

# 요 약 문

## I. 연구개요

- 국제 인구 행동 연구소(PAI)는 전 세계 국가를 대상으로 연간 1인당 가용한 재생성 가능 수자원량을 산정하고 물 기근(water-scarcity), 물 스트레스(water-stressed)<sup>1)</sup>, 물풍요(relative sufficiency) 국가로 분류
- 한국은 1인당 가용 수자원량 1,000~1,700㎥ 미만인 ‘물 스트레스 국가’로 분류됐고, 2025년에는 ‘물 기근 국가’로 전락 될 전망이며, 이러한 현상은 기후변화의 영향으로 더욱 가속화될 전망이다
- 전 세계적으로 기후변화와 온난화의 영향으로 가뭄, 태풍, 홍수 등 이상기후 현상이 갈수록 빈번하게 발생되고 있으며 도내에서도 도서지역 물 부족 현상과 농업용수 부족현상이 반복적으로 발생되고 있음
- 2023년 1월 도내 통영시는 물 부족으로 인해 욕지도, 우도, 노대도, 연화도 등의 1,346가구, 2,398명의 섬 주민이 식수와 물 부족으로 큰 불편을 겪었으며, 통영시는 섬 주민을 대상으로 제한급수 및 운반급수를 실시함
- 2022년 봄, 전국적인 가뭄으로 인해 경상남도의 대부분 지자체에서도 수도작에 필요한 농업용수 확보의 어려움을 겪었다. 당시 농어촌공사가 관리 중인 저수지의 저수율은 61% 수준으로 평년 84% 대비 매우 낮은 상황으로 농업용수 공급을 위해 간이양수장, 배수로 가물막이 설치 등의 비상 용수확보 대책을 추진함
- 이처럼 반복적이고 일상화되고 있는 물 부족 현상에 대한 경상남도 차원의 선제적 대응이 필요한 시점이며 물 공급과 수요에 대한 합리적인 분석과 물 재이용을 통한 용수확보 방안 및 관련 정책의 추진이 매우 중요한 시점임

## II. 연구의 필요성 및 목적

### 1. 필요성

- 물 재이용 관리계획은 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 제6조제1항 동법 시행령 제4조의 규정에 의거하여 환경부장관이 수립한 “물 재이용 기본계획”에 따라 지자체에서 물 재이용을 계획적·체계적으로 관리하도록 하는 것을 목적으로 하

---

1) 물 스트레스란, 이용가능한 수원을 얻기 어려운 상황을 의미하며 유엔식량농업기구(FAO)는 물 스트레스 지수를 총 수자원(전체수자원 - 환경유지용수)에 대한 수자원 취수량의 비율로 산정함

고 있으며, 관리계획의 수립 주체는 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장 또는 군수로 한정하고 있음

- 도 차원의 관리계획이 수립된 바가 없으며, 시군의 관리계획에 따라 도내의 물 재이용 관련 정책 추진에 따른 관리계획의 추진 동력 부족, 물 부족에 대한 선제적 대응 능력 부족 및 예산 확보의 어려움 등의 한계가 있음
- 도는 2023년 3월 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 제3조에 따라 물의 재이용을 촉진하고 물 자원의 지속가능한 시책 추진을 목적으로 “경상남도 물의 재이용 촉진 및 지원 조례”를 제정하였으며, 해당 조례를 통해 물 재이용 촉진을 위한 “경상남도 물 재이용 관리계획”을 수립할 수 있도록 하고 있음
- 도내 물 재이용 현황과 수요 전망 및 단계별 목표 설정과 추진 사업 등의 내용을 반영한 경상남도 물 재이용 관리 방안에 대한 연구를 통해 관리계획에 준하는 계획”과 합리적 정책 마련을 위한 연구의 추진이 필요
- 본 연구는 경상남도의 물 재이용 촉진과 기후위기에 대응한 용수 부족 현상에 선제적으로 대응하기 위한 “경상남도 물 재이용 관리 방안”에 관한 것으로 본 연구를 통해 경상남도 차원의 물 자원의 효율적 이용으로 지역적 가뭄 해소, 기후변화 등 물 부족에 선제적 대응하고자 함

## 2. 목적

- 본 연구는 물 재이용과 관련된 경상남도 및 시·군의 현황을 검토하고, 도 실정에 맞는 물의 재이용 관리를 위한 중장기 로드맵 마련과 지속가능한 물 재이용 전략 및 실천 과제 도출을 목표로 함

## Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

### 1. 연구목표

- 시간적 범위 : 2021년~2030년(10년간)
- 연구 목표
  - 물의 재이용 관리를 위한 중장기 로드맵 마련과 지속가능한 물 재이용 전략 및 실천 과제를 도출
  - 경상남도 물 재이용 관리계획(안) 제시 및 2030년 재이용 비전 및 목표 설정
- 연구 내용
  - 경상남도 2030년 재이용 비전 및 목표 설정
  - 국내 물 재이용 현황 및 정책

- 국·내외 선행연구 및 기술 동향 조사
- 물 재이용 촉진 방안 및 기존 제도 개선방안 제시
- 물 재이용 시설 설치운영 제도 개선방안 마련

## 2. 연구 추진전략 및 추진체계

가. 문헌자료 및 물 재이용 관련 정책 조사 및 분석

- 물 재이용 관련 국내·외 사례 및 정책 조사
- 물 재이용 관련 제도 및 조례 분석
- 물 재이용에 관한 우수 사례 및 방법 조사

나. 경상남도 내 물 재이용 현황 및 시설 설치·운영 현황 조사

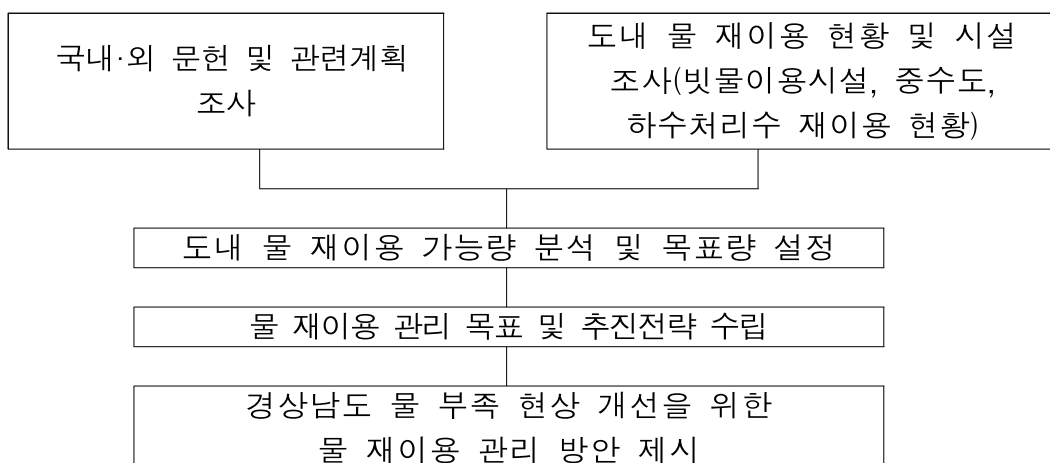
- 시·군 물 재이용 관리계획 수립 현황 및 시행 사항 모니터링
- 시·군 물 재이용 사업 추진 현황 조사 분석
- 도내 물 재이용 시설 현황 및 시설 설치·운영 현황 조사
- 도내 물 재이용 확대를 위한 검토 사항 조사

다. 물 재이용 방법별 재이용 가능량 분석 및 목표 설정

- 빗물이용시설, 중수도, 하폐수처리 재이용 시설에 대한 가능량 산정
- 강우조건을 활용한 빗물이용 가능량 분석
- 목표년도 기준 물 재이용 전략 및 목표 설정

라. 물 재이용 사업 및 활성화 계획 수립

- 물 재이용 확대 및 활성화를 위한 사업 발굴
- 물 재이용 활성화를 위한 경상남도 및 시군 간 협조 방안 제시
- 소요예산 및 확보 방안 제시



[요약문 그림1] 연구 추진체계

## IV. 연구결과

### 가. 물 이용 전망

- 경상남도 물 이용 전망은 경상남도 전체를 대상으로 하며, 기준연도는 2019년, 계획 기간은 2021~2030(10개년)으로 함
- 경상남도 물 수요 전망은 현재 계획 중인 산업단지 등의 조성사업으로 인해 유입되는 사회적 인구는 소폭 증가하지만 자연적 인구는 감소하여 생활용수 수요량은 감소하고, 공업용수 수요량은 증가할 것으로 추정됨

[요약문 표 1] 장래 용수수요량

구 분		단 위	2020년	2025년	2030년
계획인구		천인	2,470	2,436	2,392
급수보급율		%	100	100	100
계획 급수인구		천인	2,470	2,436	2,392
사용량 원단위		Lpcd	264	261	258
계획 유수율		%	93.7	94.0	94.0
침투 부하율		-	1.16	1.16	1.16
급수량 원단위	일평균	Lpcd	282	278	274
	일최대		327	322	318
생활용수 수요량	일평균	천 m <sup>3</sup> /일	697	677	656
	일최대		808	784	761
공업용수	일평균		148	170	176
	일최대		148	170	176
시계 외 공급	일평균		47	47	49
	일최대		54	55	57
일최대수요량	합계		1,010	1,009	994
	생활용수		808	784	761
	시계외공급		54	55	57
	공업용수		148	170	176

자료 : 기본계획(환경부, 2021)  
전국오염원조사자료

- 경상남도의 2020년 전체용수공급 시설용량 1,540,000m<sup>3</sup>/일 중 생활용수 공급 정수장 시설용량은 가창정수장 50,000m<sup>3</sup>/일, 고산정수장 350,000m<sup>3</sup>/일, 공산정수장 40,000m<sup>3</sup>/일, 매곡정수장 700,000m<sup>3</sup>/일, 문산정수장 200,000m<sup>3</sup>/일로 총 1,340,000m<sup>3</sup>/일이며 공업용수 공급 정수장은 죽곡정수장으로 200,000m<sup>3</sup>/일임
- 경상남도의 장래 생활용수 계획수요량(시계외 포함)은 2030년 일최대 기준 817,550m<sup>3</sup>

/일이 필요할 것으로 검토되었고 경상남도의 시설용량 1,290,000㎥/일이므로, 472,450 ㎥/일(전체 시설용량 대비 36.6%)의 여유량이 있는 것으로 분석됨

- 공업용수 계획수요량은 2030년 일최대 기준 176,380㎥/일이 필요할 것으로 검토 되어 시설용량(죽곡정수장 + 광역상수도)은 220,000㎥/일이므로, 43,620㎥/일(전 체시설용량 대비 19.8%)의 여유량이 있는 것으로 분석되어 확장용량은 필요 없는 것으로 나타남

[요약문 표 2] 장래 경상남도 용수 수급

구 분		1단계 (‘21~‘22)	2단계 (‘23~‘24)	3단계 (‘25~‘26)	4단계 (‘27~‘28)	5단계 (‘29~‘30)	비 고
시설 용량 (㎥/일)	생활용수	1,290,000	1,290,000	1,290,000	1,290,000	1,290,000	
	공업용수	220,000	220,000	220,000	220,000	220,000	광역 상수도 포함
일최대 수요량 (㎥/일)	생 활 용 수	계	852,990	844,030	835,150	826,350	817,550
		경상 남도	798,340	788,980	779,600	770,200	760,800
		시계 외	54,650	55,050	55,550	56,150	56,750
	공 업 용 수	계	157,090	165,730	171,316	173,848	176,380
		경상 남도	137,056	144,672	149,746	152,278	154,810
		광역 상수도	20,034	21,058	21,570	21,570	21,570
과부 족량 (㎥/일)	생활용수	437,010	445,970	454,850	463,650	472,450	여유량
	공업용수	62,910	54,270	48,684	46,152	43,620	

자료 : 기본계획(환경부, 2021)  
전국오염원조사자료

## 나. 빗물이용시설 관리계획

### (1) 건축물관리대장에 의한 빗물이용시설 설치

- 경상남도에서는 국가 빗물이용계획에 부합하는 빗물이용시설 보급과 빗물이용량 증가를 위해서 기존 빗물이용시설을 지속적으로 사용하는 것으로 간주하였음
  - 2016년부터 수행중인 빗물저금통 보급사업도 지속적으로 지원하는 것으로 설정함
  - 기존 건축물 중 건축물대장 상 의무시설에 대한 빗물이용시설 설치를 지속적으로 시행하는 것으로 설정함
  - 이를 통해 2030년까지 기존 건축물에 대한 빗물이용시설 신규 설치를 통해 매년 447 ㎥ ~ 1,004㎥의 추가 빗물이용시설 설치를 계획함

## (2) 개발계획에 의한 빗물이용시설 설치

- 개발계획은 2021년에서 2030년까지 계획 중인 의무대상시설을 대상으로 목표량을 설정하였음
- 개발사업의 빗물이용시설 보급률 목표는 50%로 설정하며, 2단계 사업부터 단계별 25%씩 점진적 빗물이용시설 확대 보급 계획
- 개발계획이 종료된 후 준공 즉시 빗물이용시설을 활용한 빗물이용을 시행하는 것으로 설정

[요약문 표 3] 단계별 빗물이용시설 설치 목표량

(단위 : m<sup>3</sup>, 개소)

구 분			2020년 (기준연도)	1단계 ( '21~' 22)	2단계 ( '23~' 24)	3단계 ( '25~' 26)	4단계 ( '27~' 28)	5단계 ( '29~' 30)
기존 건축물	기존시설		15,435	15,435	15,435	15,435	15,435	15,435
	신규 설치	설치 용량	-	477	509	509	1,004	801
		설치 개소수	-	3	4	4	3	11
개발 사업	공공 시설	설치 용량	-	2,560	-	-	-	-
		설치 개소수	-	2	-	-	-	-
	공동 주택	설치 용량	-	-	31,271	31,271	33,110	33,110
		설치 개소수	-	-	17	17	18	18
	학교 시설	설치 용량	-	-	525	-	-	-
		설치 개소수	-	-	1	-	-	-
	총합계	설치용량	-	3,037	32,305	31,780	34,114	33,911
		설치 개소수	-	5	22	21	21	29

자료 : 기본계획(환경부, 2021)  
전국오염원조사자료

[요약문 표 4] 단계별 빗물이용 가능량

(단위 : m<sup>3</sup>/년)

구 분		2020년 (기준연도)	1단계 ( '21~' 22)	2단계 ( '23~' 24)	3단계 ( '25~' 26)	4단계 ( '27~' 28)	5단계 ( '29~' 30)
기존 건축물	기존시설	120,784	120,784	120,784	120,784	120,784	120,784
	신규설치	-	9,594	19,832	30,069	50,263	66,374
	합계	120,784	130,378	140,616	150,853	171,047	187,158
개발 사업	공공시설	-	25,750	-	-	-	-
	공동주택	-	-	323,730	323,730	323,730	323,730
	학교시설	-	-	5,277	-	-	-

구 분		2020년 (기준연도)	1단계 ( '21~' 22)	2단계 ( '23~' 24)	3단계 ( '25~' 26)	4단계 ( '27~' 28)	5단계 ( '29~' 30)
	합계	-	25,750	329,007	323,730	323,730	323,730
총합계(누적)		120,784	156,128	616,157	1,070,908	1,535,616	1,996,241

자료 : 기본계획(환경부, 2021)  
전국오염원조사자료

## 다. 중수도시설 관리계획

- 연도별 중수도 설치 목표량은 1단계(2021~2022)에는 324㎥/일이고, 목표연도인 5단계(2029~2030)에는 1,552㎥/일임

[요약문 표 5] 중수도 시설 설치 목표

(단위 : ㎥/d)

구 분	2020년 (기준연도)	1단계 ( '21~' 22)	2단계 ( '23~' 24)	3단계 ( '25~' 26)	4단계 ( '27~' 28)	5단계 ( '29~' 30)
기존시설	2,360	-	-	-	-	-
개발계획	-	324	976	1,098	-	1,552
공장시설	4,000	-	-	-	-	-
합 계	6,360	324	976	1,098	-	1,552

자료 : 기본계획(환경부, 2021)  
전국오염원조사자료

- 제2차 물 재이용 기본계획(2021~2030)의 경상남도 중수도 이용계획 목표량 3,175천㎥/년(8,699㎥/일)을 달성하기 위해서는 기존 중수도시설 15개소와 건축물 대장상의 중수도 법적 의무설치 건축물의 중수도 이용률을 2단계('23~24)는 80.0%, 3단계('25~26)부터는 100%이용하는 것으로 가정함
  - 1단계('21~'22) 중수도 이용량은 기준연도 중수도 이용량을 적용함
- 2021~2030년까지의 개발계획에 의한 중수도 이용량은 보급률을 100%로 가정함
  - 기존 중수도시설을 금번 계획의 목표연도인 2030년까지 100% 활용하고 개발계획으로 설치되는 신규 중수도시설 이용량 역시 100% 이용하는 것으로 설정
  - 그러나 기존시설 및 신규 중수도시설을 100% 가동하여 활용(2,887천㎥/년) 하더라도 물재이용기본계획 상의 경상남도 중수도 목표량(3,175천㎥/년)을 충족하지 못함

[요약문 표 6] 중수도 시설 관리계획

구 분		2020년 (기준연도)	1단계 ( '21~' 22)	2단계 ( '23~' 24)	3단계 ( '25~' 26)	4단계 ( '27~' 28)	5단계 ( '29~' 30)
이용 목표량 (㎥/일)	기존시설	4,037	4,037	5,088	6,360	6,360	6,360
	개발계획	-	324	976	1,098	1,098	1,552
	공장시설	-	-	-	-	-	-
	합계	4,037	4,361	6,064	7,458	7,458	7,912

구 분		2020년 (기준연도)	1단계 ( '21~' 22)	2단계 ( '23~' 24)	3단계 ( '25~' 26)	4단계 ( '27~' 28)	5단계 ( '29~' 30)
이용 목표량 (천㎥/년)	기존시설	1,474	1,474	1,857	2,321	2,321	2,321
	개발계획	-	118	356	401	401	566
	공장시설	-	-	-	-	-	-
	합계	1,474	1,592	2,213	2,722	2,722	2,887

자료 : 기본계획(환경부, 2021)  
전국오염원조사자료

## 라. 하·폐수처리시설 관리계획

- 하·폐수처리수 용도별, 연차별 재이용수 목표량을 산정한 결과 2020년 현재 26.5%에서 목표연도인 2030년도는 28.3%로 연차별로 증가할 것으로 설정
- 본 계획의 목표연도인 2030년까지 하수처리수 재이용율을 제고하기 위하여 2개년간 5단계로 나누어 연차별, 처리장별 목표량을 다음과 같이 제시함

[요약문 표 7] 하·폐수 처리시설 재이용수 관리계획

구 분			2020년 (기준연도)	1단계 ( ‘21~’ 22)	2단계 ( ‘23~’ 24)	3단계 ( ‘25~’ 26)	4단계 ( ‘27~’ 28)	5단계 ( ‘29~’ 30)
하수 처리 시설	장내		38,462	38,462	35,059	20,102	24,345	30,059
	장외	세척살수용수	91	91	73	73	84	84
		하천유지용수	70,261	72,561	74,861	77,161	79,461	81,761
		기타 도시용수	0	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
	합계		108,814	112,114	111,993	100,336	107,890	116,904
폐수 처리 시설	장내		228	228	228	228	228	228
	장외	공업용수	3,158	3,158	3,158	3,158	3,158	3,158
		하천유지용수	9,579	9,579	9,579	9,579	9,579	9,579
	합계		12,965	12,965	12,965	12,965	12,965	12,965
총합계			121,779	125,079	124,958	113,301	120,855	129,869
장내 재이용률			8.4%	8.4%	7.7%	4.4%	5.4%	6.6%
장외 재이용률			18.1%	18.8%	19.5%	20.2%	20.9%	21.7%
전체 재이용률			26.5%	27.2%	27.2%	24.7%	26.3%	28.3%

자료 : 기본계획(환경부, 2021)  
전국오염원조사자료

## 마. 물 재이용 관리계획 총 목표량 및 사업비

[요약문 표 8] 물 재이용 관리계획 총괄표

구 분	개 요					
목 표 연 도	기준연도	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계
	2020년	2022년	2024년	2026년	2028년	2030년
행정구역 현황	·총인구: 2,468,222인, 총면적: 883.52km <sup>2</sup> (7구 1군)					



구 분		개 요					
빗물 이용 시설	개소	170	175	197	218	239	268
	시설용량 (m <sup>3</sup> )	15,435	18,472	50,777	82,557	116,671	150,582
	이용목표량 (천 m <sup>3</sup> /년)	121	156	616	1,071	1,536	1,996
중수도	개소	15	19	23	24	24	25
	시설용량 (m <sup>3</sup> )	6,360	6,684	7,336	7,458	7,458	7,912
	이용목표량 (천 m <sup>3</sup> /년)	1,474	1,592	2,213	2,722	2,722	2,887
하수 처리수 재이용 (천 m <sup>3</sup> /년)	계	108,814	112,114	111,993	100,336	107,890	116,904
	장내	38,462	38,462	35,059	20,102	24,345	30,059
	장외	70,352	73,652	76,934	80,234	83,545	86,845
폐수 처리수 재이용 (천 m <sup>3</sup> /년)	계	12,965	12,965	12,965	12,965	12,965	12,965
	장내	228	228	228	228	228	228
	장외	12,737	12,737	12,737	12,737	12,737	12,737
소요사업비(백만원)		-	7,468	25,358	24,512	25,791	27,245
빗물이용시설		-	1,822	19,384	19,068	20,469	20,347
중수도		-	324	652	122	0	1,576
하수처리수 재이용		-	5,222	5,222	5,222	5,222	5,222
폐수처리수 재이용		-	-	-	-	-	-
교육 및 홍보		-	100	100	100	100	100

자료 : 기본계획(환경부, 2021)  
전국오염원조사자료

## 바. 국외 물 재이용 정책 및 계획

### ■ 해외 물 재이용 현황

- 이스라엘, 쿠웨이트, 이집트 등 중동 및 북아프리카 지역은 가용수자원이 제한적이고 물 부족이 극심함에 따라 재이용량이 타 국가와 비교하여 재이용량이 월등히 높고 자연취수량 대비 재이용량 비중도 매우 높음
- 높은 도시 인구밀도와 산업발달로 인한 용수 수요에 비해 자체 수자원 개발에 한 계상황에 있는 싱가포르의 NEWater 프로젝트를 통해 취수량 대비 재이용량이 14% 이상으로 높은 하수재이용 성과를 보임

[요약문 표 9] 국가별 하수처리수 재이용 현황 비교

순위	국가	재이용량 (m <sup>3</sup> /일/백만명)	총 재이용량 (m <sup>3</sup> /일)	재이용량/취수량 (%)
1	이스라엘	166,230	1,014,000	18.1
2	쿠웨이트	163,330	424,657	35.2

순위	국가	재이용량 (m <sup>3</sup> /일/백만명)	총 재이용량 (m <sup>3</sup> /일)	재이용량/취수량 (%)
3	미국	25,486	7,600,000	0.6
4	이집트	24,395	1,780,821	1.0
5	호주	22,805	456,100	0.6
6	스페인	20,436	821,920	0.8
7	싱가포르	17,442	75,000	14.4
8	대한민국	9,024	430,000	0.8
9	멕시코	7,259	767,280	0.4
10	이란	6,000	420,000	0.2
11	일본	4,479	573,800	0.2
12	이탈리아	2,163	123,288	0.1
13	남아프리카	1,771	82,195	0.2
14	독일	1,048	86,400	0.1
15	영국	662	40,000	0.2

자료 : 물 재이용 기본계획 수립을 위한 연구(2020.12, 환경부)

- 상당수의 국가는 물 재이용 관련된 보건 및 환경위험을 최소화하기 위해 처리된 하수의 안전한 사용을 위한 입법체계 또는 지침을 개발하였음
- 물 재이용과 관련된 정책조치로는 가격 인센티브, 인식제고, 물 재이용 목표설정 등이 있으며, 많은 국가들이 물 재이용을 촉진하기 위해 해당 정책을 추진, 시행 하고 있음

[요약문 표 10] 재이용 촉진을 위한 주요국가 정책

주요 정책	국가별 주요 예시
가격 인센티브	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (이스라엘) ; 농업용으로 사용하는 물 재이용은 높은 보조금을 지급함. 사용자(농가)에게는 관개용으로 적합한 ‘낮은 수준의 처리’ 비용만 부과됨</li> <li>• (호주) ; 민감한 수생환경으로의 유출 및 배출을 줄이기 위한 일부 계획에서는 재이용을 목적으로 하는 경우 처리된 하수에 대해 전혀 요금을 부과하지 않음</li> </ul>
인식 제고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (싱가포르) ; NEWater 프로젝트는 물 재이용을 위한 국가적 약속을 실현하기 위해 인상적인 대중 인식 프로그램과 함께 진행되었으며, 프로젝트에 대한 정보를 전달하기 위하여 방문자 센터를 만들었음</li> <li>• (미국) ; 미국 국립 물 재이용 데이터베이스(NWRE)는 캘리포니아, 플로리다, 텍사스 등 물을 가장 많이 재이용하는 주의 재이용수의 흐름, 처리 및 최종 사용에 대한 유틸리티/시설의 일반 정보와 연간 데이터를 제공함.</li> </ul>

주요 정책	국가별 주요 예시
	이는 지방, 지역, 주 및 국가차원에서 물 재이용의 실행 및 이행을 향상시키기 위해 물 재이용의 실천에 관한 정보를 장려, 개선, 보급하는 것을 목적으로 함
물 재이용 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (호주) ; 2007년 정부는 2015년까지 하수의 30%를 재이용하겠다는 국가 목표를 설정함. 또한 많은 주요도시와 여러 주에서 특정 비율의 하수재이용을 달성할 목표를 설정함</li> <li>• (캘리포니아) ; 2002년 물 재이용 목표수준을 2020년까지 1,233백만㎥/년 이상, 2030년까지 2,467백만㎥/년 수준으로 늘리는 목표를 설정함</li> <li>• (싱가포르) ; 음용이외의 용도에 대한 2011년(현재 달성한) 물 재이용 목표를 싱가포르 물 수요의 30%를 차지한 정도로 높은 수준으로 설정하여 달성함</li> <li>• (요르단) ; 정부는 농업에 2022년까지 하수처리수 재이용량을 가용한 수자원의 13%에 해당되는 220백만㎥으로 증가시킬 계획임</li> </ul>

자료 : 물 재이용 기본계획 수립을 위한 연구(2020.12, 환경부)

■ 주요 국가들의 물 재이용 정책 및 기술 동향

- 주미국 연방 정부는 하수처리수 재이용에 대해 특별한 규정을 제시하지 않고 있으나, 미국환경보호청(US EPA)에서는 하수처리수 재이용에 대한 지침을 세우고 주별로 관리하기를 권고
- 유럽에서는 2012년 유럽공동체 회원국 내 수자원의 지속 가능한 관리를 위한 ‘물 청사진(A Water Blueprint for Europe, 2012)’ 내 물 재이용 정책에 대한 비전이 제시돼 있다. 또 일본은 중앙정부에서 물 재이용 관련 법, 계획 등을 책정하고 있으며, 지방자치단체별로 각자의 상황과 여건을 고려해 자체적인 조례, 지침 등을 마련해 물 재이용 정책을 추진 중이다. 반면, 싱가포르에서는 증가하는 물 수요에 맞는 자급 체제를 확립하는 것을 국가의 안전보장과 관련된 중요한 과제로 인식하고, 이미 물 재이용과 관련된 명확한 법과 체계를 갖추고 있다. 이 밖에 기타 다수의 국가에서도 도시에서 중수 및 우수 재이용 시설과 같은 분산형 해결 방안들의 이용을 허용하는 방향으로 관련 규제를 개정해 나가는 추세
- 또한 하·폐수 재이용 적용 기술 현황은 기존 단순 중력여과와 응집 공정에서 진화해 정밀 여과(MF) 또는 한외 여과(UF)의 전처리 공정 이후 분리막(RO), 오존산화, 자외선 소독(UV) 등의 본처리 공정을 통해 목표 수질에 해당하는 수처리 공정을 탄력적으로

운영하고 있다. RO 공정은 1nm(나노미터)의 초미립자까지 제거가 가능한 공정으로 음용수 수준의 처리가 가능하나, 분리막을 통한 농축 폐액 발생으로 별도의 농축 폐액처리 공정이 필요하며, 국내 대부분의 재이용시설은 발생한 농축수를 하수처리시설에 연계해 처리하는 방식을 사용

[요약문 표 11] 국내외 물 재이용 수처리 적용기술 현황

국가	스크린	응집 혼화	생물 막여과	중력 필터	MF	UF	활성탄	RO	오존	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	UV	CL2
미국	○				◎			○		○	○	
싱가포르					○			○			○	
스웨덴		○				○			○		○	
벨기에	○					○		○			○	
일본			○		○				○			○
중국		○			○	○			◎		○	
한국		◎	○	○	○	◎	○	◎	○		◎	

※ (도시 기준) ◎ : 50%이상 사용되는 공정, ○ : 50% 미만 사용되는 공정



[요약문 그림2] 주요 국가들의 물 재이용 사례

■ 물 재이용의 문제점 및 개선방안

- 그 동안 물 재이용 확대를 위한 국제적으로 다양한 노력을 했음에도 불구하고 이용 비율이 크게 늘지 않았다.
- 또 물 재이용과 관련된 물 공급과 물 이용에 관한 법-계획 간 연계성 부족으로 수자원의 효율적인 배분 및 건전한 물순환과 하수처리수 재이용 촉진의 한계도 여전히 존재

했다.

- 이와 같은 문제점을 개선하기 위해서는 물 사용 단계에서 세균바이러스, 병원성 미생물, 미량 신규오염물질 등의 효과적인 제거로 위생상의 문제 해결과 더불어 색과 냄새 등으로 인한 심미적 거부감을 줄여야 한다.
- 하수처리수 재이용시 추가로 공급 및 관로 시설을 설치하게 되는 경우 시설 설치 및 운영에 드는 비용이 편익보다 높을 때 물 재이용률이 감소할 수 있으므로, 물 재이용 시설 확대·보급을 위해 행정적, 경제적 지원 강화도 필요하다.
- 또한 대부분 하수처리장이 도심 외곽 지역과 하류 말단에 대규모로 설치돼 인근에서 수요처를 쉽게 확보할 수 없어 압송 등을 통해 필요한 수요처를 찾아야 하는 어려움이 있으므로 분산형 모듈 물 재이용 시스템 개발을 신선했다. 물 재이용률을 확대할 필요가 있다.
- 아울러 체계적인 물 재이용 정책 추진을 위해서는 유역 내 물 수지 분석과 수요관리 기반 유역 규모에 적합한 물 재이용 계획의 추진이 필요하다, 즉, 유역 자연 유출량과 용수 수급 현황 및 향후 계획은 종합적으로 검토해 소유역별 장래 용수 과부족을 예측하고, 합리적 절차를 통한 물 재이용 계획을 수립해 반영하는 것이 중요하다.
- 또한 재이용수의 생산과 수송, 사용한 물의 처리 및 이용 등 재이용 분야 전반에 걸쳐 정보화와 지능화를 구현해 하수처리장 재이용의 관리시스템이 기존 통합물관리시스템에 편입될 필요가 있다. 마지막으로 기후 변화로 혹독한 가뭄과 물 부족이 발생해도 하수처리수 재이용을 통한 물 재이용은 농업용수, 공업용수, 생활용수, 하천유지용수로 활용성화를 위해 환경부 주도의 물 재이용 사업계획과 재원 조달계획을 충실히 이행해야 할 것

## 사. 물 재이용 교육 및 홍보

### (1) 교육 계획

- 현재 국내 물 자원 설정 및 향후 예상되는 물 부족량, 물 부족 시 발생하는 문제점 등에 대한 교육·홍보를 통해 물 재이용 시설에 관한 인식 변화를 유도하고, 재이용수의 사용시 발생하는 심미적 현상을 해소할 수 있는 방안 제시
- 교육주체
  - 물 재이용 수립 주체인 경상남도 주관으로 교육계획을 수립하며 현장 교육 등을 실시할 경우 도내 지자체와 연계 계획을 수립토록 한다.
- 교육대상
  - 교육대상으로는 일반시민, 학생, 각 사업장 등 물 재이용 교육목적의 교육 대상인원

을 중심으로 한다.

■ 중점사항

- 경상남도 내의 도민 대상으로 수자원 현황 및 특성을 인식시켜 물 재이용 사업의 타당성 및 효과에 대한 이해도와 참여도를 증진시키도록 한다.
- 빗물이나 중수도에 관한 수질 이미지를 개선시키며, 올바른 물 재이용 방안에 대한 인식을 증대시키는 교육계획 수립이 되도록 한다.
- 관할 교육청 및 시민단체를 활용한 효과적인 교육시행 계획
- 시민단체, 지역 사회단체 요원을 중심으로 한 봉사시스템 구축

## (2) 세부 실천계획 수립

■ 시민(일반인) 대상 참여 및 홍보 프로그램

1) 물 재이용시설 현장 개방 및 주민친화시설 조성

- 기존 빗물이용시설을 포함하여 본 과업에서 계획된 빗물이용시설 설치에 따라 지역 주민들에게 개방하여 혐오시설로서의 이미지 개선 및 물 재이용 관심을 유발시킨다.
- 녹지공간, 공지, 주차장을 지역 주민들의 공공시설로 운영하여 간접적 홍보 기회로 활용하고, 현장교육을 실시하는 것으로 한다.
- 향후 계획에 따른 빗물이용시설 설치 후 현장교육 세부 계획을 이행하기 위한 교육프로그램을 개발하도록 하며, 교육프로그램 주요 내용은 현장 견학을 통하여 빗물이 활용되는 과정을 알기 쉽게 보고, 듣고, 체험할 수 있는 기회를 가질 수 있는 교육프로그램이 되도록 관리 주체에서 지침서를 작성

2) 홍보관 및 현장 견학 프로그램 운영

- 현재 물 재이용시설이 설치된 장소에 종합 홍보관을 운영하여 연중 전시물 관람 및 홍보 연상 상영
- 개인 및 단체 대상으로 예약제 물 재이용 홍보관 주요 시설 현장 견학 프로그램 운영, 주시설(수처리시설 중 최초 침전지 → 포기조 → 침중침전지)에 대하여 전문 시설 담당자의 안내로 현장 견학



[요약문 그림3] 종합 홍보관 및 현장 견학 프로그램 운영

■ 어린이·청소년 대상 참여 및 홍보 프로그램

1) 환경교육 프로그램, 봉사활동 운영 및 체육시설 개방

- 초, 중, 고교 대상 주5일제 수업제 시행에 따라, 학교 교외활동 프로그램과 연계하여 놀토 체험 프로그램, 환경교육 프로그램 운영 및 견학, 봉사활동 진행
- 시설 내 체육시설 개방, 견학 후 체육활동 및 교외 프로그램 진행



[요약문 그림4] 환경교육 및 놀토 체험 프로그램 운영

■ 전문가 대상 기술교육 프로그램

1) 정례 워크숍 개최

- 기술 개발 및 관련 계획, 정책 등의 토론회 자리 마련하여 전문가 기술 교육 및 네트워크 구성
- 다른 시 물재생 센터와의 정보교환 및 기술 공유, 운영 개선 정보 공유의 장

2) 기술 교육 및 현장 견학 프로그램 현장





[요약문 그림5] 전문가 기술교육 및 관련 분야 세미나 운영

## ■ 물 재이용 온라인 교육

### 1) 교육주체의 교육 계획

- 교육주체인 함안군 상하수도사업소의 홈페이지를 새롭게 구성하여 상수도현황, 요금 정보, 상수도수질, 수돗물 절약 등 수도 관련 정보를 제공함은 물론 빗물이용이나 방법, 사례 사업추진 내용 등 각종 정보를 제공하여 시민들의 온라인 교육을 유도하도록 한다.
- 또한 주기적인 정보 업데이트와 모바일 서비스 콘텐츠 구축 등을 통하여 사업방향 및 자료 수집 작업시행을 모색하고 사용자 맞춤정보 제공 및 콘텐츠 다양화 추진 계획을 수립한다.



### 2) 교육주체의 교육 계획

- 현재 함안군의 물 재이용 관련 교육이 가능한 기관 및 단체는 아래와 같이 파악되었으며 각 기관 및 단체의 협조를 통한 물 재이용 교육자료 온라인 확대를 모색 한다.
- 시민단체 및 환경단체 : 각 단체의 유기적 협조를 통하여 홈페이지 열람 확대 및 모바일 콘텐츠 홍보(세부 교육비용 산정은 홍보계획(교육·홍보 병행)에 포함)



## (2) 홍보 계획

### ■ 홍보주체

- 교육 주체와 같이 경상남도 주관으로 홍보계획을 수립하며 도내 지자체와 연계 계획을 수립토록 한다.

### ■ 홍보대상

- 교육대상으로는 일반시민, 학생, 각 사업장을 중심으로 한다.

### ■ 중점사항

- 경상남도의 수자원 현황 및 특성을 인식시켜 물 재이용 사업의 타당성 및 효과에 대한 이해도와 참여도를 증진 시킨다.
- 빗물이나 중수도에 관한 수질 이미지를 개선시키며 올바른 물 재이용 방안에 대한 인식을 증대시킨다.
- 각종 공식 비공식 환경행사를 통해 물 재이용 사업을 적극 홍보하여 물 재이용에 대한 막연한 불신해소를 유도하도록 한다.

## 아. 국·내외 교육 및 홍보 사례

### (1) 국내 사례

#### ■ 서울시 ‘아리수’ 홍보 및 교육 사업

- 서울시는 아리수의 안전성과 우수성을 다각적으로 홍보함으로써 음용율을 높이기 위해 노력 하고 있으며, 시민들의 인식전환을 위한 다채널 교육 및 홍보를 실시하고 있다. 방송, 신문 및 홈페이지 등의 온라인 매체를 적극 활용하고, 아리수 홍보단 및 명예 홍보단의 운영, 어린이 기자단 아리수 탐구교실 등을 운영하여 홍보 및 교육에 힘쓰고 있다.

#### ■ 아리수 홍보관 및 전자 홍보관 운영

- 어린이 수돗물 체험홍보관 「아리수나라」 개관
- 능동 어린이대공원과 ‘구의 정수장 1·2공장’ 내에 만 6세~만10세 어린이를 대상으로하는 체험 홍보관 개관. 다양한 놀이와 체험을 통한 물과 환경의 교육 기회 제공
- 신월정수장을 서서울호수공원으로 전환, 생태적 환경 교육 실시
- 기존의 정수장 시설을 재활용하고 수도관을 조형물로 설치하여 정수시설에 대한 이해와 환경 교육을 동시에 실시, 주민친화형 시설로 탈바꿈하여 인식전환 유도
- 온라인 아리수홍보관 및 아리수나라, 수도박물관 등의 홈페이지 운영
- 아리수 생산과정 및 수질 정보 제공, 각종 홍보 및 소식자료를 제공하여 아리수에

대한 이해도를 높이고 응용기회 확대



[요약문 그림6] 홍보관 및 홈페이지 운영 사례

#### ■ 시민 참여형 행사 및 투어 프로그램

- 홍보부스 운영 및 시음회 개최
- 서울시에서 기획, 진행하는 공청회, 토론회 등에서 아리수 시음 및 무료 배포
- 체험 투어 프로그램 운영
- 여론형성에 영향력 있는 사회 각계각층의 저명인사들로 구성된 아리수 명예홍보대사를 초청하여 정수센터 현황 설명 및 영등포 아리수정수센터 견학 등 아리수 체험 투어 개최하여 아리수에 대한 안정성과 신뢰 확보



[요약문 그림7] 시민 참여 행사 및 투어 프로그램 사례

#### ■ 시민 홍보 네트워크 구축 및 시민 참여

- 시민홍보단 및 홍보대사 구성
- 아리수 홍보단 및 명예홍보대사 운영, 아리수 모니터 등을 통해 자발적인 시민 홍보 네트워크를 구축함. 특히 물 선택의 주체인 주부들을 주 대상으로 하는 주부홍보단을

구성하여 다양한 물에 대한 정보 및 절약 방법을 공유

- 시민자문단 구성
- 시민을 대표하는 ‘서울특별시 수돗물 평가위원회’를 운영하여 전문가, 환경단체, 여성 단체 등의 회원들이 수질관리 및 수도시설 운영에 관한 자문에 참여

■ 어린이·청소년 교육 프로그램 운영

- 아리수 어린이 기자단 발족
- 2010년 아리수 어린이 기자단을 구성, 어린이들에게 물에 대한 올바른 이해와 인식 전환을 형성, 또한 교육을 통한 물적약 습관을 형성하여 자라면서 물절약을 자연스럽게 실천하도록 교육
- 아리수사랑 시범학교 운영
- 2007년도부터 초·중학교를 대상으로 시범학교를 지정, 아리수와 관련된 다양한 체험 학습 프로그램 견학 기회 제공 및 아리수 홍보활동에 지원
- 아리수 Story Teller 운영
- 서울시 상수도사업본부에서 선발한 아리수 스토리텔러들이 서울 전지역의 어린이집, 유치원 및 초·중·고등학교로 직접 찾아가 ‘건강하고 맛있는 아리수’라는 주제로 교육을 실시
- 아리수 탐구교실 운영
- 상수도연구원에서 학생들이 측정장비를 이용하여 직접 수질분석을 해보고, 수돗물에 대한 궁금증을 풀어가는 현장체험 학습으로 운영



[요약문 그림8] 서울시 어린이 청소년 교육프로그램 운영

(2) 국외 사례

가. 오렌지카운티 수도국(Orange County Water District, California, USA)

물 재이용, 하·폐수 이용과 관련한 많은 프로젝트들이 주민들의 반대에 의해 중단되는 일을 겪으면서 대중의 신뢰를 얻는 것이 프로젝트의 중요한 선행 요소임을 인식하였다. 주민들을 대상으로 적극적인 홍보 활동과 어린이·청소년 교육 프로그램을 개발하여 물 재이용을 통한 경제적, 사회적 효과와 수질의 안정성을 인식시키기 위해 노력하고 있다.

#### ■ 어린이·청소년 대상 교육 프로그램 운영

- 어린이 물 교육 축제(Children's Water Education Festival)
- 지역의 초등학생 3~5학년을 대상으로 하며, 매년 6000여명의 학생들이 모여 범지구적 차원의 물의 중요성을 인식하고, 물 환경에 관한 교육과 물 절약 방법 등 체험을 통해 배움
- 오렌지카운티 워터 히어로 프로그램(OC Water Hero Program)
- 어린이·청소년들의 실천적인 물 절약을 유도하기 위하여 프로그램을 개발함. 하루에 일인당 20갤런의 절약하기 위한 방법을 교육하고, 학생들이 이를 실천하기 위한 서약과 함께 실제로 물을 아끼기 위해 실천한 행동들을 작성하여 제출함
- 놀이 형식의 프로그램과 경쟁의식을 통해 학생들의 참여도가 매우 높음



[요약문 그림9] OCWD 어린이, 청소년 교육 프로그램

#### ■ 일반인 대상 홍보 및 교육 세미나

- 오렌지카운티 워터 101(Orange County Water 101)
- OCWD 본부에서 일반인 혹은 학생들 대상으로 비장기적, 상시 프로그램을 운영하고 있음. 30~45인 사이의 그룹이 신청하면 세미나를 진행하며, 무료교육으로 진행함.
- 오렌지카운티 시의 물 재이용을 통한 환경증진 및 경제적 효과, 시의 지속가능한 성장을 위한 물환경 커뮤니티 조직의 구성에 중요성을 홍보하고, 인식 전환을 위한 교육을

수행함.

■ 기업체 대상 홍보 및 지원 프로그램

- 호텔/모텔 물 효율화 프로그램(OCWD Hotel/Motel Water Efficiency Program)
- 지역의 호텔/모텔에서 사용되는 침구 세탁에 필요한 물을 절약하기 위하여, 1999년부터 시행함. 241개 호텔/모텔의 30,864개의 객실에 대하여 1일 이상 숙박하는 고객들에게 물 절약의 일환으로 침구의 재사용을 촉구하는 엽서를 배포함.
- 지역주민과 지역을 찾는 방문객에게 시의 물 환경 홍보 및 참여를 유도하여 지역사회 구성원으로서의 역할강화와 환경에 대한 책임의식을 강화하는 역할을 함.

■ 물 재이용 시설 투어 프로그램 운영

- 지하수 정수 시스템(Groundwater Replenishment System(GWRS)) 홍보 및 시설투어
- 지역의 대학 및 물 관련 기관, 국제 조직에서 요청하는 투어 및 OCWD에서 운영하는 시설지의 브리핑을 제공하는 프로그램을 개발, 운영하고 있음.

## VI. 연구결과의 활용계획

- 경상남도 물 재이용 관리계획 수립을 통한 도내 물 재이용 정책 추진의 비전 및 목표 설정, 시군 물 재이용 사업 추진 방향 및 목표 제시
- 경상남도의 물 재이용 정책 방향 설정으로 물 자원 활성화 정책의 체계적 추진
- 시·군 물 재이용 관리계획을 선도하여 도내 물 공급 부족 문제 해결
- 시군의 물 재이용 관리계획 수립을 위한 내용 및 정책 방향 제시
- 도민을 대상으로 물 부족과 수자원 확보 및 물 재이용의 중요성 인식 제고
- 도내 물 부족 현상 예방을 위한 시군 실정에 맞는 각종 물 재이용사업 추진에 활용