자원 관리를 위한 남북 공동위원회 설치 추진
 - 북한 수자원공급 보상대책 마련: 생태계서비스기반 보상정책 검토, 북한 협력지원사업(K-eco 사업) 지원 검토(<표 5-15> 참조)
- 북한 댐들의 방류 및 취수 등에 대비한 수해 방지 및 수자원 확보를 위한 체계적인

댐운영 방안 마련

- 남북 공유하천 관리위원회 추진 기반의 수자원 관리를 유역 공동조사 및 수문기상정보 공유방안 추진
- 기존 댐을 활용한 수해방지 및 수자원 확보방안 검토

<표 5-15> 공유하천 보상방안: K-eco제시 협력사업

분야	주요사업	예산(억 원)
대기 (2개)	• 북한지역 대기오염 배출사업장 실태조사	10
	• 미세먼지 저감기술 실증화 테스트베드 사업	40
물 (3개)	• 대북 하수도 인프라 구축 시범사업	616
	• 대북 상수도 인프라 구축사업	106,700
	• 대동강 수질개선방안 수립	0.5
도시지역 개성공단 (3개)	• 개성공단 운영재개(폐수, 폐기물) 사업	17
	• 개성공단 재활용 선별장 설치 및 통합운영 사업	90
	• 개성공단 가축분뇨 지원화 시설 설치 및 운영사업	300
300안전진단 (66개)	• 북한환경시설 기술진단 지원 및 운영요원 교육	40
	• 유해화학물질 취급시설 안전관리 사업	20
	• 북한지역 슬레이트 지원사업	300
	• 북한지역의 수은 잔류실태 조사사업	6
	• 북한 환경인프라 구축을 위한 기본계획 수립	108
	• 개성공단 내 폐기물 안전관리 시스템 도입사업	30

○ 충주댐 유역 중심 생활·공업용수 확보

－ 환경용량을 고려한 지역개발계획 추진

- 지역 개발계획 수립(공업단지, 상업단지 등) 과정에 사회기반시설(용수, 환경기초시설 등) 확충에 대한 중장기 계획 동반 수립 방안 마련
- 수질총량관리의 할당부하량 반영이 가능한 수질환경과 연계한 수자원 관리(확보 및 공급) 방안 추진

5.4 하류

5.4.1 한강하구의 자연성 회복 방안

○ 한강 하구의 현황

- 하구는 육상과 해양의 전이지역(轉移地域)으로 야생생물의 서식·양육·산란지로서의 생태적 가치뿐만 아니라 홍수 및 해일피해 저감 등의 자연재해 방지기능, 빼어난 경관이 가지는 심미적 기능, 위락 및 휴식장소의 제공, 해상운송 및 산업의 적지로서의 다양한 사회경제적 가치를 가지는 것으로 알려져 있음. 그러나 하구의 기능과 가치가 인식되기도 전에 우리나라의 주요하구는 이미 하구연 건설 또는 매립 등으로 크게 파괴되었고, 현재 진행되는 새만금 사업으로 만경강·동진강 하구는 사라질 위기에 있으며, 그나마 남아있는 자연하구인 섬진강 하구는 골재채취 및 과도한 취수에 따른 염해(鹽害) 문제가 제기되는 등 하구환경의 훼손이 지속되고 있는 실정임
- 한강하구는 전국에서 개발압력이 가장 큰 서울에 인접해 있으면서도 남북분단이라는 특수한 상황으로 인해 지금까지는 상대적으로 자연적인 하구환경이 잘 보전된 유일한 자연하구임
- 연안과 이어진 한강 및 임진강의 넓은 하구 갯벌 및 갈대습지는 재두루미, 노랑부리저어새 등의 국제보호조류를 포함한 야생동식물의 서식지 및 월동지인 동시에, 황복, 뱀장어, 참게 등 회유 또는 기수 어종의 산란, 양육지로서, 넓게 펼쳐진 자연경관 및 환경은 수도권 시민의 휴식처로 큰 가치를 가지고 있음
- 또한 한강하구는 친환경적 국토환경관리의 강화를 위해 제4차 국토종합계획에서 제시하고 있는 비무장지대와 그 일원의 자연생태축과 서해안 도서 및 갯벌을 포함하는 연안자연생태축이 교차하는 지역으로 국토생태통합네트워크의 핵심지역이기도 함
- 그러나 최근 남북화해 기조에 따른 접경지역의 개발, 인천을 포함한 서해안 개발 마스터플랜, 김포 및 파주 신도시를 포함한 대규모 택지개발, 낙후된 지역개발을 지원하기 위한 도로 등의 교통 인프라 구축 등 향후 개발압력이 매우 클 것으로 예상되며, 이를 고려할 때 정부 차원의 체계적인 하구환경보전전략이 사전에 마련되지 않으면 한강하구의 훼손도 불가피할 것으로 보임

○ 한강 하구의 수질

- 하구는 매우 역동적인 환경으로 하구수질은 유역으로부터 유입되는 오염물질 뿐만 아니라 해수와 담수가 만나면서 생기는 독특한 하구순환과정에 의해 크게 좌우됨. 즉, 하구지역은 담수와 해수가 혼합되면서 화학적 환경이 급속히 변화되는 동시에 조석운동으로 대변되는 해수의 힘과 하천유량으로 대변되는 담수의 힘이 맞물려 역동적인 환경을 형성함.
- 또한 염분의 혼합에 의한 밀도류, 낮은 수심과 지형적 영향으로 인한 마찰력, 바람에

의한 영향 등이 복합적으로 작용하여 복잡한 하구순환패턴을 만들어 냄. 이러한 하구 순환패턴에 따라 퇴적물이 하구지역에 고농도로 집적되는 소위 Turbidity Maximum 현상을 보이기도 하고 물리화화적인 작용으로 인해 비교적 빠른 속도로 오염물질이 수층에서 제거되어 오염물질을 걸러내고 잡아두는 역할을 하기도 함.

- 불행히도 한강하구는 접근이 제한된 관계로 이러한 기본적인 하구순환에 대한 연구가 전무한 실정이며 하구순환 및 수질에 대한 자료는 기본적인 측정망 자료와 함께 개별적으로 추진되었던 몇몇의 연구결과에 의존할 수밖에 없는 상황임. 특히, 김포 전류리에서 강화도 북단에 이르는 수역은 염분변화가 급격히 나타나는 지역으로 한강하구의 심장에 해당하는 부분이나 전술한 바와 같이 조사 및 연구 자료가 전무한 실정임. 따라서, 한강하구의 연안부분 및 신곡수중보 상류의 하천부분에서 조사된 자료를 중심으로 현황을 파악할 수 있음

○ 한강 하구의 염분 분포

- 한강 하류 및 하구의 염분 분포는 주로 강수 유입량과 조석에 의하여 좌우됨. 해수는 강을 따라 역류하여 한강종합개발사업 이전에는 노량진 부근까지 침입했었으나 한강종합개발 이후에는 신곡수중보 이하로 제한되는 것으로 알려져 있음(장, 1989; 박과 이, 1997; 김, 2002). 염분과는 달리 조석에 따른 수위영향은 신곡수중보를 넘어 잠실수중보 하단까지 이르는 것으로 보임(박과 이, 1997; 서 등, 1986).
- 김 등(2001)에 의하면 잠실수중보로 인해 신곡수중보 상하류에서 낙차가 발생하며 약 2.3 m의 조차가 감소하는 것으로 예측하였으며 팔당댐 방류량이 11,000 m³/sec 이상이 될 때에는 조석의 영향이 잠실대교지점에 이르지 않는 것으로 예측함. 따라서 잠실수중보가 조석이 상류로 이동하는 것을 물리적으로 차단하는 장애물임을 고려할 때 한강의 감조구역의 최상단은 잠실대교 하단의 수중보 하류유역으로 보아도 무방할 것임

○ 한강 하구의 수질 분포 (신곡수중보의 역할)

- 한강 하류의 전반적인 수질은 강우량과 직접적인 관계가 있으며, 또한 상류로부터 이격 거리에 따라서도 다르게 나타남. 일반적으로 한강 하류의 수질은 희석효과에 의하여 갈수기보다는 풍수기 때 좋아지며, 하류로 갈수록 수질이 악화되는 경향을 보임
- 뚝섬에서 행주대교에 이르는 한강 하류 및 하구의 용존산소 분포를 보면 (1989년 2월 측정자료), 뚝섬부근에서는 약 15 mg/L로 과포화상태이나 행주대교 하류의 신곡수중보에서는 약 1.5 mg/L로 저산소 상태를 보임.
- 특히 갈수기에 신곡수중보 상류는 수중보로 인한 물의 흐름이 제한되어 누적된 유기물이 분해되면서 다량의 산소가 소모되고 이에 따른 빈산소 상태(hypoxia)로 인하여 수서호흡생물 (특히 어류)의 분포가 제한되는 것으로 사료됨
- 반면 신곡수중보 하단인 한강 하구는 특별히 물의 흐름을 방해하는 구조물이 없고 또한 경기만의 조석에 따른 왕복성 흐름이 형성되어 비교적 양호한 수질을 보임

○ 한강 하구의 쓰레기

- 하구는 하천유역의 최하단부에 위치하기 때문에 유역에서 발생하는 자연쓰레기와 적정하게 처리되지 못한 생활쓰레기가 강우시 일시에 유입됨. 이러한 강우쓰레기는 생활환경을 악화시킬 뿐만 아니라 수생생물의 위협, 수산자원의 질 저하 및 항로안전에 적지 않은 악영향을 미치는 것으로 밝혀졌음
- 비록 현재 한강하구의 대부분의 수역이 접근 금지된 상태이므로 큰 문제로 부각되지 않고 있으나 한강하구에 대한 접근이 가능하고 수변이용이 허용된다면 강우쓰레기 처리가 주요 현안으로 대두될 것으로 예상됨(“한강하구 습지보호지역, 원칙없는 개방은 안된다” 오마이뉴스, 2012. 4. 23. 中 일부)
- 2006년 환경부는 길이 43.5 km, 면적 60.668 km²의 한강하구(강화군 송피리에서 신곡수중보까지)를 습지보전법 제8조 제1항 및 제5항에 근거하여 습지보호지역(김포지역 일부 제외)으로 지정함
- 한강하구를 습지보호지역으로 지정한 이유는 우리나라 주요 강들 가운데 유일하게 바다로 흐르는 길이 하굿둑에 의해 막혀있지 않아 다양한 기수역 생태계를 가지고 있으며, 그곳에 멸종위기 야생동물인 재두루미, 개리, 큰기러기, 저어새 등이 찾아와 서식하기 때문임
- 한강하구는 1953년 7월 27일 정전협정으로 인해 만들어진 남북공동수역(DMZ와는 달리 한강하구수역은 남과 북 민간 선박의 항행에 개방할 수 있다고 정의)이지만, 남과 북의 평화적 이용보다는 대립으로 인해 접근 자체가 불가능한 곳임. 그렇기 때문에 사실상 습지보호지역보다 군사시설보호구역으로의 성격이 우선적임. 이번에 제거되는 철책선도 1968년 청와대를 공격한 무장간첩 김신조의 등장으로 인해 한강을 통한 침입로를 차단하기 위해 세워진 것임
- 2012년 4월 김포시와 고양시 한강하구 일부 구간에 철책제거 사업이 시작되면서 습지보호지역 생태계 파괴에 대한 우려가 커지고 있음. 철책제거 사업은 1차로 김포구간 1.3 km, 고양구간 3.0 km가 진행되며, 12월까지 총 길이 22.6 km 달하는 철책선이 제거됨. 이와 함께 김포시와 고양시는 개방되는 한강하구에 대한 각종 개발 및 정비사업 계획을 세우고 있음
- 이번 김포시와 고양시 철책 제거사업으로 인해 습지보호지역 일부 구간에 대한 시민들의 이용이 가능해짐. 자유로를 따라 달리면 어느 순간 나타나는 철책선은 남북의 대립으로 인해 생긴 낡은 역사적 잔해이지만, 이로써 자연생태계 우수지역으로 보전되었던 한강하구까지 무방비로 드러나게 된 것임
- 철책 제거사업과 동시에 김포시와 고양시, 경기도는 이 지역 일대에 자전거도로, 산책로, 자연형수로, 관찰데크는 물론 관광유람선을 위한 선착장, 파주까지 이어지는 관광지역 개발 계획을 쏟아내고 있음
- 습지보호지역에 대한 이용은 어디까지 가능한가? 습지보호지역으로 지정된 연안습지

(순천만, 무안갯벌 등)의 경우 주민들의 생계수단과 생태교육장 또는 생태관광지로의 이용이 대부분을 차지하고 있음. 하지만 습지보호지역이기 때문에 다른 지역과는 다른 운영원칙과 수칙을 지키며 자연과 공존가능한 사업을 펼친다는 특징을 보임

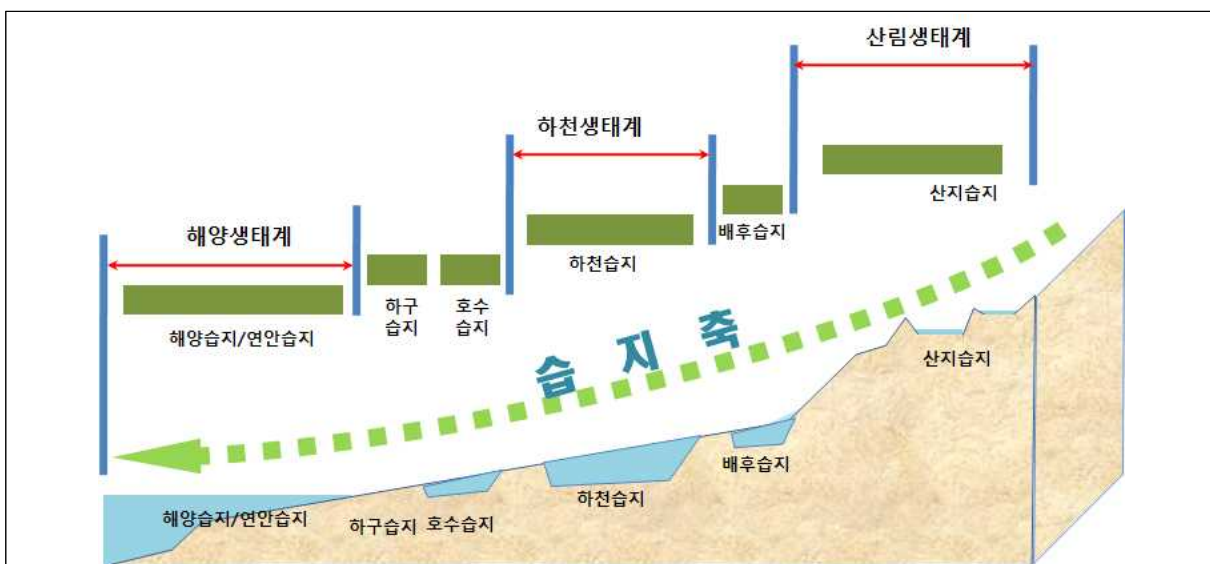
- 한강하구 습지보호지역 어떻게 보전하고, 공존을 위한 대안을 만들어야 하는가? 이를 위해 개발을 위한 굴착기가 아닌 시간을 두고 처음부터 원칙을 세우는 과정을 마련하는 것이 필요함

5.4.2 한강하구 습지 자연성 회복 전략

<표 5-16> 한강 자연성 회복을 위한 전략

유역	전략
한강 하구의 생태계 자연성 회복	도시하천 건천화 해소위한 생태용수 확보로 수생태 건강성 회복 한강하구 하구습지 위협해소 및 보전방안 필요

- 습지는 산지→ 육상→ 하천→ 연안→ 갯벌(연안·해양) 생태계를 연결(Eco-system belts)하는 생태적 징검다리(Stepping stones) <그림 5-15>



출처 : 제 3차 습지보전기본계획(2018~2022) 환경부 2018.6

<그림 5-15> ‘습지 생태축’ 개념도

- 한강하구 습지는 김포대교 남단~강화군 송해면 일원에(김포대교 남단~강화군 송해면, 송퇴리 사이 하천제방과 철책선 안쪽(수면부 포함)) 60.668(km²)이 있으며, 자연하구로 생물다양성이 풍부하여 다양한 생태계 발달로 환경부 지정(2006.04.17.)으로 보호하고 있음
 - 제3차 습지보전기본계획과 연계하여, 한강하구의 습지조사 선진화, 습지 보전 및 관리강화, 현명한 이용체계 구축, 국제협력 강화의 국가정책에 맞춰 한강하구의 습지 보전 및 관리강화 정책이 필요
 - 습지 조사 기반강화로 하구형 습지 생태계 정밀조사 기반 강화 및 습지 생태계 서비스 기초 조사 도입
 - 국민 공감형 습지 정보 체계 구축으로 지역사회 밀착형 습지정보 체계 구축, 연안습지 생태계 조사자료 품질관리 강화, 연안습지 생태계 건강성 평가체계 구축 필요
 - 민간 참여형 습지 조사로 습지조사 민간(시민) 참여 확대, 연안습지보호지역 시민모니터링 체계 개선 및 민간 모니터링단 운영
- 우수 습지 보전 관리 기반 구축
 - 습지총량제 도입·이행 기반 구축 및 연안습지(갯벌) 법정관리종 관리 강화, 습지와 생태자연도 연계체계 구축의 습지 보전 관리제도의 선진화 체계 구축 필요
- 한강 하구 법정보호종 보전 방안 수립
 - 2015년 기준 한강 하류에서 관찰된 조류 종은 총 108종이며, 민물가마우지, 왜가리, 흰뺨검둥오리, 멧비둘기, 참새, 까치 등이 1년 내내 관찰

5.4.3 하류(퇴적물 준설 및 오염물질 관리 방향)

- 하천 분류 및 지류 하류지역에 하천 퇴적물은 영양염류 및 중금속의 축적으로 bioavailability와 잠재적 생태 위해성을 내포하고 있음.
 - 국내 하구 퇴적물 및 수질 관리체계 수립
 - 퇴적물 오염도의 수평, 수직적 공간 분포 등 오염퇴적물의 정성적, 정량적 평가 체계 구축
 - 부유사 및 퇴적물 오염지도 작성으로 인한 퇴적물 관리 체계 수립
 - 퇴적물의 상세 조사 및 관리 방안 등의 하천 토양 생태계의 건강성을 회복
 - 퇴적물 관리방안을 연계하여 한강하구 생태계 다양성 확보 : 모니터링 시스템 구축으로 한강하구의 토양 오염물질 및 토양미생물, 생태계 연계성 구축
 - 퇴적물 관리 및 준설 방안 제도 확립

6. 한강 자연성 회복을 위한 제도적 기반 구축방안 도출

- 본 장에서는 「5. 주요 권역별 자연성 회복 세부과제 도출 및 추진방향」에서 도출된 한강 자연성 회복을 위한 세부과제를 현행 제도와 검토하여 세부과제 추진 시 예상되는 주요 제도적 미흡점을 검토하여 개선 방안을 제시하고자 함.

6.1 한강 유역의 문제

- 한강 자연성 회복을 위한 제도적 기반 구축에 앞서 한강 유역의 특징적 문제점과 현행의 제도적 한계를 검토하여 기존 제도 개선 필요성을 검토하여 제시함.
- 한강은 전국 7개 시·도 110개 시·군·구의 지역을 경유하는 길이 514 km, 유역면적 26,219 km²의 대권역 하천이므로 한강을 상·중·하류 3개 구간으로 구분하고 3개 구간별 특성을 고려하여 아래와 같이 분류하여 유역의 문제점과 및 회복 전략을 검토함.
 - 한강 유역을 크게 1) 한강 상류 및 농어촌 지류지천, 2) 한강 중류 지역과 도시지역 하천, 그리고 3) 한강 하구로 구분함.

6.1.1 한강 상류유역과 농어촌 지류지천

- 한강 상류유역은 농어촌 토지이용과 지형·지질적 특성으로 인하여 수질 및 수생태 건전성이 영향을 받는 지역에 해당함.
 - 북한강 상류와 남한강 상류는 고랭지 농업이 주를 이루고 있어 고랭지 밭으로부터 유출되는 흙탕물이 수질 및 수생태계에 큰 영향을 미치고 있음.
 - 강우시 고랭지 지역에서 유출되는 흙탕물은 한강 중류까지 영향을 줄 정도로 심각하여 비점오염관리지역으로 지정되어 있음.
 - 환경부의 「물환경보전법」 제54조(비점오염관리지역지정)에 근거하여 지정 고시한 전국 15개 관리지역 중에서 6개 지역이 한강 상류(강원도 평창군, 정선군, 강릉시, 양구군, 인제군 및 홍천군)에 위치하며 지정사유는 “탁수 발생 영향으로 수생태계 훼손”임
- 한강 상류 유역은 주로 고랭지밭의 흙탕물관리를 통한 지류지천의 탁수 관리가 주안점으로, 주민 및 지자체의 적극적 참여를 유도하는 방안이 수립되어야 함.

<표 6-1> 환경부 비점오염관리지역지정 지역

일련 번호	지정지역	위 치 (면 적)	지정기준	지정사유(상세)	지정일자 (변경)
1	도암호	평창군 (148.73km ²)	제2호 및 제5호	• 탁수발생 영향으로 송천의 수생태 계 훼손 * '16, 토사유출량 39,355 ton/ 년, SS 33.1 mg/L	2007.8.23
2	골지천유역	정선군, 강릉시, 삼척시(398.34km ²)	제2호 및 제5호	• 탁수발생 영향 수생태계 훼손 * '12강우시 최대 SS 2,668 mg/L 초과	2013.12.24
3	인북천 유역 만대지구	양구군, 인제군 (64.14km ²)	제2호 및 제5호	• 탁수발생 영향 수생태계 훼손 * '08~'15, 강우시 최대 SS 1,400 mg/L 초과	2015.10.15
4	인북천 유역 가아지구	인제군 (47.3km ²)	제2호 및 제5호	• 탁수발생 영향 수생태계 훼손 * '08~'15, 강우시 최대 SS 1,400 mg/L 초과	2015.10.15
5	내린천 유역 자운지구	홍천군 (133.18km ²)	제2호 및 제5호	• 탁수발생 영향 수생태계 훼손 * '08~'15, 강우시 최대 SS 1,400 mg/L 초과	2015.10.15
6	강릉시 송천유역 대기지구	강릉시 (99.90km ²)	제2호 및 제5호	• 탁수발생 영향 수생태계 훼손 * '14~'16, 강우시 최대 SS 5,630 mg/L	2018.10.26

6.1.2 한강 중류 유역과 도시지역 하천

- 한강 중류 유역은 서울권 및 경기권으로 농업 비점과 도시 비점이 혼재한 유역으로 복합적인 요소를 고려해야 함.
- 팔당호 수질의 경우, BOD는 개선되고 있으나 유역의 농업 비점오염원에서 기인하는 난분해성 유기물질, 질소(총질소 중 용존질소가 약 90%) 등이 새로운 수질의 위협으로 작용하고 있음.
- 중류 유역은 서울시의 상수원인 팔당호와 잠실상수원을 보호하기 위해 팔당호 수질개선을 위한 특별대책지역, 상수원보호구역, 수변구역 등 다양한 환경규제 및 토지이용규제가 존재하며 이는 주민과의 마찰을 유발함.
- 이러한 환경 규제 및 입지제한과 같은 토지이용규제는 수원 및 수생태계를 보호를 위해 본래의 기조는 유지하되, 주민과의 마찰을 완화할 수 있는 효율적인 방식이 개선되어야 함.

- 수변생태벨트는 수변녹지의 기본 기능에 생물부양 및 생물 이동통로 기능이 덧붙여져(생태적 연결성 개념을 추가한) 수변녹지의 확장된 개념으로, ‘한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률(일명, 한강수계법)’에 의거하여 지정·관리하는 수변구역을 제내지와 제외지를 횡적으로 연계하는 수변생태벨트로 조성할 필요 있음.
- 또한 적극적인 주민참여 유도 및 환경관리를 위하여 동법에 규정되어 있는 수계기금을 효율적으로 활용할 수 있도록 제도적 개선이 필요함.
- 중류 유역의 도시 확대로 도시하천의 건천화 및 도시비점오염도 중요한 수질의 위협으로 다가오기에 계획적 관리를 위한 제도개선 필요함.

6.1.3 한강 하구

- 한강 하구는 하구습지가 광활하게 보전되어있는 생태지역이지만 메가시티(mega city)인 서울을 비롯한 대도시에서 배출되는 오염물질이 유입되어 하구생태계가 위협받고 있음.
- 또한 하구 유역의 주요 사안으로는 대도시의 높은 불투수면적률로 인한 물순환 왜곡과 하천 건천화 및 도시환경문제가 있으며 이를 해소하기 위하여 방안을 마련해야 함.
 - 도시화는 상·하수도 시설의 거대화화 집중화를 동반하기 때문에 지표수의 직접 유출을 막고, 불투수층의 증가를 초래하여 빗물의 토양침투를 막아 지하수위를 낮추고 기저유출을 감소시키는 등 도시하천 유량 감소의 주된 원인으로 작용함.
 - 도시하천의 건천화는 환경생태유량을 확보하는데 지장을 초래하여 수질악화뿐만 아니라 수생태계에도 막대한 영향을 미치므로 도시하천의 자연성 회복을 위해서는 수량 확보가 중요함.
 - 물 재이용을 생태용수를 위한 수량 확보 수단으로 활용하기 위해서는 물 재이용을 규정하고 있는 ‘물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(이하 물재이용법)’을 생태용수로의 이용 근거를 포함하도록 개선할 필요가 있음.

6.1.4 한강 자연성 회복을 위한 전략

- 3개 구간으로 검토한 한강 유역의 문제점을 크게 1) 상류의 탁수 발생, 2) 중류의 각종 규제와 도시하천의 수질 위협 그리고 3) 한강 하구의 대도시 유발 문제로 요약되며 자연성 회복 전략과 함께 아래의 표로 정리하여 제시함

<표 6-2> 한강 자연성 회복을 위한 전략

구분	문제점	자연성 회복을 위한 전략
상류 및 지류 지천	<ul style="list-style-type: none"> 강우 시 고랭지 이경의 흙탕물 유출 (한강 중류까지 심각한 수질 및 수생태에 영향 (인제군, 양구군, 평창군, 홍천군 등)) 환경부의 「물환경보전법」 제 54 조 (비점오염관리지역 지정)에 근거하여 지정 고시한 전국 15 개 관리지역 중에서 한강 상류 6 개 지역이 탁수 발생으로 지정 	<ul style="list-style-type: none"> 비용효율적인 고랭지 발 흙탕물 관리로 지류지천 탁수 관리 주민 및 지자체의 적극적 참여 유도 방안 수립
중류 및 도시 지역	<ul style="list-style-type: none"> 팔당호 수질개선을 위한 특별대책지역, 상수원보호구역, 수변구역 등 다양한 환경규제 및 토지이용 규제로 주민과의 마찰 높음 도시하천의 건천화 및 도시비점오염증가로 수질 위협(계획적 관리 위한 제도 개선 필요) 	<ul style="list-style-type: none"> 농업비점/도시비점 관리(난분해성 유기물질, 질소 등) 수변 생태벨트 및 그린 -블루 네트워크 조성을 통한 하천복원 환경규제 및 토지이용규제(입지제한)의 효율적 개선 수계기금의 효율적 활용과 주민활용 환경관리
한강 하구	<ul style="list-style-type: none"> 메가 시티(mega city)인 서울을 비롯하여 대도시에서 배출되는 오염물질로 하구 생태계 위협 대도시의 높은 불투수 면적률로 인한 물순환 왜곡과 하천 건천화 및 도시환경 문제 	<ul style="list-style-type: none"> 도시환경문제 해소를 위한 불투수면적률 및 물순환 개선 도시하천 건천화 해소를 위한 생태용수 확보(재이용 전략) 한강하구 하구습지 위협 해소 및 보전방안 필요

6.2 한강 자연성 회복을 위한 관련 제도 개선 필요성

- 『물관리 관련 법령 및 계획의 통합적 정비방안 마련(환경부, 2019)』에 따르면 물관리일원화 전 물관리 관련 법률 총 81개는 환경부 21개, 국토교통부 20개, 농림축산식품부 15개, 행정안전부 9개, 산업통상자원부 6개, 기타 부처 10개로 산재해 있었음.
- 이후 물관리일원화 정책에 따라 물의 안정적인 확보, 물환경의 보전·관리, 가뭄·홍수 등으로 인하여 발생하는 재해의 예방 등을 통하여 지속가능한 물순환 체계를 구축하고 국민의 삶의 질 향상에 이바지하고자 「물관리기본법」을 제정, 수량-수질의 통합관리의 기반을 마련하였음.
- 본 장에서 검토하여 개선방안을 제시할 한강의 자연성 회복을 위한 관련 제도는 크게 1) 비점 관리, 2) 수변구역 활성화, 3) 도시 자연성 회복 및 4) 기타로 구분하고 하위 10개 전략을 선정하였음 (<표 6-3>).

- 비점 관리(3개) : 「고령지 탁수 및 농업비점오염」, 「상수원보호구역내 경작행위」 및 「도시 비점오염 및 점오염원 연계」
 - 수변구역 활성화(2개) : 「수변구역 토지매수」 및 「수변생태벨트 조성」
 - 도시 물순환체계 개선(3개) : 「도시 불투수면적률」, 「도시 생태용수 확보」 및 「그린-블루 네트워크 강화」
 - 기타(2개) : 「통합물관리」 및 「주민활용 환경개선사업」
- 한강 자연성 회복을 위한 제도적 개선 전략별로 직접적으로 관련된 법령을 검토하여 제시하였음.

<표 6-3> 한강 자연성 회복을 위한 제도적 개선 전략과 관련법

구분	제도개선 전략	관련 법
비점 관리	고령지 탁수 및 농업비점오염	물환경보전법
	상수원보호구역내 경작행위	수도법, 댐 주변지역 친환경 보전 및 활용에 관한 특별법(이하 댐법), 물환경보전법
	도시 비점오염 및 점오염원 연계	하수도법, 물환경보전법, 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률(이하 물재이용법)
수변구역 활성화	수변구역 토지매수	한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률 (이하 한강수계법)
	수변생태벨트 조성	한강수계법
도시 물순환체계 개선	도시 불투수면적률	각 지자체별 조례
	도시 생태용수 확보	물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 (이하 물재이용법)
	그린-블루 네트워크 강화	가로수 조성 및 관리규정 고시
기타	통합물관리	물관리기본법
	주민활용 환경개선사업	한강수계법

- 위의 표에서 알 수 있듯 제도 개선 전략과 관련 있는 법들은 여러 법으로 규정되어 있어 자연성 회복을 위한 다양한 대책 방안 및 세부 사업은 통합물관리 제도의 취지에 맞게 통합적인 제도 개선이 필요함
- 물관리일원화 정책의 추진에 따라 그동안 산재해 있는 관련 법률로 인해 발생하는 중복, 분리, 상충 등의 문제를 최소화하기 위해 통합적 정비를 추진하고 있음
 - 그러나 아직 물관련 법의 통합적 정비가 완료되지 않은 시점이므로 자연성 회복을 위한 제도 개선 전략의 통합적 정비는 추후 물관련 법들의 통합적 정비 추진 계획에 맞춰 점진적으로 해에 할 것임

6.3 한강 자연성 회복을 위한 관련 제도 개선 방안

- 한강 자연성 회복을 위한 관련 제도 개선 방안을 앞에 제시한 바와 같이 다음과 같이 크게 4가지 1) 비점관리, 2) 수변구역 활성화, 3) 도시 물순환 체계 개선, 그리고 4) 기타로 구분하여 제시함 (<표 6-3>).

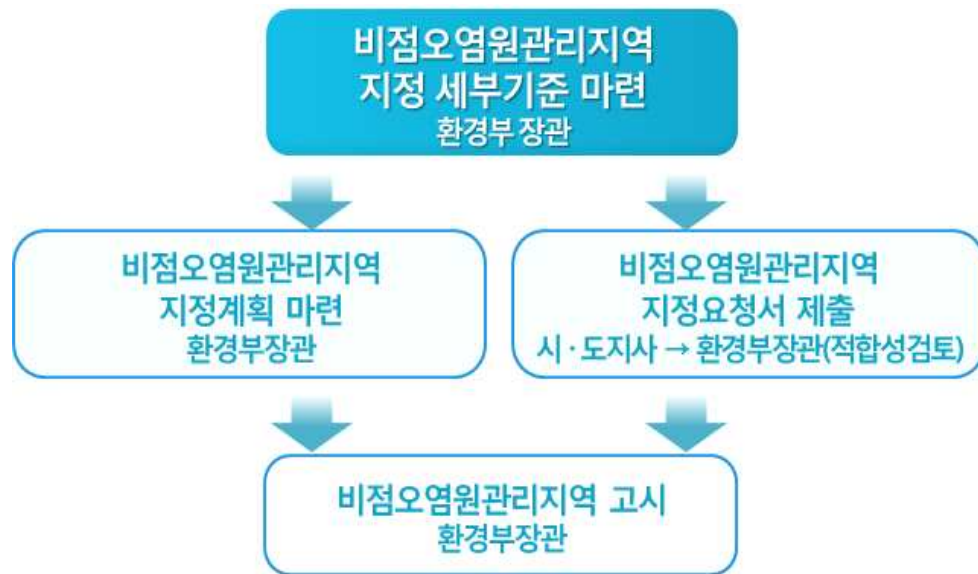
6.3.1 비점 관리

(1) 고랭지 탁수 및 농업 비점오염

- 한강수계 상류지역은 농업지역으로 고랭지 농업에 따른 강우시 고농도의 탁수와 비점 오염 발생이 큰 문제로 대두되고 있음
 - 고랭지 농업 지역의 강우시 고농도의 탁수 발생은 정수 장애뿐만 아니라 저서·분해 생물의 사멸과 생물다양성 파괴를 일으켜 수중생태계에도 피해를 끼침
- 비점오염관리지역 지정제도는 비점오염원에서 유출되는 강우유출수로 인하여 하천·호소등의 이용목적, 주민의 건강·재산이나 자연생태계에 중대한 위해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 지역에 대해서 비점오염원관리지역으로 지정하여 관리하는 제도로 비점관리지역의 문제점은 다음과 같음
 - 유역의 약 80% 이상을 차지하는 토지 소유자에 대한 비점오염저감에 대한 의무(비구조적 발생원관리) 미흡 및 구조적 사후관리에 국비가 투입되어 투입 대비 효율성 저하 문제
 - 주민의무 없는 관리지역지정은 주민의 무관심 및 지자체 지방비 확보에 어려움 초래(국고 실집행률 저하 및 지속적 지적사항)
 - 관리지역의 구조적 비점오염저감대책도 지역별 및 오염물질별 맞춤형 설계보다는 보편적 기술 적용으로 효율 도출 한계
- 비점오염관리지역 지정은 「물환경보전법」시행령제76조(관리지역의 지정기준·지정절차)에 의거하여 지정됨. 비점오염 관리지역 지정과 관련 주요한 문제점은 다음과 같이 정리할 수 있음
 - 관리지역 지정은 1) 「물환경보전법」시행령제76조제3항에 따른 환경부장관이 지정계획을 마련하여 관리지역으로 지정하는 방식과, 2) 「물환경보전법」시행령제76조제2항에 의거하여 시·도지사가 비점오염관리지역 지정요청서를 작성하여 환경부 장관에 제출하고, 환경부장관은 요청받은 지역을 검토하여 관리지역으로 고시하는 방식으로 구분됨
 - 비점오염원 관리지역 지정 기간을 조사한 결과 관리지역 지정 소요시간(평균 5.6개월), 관리대책 수립 소요기간(평균 10.4개월), 시행계획 소요기간(평균 34.1개월)로

총 소요기간은 49.3개월(4년4개월) 소요됨

- 비점오염원 관리지역 지정기준을 명시한 「물환경보전법」 시행령 제76조에는 지정기간을 명시하지 않아 관리지역 지정에 장시간이 소요되어 지자체의 관리지역 지정 의지 및 추진동력을 약화시킴



<그림 6-1> 비점오염관리지역 지정절차, 계획수립 및 이행평가 체계

- 따라서 비점오염원 관리지역 지정요청서 시 신청서의 검토기간 단축이 필요하며 이를 위해 「물환경보전법」 시행령 제76제3항에 지정 검토 기한을 명시함. 이때 검토기한은 이행평가 검토 기간인 60일을 기준하여 지정함
- 수질오염총량은 원인자 부담원칙에 근거한 유역오염원관리 제도로 당초 목적은 점 및 비점 부하량 저감을 유도하는 것이었으나, 실제로는 점부하량은 줄고 비점부하량은 지속적으로 증가하여 비점비율이 증가하는 현상을 일으킴
- 해당지역을 비점오염관리지역 지정 하는 것은 비점부하량 저감 노력이 없었음에도 국고 70%를 지원받게 되므로 오히려 인센티브처럼 작용할 수 있음
- 따라서 지정기준 제1호는 [수질 및 수생태 문제가 발생하는 오염우심하천 중 비점오염물질 발생원 및 배출구조가 불명확하고 유달부하량 중 비점오염 기여율이 50퍼센트 이상인 지역]으로 개정할 필요가 있음

「물환경보전법」 제76조(관리지역의 지정기준·지정절차) ① 법 제54조제1항 및 제4항에 따른 관리지역의 지정기준은 다음 각 호와 같다. <개정 2017. 1. 17., 2018. 1. 16.>

1. 「환경정책기본법 시행령」 제2조에 따른 하천 및 호소의 물환경에 관한 환경기준 또는 법 제10조의2제1항에 따른 수계영향권별, 호소별 물환경 목표기준에 미달하는 유역으로 유달부하량(流達負荷量) 중 비점오염 기여율이 50퍼센트 이상인 지역.

(개정) 1. 수질 및 수생태 문제가 발생하는 오염우심하천 중 비점오염물질 발생원 및 배출구조가 불명확하고 유달부하량 중 비점오염 기여율이 50퍼센트 이상인 지역

(중략)

③ 시·도지사가 법 제54조제2항에 따라 관리지역으로의 지정을 요청하는 경우에는 제2항 각 호의 내용을 포함하는 지정요청서를 작성하여 환경부장관에게 제출하여야 한다. 이 경우 환경부장관은 관리지역으로의 지정을 요청받은 지역이 제1항 각 호의 어느 하나에 해당한다고 인정하는 경우에는 해당 지역을 법 제54조제5항에 따라 관리지역으로 고시한다. **(신설) 환경부장관은 지정 요청을 받은 날로부터 60일 이내 검토 의견을 송부한다**

- 고랭지 경작지 경작 방법 개선은 「물환경보전법」 제59조(고랭지 경작지에 대한 경작 방법 권고)에 “경작방식의 변경, 농약·비료의 사용량 저감, 휴경 등을 권고할 수 있다.”고 명시되어 있으나, 권고하는 사항에 대한 구체적인 관리방안이 마련되어 있지 않으므로 해당 내용을 규정하는 관리지침이 마련되어야 함

<표 6-4> 고랭지 탁수 및 농업 비점오염의 제도개선 방안

제도개선전략	현황 및 문제점	개선 방안
고랭지 탁수 및 농업비점오염원	<ul style="list-style-type: none"> • 한강 유역 상류지역의 고랭지 농업에 따른 강우시 고농도 탁수 및 비점오염 발생 	<ul style="list-style-type: none"> • 비점오염관리지역 지정제도 개선 • 고랭지 경작지에 대한 경작방법 개선을 위한 관리지침 마련

(2) 상수원 보호구역 내 경작행위

- 상수원 보호구역은 상수원의 확보와 수질 보전을 위하여 필요하다고 인정되는 지역을 보호구역으로 지정하여 각종 오염행위를 제한하고 있음
 - 그러나 한강 수계 상류지역은 농업 활동이 행해지고 있으며 시비에 따른 상류수계 오염이 발생하고 있음
 - 특히 화학비료는 가격이 저렴하고 다루기가 용이하며 효과 발생이 빠른 장점이 있으며 목표성분 함량을 임의적으로 조절가능하다는 특징이 있어 많이 사용되고 있음. 그러나 토양의 산성화와 염류 집적을 초래하고 토양의 물리성을 악화시키는 단점이 있고 과잉시비가 만연하고 있어 강우시 인근 수계로의 유입이 문제됨
- 따라서 상수원 수질 보호를 위하여 상수원 보호구역 내 경작행위 제한을 강화할 필요가 있으며 특히 화학비료 사용을 제한하기 위한 법적 근거 마련이 필요함
- 현행의 법제상으로는 상수원 보호구역 내에서 화학비료 사용을 금지하는 법적 근거가 마련되지 않았으므로 「수도법」, 「담법」 및 「물환경보전법」을 대상으로 상수원 보호구역 내 행위 제한과 경작 방법에 관한 사항을 검토하여 개정 사항을 제안함

- 「수도법」 제7조(상수원보호구역 지정 등) 제3항에 「비료관리법」 제2조제1호에 따른 비료 항목을 추가함.
- 단, 화학비료의 사용만을 제한하기 위해서는 별도로 「비료관리법」 제2조제3호에 규정된 “부산물 비료”의 사용은 허용하는 규정이 신설되어야 하므로 제7조(상수원보호구역 지정 등) 제4항에 “4. 부산물비료 등 친환경비료를 사용한 경작”을 허가사항에 추가함

「수도법」 제7조(상수원보호구역 지정 등) ③제1항과 제2항에 따라 지정·공고된 상수원보호구역에서는 다음 각 호의 행위를 할 수 없다.

1. 「물환경보전법」 제2조제7호 및 제8호에 따른 수질오염물질·특정수질유해물질, 「화학물질관리법」 제2조제7호에 따른 유해화학물질, 「농약관리법」 제2조제1호에 따른 농약, **(신설) 「비료관리법」 제2조제1호에 따른 비료**, 「폐기물관리법」 제2조제1호에 따른 폐기물, 「하수도법」 제2조제1호·제2호에 따른 오수·분뇨 또는 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 가축분뇨를 사용하거나 버리는 행위

(중략)

「수도법」 제7조(상수원보호구역 지정 등) ④제1항과 제2항에 따라 지정·공고된 상수원보호구역에서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위를 하려는 자는 관할 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장의 허가를 받아야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 행위인 경우에는 신고하여야 한다.

(중략)

(신설) 4. 부산물비료 등 친환경비료를 사용한 경작

- 상수원이 댐인 경우 상수원 보호구역으로 지정되지는 않았으나 수원 보호가 필요하다고 판단될 경우, 「댐법」 제8조(행위 등의 제한)제1항에서는 댐 친환경 활용 구역에서의 허가된 행위에 “부산물비료 등 친환경비료를 사용한 경작” 추가함

「댐법」 제8조(행위 등의 제한)① 제7조에 따라 고시된 댐 친환경 활용 구역 안에서 건축물의 건축, 공작물의 설치, 토지의 형질변경, 토석·자갈·모래의 채취, 토지분할 및 물건을 쌓아놓는 행위, 수산동식물의 포획·양식, 식물재배, **(신설) 부산물비료 등 친환경비료를 사용한 경작** 등의 행위로서 대통령령으로 정하는 행위를 하려는 자는 시·도지사 또는 시장·군수·구청장의 허가를 받아야 한다. 허가받은 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다.

- 「물환경보전법」 제59조(고령지 경작지에 대한 경작방법 권고)제1항에 부산물 비료 등 친환경비료의 사용을 권고할 수 있도록 법 조항 개정이 필요함

제59조(고령지 경작지에 대한 경작방법 권고) ① 특별자치도지사·시장·군수·구청장은 공공수역의 물환경 보전을 위하여 환경부령으로 정하는 해발고도 이상에 위치한 농경지 중 환경부령으로 정하는 경사도 이상의 농경지를 경작하는 사람에게 경작방식의 변경, 농약·비료의 사용량 저감, **(신설) 부산물 비료 등 친환경비료의 사용**, 휴경 등을 권고할 수 있다.

- 종합하면, 한강 수계 상류지역에서의 농업 활동으로 인한 화학비료 사용이 상수원 오염을 유발함에 따라 상수원보호구역 및 상류지역 등에서의 화학비료 사용을 제한할 필요가 있음
- 화학비료 사용 제한을 위한 법적 근거 마련을 위해 「수도법」, 「담법」 및 「물환경보전법」의 개정할 필요가 있음

<표 6-5> 상수원보호구역 내 경작행위 제도개선 방안

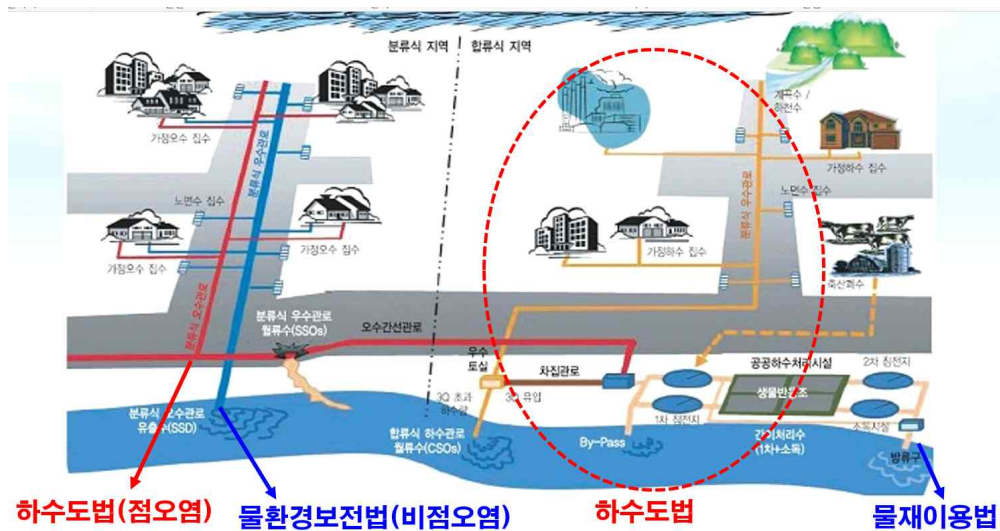
제도개선전략	현황 및 문제점	개선 방안
상수원보호구역 내 경작행위	한강 수계 상류지역에서의 농업 활동으로 인한 화학비료이 수원 오염을 유발함	상수원보호구역 및 상류지역 등에서의 화학비료 사용 제한을 위한 법적 근거 마련

(3) 도시 비점오염 및 점오염원 연계

- 비점오염원은 강우시에만 오염물질의 유출이 집중되고, 오염원이 넓은 지역에 분포하기 때문에 과거에는 오염원으로서의 중요성을 크게 인식하지 못하였음
- 그러나 강우 초기에 지표면의 오염물질들이 한꺼번에 유출되는 초기우수 유출수는 오염물질의 유출농도가 높고, 도시지역의 경우는 중금속과 같은 독성물질이 함유되었을 가능성이 높기 때문에 이에 대한 적절한 제어 방안 마련이 필요함
- 도시지역의 비점오염은 합류식 하수월류수가 가장 큰 지분을 차지함. 합류식 하수관거 시스템은 건기시에는 하수를 차집하여 하수처리장으로 이송처리하지만, 강우시에는 유출량이 증가하게 되면 차집용량을 초과하여 관거로 모이기 때문에 하수 및 초기우수가 월류하여 하천으로 방류되므로 비점오염과 점오염원의 연계처리가 필요함
- 초기우수를 제외한 우수를 생태용수로 활용하면, 기존의 오수나 하수처리수의 재이용시 보다 더 많은 수량을 확보할 수 있으므로 도심 하천의 건천화 방지 및 하천 수생태계의 건전성 확보에도 도움이 될 것으로 예상됨

<표 6-6> 도시 비점오염 및 점오염원 연계 제도개선 방안

제도개선전략	현황 및 문제점	개선 방안
도시 비점오염 및 점오염원 연계	도시 비점오염을 점오염원으로 연계 처리하여 강우시 오염부하를 낮추고, 우수도 처리후 생태용수로 활용하도록 법제의 통합이 필요함	<ul style="list-style-type: none"> • 분류식 및 합류식 오염원 관리를 위한 연계 • 생태용수 확보를 위한 재이용 전략



<그림 6-2> 도시 점오염원 및 비점오염원 연계를 위한 제도개선

6.3.2 수변구역 활성화

(1) 수변구역 토지매수

- 토지매수제도란 수도권 주민의 식수원인 팔당호 유역의 수질개선에 기여하고자 「한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률」에 의거, 「물이용부담금」을 재원으로 수변의 토지와 공장축사 등을 매수하는 제도임
- 한강유역의 토지매수제도는 「한강수계법」 제7조와 동법 시행규칙 제7조 및 「토지등의 매수 및 관리업무처리 지침(2019.7)」에 의거하여 규정됨
 - 「한강수계법」 제7조 : 1) 상수원보호구역 및 수변구역; 2) 상수원보호구역으로 둘러싸인 지역 중 상수원보호구역으로 지정공고 되지 아니한 지역; 3) 수변구역으로 둘러싸인 지역 중 수변구역으로 지정고시되지 아니한 지역; 4) 제2호 제3호 외의 지역으로서 한강·북한강·경안천 지류 및 5) 그 밖에 실무위가 지정하는 구역
 - 「한강수계법」 제4조의3에 따른 수변생태벨트 시행계획 고시 지역
 - 「한강수계법 시행규칙」 제7조제3호에 해당하는 지역 내의 토지등에 대하여는 실무위의 심의·의결을 거친 후 매수
- 수변구역은 한강수계의 수질 보전을 목적으로 「한강수계법」 제4조에 의거하여 유역 지역의 일정한 구역을 수변구역으로 지정하여 오염원의 신규입지를 규제하는 제도로 팔당호, 한강(팔당댐부터 충주 조정지댐까지), 북한강(팔당댐부터 의암댐까지) 및 경안천(「하천법」에 따라 지정된 구간)의 양안(兩岸)에 지정됨
 - 2019년 12월 말 기준 한강수계 수변구역 지정 현황은 경기도 145.323 km²(77.7%), 강원도 21.056 km²(11.3%), 충청북도 20.558 km²(11.0%)로 총 186.937 km²로 전국의 15.6%로 조사됨

<표 6-7> 한강 수계 수변구역 지정 현황(2019.12)

구분	시·도	시·군·구	수변구역 면적(km ²)	비율
한강 수계	경기도	남양주시(8.094), 용인시(24.213), 광주시(9.611), 가평군(26.248), 양평군(32.967), 여주시(44.190)	145.323	77.7%
	강원도	춘천시(15.712), 원주시(5.344)	21.056	11.3%
	충청북도	충주시(20.558)	20.558	11.0%
	소 계		186.937	100.0%

출처 : 환경부(2020), 2019 수변구역 지정현황

- 한강 수계의 토지 매수 현황을 살펴보면, 1999년부터 2019년까지 매수한 수변구역은 6,816천 m²로 전체 매수토지의 46.1%를 차지하고 상수원보호구역은 6,162천 m²로 전체 매수토지의 41.6%로 수변구역과 상수원보호구역이 87.7%로 대부분을 차지함

<표 6-8> 규제지역별 토지매수 면적(1999 ~ 2019)

구분	계		상수원보호구역		수변구역		특별대책지역		기타지역	
	면적 (천 m ²)	금액 (백만원)	면적 (천 m ²)	금액 (백만원)	면적 (천 m ²)	금액 (백만원)	면적 (천 m ²)	금액 (백만원)	면적 (천 m ²)	금액 (백만원)
계	65,564	2,387,427	12,267	169,654	40,979	1,435,174	2,285	43,545	10,033	749,054
한 강	14,797	1,430,841	6,162	81,447	6,816	935,233	371	7,562	1,448	406,599
낙동강	16,031	364,478	2,363	19,906	10,326	190,689	—	—	3,342	153,883
금 강	15,659	224,845	2,601	52,588	10,490	105,162	1,914	35,983	654	41,112
영산강	19,077	367,263	1,141	15,713	13,347	204,090	—	—	4,589	147,460

출처 : 환경부(2020), 2019 수변구역 지정현황

- 한강 수계의 토지 매수 현황이 수변구역과 상수원보호구역이 87.7%로 대부분을 차지하는 원인으로는 해당 지역 내에서의 행위 제한 규제 때문으로 판단됨
 - 상수원보호구역은 「수도법 시행령」 제12조(상수원보호구역에서의 금지행위)에서, 수변구역은 「한강수계법」 제5조(수변구역에서의 행위제한 등)에서 규제 사항을 명시하고 있으며, 이러한 행위 규제 사항 때문에 소유자들이 보유한 토지의 활용도가 떨어져 토지매도를 선택한다고 판단됨

<표 6-9> 토지매수 대상 지역 및 행위 제한 내용

대상지역 구분	행위 제한 관련 내용
1. 상수원보호구역 및 수변구역	<ul style="list-style-type: none"> • 수도법 시행령 제12조(상수원보호 구역에서의 금지행위) • 한강수계법 제5조(수변구역에서의 행위제한 등)
2. 상수원보호구역으로 둘러싸인 지역 중 상수원보호구역으로 지정공고되지 아니한 지역	<ul style="list-style-type: none"> • 수도법 제7조의2(상수원보호구역 외의 지역에서의 공장설립의 제한)
3. 수변구역으로 둘러싸인 지역 중 수변구역으로 지정고시되지 아니한 지역	<ul style="list-style-type: none"> • 한강수계법 제6조(팔당댐 하류구간에서의 오염행위 제한 등) 및 제8조의4(사업장별 오염부하량의 할당 등) • 하천법 제33조(하천의 점용허가 등)의 제④항 및 동법 시행령 제36조(하천점용허가의 금지)
4. 제2호 제3호 외의 지역으로서 한강·북한강·경안천(이하 “한강 등”이라 한다) 이에서 직접 나누어지는 지류(이하 “지천 ‘이라 한다)와 인접한 지역중 다음 각목의 어느 하나에 해당되는 지역	
<ul style="list-style-type: none"> - 특별대책지역 I 권역 한강 등의 경계로부터 1천5백미터 이내의 지역 또는 지천의 경계로부터 1킬로미터 이내의 지역 - 특별대책지역 II 권역 한강 등의 경계로부터 1킬로미터 이내의 지역 또는 지천의 경계로부터 5백미터 이내의 지역 - 특별대책지역 외의 지역 한강 등의 경계로부터 1킬로미터 이내의 지역 또는 지천의 경계로부터 5백미터 이내의 지역 	
5. 그 밖에 「한강법」 제24조에 따른 실무위가 한강수계의 상수원을 적절하게 관리하기 위하여 필요하다고 인정하는 지역	

- 수변구역 토지매수 제도의 주요한 문제점으로는 대부분 협의매수 방식에 따른 한계점으로 파악됨. 협의 매수 방식에 따른 문제점은 1) 협의 방식에 따른 사업 추진 난항; 2) 산발적인 토지매수 및 조성·관리로 부지의 파편화 및 3) 강제 수용 근거 부재 등이 있음
- 협의 방식에 따른 사업 추진 난항 : 매수제도는 토지 소유자가 매도신청서를 접수함으로써 협의가 시작되므로 토지 소유자가 매도신청서를 신청하지 않으면 사업 진행이 발생하지 않으며, 신청을 해야 조사·검토·감정 평가 등을 진행할 수 있는 한계가 있음
- 산발적인 토지매수 및 조성·관리로 부지의 파편화 문제 : 토지 소유자가 매도 신청한 토지가 항상 기매수 토지와 인접해 있거나 신청 토지들 끼리 인접한 것은 아님

- 매수된 수변구역내 토지들이 수변구역내 자연성 회복 사업을 효과적으로 추진하기 위해 요구되는 일정 이상의 면적 또는 길이를 확보하지 못하는 상황이 발생하고, 이러한 산발적인 토지매수는 종적 또는 횡적 연결성 확보를 어렵게 하여, 규모가 요구되는 자연성 회복 사업을 추진할 수 없게 됨
- 현재는 “신속매수제”를 도입하여 다수인이 공동으로 매도할 경우 매도신청에서 계약 체결까지 최대 4개월 이내에 모든 절차가 완료되어 기존보다 6개월 이상의 기간을 단축할 수 있도록 제도를 개선하여 운영하고 있으나, 이 역시 산발적인 토지매수 문제를 완벽하게 보완하지는 못하는 한계가 있음
 - ※ 신속매수제 : 우선매수지역 및 다수인이 공동으로 매도하는 토지등의 경우에는 우선순위 산정 절차 없이 현지조사 실시 후 감정평가 등 매수절차 진행
- 또한 「토지등의 매수 및 관리업무처리 지침(2019.7)」에서는 토지매수 대상 선정시 우선순위 산정 배점 기준표에서 [가산점] 부문에 인접토지 분야를 규정하고 “기매수된 토지에 인접한 토지”를 신청할 경우에 하천경계로부터의 거리에 따라 가산점을 최대 25점에서 최소 10점을 부여하게 하여 인접토지의 매수를 촉진할 수 있게 하고 있음
- 그러나 인접토지 가산점 제도는 토지 매수 대상 선정 시 유리하게 작용하지만 매도신청 자체를 고양에는 한계가 존재하므로 매도신청을 고양시키는 방안이 추가적으로 마련되어야 함
- 강제 수용 근거 부재 : 「토지등의 매수 및 관리업무처리 지침(2019.7)」의 제5조(토지등의 매수원칙) 제①항과 제②항에 의거하여 토지매수를 실시하며 제③에서 수변생태벨트 시행계획의 경우에는 수용이 가능하도록 하고 있음
 - 현 지침으로는 토지매수는 소유자의 의사를 기준하여 진행되므로 수변생태벨트 시행 계획이나 수질개선사업에 해당하지 않는 수변구역의 경우에는 수용 사항에 해당하지 않으므로 한강수계유역청 및 지자체에서 수변구역 내 자연성 회복 사업을 계획하거나 추진할 경우 해당 토지에 대하여 토지매수를 실시할 수 있는 근거가 없음
- 수변구역 토지매수를 활성화하려면 근본적으로는 토지 소유자의 매도신청 증가가 필수적이므로 토지 소유자(주민)의 참여 활성을 위한 방안 마련이 필요함
- 토지 소유자(주민)의 참여 활성을 위해서는 최우선적으로 지역 주민에 대한 교육 및 홍보 강화를 통해 수변구역 토지매수 제도에 대한 의식·인식 전환 및 참여율 고양함
 - 이러한 교육·홍보 강화는 산발적인 토지매수를 개선하는 효과도 있을 것으로 기대됨. 이때 토지 소유자가 반드시 해당 지역 거주 주민인 것은 아니므로 필요에 따라서는 홍보 및 교육 대상을 지역주민으로 한정하지 말고 광역 네트워크를 형성하여 타 수계와의 연계를 추진할 필요도 있음
- 수변구역에서의 행위제한이 규정되어 있음에도 불구하고 감시행정망을 피해 금지 행위

가 발생하고 있음. 이러한 금지행위를 보다 강력하게 감시하고 처벌하면 수변구역 내 토지를 소유하는 것보다 매도신청이 유리하게 되므로 감시행정망을 강화할 필요가 있음

- 동시에 감시행정망 강화에 필요한 법적 근거, 요소 예산 및 투입 인력 마련을 위한 제도 개선이 필요함
- 마지막으로 현 지침으로는 수변생태벨트 조성사업 및 수질개선사업(한강수계의 수질개선을 위한 오염물질삭감 종합계획)의 경우만 토지의 수용이 가능하므로 관련법의 개정을 통해 수용 근거를 마련함
- 「한강수계법」 제13조(수질개선사업)에 “수변구역 관리기본계획” 이 포함될 수 있도록 개정함
 - (당초) 제24조제1항제1호 : 1. 한강수계의 수질개선을 위한 오염물질삭감 종합계획
 - (변경) 제24조제1항제1호 및 2호 : 1. 한강수계의 수질개선을 위한 오염물질삭감 종합계획, 2. 수변구역 관리기본계획의 수립에 관한 사항
- 종합하면 수변구역 토지매수 제도는 협의매수 방식으로 진행되므로, 토지 소유자의 신청 의사가 없으면 활성화되기 어려운 한계가 있어 1) 주민 교육 및 홍보 강화; 2) 수변 구역내 규제 강화 및 3) 강제수용 근거 등 제도적 개선이 필요함

<표 6-10> 수변구역 토지매수 제도 개선방안

제도개선전략	현황 및 문제점	개선 방안
수변구역 토지매수	협의매수 방식에 따른 한계점. 토지 소유자의 신청 의사가 없으면 제도 활성화가 근본적으로 어려움	<ul style="list-style-type: none"> • 주민 교육 및 홍보 강화 • 수변구역내 규제 강화 • 강제수용 근거 마련

(2) 수변생태벨트 조성

- 수변 생태벨트 조성사업은 수변녹지의 일부 구조와 기능 강조한 것으로 하천의 자연성 회복 뿐만 아니라 도시비점오염원 관리 가능하며 하천 생태계서비스의 경제적 가치를 극대화하여 지역주민 및 지자체의 만족도를 높일 수 있는 사업임



출처 : 한국수자원공사(2019), 물관리 일원화에 따른 유역통합 관리 측면의 수변 생태벨트 모델 개발(1차년도)

<그림 6-3> 가평삼회 생태복원지구를 통한 기대효과

- 하천생태계의 건강성과 온전성을 회복하기 위해서는 수생태 중심에 수변생태를 포함하여 이해할 필요가 있고, 종적인 연속성뿐만 아니라 횡적인 연속성을 포함할 필요가 있으므로 수생태와 수변생태의 연속성을 종합적으로 고려하는 것이 필요함
- 한강 수계에 수변생태벨트 조성 현황을 살펴보면, 2001년부터 사업을 시작하여 2019년까지 4.5 km² 조성하였고, 누적 사업비 714억 원이 투입되었음
- 그러나 기존의 수변생태벨트 사업은 생태적 측면에서 횡적 연결성이 미흡한 점이 있음
 - 하천의 제방부지를 기준으로 제내지는 하천제방에 의해 보호되고 있는 지역으로 보통 제방으로부터 보호되고 있는 마을까지를 의미하고, 제외지는 하천측 지역으로 하천수가 흐르는 공간을 의미함



<그림 6-4> 제내지 및 제외지 개념

- 물관리일원화 정책 이전의 기존 수변생태벨트는 환경부 주도 사업은 제내지를 기준으로 추진되어 국토부 관할의 제외지와 연계가 이루어지지 못하여 제내지와 제외지를 횡적으로 연계하지 못하였음
- 제내지 위주로 추진되는 수변생태벨트 사업은 횡적 측면에서 생태적 지속가능성을 확보하는데 저해요소로 작용하여 수변구역의 효율적인 활용을 방해함
- 이러한 제내지 위주의 수변생태벨트 사업은 수변구역 매수제도에서 검토한 매수된 토

지의 파편화로 발생하는 생태적 연결성 확보의 어려움을 가중시키는 요소로 작용함

- 또한 수변생태벨트 조성 사업의 관련법이 부처별로 분산되어 있기 때문에 일관성 있고 조직적인 사업추진을 어렵게 함

<표 6-11> 수변생태벨트 조성사업 관련 법령 부처별 분류

구분	법령명	구분	법령명
국토교통부	국토의 계획 및 이용에 관한 법률	환경부	물관리기본법
	하천법		수도법
	도시개발법		물환경보전법
	공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률		하수도법
	공공토지의 비축에 관한 법률		한강수계 상수원수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률
	개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법		낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률
행정안전부	소하천정비법		금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률
	저수지 댐 안전관리 및 재해 예방에 관한 법률		영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률
기획재정부	국유재산법		물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률
농림축산식품부	농지법		

출처 : 한국수자원공사(2019), 물관리 일원화에 따른 유역통합 관리 측면의 수변 생태벨트 모델 개발(1차년도)

- 수변구역벨트 조성 제도는 통합물관리 정책 시행 이전에는 제내지 중심으로 추진되어 제외지와는 횡적 연속성이 부족하였고, 관련법이 분산되어 있어 일관성 있고 조직적인 사업추진이 어려웠음
- 따라서 향후에는 제내지와 제외지를 연결한 횡적 연속성 확보를 위하여 분산되어있는 법 및 제도의 통합정비가 필요함

<표 6-12> 수변구역벨트 조성 제도 개선방안

제도개선전략	현황 및 문제점	개선 방안
수변생태벨트 조성	<ul style="list-style-type: none"> • 제내지 중심의 사업 추진 • 관련 법 및 상위계획 분산 	<ul style="list-style-type: none"> • 제내지와 제외지를 연결한 횡적 연속성 확보를 위하여 분산되어있는 법 및 제도의 통합정비

6.3.3 도시 물순환체계 개선

- 도시의 성장은 토지이용의 변화와 불투수면의 증가, 용수 수요의 증가 등을 초래하고 최근에는 기후패턴의 양극화까지 더해지면서 도시 물순환 체계의 왜곡이 더욱 심화되고 있음
- 1962년 서울의 도심지가 본격적으로 개발되기 전까지는 불투수율이 7.8%에 불과했으나, 2010년에는 50% 육박하여 강우시 유출 비율이 높아지고 침투 낮아져 홍수 문제뿐만 아니라 건천화 및 유지용수 부족 문제를 동시에 가중 시킴



출처 : 어스그린코리아(주)외(2018), 도시지역 수목성장을 고려한 하이브리드형 유출저감 기술 최종보고서

<그림 6-5> 서울시 도시화율 변화

- 도시 불투수면적의 증가는 치수와 이수 문제뿐만 아니라 도심의 하천 및 녹지공간에 조성되어 있는 생태계 유지에 필요한 최소한의 수량인 생태용수 확보마저 위협함
- 또한 지속적인 하수도 사업의 확충으로 도심하천 상류의 건천화, 하류의 수질악화가 동시에 나타나는 기형적인 하천 환경이 형성되고 있어 지속가능한 생태용수 확보 방안 마련이 시급함
- 도시 생태환경은 녹지의 단절과 파편화로 연속성을 확보하지 못하는 문제점이 있음. 단절되고 파편화된 생태계를 연결하여 생태축을 확보하면 도시 생태계의 건강성을 증진시킬 수 있음
 - 그동안 사용해 온 생태축이라는 용어는 생태 네트워크로 부르기도 하며, 이를 세분화시켜서 녹지축(green network), 하천축(blue network), 바람길(white network) 등으로 사용하기도 함
 - 그린-블루네트워크는 녹지, 생태공원 등 녹지공간이 하천 등 수공간과 연결되는 것으로 자연의 연결성이 확대되고, 생태계의 연속성이 확대되는 개념임. 도시지역의 도시생물 다양성을 증진시키며 나아가 도시 물순환 체계를 개선시키는 기능을 함
- “도시 물순환체계 개선”은 [도시 불투수면적을 개선], [도시 생태용수 확보] 및 [그린-블루네트워크 강화]와 관련한 제도를 검토하여 도시의 물순환체계 개선을 위한 제도적 개선방안을 제시하고 함

(1) 도시 불투수면적률

- 불투수면의 확대는 비점오염의 증가 도시침수 빈발, 지하수 고갈 및 하천 건천화 등 도시 물순환 체계의 왜곡을 심화시키고 나아가 도시의 수생태계 위협 등 다양한 물 문제를 발생시킴
 - 불투수면적률이 25%를 초과하는 경우 수질오염이 심화되고 하천내 생물 종다양성과 개체수가 감소하는 등 유역의 건강성이 크게 악화되는 것으로 알려져 있음
- 그러나 현행법에는 도시의 불투수면적률을 규정 사항이나 제제를 위한 법적 근거가 없으므로 불투수면적률의 체계적인 관리가 어려운 상황임
- 미국 미네소타주¹⁴⁾는 유역 내 토지소유자의 의견, 유역관리의 필요성, 물 용도 등에 따라 불투수면적률을 구분하여 지정하고 관리하고 있음
 - 불투수면적률 지정은 크게는 “강변지역” 과 “강변지역 외” 로 구분하며 시행되며, Shorewood의 경우 강변 지역 외를 “주거지역” 과 “상업지역과 정부 공공기관” 으로 구분하여 관리하고 있음
 - Tonka Bay 지역은 일반적으로는 불투수면적률을 25%를 적용하지만 행정적·기술적 검토 후 26~35%까지 인정하며 36% 이상인 경우 공청회 개최함

<표 6-13> 미네소타주 Minnehaha 유역의 불투수면적률 제한규정 사례(일부 지자체)

지자체 명칭	강변지역	강변 지역 회
chanhassen	25%의 불투수면적 적용	최대 불투수면 : 모든 건축물과 포장면의 25%, 자갈도 불투수면으로 간주함
Greenwood	30%	도시 전체에 대해서 30%의 불투수면 제한 실시
Minneapolis	주거지역의 경우 65%, 강변지역에 대한 규정은 없음	65%
Mound	30%	40%
Shorewood	25%	주거지역 : 33%, 상업지역과 정부 공공기관 : 66%
Tonka Bay	25% (행정적, 기술적 검토 후 26~35%까지 인정, 36%이상인 경우 공청회 개최)	25% (행정적, 기술적 검토 후 26~35%까지 인정, 36%이상인 경우 공청회 개최)
Wayzata	25%	구역에 따라 20~25%

출처 : 국립환경과학원(2014), 불투수면 유출특성 조사 및 관리목표 설정연구(I)

14) 『불투수면 유출특성 조사 및 관리목표 설정연구(I)(2014, 국립환경과학원)』에 따르면 미국 미네소타주는 하나의 유역내에서도 관할 지자체에 따라 다양하게 규정됨

- 영국은 주택소유주와 사업주에게 마당을 자갈 또는 투수성 포장재로 포장하도록 하고 있으며 만약 하수관거로 직접 배출되는 불투수면적을 5m² 이상 신규로 생성할 경우 허가를 득하도록 요구하고 있음
- 해외 사례를 참고하여 국내 제도의 개선 방향을 1) 도시의 불투수면적률이 일정 이상인 지역은 “불투수면 관리대상지역”으로 지정하고, 2) 불투수면 관리대상지역내에서의 개발행위는 허가를 받도록 개정할 경우 다음과 같이 제도적 개선이 수반되어야 함
 - 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제56조(개발행위의 허가) 제①항에 [6. 불투수면 관리대상지역내에서의 개발행위]를 추가하고, 같은 법 시행령의 제51조(개발행위 허가의 대상) 제①항에 [7. 불투수면 관리대상지역내에서의 개발행위 : 불투수면적을 5m² 이상 신규로 생성하는 행위]를 신설함
 - 다만, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제56조(개발행위의 허가) 제④항 개발행위허가 예외사항으로 같은 법 시행령 제53조(허가를 받지 아니하여도 되는 경미한 행위)에 [7. 불투수면 관리대상지역내에서의 개발행위 : 빗물재이용시설 등 유출저감 시설을 설치한 경우]와 같은 예외 조항을 두는 것을 제안함
- 또한 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제19조(도시·군기본계획의 내용)에 “불투수면적률 저감 관리에 관한 사항”을 추가하여 기본계획에 포함되도록 함
 - 기본계획 수립 내용에 포함될 경우 관리계획 그리고 「도시개발법」에서 규정한 도시개발계획 수립 시 불투수면적률 관리에 대한 사항을 수립하는 근거를 마련하게 됨

제19조(도시·군기본계획의 내용) ① 도시·군기본계획에는 다음 각 호의 사항에 대한 정책 방향이 포함되어야 한다.

1. 지역적 특성 및 계획의 방향·목표에 관한 사항

(중략)

(신설) 5의1. 불투수면적률 저감 관리에 관한 사항

(중략)

- “불투수면 관리대상지역” 외 지역에서의 불투수면 저감사업의 활성화를 위해서는 기존 불투수면을 투수면으로 전환하는 사업이 필요함. 이러한 사업들 대부분이 녹지, 공원 등 투수면을 증대하는 사업이 추진되므로 하므로 추후 불투수면적률 저감 사업을 활성화하기 위해서는 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률(이하 공원녹지법)」의 개정도 필요함
- 「공원녹지법」 제6조(공원녹지기본계획의 내용 등)에 “제8호. 투수면적 개선에 관한 사항”을 추가하고

제6조(공원녹지기본계획의 내용 등) ① 공원녹지기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 지역적 특성 및 계획의 방향·목표에 관한 사항

(중략)

(신설) 8. 투수면적 개선에 관한 사항

○ 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」은 모든 개발사업의 상위법으로 하위의 관련법의 연계적 개정이 필요하므로 많은 검토와 시일이 요구될 수 있음. 그리고 지자체 별로 처한 상황이나 개발 여건이 상이하여 불투수면적 관리지역에 대한 기준을 다르게 적용해야 할 수도 있으므로 해당 조례의 제정 또는 개정을 고려해 볼 필요가 있음

－ **관련 조례 개정의 예시** : 도시계획 조례, 도시공원 및 녹지 등에 관한 조례 또는 불투수면적 관리지역 지정에 관한 조례 등

<표 6-14> 도시 불투수면적률 개선 방안

제도개선전략	현황 및 문제점	개선 방안
도시 불투수면적률	<ul style="list-style-type: none"> 도시 불투수면적률에 관한 규정 사항 및 법적 근거 부족 	<ul style="list-style-type: none"> 국토계획법, 도시개발법 등 관련 법령 개정 지자체 도시계획 조례 및 도시공원 및 녹지 등에 관한 조례 개정 및 불투수면적 관리지역 지정에 관한 조례 제정

(2) 도시 생태용수 확보

○ 그동안의 하천관리는 개발과 성장의 패러다임에 치중하여 이수 및 치수 기능에 초점을 맞춘 하천정비사업이 추진되어 왔으나 하천의 자정, 저류 및 생태 기능 등으로 확대되기 시작하였음

○ 기후변화로 홍수와 가뭄 등 강수 현황의 양극화 및 불투수면적 증가 등으로 물순환 체계가 크게 왜곡되고 있는 도시의 경우 하천의 건천화 등으로 하천의 생태적 기능 유지를 위한 최소한의 생태용수의 확보마저 위협하고 있음

○ 본 연구에서는 도시 생태용수 확보 방안으로 1) 하수처리수, 중수도 및 빗물 등 물 재이용 활성화와 2) 지하철용수 등 지하유출수 활용을 검토함

○ 물의 재이용이란 「물재이용법」 제2조 제1항에서 빗물, 오수(汚水), 하수처리수, 폐수 처리수 및 발전소 온배수를 물 재이용시설을 이용하여 처리하고, 그 처리된 물(이하 “처리수”)을 생활, 공업, 농업, 조경, 하천 유지 등의 용도로 이용하는 것으로 정의하고 있음

－ 『2019년 하수도통계』에 따르면 하천처리수 재이용 1,148,664.6 천톤/년, 중수도

834,700.5 m³/일, 빗물이용 8,768.9 천m³/년으로 일단위로 환산하면 하천처리수 재이용량은 3,147,026 m³/일, 78.6%로 대부분을 차지하고, 중수도 834,701 m³/일(20.8%), 빗물이용 24,024 m³/일(0.6%) 순으로 조사됨

하수처리수 재이용은 장내수로 45.2%, 장외수로 54.8%를 이용하고 있으며 장외수의 76.7%가 하천 등 유지용수로 사용되고 있음

- 「물재이용법 시행령」 제10조~제12조에 물 재이용시설 의무 대상이 규정되어 있음.
 - 1) 제10조 빗물이용시설의 설치대상·관리; 2) 제11조 중수도의 설치 대상·관리 및 3) 제12조 공공하수도관리청의 하·폐수처리수 재처리수 공급대상 시설 등임
- 하수처리수의 재이용은 자연유하 방식에 따라 하수처리시설이 대부분 하천 하류에 위치하기 때문에 유지용수 보충 지점까지 관로를 신설해야 하는 경우가 발생함
 - 『2019 하수도통계』에 따르면 “하수처리수의 재이용의 경우 전체 사용량의 56.8%가 장외수이며 장외수의 76.7%가 하천 등 유지용수로 분류됨. 그러나 유지용수로 사용되는 수량이 도심하천의 상류까지 공급되려면 공급 관로가 확보되어야 함
 - 관로를 신설할 경우, 「물재이용법」 제2조 제7호에 의거하여 “하·폐수처리수 재이용시설”로 정의됨. 하·폐수처리수 재이용시설이란 하수처리수 또는 폐수처리수를 재이용할 수 있도록 처리하는 시설 및 그 부속시설, 공급관로(管路)를 말함
 - 서울시와 같은 메가시티들은 하수처리수의 공급관로 공사 시 주민의 민원이 발생할 수 있고, 경우에 따라 공급관로의 연장이 길어지는 문제가 발생할 수 있음
 - 하수처리수 공급 활성화의 경우를 위해서는 주민 이해와 참여를 독려하기 위한 교육 및 홍보 활동이 강화될 필요가 있으며 공급관로 계획은 비용편익 분석 등을 통해 효용가치가 보장되는 구간을 설립하도록 할 필요가 있음
- 하수처리시설과는 달리 중수도 시설과 빗물처리시설은 기개발 지역과 연접하거나 도내 내부에 위치할 수 있으므로 도심 하천에 적용 가능성이 높음
- 2019 하수도 통계를 살펴보면, 중수도 사용용도는 공업용수, 세척살수용수, 조경용수, 청소화장실용수, 친수 용수로 구분되며, 친수용수란 하천 또는 인공적으로 건설된 실패천 등에 물놀이 등 수변 휴양을 위하여 공급되는 용수를 의미함
 - 친수용수 사용을 목적으로 하는 중수도 시설은 경기도 2개소, 전북 1개소로 총 3개소가 신고되어 있으나 실제 운영중인 시설은 전북 무주의 태권도원이 유일하며, 1일 13.1 m³(1년 4,781.5 m³) 친수용수를 목적으로 하는 중수도 시설 확대가 필요함
- 빗물이용시설의 경우 사용용도는 공업용수, 기타, 농업용수, 세척살수용수, 조경용수, 청소화장실용수, 친수 용수로 구분되며, 친수용수 목적 빗물이용시설은 인천시 3개소, 경기도 1개소, 전북 5개소이며, 2019년 사용실적이 있는 시설은 전북 4개소(71.0m³/년)가 전부임
 - 빗물이용시설 역시 중수도 이용시설과 마찬가지로 생태용수 확보 차원에서 친수용수

로의 사용확대가 증대되어야 함

- 서울시의 지하공간 개발에 따른 유출지하수는 2016년 기준 약 17만8천 톤/일로 이중 71% 가량은 이용되고 있음. 특히 “지하철, 전력구, 통신구” 에서 발생하는 유출지하수의 80%가 하천유지용수로 사용되고 있으나, 민간건축물에서 발생하는 유출지하수는 75%가 하수도로 직접 방류되는 문제점이 있음
 - 유출지하수의 하수도 직접 방류는 서울시 외에도 발생될 것으로 예상되며, 일정수준의 수질을 만족하는 지하유출수를 도시 생태용수 활용하는 방안도 검토해 볼 필요가 있음
- 앞에서 도시 생태용수 확보 방안으로 주로 검토한 1) 하수처리수, 중수도 및 빗물 등 물 재이용 활성화와 2) 지하철용수 등 지하유출수 활용은 다음과 같은 한계가 있음
 - 중수도 및 빗물 등 물 재이용 활성화 방안은 「물재이용법」에 의거하면 친수용수 정도로 분류되며, 이러한 친수용수는 엄격하게는 하천 또는 실개천 등에 공급되는 수변휴양 목적용이므로 생태용수로 규정되지 못함
 - 「물재이용법」에는 지하유출수 활용에 관한 사항이 규정된 사항이 없으므로 추가가 필요함
- 따라서 도시생태용수 확보를 위한 제도적 개선 방안은 다음과 같이 생태용수 근거 확대가 필요함
 - 「물재이용법시행규칙」의 “[별표 1] 중수도의 용도별 수질기준(제8조제2항 관련)” 및 “[별표 2] 하·폐수처리수 재처리수 및 온배수 재처리수의 용도별 수질기준” 등에 “생태용수”를 추가하고, 「물 재이용 관리계획 수립 지침」 등에 생태용수 개념을 추가하여야 함
 - 유출지하수의 생태용수 활용이 가능하도록 「물재이용법」 제2조(정의)에서 “물재이용시설”에 유출지하수 재이용시설을 추가할 필요가 있음

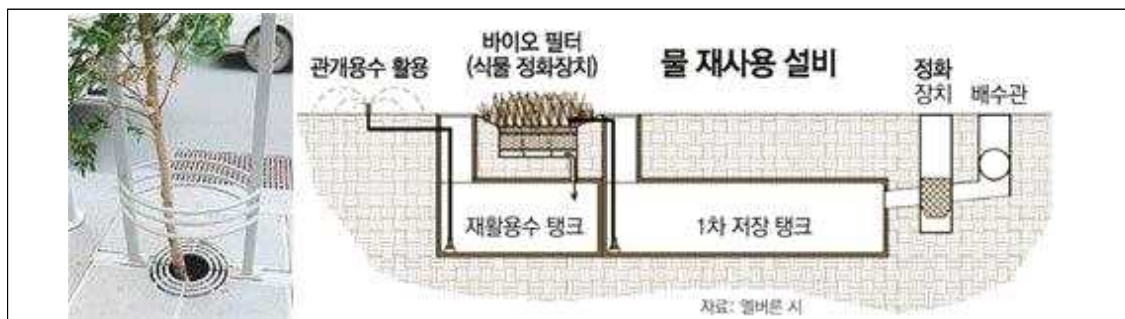
<표 6-15> 수변구역벨트 조성 제도 개선방안

제도개선전략	현황 및 문제점	개선 방안
도시 생태용수 확보	도시 하천의 건천화로 생태용수 확보의 어려움	「물재이용법」 생태용수 근거 확대

(3) 그린-블루 네트워크 강화

- 그동안 도시의 물순환 체계 개선을 위한 정책 대부분은 빗물이용시설, 중수도(中水道), 하수처리수 재이용시설 등과 같은 시설물 설치 위주의 블루 네트워크에 국한되어 수목식재나 도시정원 조성 등과 같은 그린 네트워크를 함께 고려한 정책은 미미하였음

- 또한 그린네트워크와 블루네트워크를 연결을 통한 그린-블루네트워크 형성을 통한 물순환체계 개선 시도 역시 부족하였음
- 대부분의 도시들은 도로를 중심으로 조성된 가로수와 가로수 밑의 소규모 녹지인 띠녹지를 확보하고 있으나 녹지 확보의 측면인 그린 네트워크에만 한정할 뿐 이들이 갖는 수원 함양이나 수질정화 기능과 같은 블루 네트워크 측면은 고려하지 못함
- 가로수와 띠녹지 등은 도심 내에서 빗물 저장 및 침투기능을 보유할 수 있으며 이는 도시 물순환 체계 개선에 도움을 줄 수 있음
- 도로변에서 흘러오는 유출수를 1) 가로수 내 토양에서 흡수시키거나 2) 가로수 지하에 저류 가능한 공간을 만들어 가로수 자동관수 시스템을 구축할 수도 있음
- 실제 호주 멜버른시에서는 시내 도로 옆 가로수 지하에는 빗물을 최대한 오랫동안 가둬둘 수 있는 장치가 매립되어 있어 가로수 식재 공간과 배수관을 이용하여 빗물을 저장하고 관계용수로 순환시키는 시스템을 구축하고 있음



※ 출처 : 동아일보, 2010.9.14

<그림 6-6> 호주 멜버른시의 가로수 물 재사용 설비 단면

- 그동안의 가로수와 띠녹지는 녹지 및 공원 관리 차원에서 도시계획이 수립되고 관련 사업이 진행되어 왔음. 따라서 현행의 가로수 조성·관리의 한계점을 개선하기 위해서는 다음과 같은 제도적 개선이 마련되어야 함
- 가로수 조성을 위한 기본계획의 수립 단계부터 물순환 체계에 대한 개념을 반영할 필요가 있음. 「산림자원법」 제19조의2의 ‘도시림등기본계획’에 도시 물순환을 고려한 가로수의 조성 및 관리에 관한 사항이 포함되도록 개정하여 법적 근거를 마련하여야 함
- 가로수의 조성 및 관리에 관한 각종 지침과 관련 조례의 정비가 필요함. 「가로수 조성 및 관리규정 고시」 등에도 건전한 물순환 체계 구축을 위한 사항이 반영, 도시 물순환과 빗물저장 기능을 고려하여 적절한 가로수 수종의 선정, 식재, 관리 등이 이뤄질 수 있도록 관련 규정(가로수 조성·관리 매뉴얼)을 정비함

<표 6-16> 그린-블루네트워크 강화를 위한 제도개선 방안

제도개선전략	현황 및 문제점	개선 방안
그린-블루네트워크 강화	기존 법률 및 규정에는 가로수와 띠녹지는 녹지 및 공원 관리 차원에서 도시계획이 수립되고 관련 사업이 진행되어 옴	<ul style="list-style-type: none"> 「산림지원법」 개정을 통한 법적 근거를 마련 「가로수 조성 및 관리규정 고시」 및 「가로수 조성·관리 매뉴얼」 정비

6.3.4 기타 부문

(1) 통합물관리

- 그동안의 물관리 정책은 수량, 수질, 생태, 방재 등 다양한 분야로 나뉘어져 있었고, 각각의 담당부처가 지정되어 행정구역을 중심으로 정책이 추진되어 왔음
- 물관리 일원화 정책의 추진으로 「물관리기본법」이 제정 및 시행되면서 유역단위의 통합물관리가 가능해짐



<그림 6-7> 물관리체계 환경부 일원화 모식도

- 그동안 개별 법에 의해 진행되었던 수질 개선 사업이 사업간의 연개성이 낮아 비용효율성이 낮은 문제가 있었음. 또한 기존의 수질·오염부하량 중심의 수질개선 사업은 통합물관리 차원에서 유역별 물문제 해결에는 한계로 작용함
- 그러나 유역관리 최상위계획인 '유역물관리 기본계획'은 「물관리기본법」 제28조(유역물관리종합계획의 수립)에 수립근거를 마련하고 있으나 유역진단제도의 경우에는 '유역진단제도' 도입을 위한 법률 및 법률 하위규정과 유역진단 업무 수행을 위한 지침이 마련되지 않아 이에 대한 제도적 개선이 필요함

- 「물관리기본법」 제28조(유역물관리종합계획의 수립)에 의거하여 수립되는 유역물관리종합계획은 유역진단제도를 활용하여 계획수립의 효율을 높일 수 있음
- 물환경 관련 사업이 「하수도법」, 「물환경보전법」, 「4대강 수계법」, 「물재이용법」, 「가축분뇨법」 등의 개별 법에 근거하여 시행되고 있기에 “유역진단제도”의 법적 근거는 이들 법의 상위법인 「물관리기본법」에 두는 것이 타당할 것으로 보임
- 또한 유역진단제도의 제도화를 위해서는 1) “유역진단”의 정의를 규정하고, 2) 유역진단제도의 실시 근거 마련 및 3) 유역진단의 필요성을 명시할 필요가 있음

(신설)

- 물관리기본법 제3조(정의)에 “유역진단” 용어 정의 필요
- 물관리기본법 제12조(통합 물관리) 또는 시행령에 근거 마련 필요
- 수질개선사업 추진시 ‘유역진단’ 필요성을 하위법에 명시 필요

<표 6-17> 통합물관리 제도개선 방안

제도개선전략	현황 및 문제점	개선 방안
통합물관리	‘유역진단제도’ 도입을 위한 근거가 법률상에 규정되지 않음	「물관리기본법」에 유역진단제도 도입을 위한 법적·제도적 근거 명시

(2) 주민활용 환경개선 사업

- 한강 유역의 주민지원사업은 「한강수계법」 제11조(주민지원사업)제1항에 의거하여 주민지원사업에 관한 계획을 수립·시행하며, 제14조(지원금의 배분 기준 등)에서 따른 주민지원사업은 간접지원사업, 직접지원사업 및 특별지원사업으로 구분됨



<그림 6-8> 주민지원사업의 세부 내용

- 주민활용 환경개선사업은 자연성 회복 거버넌스를 구성, 적극적인 주민참여를 유도하고 한강수계기금의 효율적인 활용 방안이 마련되도록 개선되어야 함
 - 앞서 5장의 권역별 세부과제에서는 한강 중상류(서울권역) 자연성 회복 사업으로 1) 도시하천 건천화 해결을 위한 주민참여형 리빙랩(지역주민과 함께하는 모니터링)과 2) 도시지역 오염원 관리 문제에 대한 해결을 위한 시민참여형 우수지 활용사업(물 재이용 방안마련, 수질감시 및 보전활동, 환경교육-홍보)을 제안함
 - 그러나 한강수계기금의 직접지원 사업의 종류는 10개 항목으로 구성되어 있어 주민 참여형 자연성 회복 사업을 지원할 근거가 명시되지 않았으므로 아래와 같이 [주민참여형 자연성 회복 사업] 신설조항이 필요함

〈직접지원사업〉

가. 태양열이용시설·취사시설 설치자금의 지원 등 주거생활의 편의를 도모하기 위한 사업
(중략)

(신설) 차. 주민참여형 자연성 회복 사업

카. 그 밖에 위원회가 인정하는 가구별 지원

<표 6-18> 주민활용 환경개선사업 제도개선 방안

제도개선전략	현황 및 문제점	개선 방안
주민활용 환경개선사업	한강수계기금 지원사업에 주민참여형 자연성 회복 사업 지원 근거 부재	수계기금의 효율적 활용과 주민을 활용한 환경관리를 도모하기 위해 직접지원을 포함하는 주민지원사업으로 개선

7. 한강 자연성 회복 구상 마련을 위한 포럼 구성 및 운영

7.1 포럼 전체 개요

7.1.1 포럼 목적

- '우리 강 자연성 회복 구상'에서 제시한 비전과 목표를 토대로 한강의 자연성 회복 구상을 위해 거버넌스 형태의 포럼을 구성하여 공론의 장을 마련하고자 함
- 한강 유역의 자연성 회복을 위해 각 지역별 현안에 대하여 논의·교류하고 한강유역물관리위원회에 정책 제안과 자문 역할을 담당하기 위한 유역협의체 형식의 네트워크 구성

7.1.2 포럼위원 구성

- 한강 유역 전문가, 관련 시민단체, 한강 자연성 회복 구상 연구진 등 26명의 포럼위원을 한강 상·중·하류 3개 분야로 구성함
- 한강 자연성 회복 포럼위원

구 분	이 름	소 속	직 위
한강 자연성회복 포럼 (26명)	총괄 (2명)	장석환	대진대학교 교수
		최혜자	한강유역위 소통소위원장
	상류부 (6명)	김학관	서울대학교 교수
		임경재	강원대학교 교수
		전만식	강원연구원 선임연구위원
		권용범	춘천물포럼 사무국장
		김경준	원주환경운동연합 국장
		박일선	충주환경연대 대표
	중상· 중하류부 (12명)	김이형	공주대학교 교수
		김성표	고려대학교 교수
		권현한	세종대학교 교수
		오종민	경희대학교 교수
		오경두	육군사관학교 교수
		이재경	대진대학교 교수
		이광우	한강사랑 대표
		박희진	여강길 국장
		신우용	서울환경운동연합 처장
		이상현	녹색미래 사무처장
		지상훈	오산천살리기지역협의회 사무국장
		송재진	생태평화한걸음 대표
	하류부 (6명)	김극태	수원대학교 교수
		최정현	이화여자대학교 교수
		장동우	인천대학교 교수
		박평수	사회적협동조합 한강운영위원
		박흥렬	강화뉴스 대표
		김진희	법무법인 바로 변호사

7.1.3 포럼 운영

- 한강 자연성 회복 포럼의 정례화를 위하여 '한강 자연성 회복 구상(안) 마련 연구용역' 과업 수행기간 중 총 2회의 포럼을 운영하였음
- 제1차 포럼은 한강 자연성 회복 구상 마련의 상위 과제인 우리 강 자연성 회복 구상에 대한 기초발제와 기존 연구 및 간담회 등에서 도출된 한강 유역의 현안 및 과제 소개를 통하여 한강 유역의 자연성 회복을 위해 시급한 현안 목록을 도출하는 것을 목표로 하였음
- 제2차 포럼은 제1차 포럼과 한강 유역 관계자 설문조사 결과를 종합적으로 검토하여 한강 자연성 회복을 위한 시급성과 중요도 등 개선 우선순위가 높은 것으로 선정된 개별 현안에 대하여 추진방향 및 세부 추진과제에 대하여 논의함
- 한강 자연성 회복 구상 마련 과업기간 내 수행한 포럼 일정 및 주제는 아래 표와 같음
- 포럼 일정 및 주제

회 차	일 자	주 제
1차	'21. 1. 13.	【기조발제】 우리 강 자연성회복 구상 【주제Ⅰ】 한강 상류의 자연성 회복을 위한 현안과 과제 【주제Ⅱ】 한강 하류(하구)의 자연성 회복을 위한 현안과 과제
2차	'21. 2. 00.	• (2차 포럼 계획 결정 후 작성)

7.2 포럼 운영 결과

7.2.1 제1차 한강 자연성 회복 포럼

- 일 시 : '21. 1. 13(수) 13: 30 ~ 16: 30
- 장 소 : 한강유역물관리위원회 회의실(온라인회의 및 유튜브 생중계 동시진행)
- 참석자 : 한강유역물관리위원회 위원장 등 15인
- 주요내용
 - ① '우리 강 자연성 회복 구상' 기초발제
 - ② 한강 상류·하류 자연성 회복을 위한 현안과 과제 발표
 - ③ 한강 자연성 회복 구상을 위한 설문조사 수행 결과 공유
 - ④ 지정토론자 및 사전신청자 줌(Zoom)을 통한 종합토론 및 의견수렴, 회의내용 유튜브 생중계

○ 포럼 주제

구 분	주 제	발 표 자
기초발제	<ul style="list-style-type: none"> ■ 우리 강 자연성회복 구상 <ol style="list-style-type: none"> 1) 자연성 회복의 필요성 2) 우리 강 자연성 회복 구상 3) 목표별 추진전략 4) 자연성이 회복된 우리 강의 모습 5) 유역별 구상(안) 및 제도적 기반 	환경부 4대강 조사 평가단 박정준 사무관
주 제 I	<ul style="list-style-type: none"> ■ 한강 상류의 자연성 회복을 위한 현안과 과제 <ol style="list-style-type: none"> 1) 한강 상류 강원도 여건 2) 강원도 물 관련 쟁점 3) 자연성 회복을 위한 과제 (흙탕물 발생, 하천 구조물, 폐광산, 갭내수, 하천 수량감소) 	강원연구원 전만식 선임 연구위원
주 제 II	<ul style="list-style-type: none"> ■ 한강 하류(하구)의 자연성 회복을 위한 현안과 과제 <ol style="list-style-type: none"> 1) 한강 하류 소개 2) 한강 하류 물 관련 현안 3) 한강 자연성 회복 포럼 설문조사 결과 4) 결 언 	인천대학교 장동우 교수

○ 참석자

- 한강유역위: 김형수 위원장, 최동진 계획분과 위원장, 백명수 간사
- 발표자: 환경부 4대강조사 평가단 박정준 사무관, 강원연구원 전만식 선임 연구위원, 인천대학교 장동우 교수
- 전문가: 강원대 김범철 교수, 중앙대학교 김진홍 교수, 건설기술연구원 이삼희 연구위원
- 토론자: 최지용 위원, 채수권 위원, 김고운 위원, 사회적협동조합 박평수 위원, 서울대학교 김학관 교수, 공주대학교 김이형 교수

○ 세부 일정

시 간	세 부 내 용	비 고
13:30 ~ 13:40 (10 ´)	■ 개회사(참석자 소개)	백명수 간사
13:40 ~ 13:50 (10 ´)	■ 환영사	한강유역위 위원장
13:50 ~ 14:10 (20 ´)	■ 기초발제 “우리 강 자연성회복 구상”	환경부 4대강 조사평가단
14:10 ~ 14:20 (10 ´)	■ 질의 응답	
14:20 ~ 14:40 (20 ´)	■ 한강 자연성회복 포럼(제1주제) “한강 상류의 자연성 회복을 위한 현안과 과제”	좌장: 최동진 계획분과장
14:40 ~ 15:00 (20 ´)	■ 한강 자연성회복 포럼(제2주제) “한강 하류(하구) 자연성 회복을 위한 현안과 과제”	
15:00 ~ 16:20 (80 ´)	■ 토론	
16:20 ~ 16:30 (10 ´)	■ 마무리 말씀	한강유역위 위원장

○ 주요 토의 및 제안사항

토론자	주요 의견
강원대학교 김범철 교수	<ul style="list-style-type: none"> • 물환경 개선을 위한 좋은 비전과 뜻이 현장(물관련 사업을 추진하는 토목기술자 및 농민, 지자체 등)에서 잘 전달이 되지 않음 • 해외의 경우처럼 환경에 관한 전반적 교육 및 물환경 개선 기술 교육 등을 통해 물환경 개선을 위한 프로그램 및 내용이 현장에 잘 전달될 수 있도록 하는 방안(의무화 및 인센티브 등)을 모색할 필요가 있음
중앙대학교 김진홍 교수	<ul style="list-style-type: none"> • 제안된 우리강 자연성 회복 구상에 대해 추가적인 제안 및 의견을 반영하여 일부 수정 및 보완하는 것이 필요함 • 복원과 회복의 개념이 정의되고 제시되었지만 일부 부분에서 혼동하여 사용되고 있는 부분이 있어 확인 필요 • 도암댐 문제 관련하여 하류주민의 입장(위화감 측면)을 조금 구체적으로 제시하면 좋겠음 • 고령지발 비점오염저감을 위한 침사지의 저감 효과 개선을 위한 연구가 필요함 • 물환경 관련 문제를 해결위한 사업을 시급성 측면을 고려하여 제안이 되었으면 좋겠음 • 한강하구 및 한강하류 공간적 범위를 명확히 정의해 주면 좋을 것 같음
건설기술연구원 이삼희 연구위원	<ul style="list-style-type: none"> • 생태 건강성 회복을 위해서는 하천 특성 및 유형을 분류하여 각각의 유사수지 문제(유사의 공급, 분포, 이송되는 과정)를 과학적으로 분석하는 것이 필요함
최지용 위원	<ul style="list-style-type: none"> • 한강 각 유역 및 하천마다 각각의 특성이 있고 물이용 측면에서도 현재 서비스 수준이 다양하기 때문에 한강 전체 측면에서 공통적으로 자연성 회복이 어떻게 되어야 하는지 공통적으로 세부구상에서 큰 틀을 마련하는 것이 필요함 • 각각의 유역, 하천(산지하천, 도시하천 등) 및 지역 특성에 맞는 맞춤형 세부 자연성 회복 구상안이 마련될 필요가 있음 • 각 지역별 특성을 반영한 물순환 건강성 회복 지표 개발 및 달성목표를 마련하는 것이 필요함

토론자	주요 의견
채수권 위원	<ul style="list-style-type: none"> 기존 조사되고 분석된 데이터를 기반으로 하여 각종 투자 및 시행된 사업을 분석하여 한강 자연성 회복의 구상안이 구체적으로 명시될 필요가 있음(관리 및 회복 범위, 관리방향, 사업추진방향, 제도마련 등이 구체적으로 명시될 필요가 있음)
김고운 위원	<ul style="list-style-type: none"> 한강 전체 측면에서 공통적으로 자연성 회복이 어떻게 되어야 하는지 지표, 목표를 고려할 필요가 있음 너무 지역적인 자연성 회복을 위한 각각의 문제를 나열하는 것에 그치지 말고 논의의 지향점 중범위 수준(상류, 중류, 하류 정도)으로 정리가 필요함 한강의 자연성 회복 구상과 수행의 책임, 수행주체 및 시행내용을 명확화 할 필요가 있음 하천 생태측면에서 구조물의 경우 지표가 아닌 상, 중, 하류 자연성 관점에서 우선적으로 해결해야 할 구조물과 해결과제를 명확하게 정리하는 것이 필요하며 이를 추진할 주체 및 책임범위 등의 제안이 필요함
서울대학교 김학관 교수	<ul style="list-style-type: none"> 지역주민의 자발적 참여 유도를 위해서는 정부주도의 일괄적인 정책제시 방식에서 벗어나 지역의 자율성과 순응을 확보하고 지역주민의 자발성에 근거한 자율적인 관리를 보장할 수 있는 보조금 및 보상의 형식의 제도의 구축이 필요함 수질개선을 위한 기술 개발 및 환경 인프라 확대도 한강 자연성 회복을 위해서 중요하지만 상류와 하류 지역간의 관계 회복이 매우 중요한 요소임. 현재 서로가 가야할 방향성만을 확인하는 단계라면 같은 방향으로 가기 위해서는 국가 및 유역 중심의 거버넌스 뿐만 아니라 문제가 발생하고 있는 지역 규모의 거버넌스 구축 및 운영을 위한 구체적인 방안이 필요함
공주대학교 김이형 교수	<ul style="list-style-type: none"> 4대강 전체 자연성 회복을 위한 공통과제와 함께 수계별 쟁점을 반영할 수 있는 핵심과제를 반영한 자연성 구상이 제안되어야 할 것으로 생각됨 물관련 재정사업들이 시대적 패러다임의 변화를 반영하지 못하고 진행되어오고 있음 생태용수 확보 측면에서 범람원, 홍수터 복원사업이 이루어지고 있지 않아 관련 사업의 추진이 필요함 비점오염관리가 주민참여, 의무와 책임을 기반으로 한 발생원 관리 중심으로 전환되고 있어 이를 반영할 필요가 있음 생태분야는 자연성 회복에서 매우 중요한 요소임. 습지보전지역과 생태경관보전지역의 관리 부분이 물관리기본법에 반영되어 생태분야가 강조될 필요가 있음 연안오염 관리를 위한 내용이 물관리기본법에 반영될 필요가 있음
최혜자 소통소위원장	<ul style="list-style-type: none"> 상중하류 NGO분들이 참여하는 포럼으로 확대되었으면 좋겠음 현재 물환경 관련 다양한 현안 중에서 한강 자연성 회복 관련 현안으로 정리되었으면 좋겠음 한강하구의 입장에서 한강하구의 문제를 바라보기 위해 자료의 최신화를 통해 현황을 업데이트해 주기 바람 한강의 자연성이 무엇인지 공유하여 공감대를 형성하는 것이 우선적으로 필요함
에코단양 오태동 대표	<ul style="list-style-type: none"> 수량과 수질의 균형을 고려한 방안이 필요함 자연이라는 개념이 고정된 것이 아니라 변화되고 있기 때문에 자연의 변화를 정태적 개념이 아닌 동태적 개념으로 바라봐야 할 것으로 생각됨
사회적협동조합 박평수 위원	<ul style="list-style-type: none"> 장항 습지 구간에서 수생태계의 문제를 일으키고 있는 보의 문제를 어떻게 해야 할지 구체적으로 논의될 필요가 있음 난지, 서남 물재생센터에서 많은 하수가 방류되고 있음. 특히 강우시 물재생

토론자	주요 의견
	<p>센터에서 방류되고 있는 물로 인해 하류 어민들의 민원이 발생되고 있어 이를 방지할 수 있는 제도가 필요함</p> <ul style="list-style-type: none"> • 하수처리장 방류수의 합성머스크 화합물 관련 문제도 중요함 • 장항습지 내부 들개나 고양이 문제 관련 내용들도 다루어주었으면 좋겠음
백명수 간사	<ul style="list-style-type: none"> • 자연성 포럼을 운영하면서 실시된 설문조사 및 분석 부분이 있는데 연구진이 생각하는 우선순위와 설문조사 결과의 우선순위의 차이점이 발생할 수 있으므로 이에 대한 분석을 통해 향후 한강 자연성 회복의 방향성을 잡는데 반영되었으면 좋겠음 • 한강하구의 생태적 가치를 보전하고 이용하는 것이 중요한데 이러한 내용이 향후 반영되었으면 좋겠음
최동진 계획분과 위원장	<ul style="list-style-type: none"> • 한강유역물관리위원들도 설문조사에 추가적으로 참여하는 것도 필요함
김형수 위원장	<ul style="list-style-type: none"> • 현장의 소리가 매우 중요하므로 지자체 및 관련기관, 시민단체도 설문조사에 추가적으로 참여하는 방안도 좋을 것 같음

제1차 한강 자연성 회복 포럼

2021년 1월 13일 (수) 13:30 ~ 16:30





“한강 자연성 회복을 위한 현안 도출 방안 및 향후 추진 방향에 대한 논의”

일시 2021년 1월 13일 (수) 13:30 ~ 16:30

장소 한강유역물관리위원회 회의실(하남시 망월동 메디피아타워 8층)



주최  한강유역물관리위원회

주관  한국환경교육학회  한국환경공단

행사일정

시간	세부내용	비고
13:30~13:40 (10')	▪ 개회사(참석자 소개)	백명수 간사
13:40~13:50 (10')	▪ 환영사	한강유역위 위원장
13:50~14:10 (20')	▪ 기조발제 “우리 강 자연성회복 구상”	환경부 4대강 조사평가단 박정준 사무관
14:10~14:20 (10')	▪ 질의 응답	
14:20~14:40 (20')	▪ 한강 자연성회복 포럼(제1주제) “한강 상류의 자연성 회복을 위한 현안과 과제”	강원연구원 전만식 선임연구위원
14:40~15:00 (20')	▪ 한강 자연성회복 포럼(제2주제) “한강 하류(하구) 자연성 회복을 위한 현안과 과제”	인천대학교 장동우 교수
15:00~16:20 (80')	▪ 토론	좌장: 최동진 계획분과장
16:20~16:30 (10')	▪ 마무리 말씀	한강유역위 위원장

온라인 참여방법

- 온라인 접속(zoom) : <http://bit.ly/한강자연성회복>
- 위 참가링크를 인터넷 주소창에 복사, 붙여넣기 또는 줌(zoom) 첫 화면에서 회의ID(221 907 2662)를 기입
- 사전 신청 희망자는 '21.1.11(월) 12:00까지 “성명/소속/직책/이메일/연락처” 를 ldthewer@keco.or.kr로 신청 * 사전 신청자에게 질문 또는 발언 기회 드릴 예정임
- 유튜브 동시 생중계 예정 :  YouTube  **한강 자연성 회복 포럼**

<그림 7-1> 제1차 한강 자연성 회복 포럼 웹자보

7.2.2 제2차 한강 자연성 회복 포럼

- 일 시 : `21. 3. 10.(수) 13:30 ~ 16:30
- 장 소 : 한강유역물관리위원회 회의실(온라인회의 동시 진행)
- 참석자 : 약 40여명
 - 한강유역물관리위원회(6명), 토론자(11명), 연구진(23명)

○ 포럼 주제

포럼 주제	세부내용	비고
한강 자연성회복 구상(안) 마련 연구결과	■ 자연성회복 구상 설명	장석환 교수
	■ 더불어 사는 강	김종건 교수
	■ 맑은물이 흐르는 강	권현한 교수
	■ 살아움직이는 강	최정현 교수
	■ 생명이 숨쉬는 강	김극태 교수
선도사업	■ 한강 강천보 구간 자연성 회복 선도사업 추진방향	안영미 과장
자유토론	■ 토론	

○ 참석자

- 토론자

- 전문가(3명) : 강원대 김범철 교수, 중앙대 김진홍 교수, 한국건설기술연구원 이삼희 연구위원
- 포럼위원(5명) : 사회적협동조합 박평수 대표, 육군사관학교 오경두 교수, 고려대 김성표 교수, 한강사랑 이광우 대표, 오태동 위원
- 한강유역위(3명) : 채수권 위원, 김고운 위원, 최지용 위원

○ 세부 일정

시 간	세 부 내 용	비 고
13:30 ~ 13:35 (5 ´)	■ 개회사(참석자 소개)	백명수 간사
13:35 ~ 13:40 (5 ´)	■ 환영사	김형수 위원장
13:40 ~ 13:45 (5 ´)	■ 자연성 회복 구상 설명	연구책임자 장석환
13:45 ~ 14:00 (15 ´)	■ 더불어 사는 강	김종건 교수(강원대)
14:00 ~ 14:15 (15 ´)	■ 맑은 물이 흐르는 강	권현한교수(세종대)
14:15 ~ 14:30 (15 ´)	■ 살아 움직이는 강	최정현교수(이화여대)
14:30 ~ 14:45 (15 ´)	■ 생명이 숨쉬는 강	김극태교수(수원대)
14:45 ~ 15:00 (15 ´)	■ 한강 강천보구간 자연성 회복 선도사업 추진방향	안영미 과장(한국환경공 단)
15:00 ~ 16:20 (80 ´)	■ 토론	
16:20 ~ 16:30 (10 ´)	■ 마무리 말씀	김형수 위원장

○ 주요 토의 및 제안사항

토론자	주요 의견
강원대학교 김범철 교수	<ul style="list-style-type: none"> ‘우리강 자연성회복 구상’의 4개 주제에 맞게 훼손된 원인분석에 대해서 잘 정리가 되었다고 판단됨. 강촌보가 선도사업지역으로 선정된 것에 대해선 전적으로 동의함. 선도사업은 사업을 추진하였을 때 효과가 가시화될 수 있는 곳을 선택적으로 잘 골라야 한다고 생각하는 데, 선도사업 지역으로 강천보 선정은 좋은 선정 결과라고 판단함. 또한 선도사업 뿐만 아니라 앞으로 자연성회복 사업을 계획할 때 모든 지역에 유사한 사업을 시행하는 것보다는 효과가 가시화될 수 있는 지역을 선별적으로 선정하여 진행하였으면 좋겠음. 어떤 사업이든 시행 시, 나타날 효과를 최대한 잘 예측하고 평가해야 한다고 생각함. 우리나라 농촌 분야에서의 거버넌스가 많이 진행이 되고 있구나 라는 생각을 하였고, 농촌지역 거버넌스에 대해선 농촌 지역의 사람들을 대상으로 여러 가지의 혜택은 존재하나 채찍에 해당하는 주제(농업활동으로 인한 오염원 방류 시 수질오염에 대한 원인자 부담 원칙 적용 등)가 부족하다고 생각함. 채찍에 해당하는 유인책들이 필요함. 우리나라의 유역 내 어도설치가 부족하고 관리가 미흡하다는 의견에는 동의함. 다만, 지류에 어도를 설치하는 것은 의미가 있을 수 있으나, 하폭이 넓은 대유역 등(팔당호 등)에서는 어도 설치 효과가 미흡할 것으로 생각됨. 따라서 대유역에서는 어도 설치보다는 인공 방류사업(상류지역 뿐만 아니라, 하류지역으로도 방류하는 사업)을 하여야 한다고 생각함.
중앙대학교 김진홍 교수	<ul style="list-style-type: none"> 더불어 사는 강의 경우 다른 분야보다도 비교적 용역 진도가 잘 나가있다고 생각함. 거버넌스 구축방안을 구체적으로 제시해 주었으면 함. 지역을 소규모로 하되 시범지역을 선정해서 조례는 어떻게 만들 것 인지? 자치규약은 어떻게 만들 것 인지? 활동내역은 어떠한 것들이 있는지 잘 제시해 주었으면 함. 강촌보 상류구간은 4대강 사업으로 인해 많이 훼손되었던 습지 때문에 많은 시민단체들과 주민들이 아쉬워했었는데, 이것들을 어떻게 복원할 것인가

토론자	주요 의견
	<p>지 제시해 주었으면 함.</p> <ul style="list-style-type: none"> 강천보 수문을 상시적으로 개방해서 자연 유황이 회복될 수 있다면 습지 육역화는 방지될 수 있을 것이라고 생각함. 강천보 방류를 위해서는 취·양수장 개선도 필요하나, 한강 본류와 합강되는 섬강과 청미천의 지류 오염원을 어떻게 저감시킬 수 있을지 방안이 제시되어야 할 것임. 바위늪구비 습지 복원방안과 섬강·청미천 지류 수질개선을 선도사업의 중점사항으로 진행하였으면 함. ‘한강 여주시 구간 자연성회복 선도사업’ 추진 시 시민협의회 구성이 어렵지 않다고 생각함. 가능한 빨리 시민협의체가 구성, 의견을 수렴하여 지역에 적합한 선도사업이 추진되었으면 좋겠음.
<p>건설기술연구원 이삼희 연구위원</p>	<ul style="list-style-type: none"> 더불어 사는 강 : 자연 자산인 하천에서 합리적인 이용과 활용에 대한 지역주민의 관심과 호응을 유도하기 위해서는 하천에서의 불합리한 법적·제도적 규제가 무엇인지 파악해 이를 근본적으로 해결하는 방안 모색이 이루어져야 할 것임. 또한 대하천에서는 새로운 유형(예를 들면, 관광자원화한 주운 등)의 하천 활성화 방안도 검토해 건의할 필요가 있을 것임. 맑은 물이 흐르는 강 : 맑은 물을 보장하기 위해서는 수환경 개선과 못지않게 유량을 확보하는 것도 필요할 것임. 금회 과제에서는 유량 확보 방안 부분이 전체에서 거의 다루지 않고 있는 바, ‘맑은 물이 흐르는 강’ 부문에 포함시키는 것이 합리적일 것임. 생명이 숨쉬는 강 : 연구 배경 설정 자체가 10여 년 전의 국내 상황으로 보여짐. 현재까지 생명을 주제로 한 하천재생사업을 중앙 및 지자체에서 꾸준히 추진해왔으며, 학술적으로 큰 성과를 거두고 있는 상황에 대해 이해할 필요가 있을 것임. 오히려 국내 생태하천을 발전시켜 오는 과정에서 드러난 문제점이나 현안 이슈를 바탕으로 새로운 내용을 제시하는 것이 필요할 것임. 생태계 분야는 사실 광대하여 포괄적으로 다루기는 힘들겠지만, 어류 중심의 시설물(어도) 개선책을 포함해 기타 생태계 분야에 대한 개선 방안 에 대한 목표 설정을 개략적이라도 설정하는 것이 필요할 것임. 현재 분류생태학 차원에서 주로 추진하는 국내 생태하천 복원의 한계점을 거울삼아 향후 생태계의 구조와 기능을 입체적으로 다루는 방안으로 방향 설정이 필요할 것임. 살아 숨쉬는 강 : 용어에 대한 충분한 사전 검토가 필요한 것으로 파악됨. 곡릉천은 이미 하천법에서 공릉천으로 변경 고시되었음. 공릉천에서 기능이 다한 보 철거사업의 주체는 당시 환경부가 아닌 경기도청인 것으로 알고 있는 바, 이에 대한 사실확인이 요구됨. 또한 미국의 콜로라도강 글렌 캐년 댐에서 1,500 cms 인공홍수를 방류한 것은 Page 시에 위치한 그랜드 캐년 인공홍수가 아닌 ‘글렌 캐년’ 인공 홍수임. 참고로 우리나라에서도 글렌캐년 댐 인공홍수 방류를 참고삼아 2000년 말 한국에서도 한강, 낙동강을 대상으로 일시에 시험 방류한 사례가 있음. 이를 글레캐년댐 인공홍수와 연계해 검토한 후 우리나라에서의 인공홍수 방류에 따른 문제점과 개선책을 제시하는 것이 필요할 것임. 살아 숨쉬는 강에서는 하천의 역동성의 상징이면서 가장 기본인 ‘유역과 하도 내 유사수지계’에 대한 사항은 가볍게라도 다루어져야 할 것임. 선도사업 : 강천보 인근을 대상으로 테스트베드 식 선도사업을 지향할 때 유의해야 할 사항은 하천은 하천마다, 구간마다 물리, 생태, 사회 환경이 너무 다르기 때문에 일반화된 연구성과 도출에 연연하지 하지 않도록 해야 하며 선도사업 추진 시, 하나의 이벤트성 사업이 되지 않도록 관리 감독이 필요함. 특히 강천보 상류에서는 충주조정지댐(충주댐 포함)으로부터

토론자	주요 의견
	<p>그 영향권이 아직도 댐 하류의 상당구간까지 확대되고 있고, 이 지역의 좌우안 공급토사 특성이 서로 현저하게 달라 독특한 생물서식환경(단양썩부쟁이 등)이 조성되고 있음을 인지해야 할 것임. 즉 하도 중심을 벗어나 지류를 포함한 입체적인 사전 조사가 선행되어야 할 것임.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 종합사항 : 주관연구기관에서는 세부연구기관에서 제시한 연구 내용에서 상호 중복과 중첩되는 사항에 대해서는 종합적이면서 통합적으로, 즉 항목 간에 잘 융복합해서 하천의 건전성이라는 목표 달성을 이룰 수 있도록 마무리 하는 것이 중요한 것으로 판단됨. 가능하다면 세부과제별 연구 성과를 토대로 하천 건전성을 회복하기 위한 시나리오를 제시하는 방안도 검토될 수 있을 것임.
사회적협동조합 박평수 대표	<ul style="list-style-type: none"> • 과거에 곡릉 2보를 철거한 후 수질이 개선되고, 생물다양성(어류개체증가)이 나타났는데, 아쉬운 것은 이명박 정부 이후 성과를 효율적으로 가시화하지 못한 점, 성과들을 숨기기에 급급한 모습이 아쉬웠음. • 신곡 수중보 용수공급목적, 군사적인목적 등이 있는데 긍정적인 요소보다 부정적인 요소가 훨씬 많았음.(예 : 장항 습지의 육역화 급속 진행 등) • 하천 자연성 회복과 관련된 전문가들이 일관성 있게 연속성을 갖고 사업을 추진했으면 함. • 고양시 하천관리위원회에서 현재 많은 단체들이 활동을 하고있는데, 아쉬운 점은 현장위주의 정화활동이나 생태교란 외래식물제거, 생태교육 등 한정된 범주에 머물러 있음. • 하천과 관련된 정책적 접근에 한계가 있음. 정부기관에서 하천정비사업 관련 현장에 결합되어 있는 시민단체들의 의견을 열심히 들으려고 하지 않는다고 생각함. • 이전까지는 하수를 처리하고 난 이후에 법적으로 관리하고 있는, TMS에서 규제하고 있는 BOD, COD, 질소, 인 이외의 수질오염물질조사는 이루어지지 않음. 합성머스크와 같은 미세플라스틱, 유해화학물질 등의 조사가 이루어져야함. • 한강 하구지역에 어민들이 잡은 물고들 중 기형물고기들이 잡히는 문제, 폭설로 인해 염화칼슘이 대량 사용된 후 물고기들이 잡히지 않는 문제점들도 해결 방안이 필요함. • 환경공단 등 공동협의체에서 진행하고 있는 강천섬 인근 과제에 관심이 많은데, 강천보가 개방되지 않고 성과를 낼 수 있을까 하는 의구심이 듬.
육군사관학교 오경두 교수	<ul style="list-style-type: none"> • 더불어 사는 강 : 주민교육과 실천프로그램에 대해 긍정적으로 생각함. 주민과의 거버넌스를 이루는 좋은 사례라고 생각하며 이러한 내용들이 확대 되었으면 함. 특히 이 사업이 bottom up 방식의 추진 계획이 매우 옳바르다고 생각함. • 주민들과 소통, 교류, 실천에 있어서 작은 소유역부터 시작한다는 점이 바람직하다고 생각함. 더 발전시켜야 할 점은, 정부에서 체계적이고 지속적인 관심과 지원이 필요함. • 정부에서 일시적인 프로그램에 그치지 말고 연속적으로 꾸준히 발전시켜 나갈 수 있는 체계를 만들어 나가야함. • 맑은 물이 흐르는 강 : 물 순환에 있어서 도심지 따로 비도심지 따로(예를 들어 자연유역) 분류하는 것은 옳지 않다고 생각함. 소유역 중심에서 대유역까지 진행하는 체계는 혁신적이라고 생각함. • 생명이 흐르는 강 : 횡적 단절에 대한 문제에 대해 공감함. 국민들 또한 종적 단절 문제에 대해서는 인식이 높지만 횡적 단절 문제에 대해서는 대부분 모르고 있음. 하천 주변의 주거지는 어쩔 수 없는 상황이나, 논 등을 보상해서 논 제방을 없애서 홍수터 등으로 활용한다면 횡적 단절 문제를

토론자	주요 의견
	<p>해결할 수 있을 것으로 판단됨.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 살아 움직이는 강 : 자연유황이라는 용어가 신선했음. 특히 토사나 식생들이 과도하게 퇴적, 세굴되는 문제들을 자연히 조절할 수 있는 내용이었다고 생각함. 자연유황에 가깝게 조절을 할 때 거기에 따른 수문학적인 영향과 토사, 생태계에 미치는 영향들이 정량적으로 어떤 영향을 받을지, 폭넓은 연구가 있어야 가능하다고 생각함.
고려대학교 김성표 교수	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 사람들이 모여서 강이라는 주제를 여러 가지 다른 측면에서 연구해 볼 수 있어서 좋았음. • 각각의 주제에 대해서 중첩될 수 있는 부분들이 있을 수 있다고 생각함. • 공동의 목표를 가지고 노력한다는 것에 대해 의미가 있었다고 생각함. 어떻게 평가하고 어떻게 공감할 수 있느냐가 중요함. 데이터를 수집하고 그에 따라 어떻게 합의를 하고, 어떻게 공감을 할 것인지가 최종적으로 필요로 하는 거버넌스라고 생각함. 증거 기반의 공감(EBP)이 될 수 있는 정책이 되어야 하며 최종적인 목표는 과제가 끝난 이후에도 공통적인 언어를 가지고 이해할 수 있는 체계를 갖추는 것임. 또한 그것이 지속가능하게 유지할 수 있는 것이 중요함.
한강사랑 이광우 대표	<ul style="list-style-type: none"> • 댐은 좋은 기능이 있음에도 불구하고 운영자가 댐을 잘못 운영했을 때 일어나는 피해는 전문가, 시민단체나 활동가들이 애써서 연구하는 노력이 무너지는 행동임. 이러한 노력들이 무너지지 않도록 댐관리의 중요성을 느낌. • 한강유역 전체 특히 상류쪽 댐 연구자들이 많은 연구를 통해 자연성 회복에 연결시켜서 도움되는 연구과제를 만들어야 할 때라고 생각함. 강천보 또한 상류댐들이 동시에 수문개방이 되었을 때 강천보에 오는 부하로 인해 청미천 유역 쪽으로 치고 올라가 청미천 하류쪽 피해를 불러올 수 있는 개연성이 몇 년간 보여지고 있음. 홍수예방 기능을 위해 3개의 보를 여주에 만들었지만, 홍수예방은 커녕 보의 기능이 잘 보여지지 않음. 자연성회복에 큰 걸림돌이라고 생각함. 보나 댐 운영을 잘못했을 경우 한강의 경우 한강유역인구 2600만명에게 피해가 되기 때문에 우선순위 연구과제로 다루었으면 좋겠음.
한강유역위 오태동 위원	<ul style="list-style-type: none"> • EBP를 도입하여 물관리 사업을 평가하여 과학적인 관리가 이루어지면 좋다고 생각함. • 지역주민들의 이해관계가 자연성회복과 연계되었으면 좋겠음. • 애매하고 추상적인 자연성회복이 이런 토론을 거쳐 입체적이고 과학적으로 드러나면 좋겠음.
한강유역위 채수권 위원	<ul style="list-style-type: none"> • 가장 큰 목표는 재자연화이며 재자연화 포커스에 맞춰서 적극적인 행보가 있었으면 좋겠음
한강유역위 김고운 위원	<ul style="list-style-type: none"> • 참여기반 거버넌스와 행정기반 거버넌스로 나눠서 그림을 그렸던 이유는 기존의 행정조직안에서 농업분야와 환경분야간에 협력이 잘되지 않았기 때문. • 참여기반 거버넌스의 경우 마을단위의 아이디어도 중요했지만 비점오염 활동이 유역전체와 연결되는 그림을 그리기 어렵고 유역의 공동체성이나 비전에 대한 아이디어를 생각하기 어렵고 중간지원조직이 있으면 좋지만 없는 상황에서는 행정기반 거버넌스에서 적극지원하고 유역공동체성을 회복하는데 적극적인 역할을 해야 해서 나눠서 한 것임. • 한강유역전체에 자연성회복 거버넌스라는 그림을 그릴 때는 비점오염에 국한해서 그렸던 그림도 좋지만 한강전체의 자연성회복에 있어서 시민들의 참여를 어떻게 이끌어 낼 것인가, 그 참여의 결과가 갈등을 해결하고 물을 향유하는 문화를 활성화시키는데 기여하고 그래서 유역전체가 유역

토론자	주요 의견
	<p>의 앞으로의 발전을 공감할 수 있는 것이 그림에 포함되어야 한다고 생각함.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 오늘 발제해 주신 소유역의 그림도 좋지만 소유역과 대유역 각 분야에서의 거버넌스 구축이 중요하며, 서로 연결성을 강화하는 방향으로 가야하는데 현재 거버넌스 그림에는 부족함. • 한강 상, 중, 하류에서의 거버넌스 구축, 연계성을 어떻게 가지고 갈 것인지 용역에서 제시해 주었으면 좋겠음. • 4개의 분야로 과제를 정리하실 때 4개의 분야를 관통하는 한강의 자연성 회복을 위해 4개의 분야가 어떻게 해야 할지 같이 상호작용하는 결과가 나왔으면 좋겠음.
한강유역위 최지용 위원	<ul style="list-style-type: none"> • 자연성회복사업이나 선도사업들의 목적이 인간과 자연의 지속가능하게 한강을 사용하기 위한 방안마련이기 때문에 자연의 입장과 인간의 입장을 어떻게 반영해야할지 잘 생각 해야 함. • 자연의 입장에서 현재 진행되는 선도사업의 적용 유역은 한강전체의 2%에 불과함. 상·중·하류 전체적으로 자연성을 회복할 수 있는 방안 필요 • 환경부에서 수생태복원 종합계획 수립을 시작했음. 수생태종합계획이 잘 반영된 선도사업이 추진되었으면 좋겠음. • 인간입장에서는 한강유역 인구가 2,600만 정도 되는데 여주시 인구는 한강인구의 0.5퍼센트에 불과함. 주민의견을 반영할 때 상류, 중류, 하류 인구의 의견도 상당히 중요함. 그러므로 상류, 중류, 하류 지역의 인구의 의견도 충실히 반영했으면 좋겠음.
한강유역위 김형수 위원장	<ul style="list-style-type: none"> • 거버넌스의 체계에 대해서 연구된 논문들을 참고하여 구체적인 방안을 제시하면 좋을 것 같음. 또한 거버넌스를 구축, 운영하려면 예산 반영이 필수적인 부분이므로, 예산 확보방안도 다뤄줬으면 좋겠음. • ‘생명이 숨쉬는 강’에서 실제로 현장에 있는 거버넌스에서 참여하시는 분들이 모니터링에 참여해서 자료를 축적하고 관리하며 어떻게 활용할 수 있는지 참조를 해서 정리하시면 좋을 것 같음. • 물순환에 대해서 사회수문학적 접근도 중요하지만 water cycle 접근도 중요하고 두 개를 같이 비교하면서 제시를 하면 좋을 것임. • ‘살아 움직이는 강’은 구조물적인 측면이 많으니 해외의 우수사업을 정리해서 한강에 적용하는 방안을 구체적으로 제시바람 • 모니터링을 정기적이나 구체적으로 관리하는 방안을 보강을 해주시면 좋겠음. • 선도사업지역에 멸종위기종(단양썩부쟁이 등)을 어떻게 보존할지 잘 생각 바람.



제2차 한강 자연성 회복 포럼

2021년 3월 10일 (수) 13:30 ~ 16:30




G

“한강 자연성회복 구상(안) 마련 연구결과 및 설문조사를 통해 선정된 권역별 현안 논의”

일시 2021년 3월 10일 (수) 13:30 ~ 16:30

장소 한강유역물관리위원회 회의실 / 메디피아타워 8층(망월동)



주최  한강유역물관리위원회

주관   한국물환경학회  한국환경공단

행사일정

시간	세부내용	비고
13:30~13:35 (5')	• 개회사(참석자 소개)	백명수 간사
13:35~13:40 (5')	• 환영사	김형수 위원장
13:40~13:45 (5')	• 자연성회복 구상 설명	연구책임자 장석환
13:45~14:00 (15')	• 더불어 사는 강	임경재, 김학관
14:00~14:15 (15')	• 맑은물이 흐르는 강	권연한, 이재경
14:15~14:30 (15')	• 살아움직이는 강	김성표, 최정현
14:30~14:45 (15')	• 생명이 숨쉬는 강	김극태, 김이형
14:45~15:00 (15')	• 한강 강천보 구간 자연성 회복 선도사업 추진방향	한국환경공단
15:00~16:20 (80')	• 토론	
16:20~16:30 (10')	• 마무리 말씀	김형수 위원장

온라인 참여방법

- 온라인 접속(zoom) : <http://bit.ly/한강자연성회복>
- 위 참가링크를 인터넷 주소창에 복사, 붙여넣기 또는 줌(zoom) 첫 화면에서 회의ID(221 907 2662)를 기입
- 토론 참여 희망자는 '21. 3. 9(화) 12:00까지 "성명/소속/직책/이메일/연락처"를 ldthewer@keco.or.kr로 신청 * 사전 신청자에게 질문 또는 발언 기회 드릴 예정임
- 유튜브 동시 생중계 예정 :  YouTube [한강 자연성 회복 포럼](#) 

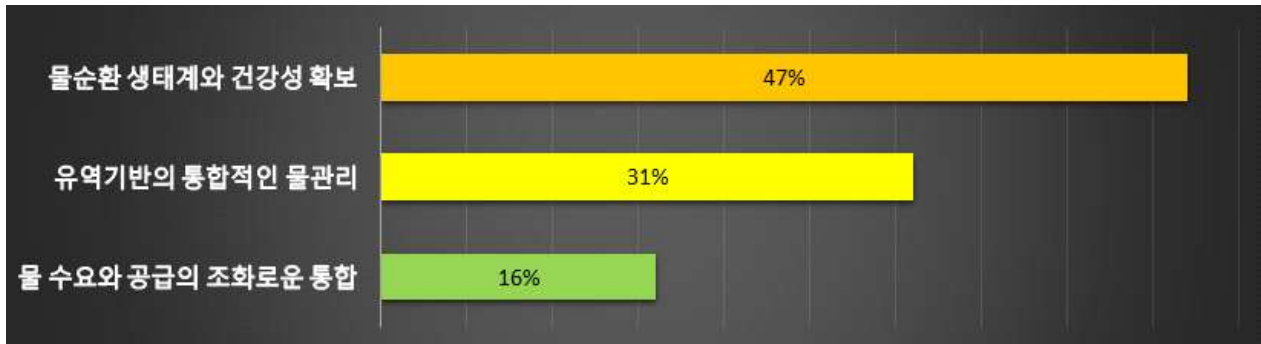
7.2.3 한강 유역 주요 현안에 대한 설문조사 수행

- 한강 유역 관계자의 다양한 의견 수렴과정을 통해 한강의 자연성 회복을 위한 논의 및 세부 추진과제 도출이 필요한 현안을 선정하고자 한강 유역 지자체, 공공기관, 연구기관 및 시민단체, 물관련 학회, 전문가 등을 대상으로 온라인 설문조사 메일을 배포하여 조사를 수행하였음
- 설문내용은 한강 자연성 회복 구상 도출을 위한 비전 설정, 비전 및 목표 달성을 위하여 시급성이 높다고 생각되는 추진전략, 기존에 제시된 한강 상·중·하류별 현안들 중 중요도·시급성이 높다고 생각되는 현안으로 구성하였으며 추가적으로 해결·개선이 필요하다고 생각되는 현안에 대하여 기타의견을 수집하였음.
- 현안 관련 설문항목은 기존 연구 및 포럼 등*에서 도출된 다양한 한강유역 현안 리스트를 상·중·하류별로 취합·분류하여 각 10~11개 항목으로 구성하였으며, 한강의 자연성 회복을 위해 개선 및 관리의 시급성·중요도가 높은 문항(3개)을 선택하도록 하였음

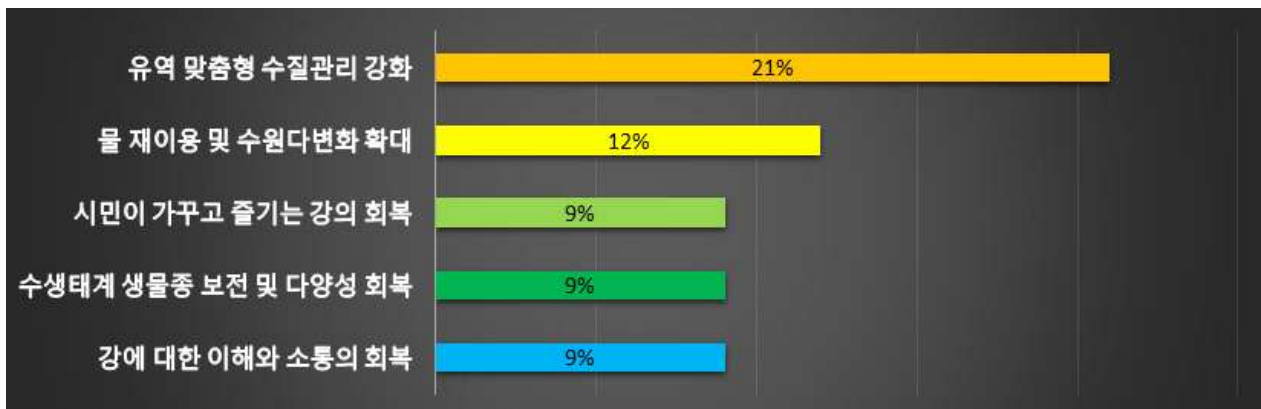
*통합물관리비전포럼(2018), 한강유역 관계기관(지자체, 공공기관, NGO 등) 현안, 통합물관리를 위한 한강유역 거버넌스 구축방안 등

- 설문조사 기간은 1차('20.12.30. ~ '21.1.7.), 2차('21.1.26. ~ '21.1.29.)로 총 000명이 설문에 응답하였으며 설문조사 결과는 아래와 같음
- 설문조사 결과는 다음과 같음
 - 한강유역 자연성회복을 위한 비전 선정은 '물순환 생태계와 건강성 확보'가 47%로 가장 높은 응답률을 보여주었음
 - 전문가들은 통합물관리, 물수요·공급의 조화로운 통합보다는 하천 생태계의 연속성과 건강성을 통한 물순환이 자연스럽게 재현되는 생태계 구축이 중요하다고 판단한 것 같음
 - 한강유역 자연성회복을 위해 시급한 추진전략과 과제는 '유역 맞춤형 수질관리 강화'가 21%로 가장 높은 응답률을 보여주었음
 - 한강유역 상류의 현안들 중 중요도와 시급성이 높은 현안은 '축사폐수, 화학비료 등의 유역오염원 관리방안'이 22%로 가장 높은 응답률을 보여주었음
 - 한강유역 중류의 현안들 중 중요도와 시급성이 높은 현안은 '개별배출시설이 밀집한 도시하천의 수질관리방안'이 17%로 가장 높은 응답률을 보여주었음. 또한 '도시유역 물순환 체계 개선'이 16%로 비슷한 응답률을 보여주었음
 - 한강유역 하류의 현안들 중 중요도와 시급성이 높은 현안은 '한강하구 수질 및 수생태계 관리'가 23%로 가장 높은 응답률을 보여주었음
 - 위의 설문조사 결과들을 정리한 결과는 다음과 같음
 - 비전선정은 '물순환 생태계와 건강성 확보'가 가장 중요<그림 7-2>~<그림 7-6>

- 한강유역 자연성회복을 위한 시급한 추진전략과 과제는 ‘수질관리’가 가장 중요함을 나타내고 있으며, “유역 맞춤형 수질관리 강화”로 나타났음
- 2차 포럼은 한강 상류, 중류, 하류 부분의 수질관리를 강화함으로써 자연성 회복을 확보하고 하천 수생태계 건강성을 확보할 수 있는 주제로 포럼을 운영하는 것이 좋을 것 같음



<그림 7-2> 한강유역 자연성 회복을 위한 비전 선정



<그림 7-3> 한강유역 자연성 회복을 위해 시급한 추진전략 및 과제



<그림 7-4> 한강유역 상류의 현안들 중 중요도와 시급성이 높은 현안



<그림 7-5> 한강유역 중류의 현안들 중 중요도와 시급성이 높은 현안



<그림 7-6> 한강유역 하류의 현안들 중 중요도와 시급성이 높은 현안

8. 한강 자연성 회복 필요성 및 비전과 목표 마련

8.1 한강 자연성 회복의 필요성과 방향

- 강은 기본적으로 사람과 못 생명의 생존에 필요한 물의 공급원이며 현대사회로 오며 농경과 산업의 용수공급기능이 강화하고 자연의 혜택을 생태계와 사람에게 공평하게 제공하고, 홍수·가뭄 등 자연의 위협을 완화하는 가교로서도 기능
- 강에 살아가는 수많은 각종 생물들은 생태계 서비스의 원천이 되고 있음. 또한, 강은 아름답고 자연스러운 경관 제공과 친수 공간, 역사성을 간직한 공간으로써 문화의 원천
- 한강은 우리 민족의 자연 문화유산이며 한강의 유역면적은 남한 국토면적의 4분의 1인 25,953.6km²에 해당하고, 유역인구가 2,600만 명에 달하며, 수도권에 식수를 공급하고 다양한 생태계가 존재함
- 한강 자연성 회복은 사회환경을 고려한 한강의 생태적 기능 회복과 복원, 자연의 복원력에 맡기는 순응적 복원, 자연과 사람이 공생·공존하는 새로운 관계로의 전환점으로서 의미
- 한강의 생태적 기능 회복 및 복원은 사회환경을 고려한 한강의 자연하천 기능을 회복하고, 생태계 복원을 목표
- 자연하천의 지형과 경관을 복원하고, 원래 물길을 회복하며, 수질에 대한 개선과 생물서식처 복원을 실현방안으로 설정

- 자연의 복원력에 맡기는 순응적 복원을 위해 인위적인 물길의 형성이나 지형변화를 지양하고, 하천 스스로 회복될 수 있도록 최소한의 간섭만 허용
- 자연성 회복은 강의 연속성과 지형을 회복하고 역동적인 모습과 자연적 기능이 회복, 생명들이 건강하게 지속가능한 삶을 영위, 맑은 물이 마르지 않고 항상 흘러, 이수적, 환경적 기능을 유지와 사람과 자연이 조화를 이루고, 사람과 사람의 갈등을 치유하며 더불어 살아가는 회복을 의미함
- 한강의 자연적인 모습은 종적·횡적으로 역동적이고, 다양한 생명체가 살며, 풍부한 맑은 물이 흐르며, 사람의 이용과도 조화가 되어 사람과 자연 모두와 어우러지는 삶의 터전이 되어야 함
- 한강 자연성 회복은 한강유역의 인문환경, 자연환경, 물이용, 기후변화, 물환경, 재난방재, 물문화 등에 대하여 지속가능성을 가지도록 하여야 함
- 한강의 지속가능성은 사람과 자연이 어루어지는 방향으로 추진되어야 하며 한강이 가진 생태계서비스가 지속되도록 유역에 사는 사람들의 거버넌스를 통한 관리가 가능하도록 수행되어야 함

8.2 한강 자연성 회복의 비전과 목표

- 한강 자연성 회복은 환경부가 우리강 자연성회복구상의 비전인 “사람과 자연이 하나 되어 살아가는 우리 강”을 반영하면서 한강이 가진 인문환경, 자연환경, 한강의 특성 등을 고려하여 설정
- 한강 자연성 회복구상의 비전은 “우리강 자연성 회복 구상”의 주요 전략인 살아 움직이는 강, 생명이 숨쉬는 강, 맑은 물이 흐르는 강, 더불어 사는 강의 의미를 가지도록 정의
 - 살아 움직이는 강 : 강의 연속성과 지형을 회복하고 역동적인 모습과 자연적 기능이 회복되는 강
 - 생명이 숨쉬는 강 : 그 안에 살아가는 생명들이 건강하게 지속가능한 삶을 영위하는 강
 - 맑은 물이 흐르는 강 : 맑은 물이 마르지 않고 항상 흘러, 이수적, 환경적 기능을 유지할 수 있는 강
 - 더불어 사는 강 : 사람과 자연이 조화를 이루고, 사람과 사람의 갈등을 치유하며 더불어 살아가는 강
- 한강 자연성 회복구상 목표는 한강 및 한강유역이 가진 아래의 특성을 고려하여 설정
 - 한강 상류의 수생태 회복
 - 한강중류의 물이용과 물분쟁 해소

- 한강중하류의 도시화의 영향 저감 및 물문화 창달
- 한강하류의 자연생태계 지속가능성 확보

<표 8-1> 한강의 비전 및 목표

비전	물길따라 하나되는 풍요롭고 건강한 한강	
전략목표	<ul style="list-style-type: none"> • 물흐름이 역동적인 한강 • 생태계가 건강한 한강 • 물순환으로 맑은 한강 • 사람과 강이 어우러지는 한강 	
전략목표 및 실행과제	수계	전략목표(안)
	한강상류	수생태계 건강성 확보
		풍부한 생태용수 확보
		맑은 물 확보위한 비점오염원 관리
		하천에 대한 갈등 해소
	한강중류 (서울권)	하천의 기후변화 대응능력 강화
		도시 물순환 연계 하천관리
		주민참여 하천관리
		물이 풍부한 도심하천
	한강중류 (경기권)	맑은 물이 흐르는 지류·지천
		수생태계가 건강한 생태하천 복원
		수원다변화로 풍부한 물 확보
	한강하류	생태계 건강성 보전
		물과 보전지역 연계
		맑은 기수역 확보

참 고 문 헌

1. 송인주(2017), 「제8차 한강생태계 조사연구」
2. 노백호(2007), 「한강하구 습지보전계획 수립 연구」
3. 한국환경정책평가연구원(2019), 「한강 대권역 물환경관리계획(‘16-’25)」
4. 서울특별시(2012), 「(제7차)한강생태계 조사연구」, 『서울특별시』
5. 전만식(2018), 「[제690호]소양강댐 주변지역 지원정책, 미래지향적 개선방안」
6. 한강유역환경청(2007), 「한강하구 습지보전계획 수립 연구」, 『한강유역환경청』
7. 이창희(2003), 「하구역 환경보전 전략 및 통합환경관리 방안 수립-한강하구역을 중심으로」
8. 강준구(2017), 「옛물길(터) 복원을 위한 조사 연구」
9. 황순진(2017), 「하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가(IX)」
10. 전만식(2019.01), 「통합물관리를 위한 한강유역 거버넌스 구축방안」
11. 한봉호(2015.10.), 「[특집 | 한강협력 계획의 의의와 미래 정책방향 3] 한강 자연성 상실과 회복방안」
12. 경기도(2017), 「경기도 통합 물 관리 기본계획 수립연구」, 『경기도[수자원본부]』
13. 전숙례(2018.05.), 「한강하구 생태계의 효율적 보전방안 수립 연구」
14. 이대주(2008.02.), 「한계침투량을 고려한 한강유역의 강수량 이동평균과 지하수위의 상관관계」, 『국민대학교 대학원』
15. 김진홍(2019.1), 「양서류 생태통로 설치 및 유지관리 지침서」, 『국토교통부』
16. 이해승(2015), 「속초시 환경보전 종합계획」, 강원녹색환경지원센터
17. 환경부(2020), 「2019 하수도통계」
18. 환경부(2020), 「수변구역 지정현황」
19. 한국수자원공사(2019), 「물관리 일원화에 따른 유역통합 관리 측면의 수변 생태벨트 모델 개발(1차년도)」
20. 한국수자원공사(2019), 「물관리 일원화에 따른 유역통합 관리 측면의 수변 생태벨트 모델 개발(1차년도)」
21. 어스그린코리아(주)외(2018), 「도시지역 수목성장을 고려한 하이브리드형 유출저감 기술 최종보고서」
22. 국립환경과학원(2014), 「불투수면 유출특성 조사 및 관리목표 설정연구(I)」
23. 동아일보, 2010.9.14., 「기후변화 적응 역량을 키우자」기사 인용
24. 환경부(2019), 「물관리 관련 법령 및 계획의 통합적 정비방안 마련」(환경부, 2019)