

기획연구 2014-01

충청남도 물 재이용 체계 구축방안

이원태 · 김성범 · 박수형

발 간 사

충청남도는 최근 기후변화 등으로 문제가 되고 있는 물 부족현상에 대응하기 위하여 물 재이용을 통한 대체수자원 확보에 많은 노력을 기울이고 있습니다. 환경부가 2013년 7월 16일에 공포한 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」에 맞추어 충청남도에서도 2014년 03월 20일에 「물 재이용 촉진 및 지원 조례」를 전부 개정하였고, 2014년 7월 10일에 일부 개정하는 등 지속적으로 물 재이용을 촉진하기 위한 노력을 하고 있습니다. 이러한 노력의 일환으로 중앙정부의 획일적인 물 재이용 체계를 보완할 수 있도록 충청남도 맞춤형 물 재이용 체계를 구축이 필요합니다.

본 연구에서는 충청남도 15개 시·군의 공공하수처리수 재이용, 중수도, 빗물이용 시설 및 물 재이용 현황을 조사 및 비교·분석하여 충청남도에 적합한 물 재이용체계 구축방안을 제시하였습니다. 현재 충청남도의 하수처리수 재이용율은 전국 17개 광역자치단체의 중상위권에 속해 있지만 하천유지용수로 활용되는 양이 많아 재이용수의 실질적인 활용도는 낮다고 할 수 있습니다. 이를 해결하기 위해서는 재이용수를 다양하게 활용할 수 있는 수요처의 확보가 시급합니다. 다양한 수요처를 확보하기 위해서는 정책적인 지원과 지속적인 홍보 및 교육을 통해 재이용수 사용에 따른 불편을 해소하고 심미적 인식에 변화를 줄 필요가 있습니다. 또한 물 재이용의 활성화와 재이용시설의 유희화 방지를 위한 지원 및 인센티브 제도의 마련 등도 필요합니다.

본 연구가 충청남도의 물 재이용 체계를 구축하기 위한 방안을 제시하고는 있지만 최종적인 결론이 아니므로 연구결과를 적극 반영하여 충청남도의 물 재이용이 촉진되고 지속가능한 물 순환 체계가 구축되도록 지속적으로 수정, 보완 및 개선이 필요할 것입니다. 이와 같은 물 재이용 촉진을 통해 지속가능한 물 순환 체계가 충청남도에 구축될 수 있도록 우리 모두가 노력을 해나가야 할 것입니다. 끝으로 본 연구를 수행하신 금오공과대학교 이원태 교수님을 비롯한 연구진에 감사드리며, 연구결과가 충청남도의 물 재이용 확대에 도움이 되기를 진심으로 바랍니다.

2014년 11월 30일
충남발전연구원장 강 현 수

연구 요약

1. 필요성과 목적

세계적인 연구소와 조사기관 등의 물 스트레스 관련 보고서에 의하면, 우리나라는 향후 물 부족 국가로 분류될 가능성이 높은 것으로 예상하고 있다. 충청남도의 경우도 2012년과 2014년 일부지역이 가뭄을 겪으며 물 부족을 경험하였으며, 증가하는 물 수요에 대처하기 위하여 대형 댐 또는 저수지를 축조하여 수자원을 확보하는 정책을 추진해 왔다. 하지만, 환경파괴의 논란과 수몰주민의 반대 등으로 댐 설치의 한계에 도달하여 가뭄 등의 기후변화로 인한 물 부족 문제를 해결하고 지속가능한 수자원을 공급하기 위해서는 대체수자원 활용을 확대하기 위한 노력이 필요하다. 특히, 대체수자원 중 가장 활용도가 높은 물 재이용을 위한 체계 구축방안 마련이 절실하여 환경부에서는 2013년 「물 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」을 시행하여 물 자원의 지속가능한 이용을 도모하고 있으나, 여러 가지 애로사항으로 인해 자치단체에서 적극적으로 시행되지 않고 있다. 이와 같은 한계를 극복하기 위하여 중앙정부의 일괄적인 방안이 아닌 지역 특성에 적합한 충청남도형 물 재이용 체계를 구축하고, 물 재이용을 촉진하는데 장애가 되는 요인에 대한 개선대책을 수립하여 정책적으로 확대할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 충청남도의 지역적·사회적 특성에 맞는 맞춤형 물 재이용 체계를 구축방안을 제시하여 충남도민의 물 스트레스 최소화 및 물 복지 증진을 도모하고자 하였다.

2. 주요 연구결과

충청남도에 적합한 물 재이용 체계 구축방안을 마련하기 위하여 국내·외 물 재이용 정책과 물 재이용 체계를 살펴보았다. 또한 충청남도의 물 재이용

현황을 조사하고 국내·외 동향과 비교하여 물 재이용 체계 구축방안을 제시하였다. 충청남도를 비롯한 국내 지방자치단체의 공공하수처리수 재이용, 중수도 재이용, 빗물이용현황 등은 2013년 환경부 하수도통계를 이용하여 조사하였다.

공공하수처리수 재이용의 경우, 충청남도 내 시설수는 54개소로 전국 17개 시·도 가운데 5번째로 많았고 재이용율은 29.9%로 대구광역시(30.1%) 다음으로 높은 재이용율을 나타내었다. 하지만, 재이용수 활용처인 장외용수 중 62.9%가 하천 유지용수로 사용되고 있어 장외용수의 실제 재이용량은 전체 공공하수처리수의 4.8% 정도에 불과하였다. 충청남도의 15개 시·군 가운데 아산시와 태안군의 공공하수처리수 재이용율이 100%로 높았고, 그 외 시·군은 50% 이하로 낮은 재이용율을 보였다. 일반적으로 시지역보다 군지역의 공공하수처리수 재이용율이 낮았는데, 특히, 금산군은 재이용율 0%로 재이용을 하지 않는 것으로 조사되었다.

중수도 재이용의 경우에는 충청남도 내 처리시설이 19개소로 전국 364개소 중 5.2% 정도에 불과하였으나, 중수도 이용량은 $196,402\text{m}^3/\text{일}$ 로 전국 사용량의 22%를 차지할 정도로 높았다. 이 수치로 볼 때 충청남도의 일일 공공 하수처리수 재이용량($155,680\text{m}^3/\text{일}$)보다 많은 양을 중수도시설에서 재이용 하는 것을 알 수 있다. 이와 같이 충청남도의 중수도 재이용량이 많은 이유는 아산시 등 공업단지에서 중수도재이용시설이 의무화되어 이를 시행하는 개별사업체가 많기 때문인 것으로 판단된다. 다만, 수치상의 사용량이 아니라 실제 사용량을 판단하기 위해서는 중수도 시설들의 가동여부와 유희율에 대한 면밀한 조사가 수행되어야 할 것이다.

전국의 빗물이용시설 630개소 가운데 14개소가 충청남도에 설치되어 있으며, 이용량 기준으로도 전체 중수도 재이용량의 1%에도 미치지 못한 수준이다. 빗물이용시설 14개소의 경우도 법적 설치대상인 3곳을 제외하면 모두가 지자체에서 운영하는 시설로 대부분의 용수가 화장실용수 혹은 청소용수로만 사용되고 있는 실정이다.

3. 충청남도 물 재이용 체계 구축방안

충청남도의 물 재이용 체계를 구축하기 위해서는 우선 물 재이용 정책 비전을 설정하는 것이 중요하다. 본 연구에서 제시한 충청남도의 물 재이용 체계 구축을 위한 정책 비전은 “물 재이용으로 기후변화에 적응하고 물 복지를 선도하는 충청남도”이다. 이에 맞는 목표량은 환경부 「물 재이용 기본계획」의 목표치를 근거로 산정하였으며, 지역별 목표량은 시·군별로 분류하여 순차적으로 진행될 수 있도록 산정하였다.

○ 1단계 (2015-2017년) : 물 재이용 체계 구축 및 강화

- 관련 법령 및 제도 개선
- 경제적 지원 강화 및 민간투자 확대
- 지역별 물 순환 체계와 연계한 재이용 방안 마련
- 시민 교육 및 홍보

○ 2단계 (2018-2020년) : 물 재이용 확대 및 활성화

- 하수처리수 이용 다변화
- 중수도시설 확대 및 유희화 방지
- 빗물이용 확대

물 재이용의 확대 및 활성화를 위하여 공공하수처리수의 이용을 다변화할 필요가 있으며, 공업 및 농업용수 등의 수요처 확보가 중요하다. 공업용수는 수요처에서 필요로 하는 수질로 개선한 하수처리수를 기존의 용수보다 저렴한 가격으로 공급할 수 있는 방안이 필요하며, 경제적·환경적 가치의 장단점을 비교·분석하여 타당성을 확보하여야 한다. 농업용수는 4~6월에 집중적으로 사용되는 점을 감안하여 하수처리수의 장내용수를 활용하여 공급하는 방안이 필요하다. 중수도시설의 경우에는 지속적인 확대를 위하여 설치를 의무화 또는 권장하여야 하며, 빗물이용시설은 설치의무화와 함께 경제적 지원방안을 마련하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

목 차

I. 연구 배경 및 목적	1
1. 연구 배경	1
2. 연구 목적	4
II. 국내·외 물 재이용 정책동향	5
1. 국내 물 재이용 정책동향	5
1.1 물 재이용 관련 법·제도의 변화	5
1.2 물 재이용 정책방향 및 추진전략	6
1.3 물 재이용 용도별 통합 수질기준	13
1.3.1 하·폐수처리수 재이용 수질기준	13
1.3.2 중수도 재이용 수질기준	17
1.3.3 빗물이용 수질기준	20
2. 해외 물 재이용 정책동향	21
2.1 미국의 정책동향	21
2.2 유럽의 정책 동향	26
2.3 일본의 정책 동향	28
III. 국내·외 물 재이용 체계 구축 및 적용사례	30
1. 국내 물 재이용 체계 현황	29
1.1 하수처리수 재이용시설 현황	29
1.2 중수도시설 현황	33
1.3 빗물이용 현황	35
2. 국내 물 재이용 체계 구축 및 적용사례	37

2.1 국내 물 재이용 체계 구축사례	37
2.2 국내 물 재이용 적용사례	42
3. 국외 물 재이용 체계 구축 및 적용사례	56
3.1 국외 물 재이용 체계 구축사례	56
3.1.1 Sewer mining 개념	56
3.1.2 Sewer mining 사례	57
3.1.3 Sewer mining 사업의 제도적 현황	58
3.1.4 운영시 고려사항 및 문제점	61
3.2 물 재이용 적용사례	62
3.2.1 하수처리수 재이용	62
3.2.2 중수도 재이용	67
3.2.3 빗물 이용	70
IV. 충청남도 물 재이용 현황 분석	75
1. 하수처리수 재이용 현황	75
1.1 충청남도 하수처리수 재이용 현황	75
1.2 충청남도 시·군별 하수처리수 재이용 현황	78
2. 중수도 이용현황	83
2.1 충청남도 중수도 이용현황	83
2.2 충청남도 시·군별 중수도 이용현황	85
3. 빗물이용 현황	88
3.1 충청남도 빗물이용 현황	88
3.2 충청남도 시·군별 빗물이용 현황	90
V. 충청남도 물 재이용 체계 구축방안	92
1. 물 재이용 체계 구축 기본방향	92
2. 물 재이용 체계 구축 및 강화	94

2.1 관련 법령 및 제도 개선	94
2.2 경제적 지원 강화 및 민간투자 확대	94
2.3 지역별 물 순환 체계와 연계한 재이용 방안 마련	95
2.4 시민 교육 및 홍보	95
3. 물 재이용 확대 및 활성화	96
3.1 하수처리수 이용 다변화	96
3.2 중수도시설 확대 및 유희화 방지	97
3.3 빗물이용 확대	98
참고문헌	99

표 목 차

<표 2-1> 재이용수별 제도의 변화	5
<표 2-2> 단계별 물 재이용 목표	7
<표 2-3> 하수처리수 방류수 수질기준	13
<표 2-4> 적용 대상지역	14
<표 2-5> 하·폐수처리수 용도별 수질기준	16
<표 2-6> 하·폐수처리수의 용도구분 및 제한조건	17
<표 2-7> 중수도 용도별 수질기준(2015년 1월 1일 적용)	19
<표 2-8> 빗물이용시설 수질권고기준	20
<표 2-9> 미국 내 물 재이용 현황(2006년)	22
<표 2-10> 물 재이용 용도	22
<표 2-11> EPA의 하수재이용수 수질 권고기준	23
<표 2-12> 일본의 중수도 용도별 수질기준	29
<표 2-13> 하수처리수 재이용 주요 국가 간 비교	29
<표 3-1> 국내 장내용수의 용도별 하수처리수 재이용 현황	31
<표 3-2> 국내 장외용수의 용도별 하수처리수 재이용 현황	32
<표 3-3> 전국 시·도별 중수도시설 현황	33
<표 3-4> 전국 시·도별 빗물이용시설 현황	35
<표 3-5> 에버랜드 중수처리시설 시설용량 및 오수 발생량	46
<표 3-6> 에버랜드 중수처리시설 방류수 수질기준	46
<표 3-7> 에버랜드 중수처리시설 설계조건	47
<표 3-8> 중수사용량 및 사용처	47
<표 3-9> 경제성 분석결과	48
<표 3-10> 인천국제공항 중수처리시설 유입수질 및 보증수질	50

<표 3-11> 인천국제공항 중수공급 대상 시설물	50
<표 3-12> 인천국제공항 비용분석결과	51
<표 3-13> 인천공항 중수처리시설 경제성 분석결과	52
<표 3-14> W 단지 중수시설 비용절감 효과분석	54
<표 3-15> 독일의 빗물이용시설 구축사례	70
<표 3-16> 샌프란시스코의 빗물이용 MOU기관별 역할	71
<표 3-17> 일본의 빗물이용시설 구축사례	72
<표 4-1> 전국 시·도별 하수처리수 재이용 현황	77
<표 4-2> 충청남도 시·군별 공공하수처리수 재이용 현황	80
<표 4-3> 전국 시·도별 중수도시설 현황	84
<표 4-4> 충청남도 시·군별 중수도시설 및 이용현황	86
<표 4-5> 전국 시·도별 빗물이용 현황	89
<표 4-6> 충청남도 시·군별 빗물이용 현황	91

그림 목 차

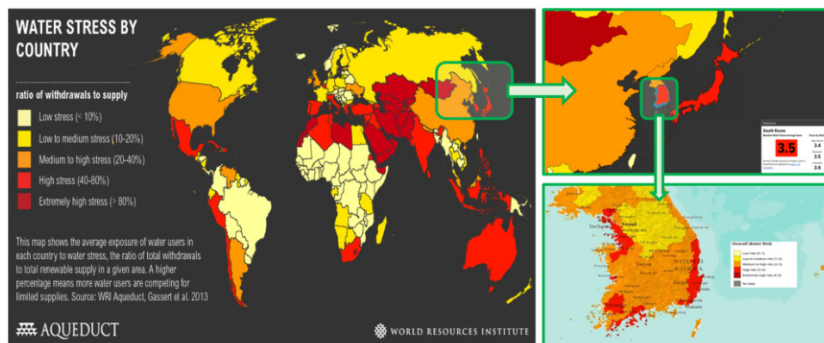
[그림 1-1] 물 부족 스트레스에 관한 세계 지도	1
[그림 1-2] OECD 국가의 물 스트레스	2
[그림 1-3] 가뭄판단지수 현황(2012년 7월 기준)	3
[그림 2-1] 국가 물 재이용 추진계획 기본전략	8
[그림 2-2] 물 재이용 기본계획 단계별 추진계획	12
[그림 2-3] 유럽 국가별 하수처리수 재이용 현황	26
[그림 3-1] 하수처리수 재이용량 및 재이용률 변화	30
[그림 3-2] 하수처리수 재이용수의 장내 및 장외용수 사용 추이	32
[그림 3-3] 중수도 이용용도 현황	34
[그림 3-4] 빗물이용시설의 이용용도별 현황	36
[그림 3-5] 서울시 물 재이용 관리계획의 비전 및 정책목표	38
[그림 3-6] 목표년도별 빗물이용시설 관리계획 목표량 변화	39
[그림 3-7] 목표년도 중수도시설 관리계획 목표량 변화	40
[그림 3-8] 목표년도 하수처리수 재이용 관리계획 목표량 변화	41
[그림 3-9] 물 재이용 관련 교육 및 홍보계획	41
[그림 3-10] 지붕면 빗물 집수관 및 송수관 배치도	42
[그림 3-11] 비포장면 집수관 배치도	43
[그림 3-12] 저장시설 배치도	43
[그림 3-13] 저장조간 연계 운전 Flowchart	44
[그림 3-14] 서울지역 강수량(2007년 6월~2008년 5월)	45
[그림 3-15] 빗물이용량(2007년 6월~2008년 5월)	45
[그림 3-16] 인천국제공항 하수유입 및 중수공급 현황도	49
[그림 3-17] 인천국제공항 중수도시설 수처리 Process	49

[그림 3-18] W단지 기존 중수처리설비 개요도	53
[그림 3-19] W 단지 개선된 중수처리설비 개요도	54
[그림 3-20] 광역단위 하수재이용과 sewer mining 비교	57
[그림 3-21] Sewer mining 인가 및 설치절차	59
[그림 3-22] Sewer mining 하수재이용사업 추진절차	60
[그림 4-1] 전국 시·도별 하수처리수 재이용시설 현황	75
[그림 4-2] 전국 시·도별 하수처리수 재이용율 현황	76
[그림 4-3] 전국 시·도별 하수처리수의 장내 및 장외용수 사용현황	76
[그림 4-4] 충청남도 시·군별 하수처리수 재이용시설 현황	78
[그림 4-5] 충청남도 시·군별 하수처리수 재이용율 현황	79
[그림 4-6] 충청남도 시지역 하수처리수의 장내 및 장외용수 사용량 현황 ..	79
[그림 4-7] 충청남도 군지역 하수처리수의 장내 및 장외용수 사용량 현황 ...	80
[그림 4-8] 충청남도 시·군별 하수처리수 장외용수 재이용율 현황	80
[그림 4-9] 전국 시·도별 중수도시설 현황	83
[그림 4-10] 전국 시·도별 중수도 이용량 및 이용율 현황	83
[그림 4-11] 충청남도 시·군별 중수도 이용현황	86
[그림 4-12] 재이용량 기준 상위 5개 건축물 현황	86
[그림 4-13] 전국 시·도별 빗물이용시설 현황	88
[그림 4-14] 충청남도 시·군별 빗물이용시설 저류조 용량 현황	90
[그림 5-1] 충청남도 물 재이용 단계별 추진계획	93
[그림 5-2] 광역자치단체별 물 재이용량 현황(제주특별자치도 제외)	98

I. 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경

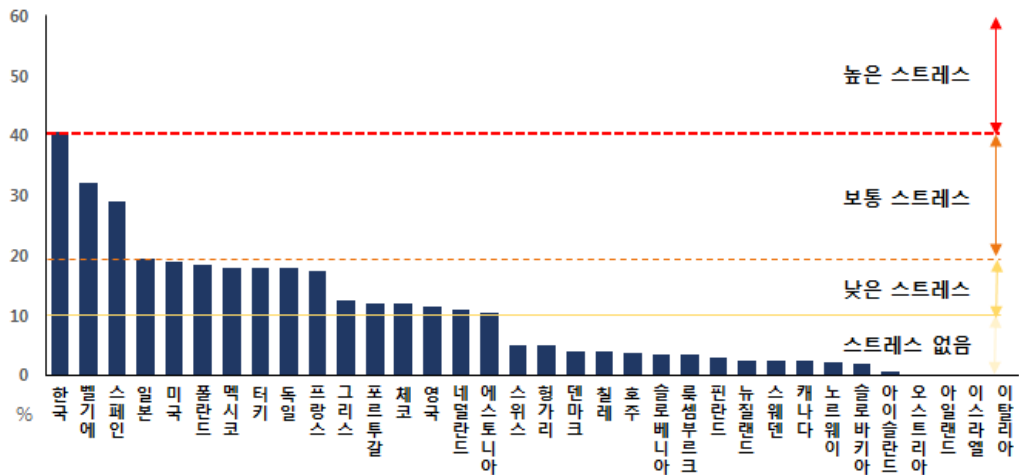
- 산업발전에 따른 물수요 증가와 수자원을 확보하고자 하는 댐의 건설 등으로 자연적인 물 순환 주기에 미치는 인간의 활동영향은 점점 커지기 시작하였으며, 이와 더불어 도시화로 인한 불투수면적의 증가로 자연적인 물 저장고인 지하로의 침투가 줄어들고, 도시 배수체계를 통한 빠른 유출은 가용 수자원의 감소와 홍수 피해 증가를 초래하여 지속가능한 수자원 공급의 저해요인이 되고 있음
- 2013년 WRI(World Resource Institute)에서 공개한 2013년 물 부족 스트레스에 관한 세계지도를 보면, 중동과 일부 아시아를 포함한 세계 37개국은 이미 물 부족 스트레스가 극심한 단계에 속해 있으며, 우리나라는 상위 두 번째로 심각한 단계의 물 부족 스트레스에 시달리고 있는 것으로 확인되고 있음



자료 : WRI(World Resource Institute)

(그림 1-1) 물 부족 스트레스에 관한 세계 지도

- 2012년 경제협력개발기구(OECD)가 발표한 「2050 환경전망」 보고서에 따르면, 이용 가능한 수자원 대비 물수요 비율을 4등급으로 나눌 때 OECD 국가 중 유일하게 우리나라만 심각한 수준의 물 스트레스(40% 이상)를 나타냄

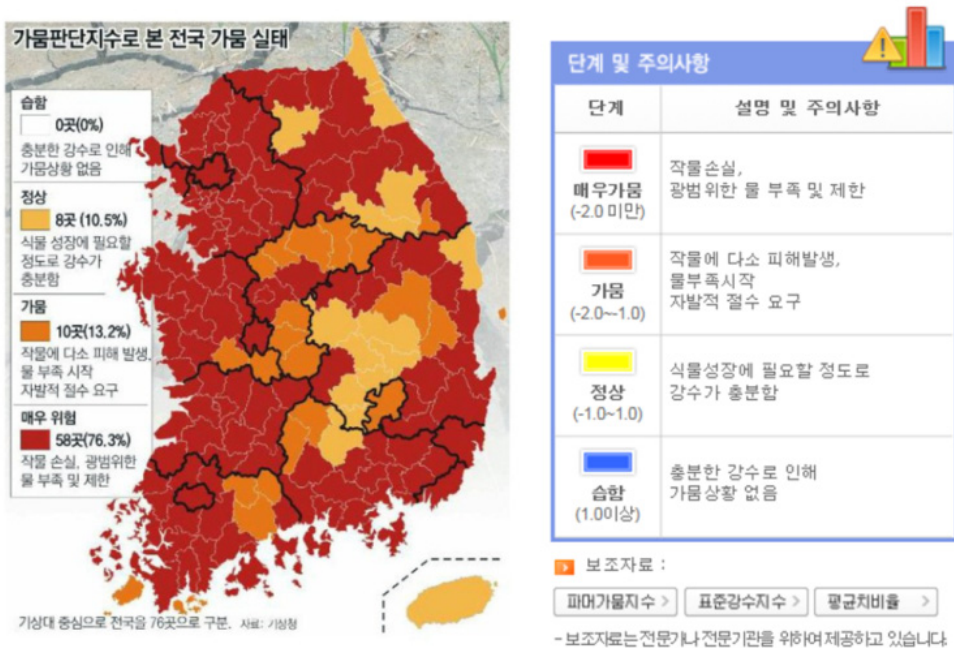


자료 : OECD The Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction, 2012

〔그림 1-2〕 OECD 국가의 물 스트레스

- 2012년 영국 물 전문 조사기관인 GWI(Global Water Intelligence) 조사 자료에서도 물 사용량이 증가함에 따라 2025년 기준 세계인구의 38%, 전체국가의 20%가 물 부족을 겪을 것으로 예상하고 있으며, 우리나라는 세계 19개 주요 대상국가 중 체코, 폴란드, 호주에 이어 4번째로 물 사용량이 많은 국가로 조사되었음
- 국제연합 국제인구행동연구소(PAI : Population Action International)에서 전 세계 국가를 대상으로 연간 물 사용 가능량이 1,000m³미만은 물 기근국가, 1,000~1,700m³은 물 부족국가, 1,700m³ 이상은 물 풍요국가로 분류하는데, 우리나라의 경우에는 1990년대 1,470m³, 2000년대 1,327m³, 2020년대 1,193m³로 해가 갈수록 줄어들 것이라 전망하였음
- 우리나라에서는 증가하는 물 수요에 대처하기 위하여 대형 댐 또는 저수지를 축조하여 수자원을 확보하는 정책을 추진하였으나, 환경파괴의 논란 및 수물주민의 반대 등으로 대형 댐 설치의 한계에 도달함

- 지속적인 수자원 공급의 인프라의 확충에도 불구하고 용수부족을 경험하고 있는 실정임
 - 최근 10년간 62개 시·군에서 가뭄기간 생활 및 농업용수의 부족을 2회 이상 경험하고 있음
 - 충청남도의 경우, 2012년 서산, 보령, 태안 등지에서 극심한 가뭄 피해가 발생하였고, 2012년 기상청의 가뭄판단지수에 의하면 ‘매우위험’ 한 가뭄단계의 지역이 충청남도에 많이 분포하고 있는 실정임
 - 2012년 104년 만의 대가뭄으로 인해 충청남도 내 저수지의 저수율은 29.2%로 전국평균(45.2%) 보다 현저히 낮았을 뿐만 아니라 저수지 931개 가운데 17.6%에 해당하는 164곳이 말라버림
 - 2014년도에도 7월 기준으로 충청남도 내 평균 저수율이 40%에 미치지 못함



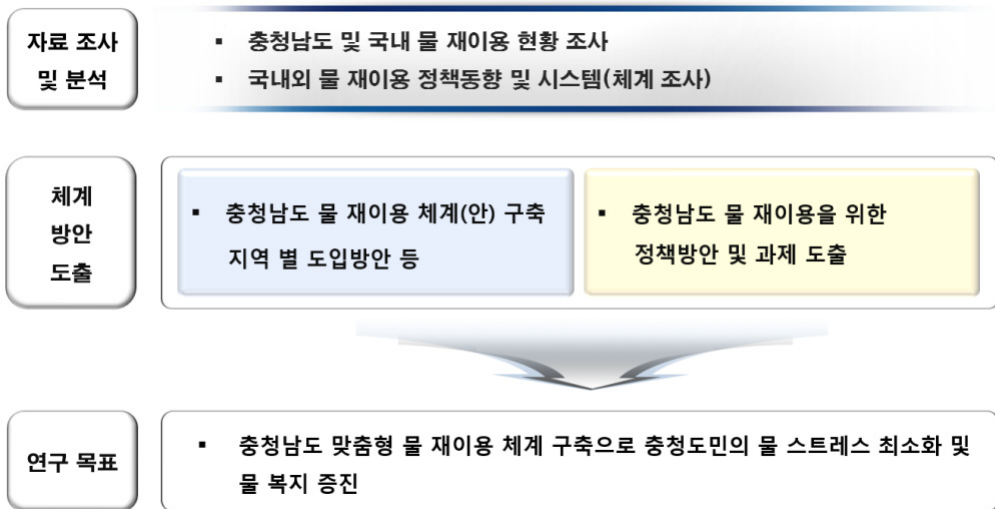
자료 : 기상청

〔그림 1-3〕 가뭄판단지수 현황(2012년 7월 기준)

- 가뭄 등의 기후변화로 인한 물 부족문제를 해결하기 위해 대체수자원 개발이 필요하므로 대체수자원으로 물 재이용을 통한 방안 마련이 절실히 필요함
- 환경부는 2013년 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」을 시행하여 물 자원의 지속가능한 이용을 도모하고 있으나, 여러 애로사항으로 인해 자치단체에서 적극적으로 확대되어 시행되지 않고 있음
- 충청남도형 물 재이용 체계를 구축하고, 물 재이용을 촉진하는데 장애가 되는 요인에 대한 개선대책을 수립하고 정책적으로 확대할 필요가 있음

2. 연구 목적

- 충청도민의 물 스트레스 최소화 및 물 복지 증진을 위한 충청남도 맞춤형 물 재이용 체계 구축(안) 제시
 - 충청남도의 지역적·사회적 특성에 맞는 맞춤형 물 재이용 체계 구축
 - 물 재이용을 활성화할 수 있는 방안을 마련하여 잠재적 물 부족 문제 해결



II. 국내·외 물 재이용 정책동향

1. 국내 물 재이용 정책동향

1.1 물 재이용 관련 법·제도의 변화

- 물 재이용과 관련된 법규와 제도는 하·폐수처리수, 중수도, 빗물 등으로 나누어 각기 다른 법에서 관리되어 오다가 2010년 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」로 통합관리하게 되었으며, 참고로 <표 2-1>에 빗물, 중수도, 하·폐수재이용수 등 재이용수별 제도의 변경내용을 요약·정리하였음

<표 2-1> 재이용수별 제도의 변화

연도	재이용	내용
1991	중수도	· 중수도 제도에 대한 규정이 제정
1994	중수도	· 중수도 실무지침서 및 설치모델 개발과 보급 추진 · 중수도 시설기준 및 유지관리지침 보급, 중수도 시설투자에 대한 조세감면혜택
1997	중수도	· 중수도 확충계획 수립 및 통보
2001	중수도	· 「수도법」개정에 의거 중수도 설치 의무화
2001	빗물	· 「수도법」을 개정하여 빗물이용을 법제화 9월에 동법 시행령, 10월에 동법 시행규칙을 제정
2005	하·폐수	· 하수 처리수 재이용 촉진 시범사업 계획 수립 및 수질 권고 기준 설정 (개 용도별 권고기준 : 청소, 조경, 유지, 친수, 농업, 공업용수)
2007	하·폐수	· 「하수도법」에 근거하여 “공공하수처리시설 처리수의 재이용” 의무화
2007	중수도	· 중수도 설치와 관련된 규정이 「하수도법」으로 이관·관리

2010	-	· 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 제정, 공포 (2010.6.8.)
2010	하·폐수	· 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」은 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제 48조 제 1항에 따른 폐수종말처리시설의 처리수의 재이용 및 하·폐수 처리수 재이용 사업 추가
2010	중수도	· 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 제9조에 의거하여 국가 또는 지방자치단체, 공기업, 지방공기업에 의해 시행되는 관광단지 개발사업, 도시 개발사업, 산업단지 개발사업, 택지 개발 사업에 따른 신축 시설물을 중수도 설치 대상에 포함
2010	빗물	· 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」에 의거하여 신축하는 공공청사를 빗물이용 설치 대상에 포함
2011	-	· 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」 시행령 및 시행규칙 제정, 공포

1.2 물 재이용 정책방향 및 추진전략

1) 정책 비전 및 목표설정

- Water Reuse 2020: 25.7억 톤
- 지속가능한 물 재이용 활성화로 친환경 수자원 확보
- 수자원 보호, 기후변화 대비, 친환경 물 순환 회복

① 정책 비전

- 깨끗하고 풍부한 물 환경 구축
- 순환형 물 환경 미래도시 건설
- 물 자원을 아껴 쓰고 다시 쓰는 사회시스템 구축
- 녹색성장을 선도하는 물 재이용 산업강국으로의 도약

② 주요 지표

- 목표년도 2020년 빗물, 중수도, 하·폐수를 모두 포함한 총 물 재이용량은 연간 2,572백만 m^3 으로 2008년도 대비 2.9배 증대

□ 재이용 부분별

- 빗물이용시설의 보급 확대를 위한 제도적·기술적 기반을 구축으로 전국의 빗물사용량을 연간 78백만 m^3 으로 증대
- 중수도시설의 활성화를 위한 제도개선과 관리기준 확립을 통한 중수도 사용량을 연간 489백만 m^3 까지 증가
- 하수처리수 재이용사업 확대 추진 및 수요처 확보로 하수처리수 1,978백만 m^3 (장내·외 모두 포함), 폐수처리수 28백만 m^3 으로 증대

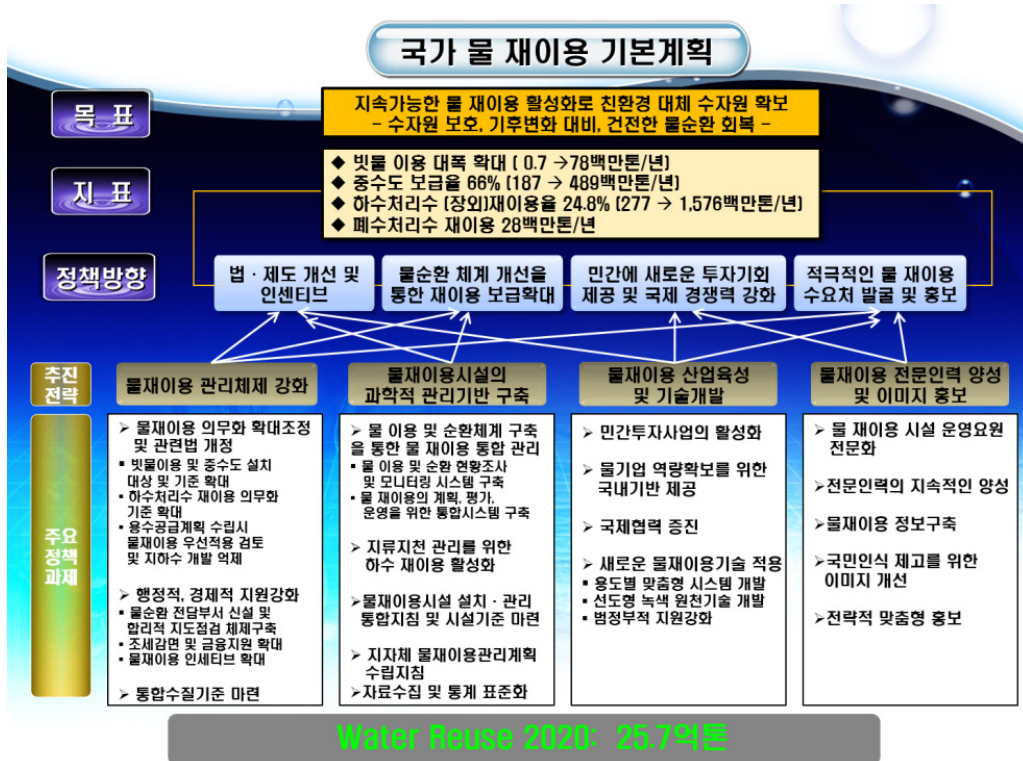
□ 재이용 용도별

- 하천유지용수가 전체 재이용 총량의 30%를 차지하고, 공업용수 20%, 중수도 19%, 하수처리장 내 16%, 기타 도시용수 7%, 농업용수 4%, 빗물 3%, 폐수 1% 순으로 구성

〈표 2-2〉 단계별 물 재이용 목표

단계 구분		계획년도	1단계	2단계	3단계
목표년도		2008	2011~2012	2013~2016	2017~2020
빗물		0.7	7.7	27.4	78
중수도		198	256	364	489
공공 하수도	공업용수	15	105	353	507
	농업용수	27	50	85	106
	하천 유지용수	214	279	527	778
	기타 도시용수	21	70	125	185
	소계	277	503	1,090	1,576
	장내용수	401	401	401	401
폐수		-	-	15	28
총계		877	1,168	1,897	2,572

- 물 재이용 산업육성을 위한 정부지원으로 10조 2,700억 원 규모의 국내시장 창출 및 해외진출 기반 확립



자료 : KEI, 국가 물 재이용 정책 추진현황과 방향

(그림 2-1) 국가 물 재이용 추진계획 기본전략

2) 정책 방향

- 물 재이용 법·제도 개선 및 인센티브 확대
- 지역별 물 순환 체계 개선을 통한 재이용 보급 확대
- 물 재이용 산업육성과 기술개발을 통한 민간에 새로운 투자기회 제공 및 국제 경쟁력 강화
 - 적극적인 물 재이용 수요처 발굴 및 홍보

3) 주요 정책과제

① 물 재이용 관리체제 강화

- 물 재이용 의무화 확대·조정 및 관련법 개정
 - 빗물이용 및 중수도시설 설치 대상기준 확대
 - 공장 및 상가, 아파트 등의 공동 주택, 학교 등 일정규모 이상의 건축물에 빗물이용시설 설치 의무화 확대 적용
 - 중수도설치 건축연면적 기준을 적정수준으로 축소하고, 일정규모 이상의 중수도 이용 또는 용수 사용량을 가진 건축물에 대한 의무화 기준 확대 개편
 - 중수도설치 의무대상을 발전시설, 문화 및 집회시설, 의료시설의 일정규모 이상에 대해 의무화 적용 확대
 - 일정규모 이상의 빗물 및 중수도 의무 대상시설에 대해 재개발, 재건축시 이중배관설비를 의무화
 - 일정규모 이상의 하수처리장에 대한 하수도정비기본계획 수립 시, 하수처리수 장외 재이용율을 10% 이상 의무화
 - 수도정비기본계획의 용수이용계획 수립 시 물 재이용 계획검토 및 우선 적용 의무화
 - 기존 지하수 개발·이용지역 내 물 재이용시설 실태조사 및 물 재이용 우선 적용
- 물 재이용시설 확대·보급을 위한 행정 및 경제적 지원 강화
 - 물 순환 및 재이용 관련 전담부서 신설 및 합리적 지도점검 체제 구축
 - 물 재이용 관련 전담부서 신설·운영
 - 중수도 시공 자격제 도입
 - 중수도 순회 관리제도 도입
 - 물 재이용에 따른 조세감면 및 금융지원, 인센티브 확대
 - 중수도 설치에 따른 조세감면
 - 환경개선자금 지원 확대

- 국고보조금 지원
- 건축물 용적률 규제 완화
- 물 재이용시설 설치에 따른 공간 활용 보상
- 물 재이용시설 시공업체에 대한 인센티브 부여

□ 물 재이용 용도별 통합 수질기준 마련

- 중수도 및 하수 재이용수의 수질기준 권고안에 대한 적정성 검토를 통한 수질기준 개선
- 물 재이용 용도에 따른 재이용수 통합 수질기준 마련

② 물 재이용 시설의 과학적 관리기반 구축

□ 물 재이용 및 순환체계 구축을 통한 물 재이용 통합관리

- 물 이용 및 순환 현황조사 및 모니터링 시스템 구축
- 물 재이용 계획, 평가, 운영을 위한 통합시스템 구축

□ 물 재이용 계획 수립 시 빗물, 중수도, 하·폐수처리수 재이용을 고려할 수 있는 계획 및 평가도구 개발

- 지자체별 물 순환 이용관리 시스템 구축을 통한 물 재이용 관리계획 수립
- 물 재이용 통합관리 시스템을 통한 하·폐수 재이용에 의한 수질오염총량제의 수질오염 부하량 삭감계획 반영

□ 지류지천 관리를 위한 하수 재이용 활성화

- 건천화 된 하천 실태파악 및 재이용수 공급방안 마련
- 빗물, 중수도, 하수 처리수 재이용을 연계한 물이용 계획 수립
 - 기존 수요의 공급원의 다양화
 - 왜곡된 물 순환 체제의 개선방안
 - 유역변경의 물 이동을 최소화한 수요 증가에 대처 방안

□ 물 재이용시설 설치·관리 통합지침 및 시설기준 마련

- 물 재이용시설 설치·관리 통합 지침 마련
- 물 재이용시설 기준 마련
- 지자체 물 재이용 관리계획 수립 지침
- 물 재이용 자료수집 및 통계, 표준화

③ 물 재이용 산업육성과 기술개발

□ 물 재이용 산업기반 구축과 국제경쟁력 강화

- 물 재이용 민간투자 사업 활성화
- 물 기업 역량확보를 위한 국내기반 제공
- 국제 협력을 통한 해외 물 산업 진출기반 마련

□ 새로운 물 재이용 기술 적용

- 용도별 맞춤형 물 재이용 시스템 개발
- 선도형 녹색 원천기술 개발
- 물 재이용 기술개발 위한 범정부적 지원강화

④ 물 재이용 전문인력 양성 및 홍보

□ 물 재이용 산업기술 인력 전문화

- 물 재이용 및 하수처리시설 운영요원의 전문화
- 물 재이용 관련 전문인력의 지속적인 양성
- 물 재이용 전문가의 지속적 관리 및 최신 정보 제공

□ 물 재이용 이미지 개선

- 국민 인식제고 노력을 통한 이미지 개선
- 전략적 맞춤형 물 재이용 홍보

					1단계 [2012]	2단계 [2016]	3단계 [2020]
추진전략					관리체제 강화	과학적 관리기반 구축	보급확대 및 산업화 정착
	추진 내용				<ul style="list-style-type: none"> 제도개선 및 관련법 정비 민간투자사업 제도개선 및 활성화 선도형 원천기술 개발 및 실용화 지류지천 관리를 위한 하수 재이용 계획수립 	<ul style="list-style-type: none"> 물재이용 통합관리 시스템 구축 완료 지류지천 관리를 위한 하수 재이용 사업 본격 추진 민간투자사업 정착화 재이용 원천기술 수출 추진계획 평가 	<ul style="list-style-type: none"> 물 재이용 산업 규모 증대 (국내외) 민간투자사업 수출 산업화 글로벌 전문 물기업 창출
목표량	총 목표량 (백만m ³ /년)	289	721	648			
	빗 물	5	18	25			
	중수도	58	108	125			
	하수도	226	587	486			
	공업	90	246	154			
	농업	23	35	21			
	하천	65	248	251			
	도시	49	55	60			
재정수입	폐 수	-	8	12			
	소요 예산 (억원)	3,720	20,599	45,931			
	국 비	959	6,176	15,266			
	지 방 비	419	6,328	17,698			
	민자투자	2,342	8,095	12,967			

[그림 2-2] 물 재이용 기본계획 단계별 추진계획

1.3 물 재이용 용도별 통합 수질기준

1.3.1 하·폐수처리수 재이용 수질기준

1) 하·폐수처리장 방류수 수질기준

- 하·폐수처리수 재이용시설은 하·폐수처리수를 원수로 하여 용도에 적합한 수질을 생산·공급할 수 있는 시설을 의미하는 것으로, 하·폐수처리수 재이용수를 생산하기 위해서는 하·폐수처리장에서 일정한 수질을 공급하여야 한다는 전제조건이 필요
- 하수도법 시행규칙 제3조 별표 1에 하수처리장 방류수 수질기준 참고

〈표 2-3〉 하수처리수 방류수 수질기준

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

〈표 2-4〉 적용 대상지역

구분	범위
I 지역	<ul style="list-style-type: none"> · 「수도법」 제7조에 따른 상수원보호구역 · 「환경정책기본법」 제22조제1항에 따른 특별대책지역 · 영 제4조제3호에 따른 수변구역 · 「새만금사업 촉진을 위한 특별법」 제2조제1호에 따른 새만금사업지역으로 유입되는 하천이 있는 지역으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 지역
II 지역	<ul style="list-style-type: none"> · 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제22조제2항에서 규정하고 있는 중 권역중 화학적 산소요구량(COD) 또는 총인(T-P)이 당해 권역의 목표기준을 초과하였거나, 증가하고 있는 지역으로 환경부장관이 정하여 고시하는 지역
III 지역	<ul style="list-style-type: none"> · 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제22조제2항에서 규정하고 있는 중 권역중 I · II 지역을 제외한 4대강 본류에 유입되는 지역으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 지역
IV 지역	<ul style="list-style-type: none"> · I · II · III 지역을 제외한 지역

2) 하·폐수처리수 재이용 수질기준

- 하·폐수처리수 재이용수는 다양한 용도로 사용될 수 있으며, 도시재이용수, 조경용수, 친수용수, 하천유지용수, 농업용수, 습지용수, 지하수충전용수, 공업용수 외에도 하수처리장의 장내용수로도 사용됨
- 하·폐수처리수 재이용수의 수질은 용도에 따라 다양할 수 있으며, 건강상 위해가 되지 않아야 하고 환경에 미치는 영향을 최소화하여야 함
- 하·폐수 재이용수 용도별 수질기준에 따른 고려사항
 - 하천유지용수

- 친수공간이 부족한 도심지역, 건천화 된 하천의 유지용수가 필요한 지역에 계획되어야 하며, 자연형 하천정화사업 및 주민 친화공간(공원화 및 체육시설 조성) 제공사업의 효과가 극대화될 수 있으므로 가능한 병행 추진함이 바람직함
- 재이용수 공급하천에 냄새, 거품 및 조류의 발생으로 사업의 효과가 반감될 가능성에 대비하여 사전검토를 실시하여야 함
- 공업용수
 - 경제성 분석, 오염물질 부하삭감량 등 장·단점 비교분석, 수요처와 협약 완료 후 사업시행을 하여야 하며, 단순 냉각용수일 경우 지나친 재처리시설 설치를 지양하여야 함
 - 하수처리수 재이용사업자(지방자치단체장, 공공사업자, 민간사업자)는 수요처의 요구 수질 및 수량에 맞추어 공급함을 원칙으로 하되, 불가피하게 공급하지 못하는 상황에 대비하여 기존의 용수공급라인을 비상용으로 확보할 수 있도록 계획하여야 함
 - 이용설비에 “하·폐수처리수”라는 표지를 할 것
- 농업용수
 - 상습적인 농업용수 부족지역을 우선적으로 고려하여야 하며, 경작지 농민의 사전 동의가 필요
 - 논농사, 화훼농사 등에 적용 가능하나, 원칙적으로 날로 먹는 농산물(딸기, 채소류 등)은 제외
- 조경용수
 - 도시가로수 등의 관개용수 및 골프장, 체육시설의 잔디 관개용수로 사용
 - 주거지역 녹지에 대한 관개용수로 공급하는 경우, 식물의 생육에 큰 위협을 주지 않는 수준으로 사용

〈표 2-5〉 하 · 폐수처리수 용도별 수질기준

구분	도시 재이용수	조경 용수	친수 용수	하천 유지용수	농업 용수		습지 용수	지하수 충전	공업 용수
총대장균 군수 (개/100mL)	불검출	200이하	불검출	1,000 이하	직접 식용	불검출	200 이하	먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙	200 이하
					간접 식용	200 이하			
결합잔류염소 (mg/L)	0.2 이상	-	0.1 이상	-	-		-		10 이하
탁도 (NTU)	2 이하	2 이하	2 이하		직접 식용	2 이하	-		10 이하
부유물질 (mg/L)	-	-	-	6 이하	-		6 이하		6 이하
생물화학적 산소요구량 (BOD)(mg/L)	5 이하	5 이하	3 이하	5 이하	3 이하		5 이하		6 이하
냄새	불쾌 하지 않을 것	불쾌 하지 않을 것	불쾌 하지 않을 것	불쾌 하지 않을 것	불쾌하지 않을 것		불쾌 하지 않을 것		불쾌 하지 않을 것
색도 (도)	20 이하	-	10 이하	20 이하	-		-		-
총질소 (T-N)(mg/L)	-	-	10 이하	10 이하	-		10 이하		-
총인 (T-P)(mg/L)	-	-	0.5 이하	0.5 이하	-		0.5 이하		-
수소이온농도 (pH)	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5		5.8~8.5		5.8~8.5
염화물 (mgCl/L)	-	250 이하	-	-	-		250 이하		-
전기전도도 (μ s/cm)	-	-	-	-	직접 식용	700 이하	-		-
					간접 식용	2,000 이하			

1.3.2 중수도 재이용 수질기준

- 중수도 재이용수는 중수도로 유입되는 원수의 오염성분이 다양하므로 하나의 독자적인 처리공정으로 원수를 처리하기는 어려우며, 일반적으로 중수도에 유입되는 오염성분을 고려하여 대응되는 처리공정을 조합하여 계획하여야 함
- 중수도 재이용수는 다양한 용도로 사용될 수 있으며, 도시재이용수, 조경용수, 친수용수, 하천유지용수, 습지용수, 공업용수로 사용됨
- 일반적으로 중수도는 중수도를 사용하는 수요자의 관점에서 위생 및 수질의 안정성과 시설의 합리성, 안정성, 경제성을 확보하여야 함

〈표 2-6〉 하·폐수처리수의 용도구분 및 제한조건

구분	대표적 용도	제한조건
도시 재이용수	① 주거지역 건물외부 청소 ② 도로 세척 및 살수 ③ 기타 일반적 시설물 등의 세척 ④ 화장실 세척용수 ⑤ 건물내부의 비음용, 인체 비접촉세척용수	<ul style="list-style-type: none"> • 도시지역 내 일반적인 오물, 협잡물의 청소용도로 사용하며 다량의 청소용수 사용으로 직접적 건강상의 위해 가능성이 없는 경우 • 비데 등을 통한 인체 접촉 시와 건물 내 비음용·비접촉 세척 시에는 잔류물 등에 의한 위생상 문제가 없도록 처리하여야 함
조경용수	① 도시 가로수 등의 관개용수 ② 골프장, 체육시설의 잔디 관개용수	<ul style="list-style-type: none"> • 주거지역 녹지에 대한 관개용수로 공급하는 경우 식물의 생육에 큰 위해를 주지 않는 수준이어야 함
친수용수	① 도시 및 주거지역에 인공적으로 건설되는 수변친수지역의 수량 공급 ② 기존 수변지구의 수량 증대를 통하여 수변 식물의 성장을 촉진시키기 위하여 보충 공급 ③ 기존 하천 및 저수지 등의 수질향상을 통하여 수변휴양(물놀이 등)	<ul style="list-style-type: none"> • 재이용수를 인공 건설된 친수시설의 용수로 전량 사용하는 경우, 친수 용도에 따라 재이용수 수질의 강화 여부를 결정 • 일반 친수목적의 보충수는 기존 수계 수질을 유지 혹은 향상시킬 수 있어야 하며 목적에 따라 재이용수의 처리정도를 강화할 수도 있음

	기능을 향상시킬 목적으로 보충 공급되는 용수	
하천 유지 용수	① 하천의 유지수량을 확보하기 위한 목적으로 공급되는 용수 ② 저수지, 소류지 등의 저류량을 확대하기 위한 목적으로 공급	<ul style="list-style-type: none"> 기존 유지용수 유량 증대가 주된 목적이므로 수계의 자정(自淨)용량을 고려하여 재이용수의 수질을 강화시킬 수 있음
농업 용수	① 비식용 작물의 관개를 위하여 전량 또는 부분 공급하는 용도 ② 식용농작물 관개용수의 수량 보충용으로 인체비유해성이 검증된 경우 <ul style="list-style-type: none"> 직접식용은 조리하지 않고 날것으로 먹을 수 있는 작물 간접식용은 조리를 하거나 일정한 가공을 거친 후에 식용할 수 있는 작물 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 농업용수 수질을 만족하여야 하나, 관개용수의 유량 보충 시 농업용수 수질 이상 및 기존 수질 보다 향상 가능하도록 처리하여야 함
습지 용수	① 고립된 소규모 습지에 대한 수원으로서 사용하는 경우 ② 하천유역의 대규모 습지에 대한 주된 수원으로서 공급하는 경우	<ul style="list-style-type: none"> 습지의 미묘한 생태계에 악영향을 미치지 않도록 영양소 등의 제거와 생태영향 평가를 거쳐 공급하여야 함
지하 수 충전	① 지하수 함양을 통한 지하수위 상승 목적 ② 지하수자원의 보충용도	<ul style="list-style-type: none"> 지하수계의 오염물질 분해제거율과 축적가능성을 평가하여 영향이 없도록 공급하여야 함
공업 용수	① 냉각용수 ② 보일러 용수 ③ 공장내부 공정수 및 일반용수 ④ 기타 각 산업체 및 공장의 용도	<ul style="list-style-type: none"> 일반적인 수질기준은 설정하되 공업용수는 기본적으로 사용자의 요구수질에 맞추어 처리하여야 하므로 산업체 혹은 세부적인 용도에 따른 수질기준은 지정하지 않음

〈표 2-7〉 중수도 용도별 수질기준(2015년 1월 1일 적용)

구분	도시 재이용수	조경용수	친수용수	하천유지용수	습지용수	공업용수
총대장균균수 (개/100mL)	불검출	200이하	불검출	1,000 이하	200 이하	200 이하
결합잔류염소 (mg/L)	0.2 이상	-	0.1 이상	-	-	
탁도 (NTU)	2 이하	2 이하	2 이하		-	10이하
부유물질 (mg/L)	-	-	-	6 이하	6 이하	
생물화학적 산소요구량 (BOD)(mg/L)	5 이하	5 이하	3 이하	5 이하	5이하	6이하
냄새	불쾌하지 않을 것					
색도 (도)	20 이하	-	10 이하	20 이하	-	-
총질소 (T-N)(mg/L)	-	-	10 이하	10 이하	10 이하	-
총인 (T-P)(mg/L)	-	-	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	-
수소이온농도 (pH)	5.8 ~ 8.5					
염화물 (mg Cl/L)	-	250 이하	-	-	250 이하	-

1.3.3 빗물이용 수질기준

- 빗물이용시설은 양질의 빗물을 모을 수 있는 집수면 및 저류조와 처리시설을 계획하고 시설기준 요건에 적합하도록 저류시설과 송·배수시설을 갖추어야하며, 사용용도에 따른 위생·안전성을 고려하여 배관의 색을 다르게 하는 등 관리기준을 만족하여야 함
- 빗물이용에서의 수질기준은 중수도 수질기준과 하수처리수 재이용수 수질기준을 준용할 수 있지만, 빗물의 양호한 수질을 확보할 수 있는 측면을 감안하여 심미적 영향물질(pH, 탁도)의 제거와 미생물학적 안전성(총대장균군)을 확보할 수 있는 수질기준을 권장함

〈표 2-8〉 빗물이용시설 수질권고기준

분석항목 빗물이용용도	비음용수	
	인체비접촉 용수	인체접촉 용수
pH	5.8 ~ 8.5	
탁도(NTU)	5 이하	2 이하
총대장균군	-	불검출

2. 국외 물 재이용 정책동향

2.1 미국의 정책동향

- 미국에서의 하수재이용은 관개용수로의 이용 및 간접적인 먹는 물 생산을 위한 하수재이용 프로젝트 등 다양한 목적으로 시행되고 있으며, 지역적으로는 캘리포니아 및 플로리다 지역과 같은 남부지역에서 활발히 진행되고 있음
- 미국의 대부분 주에서 지하수가 주 식수원으로 쓰이고 있어 물 재이용수의 지하수원 유지를 위한 지하수 충전 용도로도 쓰이고 있으며, 특히, 캘리포니아나 플로리다처럼 바다와 인접한 주의 경우에는 해수침해로부터 지하수를 보호하기 위한 목적도 겸하고 있음
- 미국 전역에 통용되는 중수도 정책을 갖고 있지는 않으며, 각 주정부에 중수도 규제를 맡기고 있음
- 51개 주정부 중에서 약 30개의 주정부가 중수도에 관한 법령이나 조례를 갖고 있고, 각 주정부의 법령과 조례는 매우 다양하며, 노스캐롤라이나 주정부는 매우 엄격한 중수도 법령을 갖고 있어 하수처리시설의 방류수수질기준과 동일한 기준으로 처리할 경우에 한하여 물의 재이용을 허용하고 있음

〈표 2-9〉 미국 내 물 재이용 현황(2006년)

주	응답 처리장 수	보고된 물 재이용량(10,000m ³ /일)	순위
아리조나	25	18.9	4
캘리포니아	85	90.2	2
콜로라도	4	5.4	6
플로리다	296	226.1	1
아이다호	1	0.8	8
노스캐롤라이나	7	0.01	9
네바다	1	2.6	7
텍사스	64	32.6	3
버지니아	2	11.6	5
계	485	374.33	

주) 전체 50개주를 대상으로 전체 물 재이용 관련시설에 대한 조사를 실시하여, 자료를 제공한
18개 주 498개소 중 485개소의 데이터에 기초한 자료임

자료 : WateReuse Foundation, 2008

〈표 2-10〉 물 재이용 용도

주	재이용 용도(%)				
	농업용수 및 관개용수	지하수 충전	공업용수	습지용수	기타
아리조나	67.4	21.0	10.3	0.0	1.4
캘리포니아	78.1	5.7	12.8	0.3	3.2
플로리다	44.8	18.2	7.9	7.0	22.2
텍사스	68.4	7.1	21.0	0.0	3.6

주) 기타 = 주거지 관개용수 + 화장실용수 + 그 외

자료 : WateReuse Foundation, 2008

〈표 2-11〉 EPA의 하수재이용수 수질 권고기준

재이용 용도	pH	BOD ₅ (mg/L)	탁도 (NTU)	TSS (mg/L)	대장균 (cfu /100mL)	잔류 염소 (mg/L)	TOC (mg/L)	TOX (mg/L)
도시 재이용수	6~9	<10	<2		불검출	>1		
제한지역 관개용수	6~9	<30		<30	<200	>1		
비상업용 농업 재이용수	6~9	<10	<2		불검출	>1		
상업용 농업 재이용수	6~9	<30		<30	<200	>1		
비식용농작물 농업용수	6~9	<30		<30	<200	>1		
여가 재이용수	6~9	<10	<2		불검출	>1		
조경용수		<30		<30	<200	>1		
건설용수		<30		<30	<200	>1		
산업용수	6~9	<30		<30	<200	>1		
환경 용수		<30		<30	<200			
간접 음용수 (지하수 충전)	6.5~ 8.5		<2		불검출	>1	<3	<0.2
간접 음용수 (지표수 보충)			<2		불검출	>1	<3	

1) 캘리포니아주

- 캘리포니아는 미국 내 물 재이용수를 가장 먼저 시행한 주로서 1912년에 샌프란시스코의 Golden Gate Park에서 관개용수 및 Bakersfield 지역에서 옥수수, 보리, 콩, 목화 및 목초 재배지에 관개용수로 하수처리수를 이용한 하수재이용을 시작
- 2001년 말 기준 하수재이용량은 약 177.5만 m^3 /일로 1970년의 3배에 달함
- 2001년 Recycled Water Task Force가 운영되기 시작하여 2003년에는 Water Recycling 2030: Recommendations of California's Recycled Water Task Force(2003)가 공표되었는데, 2030년까지의 캘리포니아 하수 재이용 계획과 관련하여 재정, 경제, 규제안, 및 사회적 관심 등 26개 사안들에 대한 추천안이 마련되어 물 재이용의 장기적 계획을 실행중임
 - 2030년까지 캘리포니아 인구가 약 5,200만명으로 예상되는 등 현재 인구(약 3,600만명, 2009년 기준)와 비교하여 약 30~50% 정도의 추가적인 물 확보가 요구되어 2030년까지 약 676만 m^3 /일의 물 재이용량 확보를 목표로 하고 있음

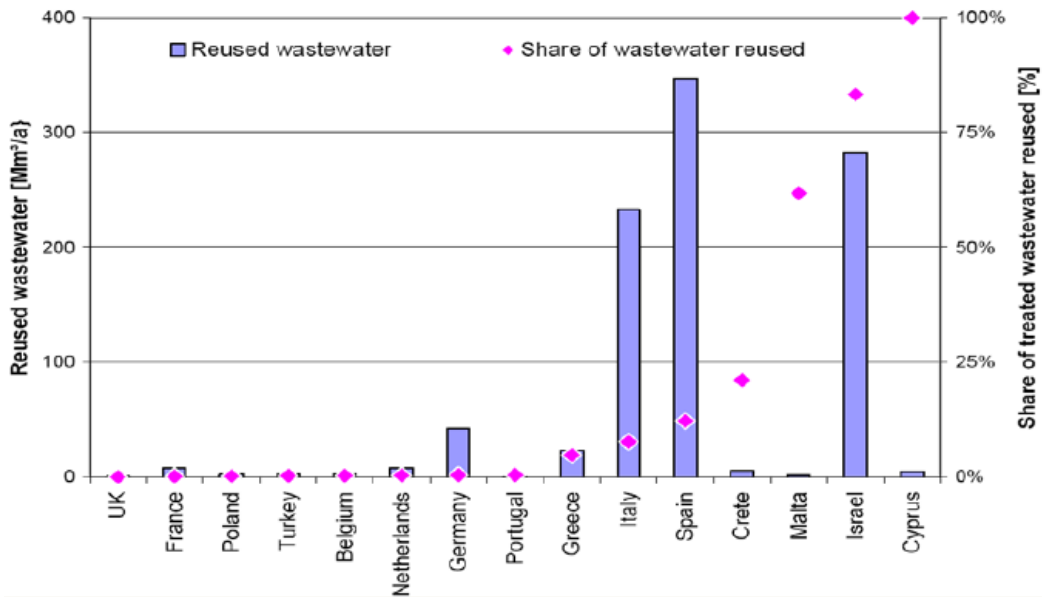
2) 아리조나주

- 미국 대부분의 주보다는 더 융통성 있는 중수도 정책을 가지고 있어 미국의 중수도 보급 확대관점에서의 선구자로 간주하고 있음
- 규제가 너무 심해 부담이 되는 정책이 오히려 불법적인 중수도 이용을 초래할 수 있는 현실과 공중보건에 대한 관심을 조화롭게 고려하여 효과적이고 균형적인 정책을 수립한 것으로 판단하고 있음
- 현재 중수도 정책은 2001년에 통과된 것으로 다른 규모의 중수도시설에 대해 다른 기준을 요구하는 단계식 접근법(Tiered Approach)을 시행

- 1단계: 13개의 BMP를 만족하는 1일 400갤런(약 1.5m³/일) 미만의 처리시설
 - 2단계: 13개의 BMP를 모두 만족시키지 못하는 1일 400갤런(약 1.5m³/일) 미만
이나, 1일 400~3,000갤런(약 1.5~11.4m³/일)의 처리시설
 - 3단계: 1일 3,000갤런(약 11.4m³/일)을 초과하는 처리시설
-
- 1단계 시설은 일반적인 허가에 의해 규제를 받으며, 이 허가는 사용자가 허가를
얻거나 사용자의 시설에 대한 통지를 하도록 요구하지 않는 대신 사용자는 일
반적 허가에 포함된 13개 BMPs를 준수하기만 하면 되며, BMPs는 공중보건과
환경보호의 내용, 예를 들면, 중수와 인간의 접촉에 대한 제한, 스프레이 방식의
관개용수 사용 금지, 저류탱크의 뚜껑 의무설치기준(ADEQ) 등에 대한 내용을
포함하고 있음
 - 2단계 시설은 아리조나주 정부의 환경관리과(Department of Environment
Quality)에 계획서를 제출하여야 하며, 시설 사용 전에 허가신청서를 제출하여야
하고, 그 외에 모든 2단계 허가는 5년마다 갱신하여야 함
 - 3단계 시설은 허가신청서를 제출해야 하고 각각의 경우에 따라 심사를 받아야
하며, 3단계시설에 대해서는 시설의 운전개시 전에 허가기관으로부터 검인증 절
차를 거쳐 검인 증서를 획득하여야 함

2.2 유럽의 정책동향

- 유럽 국가는 절반 이상이 물 스트레스 국가에 속하고 있어 유럽국민의 약 70% 이상이 물 부족 문제에 직면하고 있음
- European Council Directive 91/271/EEC에 의하면, “처리된 하폐수는 적절한 경우 언제나 재사용해야 한다”고 규정하고 있으나, 그 적절성을 어떻게 결정하는지에 대해서는 모호한 상태로 남겨져 있음
- 유럽의 재이용수는 연간 963백만 m^3 로 하수처리수의 약 2.4%가 재이용되었으며, Greece, Italy, Spain은 하수처리수의 재이용률이 5~12%인 반면, Israel, Malta, Cyprus의 경우 각각 83%, 60%, 100%의 높은 재이용률을 보임



자료 : 이스라엘 포함, AQUIREC project EVK1-CT-2002-00130, 2006

(그림 2-3) 유럽 국가별 하수처리수 재이용 현황

1) 영국

- 영국은 중수도 이용, 특히, 화장실 세정수의 이용에 관한 연구를 수행하였고, 그 결과 유지관리, 신뢰성, 시설의 복잡성으로 인한 비용 등의 많은 문제를 인지하고 있음
- 영국에서의 중수도시설은 건축시방서와 영국표준의 중수도시설 건설시방서(British Standards Greywater Systems Code of Practice)를 준수하는 경우에 한해 합법화되어 있음에도 불구하고 중수도시설을 널리 사용하고 있지는 않은 실정임

2) 스웨덴과 노르웨이

- 중수도에 관한 연구를 수행하여 학생들의 기숙사와 아파트건물에 대한 중수도 시설을 시범운영한 바가 있음
- 중수도 연구는 대부분 연구단계에 머무르는 수준이며, 소변의 분리수집 연구와 함께 생태적 관점에서의 위생관리 수준으로 점차 확대되는 중임

3) 스페인

- 바르셀로나 근처에 있는 Sant Cugat del Valles와 카탈로니아의 여러 다른 도시들도 고층건물에 대한 중수 재이용을 독려하는 조례를 제정하였음

2.3 일본의 정책 동향

- 일본은 도시업무용 화장실 세척용수로 재이용시범사업을 1979년 실시하였으며, 1998년 사용된 재이용수는 연간 약 13만 m^3 수준으로 재이용수의 약 40%는 이중 배관으로 수송되어 화장실 세척용수, 도시 조경용수 등으로 사용하고 있음
- 2005년 4월 하수처리수의 재이용 수질기준 등에 관한 매뉴얼(2005)을 공표하였고, 이와 함께 수처리 재생형 물환경 창조사업, 리사이클 추진사업, 재생자원 활용형 하수처리수를 활용하는 신세대 하수도 지원사업제도 등을 만들었음
- 하수처리수를 재이용 및 재활용하고 있음
 - 연간 140억 8천만 m^3 의 하수처리수 중 1억 8,700만 m^3 , 약 1.3%정도 재이용
 - 재이용되는 하수처리수 중 60%는 조경용수, 하천유지용수 등의 목적으로 이용
 - 재이용수 목적에 따라 수질기준을 다르게 설정
- MBR(Membrane Bioreactor)을 이용한 하수처리장이 증가추세에 있음
 - 2000년대 이후 MBR을 도입한 하수처리장이 증가하였고 관련 연구 프로젝트 실시
- 물 재이용 활성화를 위해 노력하고 있음
 - 막처리 기술 등 자국이 보유한 재생수 기술과 관련된 국제표준화규격을 주도적으로 책정하는 것을 목표로 2013년 6월 물의 재이용에 대한 기준 작성을 위해서 물 재이용에 관한 ISO 전문위원회(TC282)를 설치
 - 한·중·일 3개국이 협력하여 동북아시아의 재이용수에 관한 회의를 개최
- 일본 국토교통성은 건축기준법상의 우대제도로 물 부족지역 및 인구 50만 이상의 도시권에서 빗물을 잡용수로 이용하고자 하는 빗물이용시설의 설치 시 바닥면적을 기준으로 용적률의 1.25배를 한도로 용적률 산정의 대상에서 제외시켜 주는 제도를 건축기준법에 명시하고 있음

〈표 2-12〉 일본의 중수도 용도별 수질기준

구분	적용구역	화장실용수	살수용수	조경용수	레크레이션용수
총대장균군수 (개/100mL)	물 재생시설 배출구	불검출	불검출	1,000 이하	불검출
탁도(NTU)		2 이하			
수소이온농도 (pH)		5.8 ~ 8.6			
외관		심하지 않음			
색도(도)		사용자의 요구 및 필요성 적용		40 이하	10 이하
냄새		심하지 않음			
잔류염소 (mg/L)	책임 구역	0.1 이상	0.1 이상	환경보존 및 사람의 접촉에 따라 산정	0.1 이상
결함잔류염소 (mg/L)		0.4 이상	0.4 이상		0.4 이상
시설기준	-	모래여과시설과 동일하거나 그 이상의 시설			

〈표 2-13〉 하수처리수 재이용 주요 국가 간 비교

구분	재이용량 (백만톤/년)	재이용율 (%)	주요 용도 (%)				
			공업 용수	농업 용수	하천,습지 유지용수	지하수 충전	기타 환경용수
한국	276 (2008년)	4.9	5	10	77	-	8
일본	196 (2006년)	1.5	10	6	33	-	51
싱가포르	138 (2010년)	6.7	-	-	-	-	-
미국 플로리다	919 (2008년)	46	14	11	6	13	56
미국 캘리포니아	650 (2002년)	10	5	46	4	14	31
호주	167 (2002년)	12	3	83	-	-	14
유럽	963 (2002년)	2.4	4	70	5	17	4
중동/아프리카	약 1,980	20~100	-	-	-	-	-

Ⅲ. 국내·외 물 재이용 체계 구축 및 적용사례

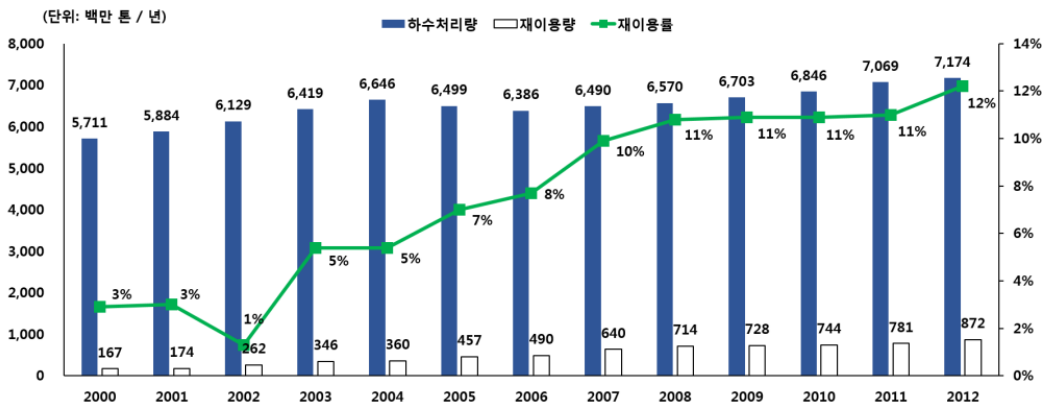
1. 국내 물 재이용 체계 현황

1.1 하수처리수 재이용시설 현황

1) 하수처리수 재이용 현황

□ 하수처리수 재이용시설 설치·운영현황

- 기존 수자원에 대한 의존도를 줄이고 물 수요를 충족시키면서 공공수역의 배출오염부하량을 저감할 수 있는 대안으로 하·폐수처리수의 재이용이 국내의 물 재이용 산업으로 점차 성장하고 있음
- 2008년 말 전국의 공공하수처리시설은 2,394개소이며, 이 가운데 하수처리수를 재이용하는 시설은 392개소에 달함
- 2002년에 하수처리수 재이용율은 1.3%에 불과하였으나, 2012년에는 12.2%로 증가



자료 : 환경부, 2012하수도통계, 2013

[그림 3-1] 하수처리수 재이용량 및 재이용률 변화

2) 하수처리수 재이용 용도현황

- 국내의 물 재이용은 현장 내 하수재생시스템으로 특징지어지는 것처럼 하수처리수의 많은 부분이 장내용수로 재이용되고 있음
- 2009년 기준으로 장내용수로 쓰이는 양이 3.9억톤/년(53%)으로 전체 재이용량 중 가장 많은 부분을 차지
- 장외용수로 쓰이는 용도 중 하천유지용수 2.4억톤/년(33%), 농업용수 3,709만톤/년(5.1%), 공업용수 1,442톤/년(2%) 순으로 나타남
- 2007년 국토해양부가 발표한 ‘수자원장기종합계획’에서 2011년 예상 용수수요량은 농업용수용 158억4,900만톤/년, 유지용수용 83억 6,800만톤/년, 공업용수용 31억 7,800만톤/년과 비교했을 때, 하천유지용수용 재이용량은 1.3%, 농업용수용 재이용량은 0.4%, 공업용수용 재이용량은 0.5%에 불과하여 하수처리 재이용수가 기존 수자원에 대한 대체용으로 거의 사용되지 않고 있는 것으로 나타남

〈표 3-1〉 국내 장내용수의 용도별 하수처리수 재이용 현황

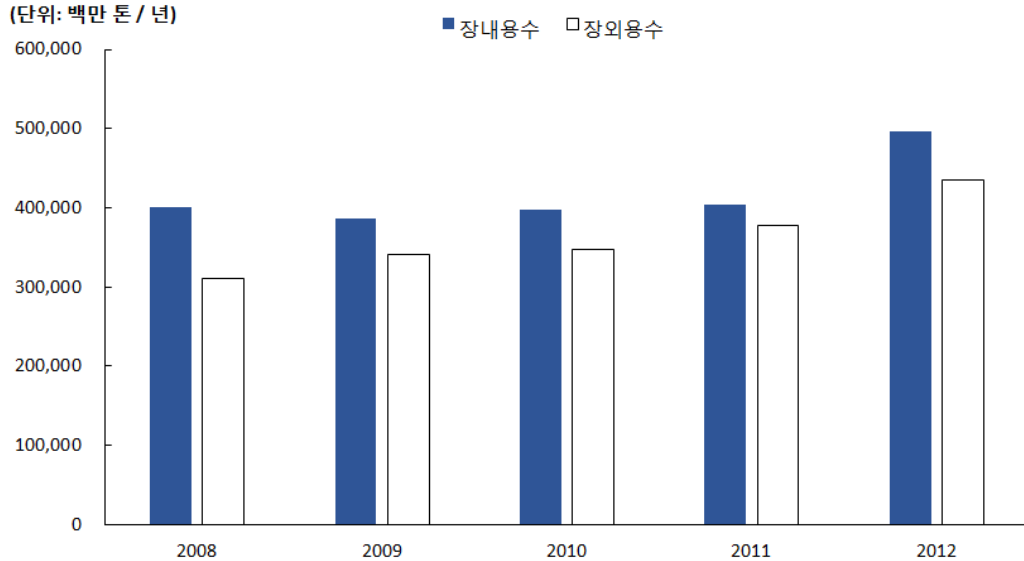
구 분		계	장내용수							
			소계	세척용수	냉각용수	청소용수	식수대	희석용수	중수도	기타
'08	재이용량 (천톤/년)	712,019	401,541	155,727	61,066	37,936	2,928	8,895	1,429	133,559
'09	재이용량 (천톤/년)	727,833	386,962	159,462	56,146	37,911	2,657	9,622	1,086	120,079
'10	재이용량 (천톤/년)	743,479	396,841	152,892	46,543	36,227	777	12,041	521	147,840
'11	재이용량 (천톤/년)	781,104	403,929	163,680	58,426	41,210	449	12,550	480	127,133
'12	재이용량 (천톤/년)	872,319	497,107	188,470	54,817	40,484	461	9,122	1,909	141,844

자료 : 환경부, 2012하수도통계, 2013

〈표 3-2〉 국내 장외용수의 용도별 하수처리수 재이용 현황

구 분		계	장외용수					
			소계	중수도	공업용수	농업용수	하천유지용수	기타
'08	재이용량 (천톤/년)	712,019	310,478	1,654	15,045	60,840	213,537	19,402
'09	재이용량 (천톤/년)	727,833	340,871	2,118	14,421	37,088	241,366	45,879
'10	재이용량 (천톤/년)	743,479	346,638	894	18,790	33,337	241,506	52,111
'11	재이용량 (천톤/년)	781,104	377,174	5,496	12,099	43,557	264,961	51,063
'12	재이용량 (천톤/년)	872,319	435,212	1,640	13,532	29,721	295,759	94,559

자료 : 환경부, 2012하수도통계, 2013



〔그림 3-2〕 하수처리수 재이용수의 장내 및 장외용수 사용 추이

1.2 중수도시설 현황

1) 중수도시설 설치·운영현황

- 중수도시설은 2001년 108개소에서 2012년 364개소로 14년 만에 337% 증가하였고, 사용량도 2001년 220,000m³/일에서 2012년 889,000m³/일로 404% 증가하였음
- 중수도 이용량은 단일사용 사업자로 한국수자원공사가 369,826m³/일로 가장 사용량이 많았으며, 충청남도가 196,402m³/일로 두 번째로 사용량이 많았음

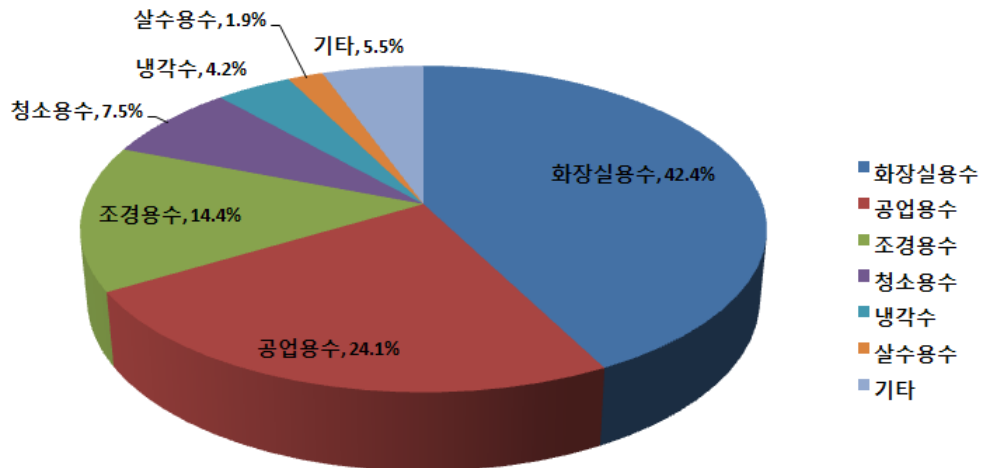
〈표 3-3〉 전국 시·도별 중수도시설 현황

시·도	시설수	건축연면적 (m ²)	처리용량 (m ³ /일)	중수도 이용량 (m ³ /일)
전국	364	48,456,129	1,230,272	889,463
서울특별시	73	8,347,182	21,208	7,395
부산광역시	20	2,481,843	6,358	3,679
대구광역시	10	369,811	6,054	5,817
인천광역시	9	685,412	24,420	10,943
광주광역시	9	422,740	2,244	1,484
대전광역시	10	1,014,623	5,188	1,721
울산광역시	3	169,136	810	278
세종특별자치시	1	1,388	4,000	3,000
경기도	88	10,730,043	133,908	80,800
강원도	12	954,518	11,220	2,067
충청북도	4	650,920	10,254	6,540
충청남도	19	1,769,595	223,822	196,402
전라북도	8	771,319	35,652	25,031
전라남도	11	6,940,670	72,640	65,198
경상북도	51	6,684,823	144,764	106,027
경상남도	8	923,683	5,655	2,014
제주특별자치도	6	349,723	1,655	1,240
한국수자원공사	22	5,188,701	520,420	369,826

자료 : 환경부, 2012하수도통계, 2013

2) 중수도 이용용도 현황

- 중수도는 화장실용수, 공업용수, 조경용수, 청소용수, 냉각수, 살수용수, 기타 등 다양하게 이용되는 것으로 조사되었음
- 화장실용수로 사용하는 경우가 총 153개소(42.3%)로 가장 많은 것으로 나타났으며, 공업용수는 87개소(24.1%)로 두 번째로 이용용도가 높았고 조경용수가 14.4%, 청소용수가 7.5%로 나타났음
- 기타용수는 관개용수, 세차용수, 분수용수, 소방용수, 양어장용수, 난방용수, 보일러용수, 생활용수(비음용)로 구성됨



(그림 3-3) 중수도 이용용도 현황

1.3 빗물이용 현황

1) 빗물이용시설 설치·운영현황

- 국내 빗물이용시설은 2012년 기준 전국에 총 630개소 설치되어 있으며, 이 가운데 서울시 386개소(48%), 경기도 81개소(12%)로 대부분 수도권에 집중되어 있음
- 전국 빗물이용시설 268개소 가운데 법적의무 대상시설은 총 8개소(약 2.98%)임

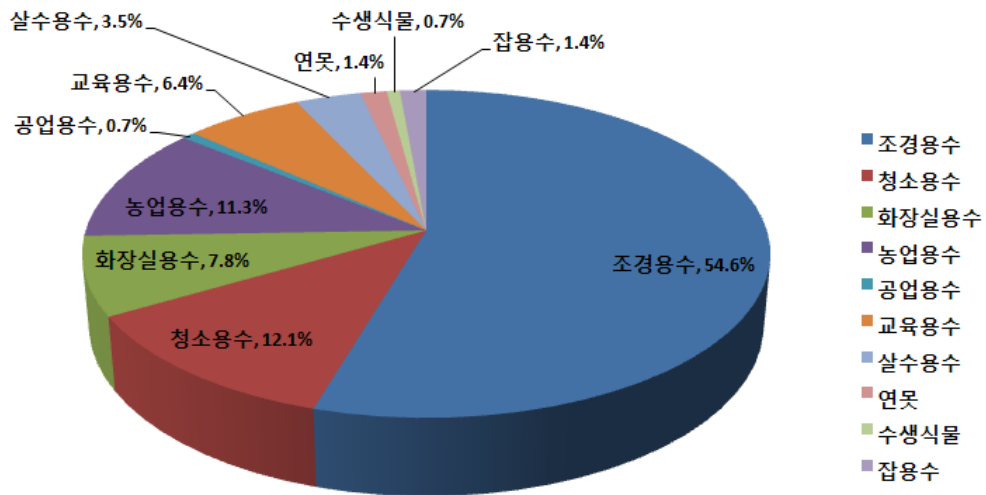
〈표 3-4〉 전국 시·도별 빗물이용시설 현황

시·도	시설수	설치비 (백만원)	집수면적 (m ²)	저류조 용량 (m ³)	연간사용량 (m ³ /년)
전국	630	19,007	36,301,069	4,174,688	8,235,258
서울특별시	386	-	-	104,726	102,299
부산광역시	4	868	12,2216	6,527	75,630
대구광역시	27	100	104,004	3,686	20,441
인천광역시	3	606	24,726	1,128	27,200
광주광역시	15	455	15,127	814	2,279
대전광역시	6	118	26,831	855	1,002
울산광역시	2	359	19,023	1,550	2,920
세종특별자치시	-	-	-	-	-
경기도	81	12,857	1,241,989	62,182	614,177
강원도	2	839	51,221	507	28,612
충청북도	2	100	14	180	161
충청남도	14	492	27,133	2,807	2,872
전라북도	21	637	13,566	2,036	442
전라남도	1	30	4,960	110	4,500
경상북도	0	-	-	-	-
경상남도	34	1,546	205,382	4,733	118,775
제주특별자치도	32	-	34,444,876	3,982,849	7,293,949

자료 : 환경부, 2012하수도통계, 2013

2) 빗물이용 용도 현황

- 빗물은 조경용수, 청소용수, 화장실용수, 농업용수, 공업용수, 교육용수, 살수용수, 연못유지용수, 수생식물관리용수, 잡용수 등의 10가지 용도로 구분할 수 있으며, 전반적으로 한 가지 용도로 이용하는 경우가 많지만 여러 가지 용도로 이용하는 경우도 있음
- 전체 빗물이용 용도 중에서 조경용수가 54.6%를 차지하여 가장 많이 이용하고 있으며, 다음으로는 청소용수 12.1%이고 농업용수 11.3%, 화장실용수 7.8%, 교육용수 6.4%로 나타남



〔그림 3-4〕 빗물이용시설의 이용용도별 현황

2. 국내 물 재이용 체계 구축 및 적용사례

2.1 국내 물 재이용 체계 구축사례

1) 서울시 물 재이용 관리계획 (2013)

- 서울특별시 물 재이용 관리계획(2013-2020)에서 제시하는 물 재이용 정책비전은 ‘기후변화 적응 도시, 물 재이용 친환경 수도 서울’로 설정하였음
- 정책비전 실현을 위한 4대 핵심목표는 아래와 같음
 - 수질환경 개선과 지속가능한 친환경 용수확보를 위한 깨끗하고 풍부한 물 환경 구축
 - 건전한 물 순환계 회복과 합리적 물이용을 통한 순환형 물 환경 미래도시 건설 기여
 - 민간사업 확대기반 마련 및 시민참여 확대하여 사회통합적 물 자원 관리정책 수립
 - 절수와 재이용 이미지 홍보를 통한 물 자원 아껴 쓰고 다시 쓰는 사회시스템 구축
- 비전과 목표를 달성하기 위하여 서울시 물 환경 현황을 토대로 빗물이용시설, 중수도시설, 하수처리수 재이용의 부문별 대책량을 설정하고 목표년도별 물 재이용 관리계획을 수립하였음
 - 목표년도별 물 재이용 계획에 대하여 물 재이용에 따른 서울시 물 순환 변화를 검토하고, 2020년까지 향후 8년간 물 재이용 촉진을 위한 사업계획 및 재정계획을 수립함
 - 물 재이용 확대를 위한 교육·홍보 계획과 관리계획에 따른 사업 추진단계별 평가지표를 구축하여 관리계획을 실효성 있게 추진

기후변화 적응 도시, 물재이용 친환경 수도 서울

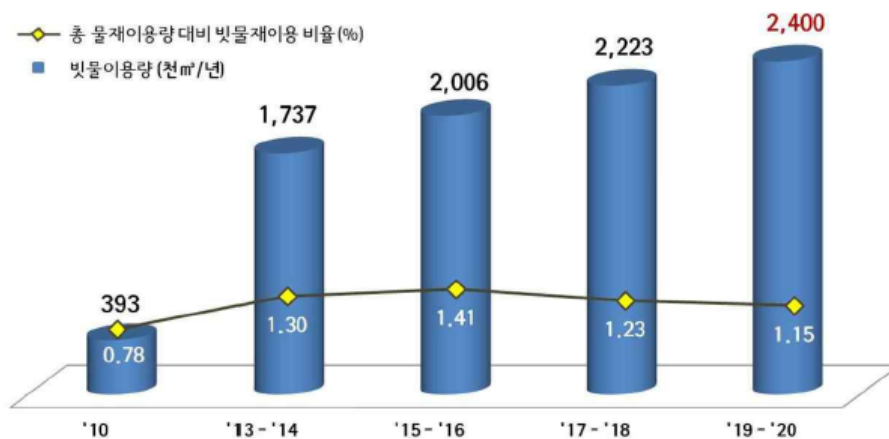


[그림 3-5] 서울시 물 재이용 관리계획의 비전 및 정책목표

- 서울시 물 재이용 관리방향
 - 2010년 서울시 물 재이용률은 3.86%로 빗물이용이 0.03%, 중수도가 0.21%, 하수처리수 재이용이 3.62%를 차지함
 - 서울시 물 재이용 관리계획은 빗물이용·중수도시설의 시설 유희화 방지 및 관리체계 개선과 하수처리수 이용확대의 물 재이용률 상향으로 기후변화에 적응하는 물 재이용 순환도시 조성 계획임
- 물 재이용 목표년도 관리목표량
 - 물 재이용 관리계획은 목표년도 2020년 물 재이용률을 2020년 서울시 총용수 사용량 1,454,097천m³/년의 14.4%로 설정
 - 목표년도 2020년 빗물, 중수도, 하수처리수를 포함한 총 물 재이용 목표량은 208,820천m³/년으로서 2010년도 대비 4.1배 증가 계획

□ 빗물이용시설 관리계획 목표량

- 서울시 빗물이용시설은 1997년 1개소가 설치된 이후 ‘서울특별시 빗물관리에 관한 조례’가 제정된 2005년에 16개소, 「빗물 가두고 머금기 사업」을 계획한 2010년에 214개소가 됨
- 2012년 5월에 ‘서울특별시 물의 재이용 및 촉진에 관한 조례’가 제정되면서 빗물이용시설은 시설의 공급에서 빗물의 효율적 이용에 초점을 맞추어 정책 및 사업계획 수립
- 서울시는 ‘서울특별시 물의 재이용 및 촉진에 관한 조례’를 제정하면서 법률에서 정하는 의무시설 설치기준을 확대 적용하여 지붕면적 1,000m² 이상인 모든 용도의 건축물은 빗물이용시설을 설치하도록 권장하고 있으며, 특히, 재개발, 재건축 등의 대규모 개발사업과 학교, 공동주택, 상가 등의 물 사용량이 많은 시설에 대해 빗물이용시설 설치를 확대하고자 함



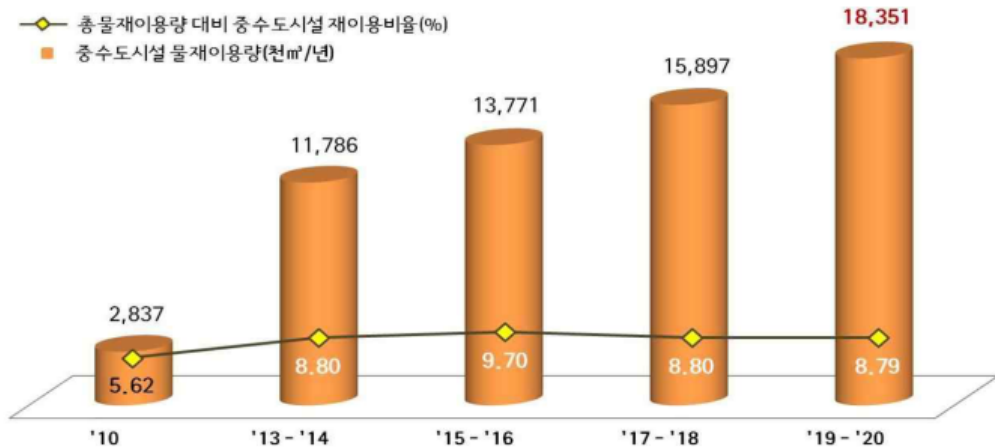
(그림 3-6) 목표년도별 빗물이용시설 관리계획 목표량 변화

□ 중수도시설 관리계획 목표량

- 서울시 중수도시설은 2010년에 총 52개소가 설치되었으며, 총 시설규모는 18,310m³/일 이며, 최근 5년간 설치된 중수도시설은 2008년까지 증가하였으나,

2009년에는 개소수 및 시설용량이 감소함

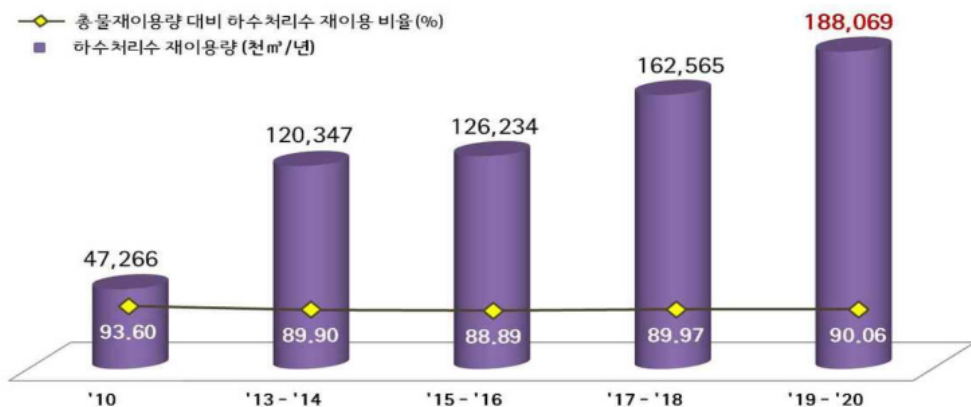
- 서울시 물 재이용 관리계획에 의한 중수도시설 재이용량은 2010년도의 2,837천 m^3 /년에서 목표년도 2020년에 18,351천 m^3 /년으로 약 6배 증가하며, 이는 2020년의 총 물 재이용 관리계획량의 8.71%를 차지함



(그림 3-7) 목표년도 중수도시설 관리계획 목표량 변화

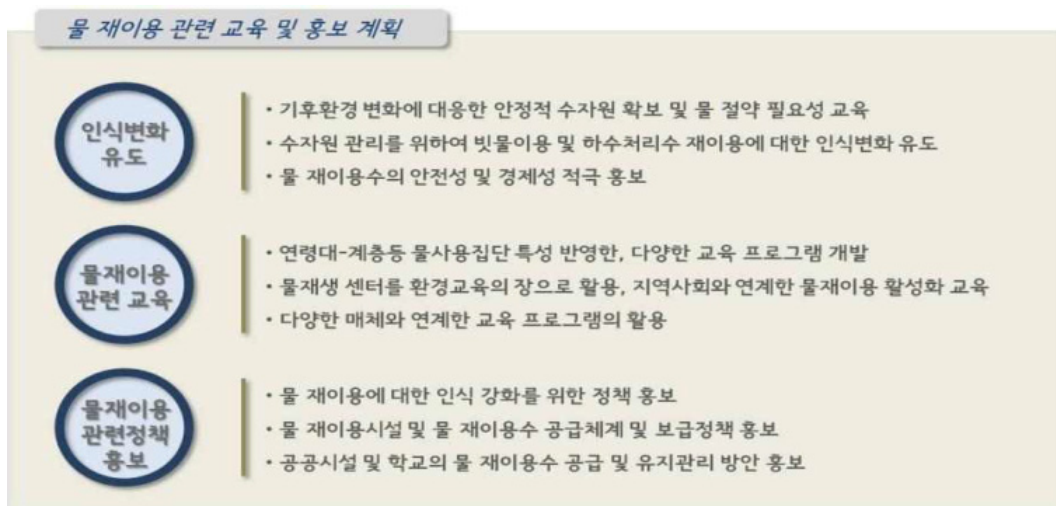
□ 하수처리수 재이용 관리계획 목표량

- 서울시는 중랑, 탄천, 서남, 난지 4개의 물재생센터에서 처리된 하수처리수를 재이용하고 있으나 대부분은 장내용수로 재이용하고 있으며, 장외용수로는 중랑과 탄천물재생센터에서 청소용수 등으로 재이용하고 있고, 2010년의 하수처리수 재이용량은 서울시 4개 물재생센터의 연간 하수처리량의 2.9%인 47,266천 m^3 /년임
- 서울시 물 재이용 관리계획에 의한 하수처리수 재이용량은 2010년의 47,266천 m^3 /년에서 목표년도 2020년에 188,069천 m^3 /년으로 약 3.9배 증가하게 되며, 이는 2020년의 총 물 재이용 관리계획량의 90.7%를 차지함



(그림 3-8) 목표년도 하수처리수 재이용 관리계획 목표량 변화

- 또한, 물 재이용 법·제도개선 및 인센티브 확대, 지역별 물 순환 시스템과 연계한 재이용 보급 확대 추진, 적극적 물 재이용 수요처 발굴 및 홍보와 시민참여기회 확대, 물 재이용 시설의 설치 및 운영 추적관리를 포함하는 통합적 관리체계 구축을 통해 물 재이용을 확대 보급하고, 아래의 그림과 같이 3단계로 물 재이용 교육 및 홍보계획도 마련

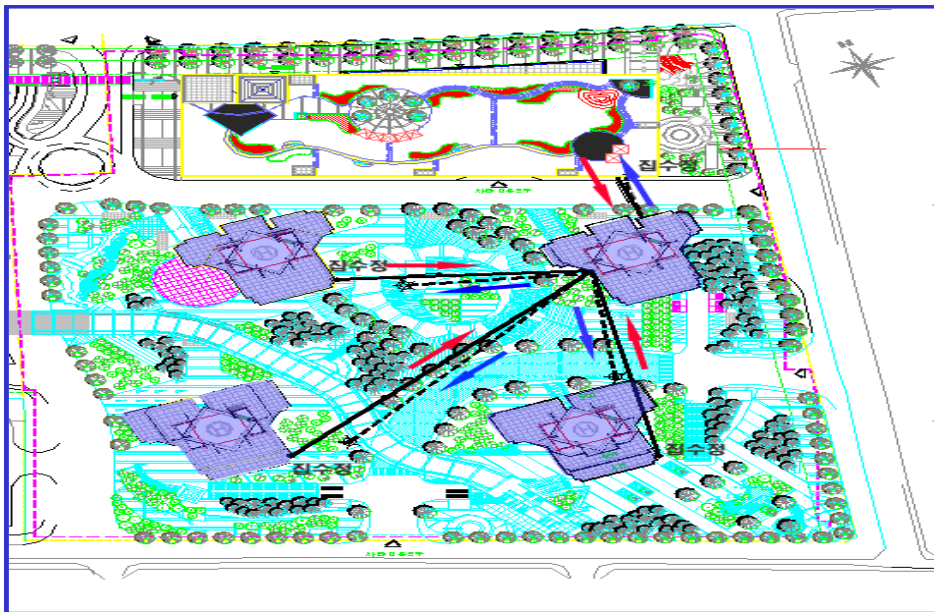


(그림 3-9) 물 재이용 관련 교육 및 홍보계획

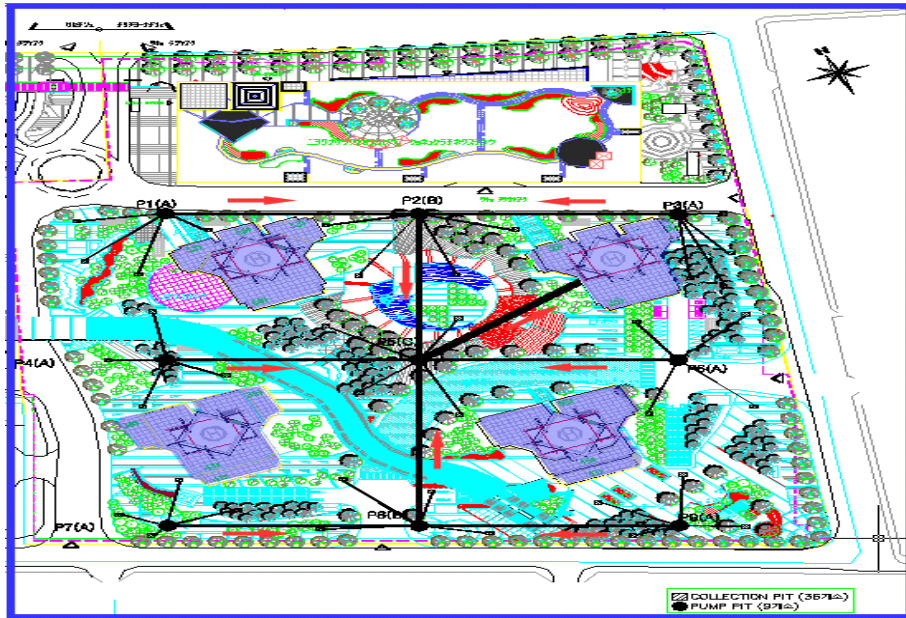
2.2 국내 물 재이용 적용사례

1) S주상복합단지 빗물이용시스템 개요

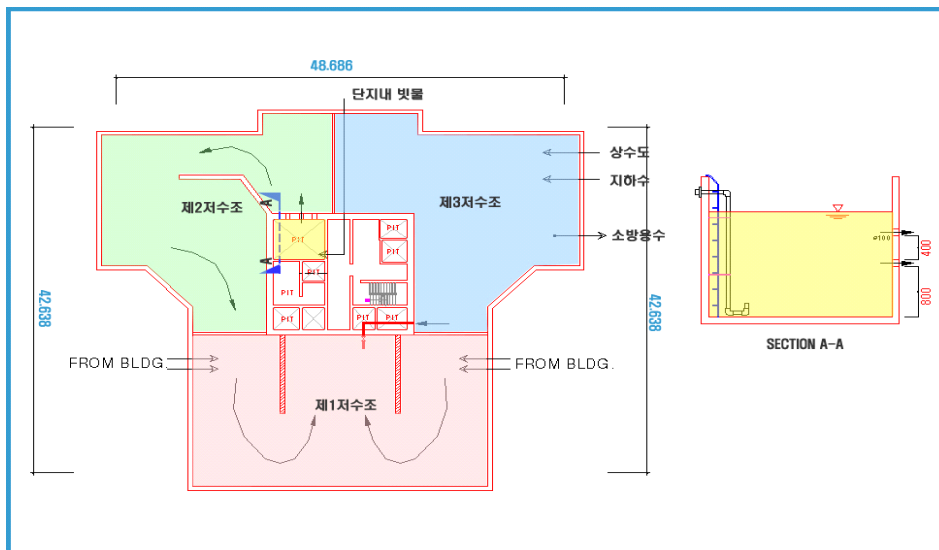
- S주상복합단지는 35~58층에 이르는 건물 4개 동으로 구성되어 있으며, 2007년 3월 준공하였음
- 단지 안에 내린 강우를 100mm까지 저장할 수 있도록 빗물저장조가 설치되어 있으며, 저장된 빗물을 조경용수나 화장실 용수로 사용함
- 집수면의 면적은 약 50,000m²로 집수면은 지붕면과 조경지역을 포함하는 대지면으로 구성되어 있으며, 빗물을 저장하기 위해 B동의 지하 4층에 1,000m³ 용량의 저장탱크 세 개로 이루어진 3,000m³ 규모의 빗물저장탱크를 설치하였음



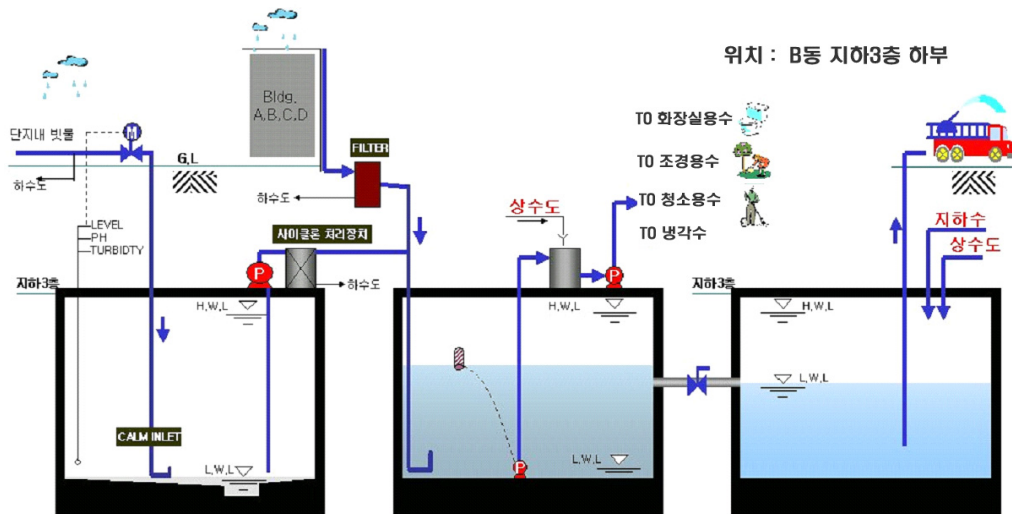
[그림 3-10] 지붕면 빗물 집수관 및 송수관 배치도



(그림 3-11) 비포장면 집수관 배치도



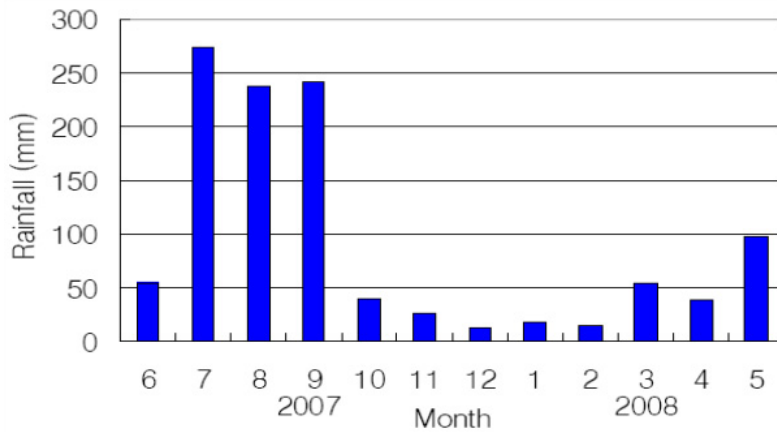
(그림 3-12) 저장시설 배치도



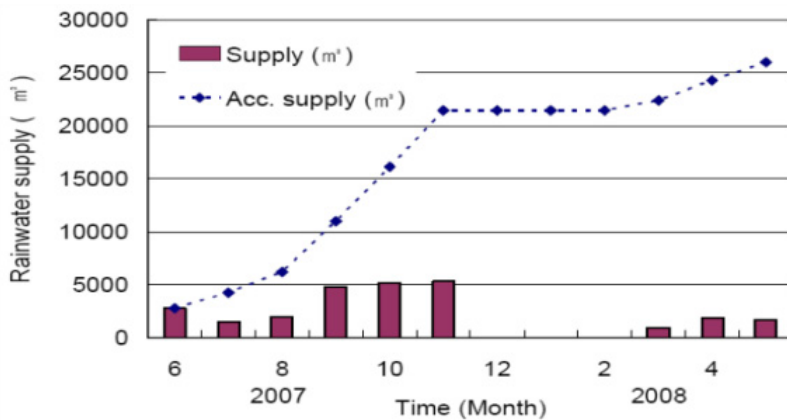
[그림 3-13] 저장조간 연계 운전 Flowchart

- 1년간 빗물이용량은 단지 내에 내린 강우의 약 47%인 약 26,000m³이었으며, 겨울을 제외하고 봄에서 여름까지 주로 조경용수로 공급하고 여름철에는 강우가 집중되어 조경용수의 요구량이 많지 않았고 가을에 빗물이용량이 높게 나타났음
- 저장조의 빗물의 탁도 측정결과, 빗물의 탁도는 대부분 1.5NTU 이하로 측정되어 중수도 수질기준 2NTU에 비해 낮게 유지되었음
- 저장조 내 빗물의 pH는 6.0~8.4의 범위로 음용수 수질기준인 5.8~8.5 이내로 유지되었으며, 냄새 및 외관상 특이한 사항이 관찰되지 않았음
- 빗물저장조의 설치에 소요되는 비용은 2007년 기준 450,000천원으로 건축 및 배관설비항목과 전기 및 기계설비 항목으로 구분되었으며, 2007년 6월부터 2008년 5월까지 1년간 빗물공급으로 인한 전기요금은 약 1,360천원으로 산출되었음

- S주상복합단지의 경우, 건설업체와 시행사가 빗물이용시설을 설치하는 조건으로 용적률 3%의 인센티브를 적용받았으며, 이러한 인센티브는 빗물시설의 설계, 설치 및 유지관리에 소요되는 비용보다 크기 때문에 물 절약에 의한 편익을 고려하지 않아도 경제성이 확보될 수 있음



[그림 3-14] 서울지역 강수량(2007년 6월-2008년 5월)



[그림 3-15] 빗물이용량(2007년 6월-2008년 5월)

2) 용인 에버랜드

- 2004년 기준으로 총 450만평 중에서 현재 658,000평이 개발되어 이에 따른 용수 계획에 따라 진행 중에 있음
 - 사용 목적에 맞게 용도별로 자원의 효율적인 개발에 맞추어 진행
- 연간 용수사용량은 2,670,000톤이며, 이 가운데 상수도 1,283,000톤, 지하수 647,000톤, 재활용수 740,000톤을 사용하였음
- 에버랜드의 오수는 화장실, 식당, 기숙사, 물놀이시설, 연수원, 케리비안베이 샤워수 등에서 배출되어 생물학적, 물리화학적 처리과정을 통해 처리된 중수는 다시 에버랜드 내 화장실 변기, 청소수, 소방용수, 식물관수용 등으로 재활용되고 있음

〈표 3-5〉 에버랜드 중수처리시설 시설용량 및 오수 발생량

구 분	시설용량	일평균 발생량	중수 사용율
오 수	6,500m ³ /일	4,422m ³ /일	45 ~ 60%

- 에버랜드에서는 자체적인 오수 방류수 수질관리기준을 설정하여 관리하고 있음

〈표 3-6〉 에버랜드 중수처리시설 방류수 수질기준

구 분	관리항목	법적기준	그룹/사내기준
오 수	BOD(mg/L)	10 이하	3 이하
	SS(mg/L)	10 이하	3 이하
	COD(mg/L)	-	6 이하
	pH	5.8 - 8.6	6.5 - 7.5
	N-H(mg/L)	-	2 이하
	T-N(mg/L)	-	30 이하
	T-P(mg/L)	-	4 이하

〈표 3-7〉 에버랜드 중수처리시설 설계조건

계획유입량		유입수질		최종 처리수	
일 평균 유입량	5,247.3m ³ /일	BOD	120 mg/L	BOD	2.0 mg/L 이하
시간 평균 유입량	218.6m ³ /시간	SS	150 mg/L	SS	1.0 mg/L 이하
방지시설 설계용량	5,247.3m ³ /일*1.2 = 6,500m ³ /일				

〈표 3-8〉 중수사용량 및 사용처

구 분	사용량(톤)	사용방법
PARK내 화장실 세척수	96,000	세척수 전용
PARK내외 청소수	100,000	비산면지역제 및 도로청소
조경용수	150,000	화초류(튤립,장미,국화,수목)
물놀이시설	77,000	아마존익스프레스등 (정수시설설치 운영중)
동물원지역	197,000	사파리,백호사,북극곰사등
기타(환경시설외)	120,000	탈수기세척,스크린청소등
합 계	740,000	

- 에버랜드 중수도시설은 용수자동화 시스템에 의한 수량, 소독살균제 투입에 대한 모니터링을 실시하고 있으며, 지역별 용수사용량 및 수질검사를 기록·유지하기 위하여 월별 데이터관리를 통합 점점별 절감운영방안과 개선계획을 수립하여 운영·보완하고 있음
- 상수관로는 Stainless pipe, 중수 및 지하수관로는 일반강관을 사용하여 구분

〈표 3-9〉 경제성 분석결과

재활용량 (톤)	중수		상수도		절감액 (원)
	단가 (원/톤)	총 비용 (원)	단가 (원/톤)	총 비용 (원)	
740,000	350	259,000,000	1,200	888,000,000	629,000,000

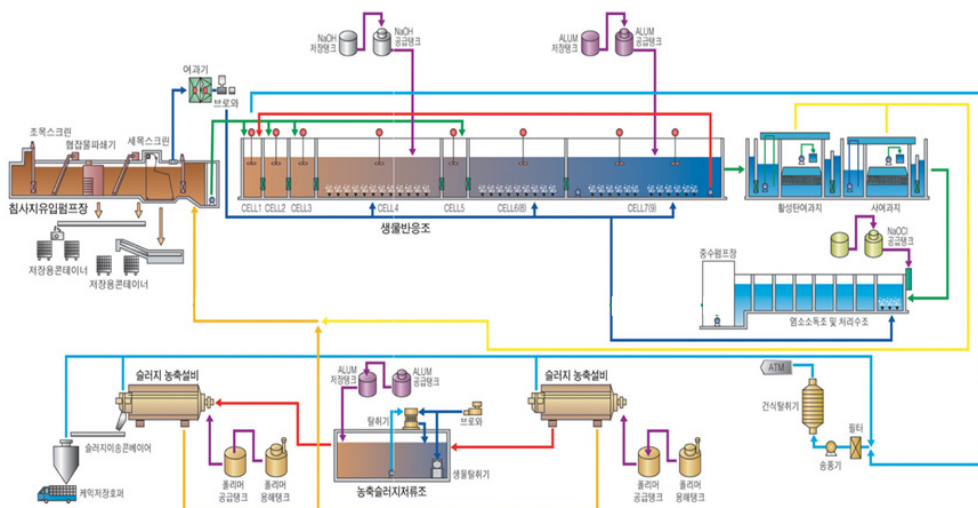
- 현재는 물이끼 등 녹조류 번식으로 인한 수질개선 및 위생적인 문제가 발생하고 있으므로, 살균시스템을 도입하여 살균 및 소독 접촉시간을 보완할 예정임
- 향후 에버랜드는 개발사업계획에 따라 콘도, 호텔 등 각종 건축물과 주제 공원 등 유기시설이 늘어날 것으로 예상됨으로 이에 따른 용수의 효율적인 사용이 요구됨

3) 인천국제공항

- 인천국제공항은 공항 및 부대시설에서 발생하는 하수를 적정하게 처리하고 양질의 중수를 생산하여 재활용함으로써 수자원을 절감하고 주변지역 해역의 환경을 보존하기 위해 총 시설면적 19,820m²(관리동, 수처리동, 여과지동으로 구성)에 총 30,000톤/일[1단계 20,000톤/일(2000년 준공), 2단계 10,000톤/일(2009년 준공)] 규모의 시설을 설치 및 운영



(그림 3-16) 인천국제공항 하수유입 및 중수공급 현황도



(그림 3-17) 인천국제공항 중수도시설 수처리 Process

〈표 3-10〉 인천국제공항 중수처리시설 유입수질 및 보증수질

항목	BOD ₅	SS	CODcr	T-N	T-P
유입수질(mg/L)	260	290	460	60	12
보증수질(mg/L)	6	6	10	10	1

〈표 3-11〉 인천국제공항 중수공급 대상 시설물

구 분	저장용량(m ³)	사용처
여객터미널(동편)	2,500	청사위생설비 및 조경수
여객터미널(서편)	2,500	청사위생설비 및 교통센터
동측지역지하펌프실	2,120	동측관리지역 부대건물공급
공항관리청사	450	공항청사 중수공급
항공기정비고(A)	280	대한항공정비고
항공기정비고(B)	30	아시아나항공 정비고
GSE정비(A)	50	한국공항 차량정비고
화물터미널(C)	65	화물터미널 공급용

- 중수처리시설로부터 생산된 중수는 급수대상인 인천국제공항 시설지역과 국제업무지역 내 각 빌딩의 화장실 세정용수, 잡용수, 냉각용수, 조경용수 등으로 사용되며, 용도별 사용기준은 국내·외의 자료를 비교 검토하여 목표수질기준을 산정하였음
- 이용형태나 이용조건에 따라 다르지만, 주로 관로에 의해 공급되고 도중에서 인체와의 접촉이 거의 없는 경우(수세, 살수)와 인체와의 접촉을 배제할 수 없는 경우(조경, 화장실세정용수)로 대별할 수 있으며, 결합잔류염소는 중수처리시설

에 있어서 염소처리효과의 정도를 나타냄과 동시에 처리수(중수)가 위생적으로 적합한가를 나타내는 지표이기도 함

- 외관은 이용자의 불쾌감 및 조경시설에서의 심미성을 반영하는 항목으로 외관을 좌우하는 인자로서는 중수의 색도, 탁도, 거품 등을 들 수 있음
- 중수도시설 및 급수대상의 설비기능을 보호하기 위하여 부식, 스케일, 슬라임 및 막힘 등의 발생을 방지하기 위하여 시설 기능적 항목을 적용하였음
- 중수처리시설의 수처리방식은 Aqua MSBR(Modified Sequencing Batch Reactor)로서, 중·대규모 처리시스템에 적합한 연속흐름식 활성슬러지법(CAS)과 회분식반응조(SBR)를 결합한 수정된 연속흐름식 SBR 활성슬러지 공정임
- 고도처리 방식은 Aqua ABF(Automatic Bridge Filter)에 의한 모래여과 및 활성탄여과방식으로서 중력에 의하여 여과를 진행하며, 필요시 브릿지가 주행하면서 강제로 역세척하는 방식임
- 발생 슬러지는 원심력에 의한 기계농축 및 탈수에 의하여, 케익은 소각시설로 반출되어 소각 처리함

〈표 3-12〉 인천국제공항 비용분석결과

운영비용		운영수익	
유지관리 비용	1,780백만원	중수 사용료	364백만원
유틸리티 비용	546백만원	하수도료	1,688백만원
감가상각 비용	3,349백만원	항공기오수처리료	272백만원
		대체효과비용	2,989백만원
총계	5,675백만원	총계	5,313백만원

① 수질오염 방지

- 하수처리보다 양질의 수처리로 중수사용량만큼 하수발생량이 감소하여 하천의 오염 및 고도처리에 의한 해양의 적조발생을 감소함

② 경제적 효과

- 중수도의 설치로 정수장 및 하수처리장의 시설확충 및 신규시설 축소가 가능함
- 중수도시설에서 중수생산비가 수도요금보다 높은 현실에서 중수도 설비의 보급 확대를 위하여 국가기관 및 지방자치단체는 중수도 설치자에 대하여 중수도 설치비용의 전부 또는 일부를 용자하거나 수도요금을 감면해주고 있으며, 장래에 중수도시설의 의무화가 실현될 경우 경제적 효과 증대가 가능함

〈표 3-13〉 인천공항 중수처리시설 경제성 분석결과

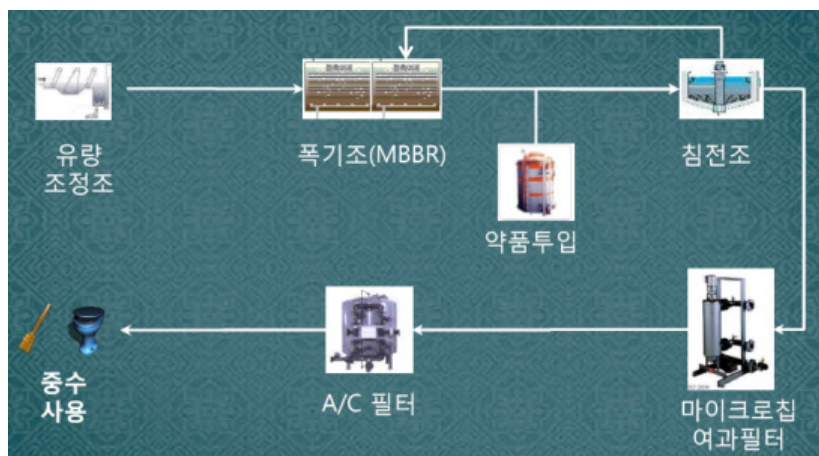
구분	연간 중수공급량	중수공급시		상수사용시		연간 중수사용시 요금절감액 (원) (a)-b)
		단가 (원/ton)	금액(원)-a)	단가 (원/ton)	금액(원)-b)	
사용요금 대비	524,298ton	450	235,934,100	1,350	707,802,300	471,868,200

③ 절수효과 및 수자원 부족현상의 대응

- 중수도의 설치는 일반건물 및 공장, 가정 등의 물의 낭비를 막아 물 부족현상을 해결하는 대응방안이 됨

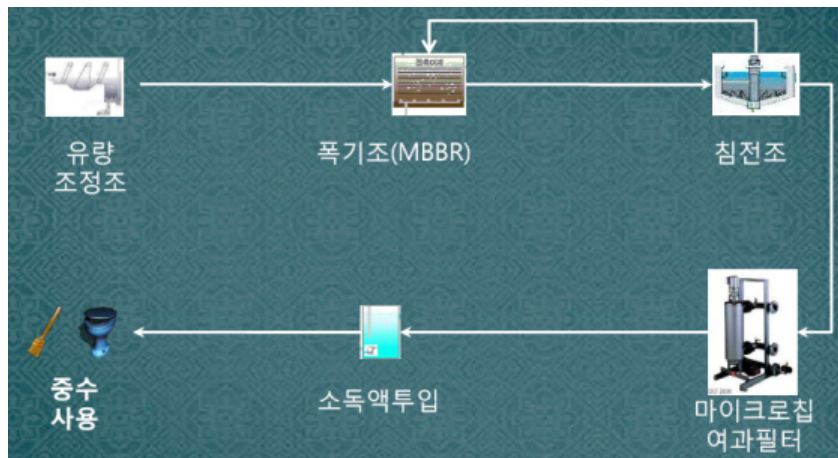
4) 부천 W단지

- 부천 W단지에는 단지별로 일일 오수발생량은 170m^3 이며, 일일 처리능력은 70m^3 인 중수처리시설을 갖추고 있음
- 오수처리시설 공법은 MBBR공법을 채택하고 있으며, 하루 목표 중수사용량은 13.3m^3 임
- W단지에서는 기존설비를 중수생산에 사용하여 물을 재활용함으로써 비용을 절감하고 공정을 단순화하여 신뢰성 및 편의성 확보가 가능함
- 기존 중수처리시설은 약품투입, 활성탄 등 고비용 공정을 사용하고 있으므로 중수 생산량이 일정량 이상으로 보장될 경우에만 경제성이 확보됨



[그림 3-18] W단지 기존 중수처리설비 개요도

- 고비용 공정을 제거함으로써 저용량으로 중수를 생산할 경우에도 경제성을 확보할 수 있도록 공정을 개선하였음



〔그림 3-19〕 W 단지 개선된 중수처리설비 개요도

- 개선된 중수처리설비를 이용한 절감액은 월 3,264,000원이며, 투자비 회수기간은 약 21개월이 소요됨

〈표 3-14〉 W 단지 중수시설 비용절감 효과분석

구 분	내 용	비 고
시설용량	100m ³ /일	최대 중수 생산량
예상비용	69,100,000원	배관 추가 및 변경공사
투자비 회수기간	21개월	=예상비용/예상절감액
예상 중수 생산량	1,200m ³ /월	전체(1, 5, 7단지) 사용량
예상 절감액	3,264,000원/월	예상절감액 = ①-②+③
시상수 절감액 ①	3,720,000원/월	생산량×시상수m ³ 당 가격(3,100원)
운영비 증가분 ②	660,000원/월	
수도요금감면액 ③	204,000원/월	상수도10%(50m ³), 하수도30%(450m ³)
기술지원비	무상제공	회수기간 기술지원비 (월 1회 정기방문)

- 연간 운영비 증가분은 일 19톤 생산, 월 30일 가동을 기준으로 중수설비 가동에 필요한 운영비 증가분을 계산한 결과, 매우 작은 용량으로 운영을 하는 경우에도 경제성을 갖는 것으로 분석되었지만 현재는 미운영중임
- W단지는 동별로 차이는 있지만 30층이 넘는 고층빌딩 단지이나 중수도 배관은 2층 상가까지만 설치되어 있는 상황이며, 3층부터는 대부분 주거용으로 사용되고 있기 때문에 중수도시설이 설치되지 않은 이유도 있지만, 가장 큰 이유는 배관공사비용 때문임
- 배관 설치비용이 타 시설비에 비해 매우 높은 부분을 차지하므로 2층까지만 배관을 설치하였으며, 현재는 상가의 입주가 완료되지 않은 상태이므로 상가(2층까지)에서 사용하는 중수도의 양이 매우 적은 상태임
- 현재는 중수도시설을 운영하고 있지 않은 실정이며, 추후 상가 입주가 완료되고 역세권이 활발해질 경우 중수도시설을 운영할 여지는 있으나 중수도시설 및 기타 관련 시설을 포함하여 친환경 건축물 인증을 받은 상태임
- 중수도시설 설치투자 비용보다 높은 금액에 대해서 세금 공제를 받은 상태이므로 추후 중수도 운영에 대한 구체적인 계획은 없는 실정임

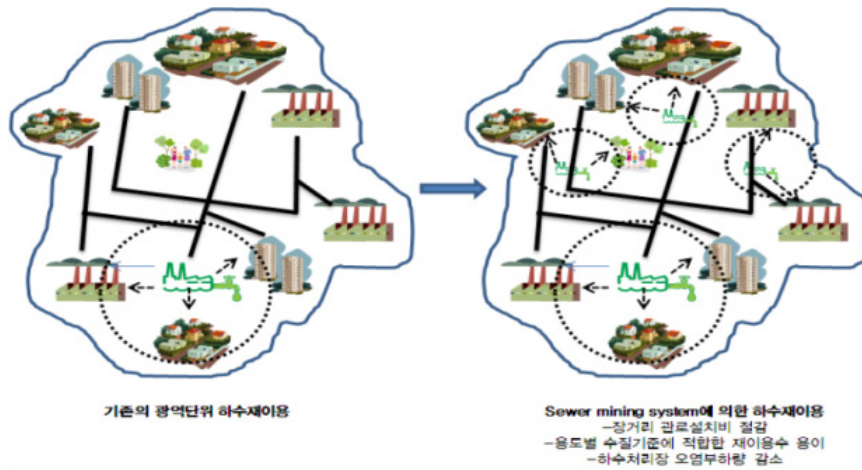
3. 국외 물 재이용 체계 구축 및 적용사례

3.1 국외 물 재이용 체계 구축사례

물 재이용과 관련된 여러 가지 국외 사례가 있으나, 지역단위 하수재이용을 도입하여 본 연구와 관련성이 가장 크다고 여겨지는 호주 New South Wales의 sewer mining 사업에 대하여 소개하고자 함(물 재이용 기본계획 수립을 위한 연구, 환경부, 2010)

3.1.1 Sewer mining 개념

- Sewer mining은 인구증가에 따른 물 사용량의 증가, 하천환경 복원, 기후변화에 따른 가뭄 등에 선제적으로 대응하기 위해 호주 NSW(New South Wales) 정부가 실행하고 있는 물 공급 전략 중의 하나로 하수관거로부터 직접 하수를 취수하거나 또는 하수처리장에서 처리된 처리수를 취수하여 사용자의 특정용도에 적합한 수질기준에 부합되도록 물리, 화학, 생물학적으로 처리한 후 재사용하는 것임
- Sewer mining은 하수처리장의 처리수 뿐만 아니라 기 설치된 지역 하수관거의 하수를 취수하여 현장에서 사용용도에 부합된 수질기준으로 처리하여 재사용이 가능함
- Sewer mining은 중수도와는 달리 지역단위로 하수재이용 적용이 가능하고, 설계 및 운영, 자본 투자 등에 비교적 융통성이 높아 초기 투자비용이 저감되어 공간적 적용범위의 제한이 낮아 맞춤형 수질 생산이 용이함
- Sewer mining에 의한 지역단위의 하수재이용에 따라 공공하수처리장이 처리할 하수량 감소에 따른 오염부하량 저감 및 에너지 절감 등 하수재이용 증가에 따른 담수원 취수량 감소 등의 효과가 기대됨



〔그림 3-20〕 광역단위 하수재이용과 sewer mining 비교

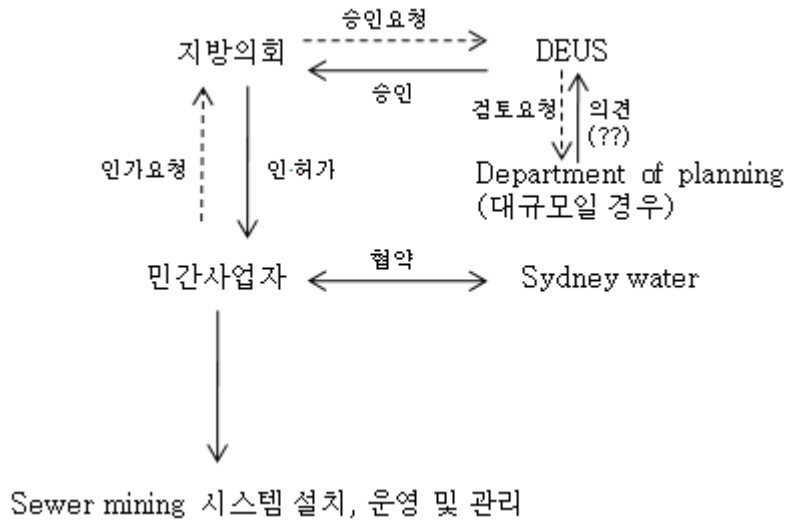
3.1.2 Sewer mining 사례

- Sydney의 안정적인 물 공급을 위해 Sewer mining의 민간투자자들의 적극적인 참여유도와 함께 하수재이용의 활성화를 도모하고 있으며, 그 사례는 다음 같음
 - Sydney Olympic Park
 - Sewer mining을 통한 대규모 도시지역의 하수재이용수를 조경용수 및 비용 생활용수로 사용하여 기존의 음용수의 50%를 하수재이용수로 대체
 - Pennant Hills Golf Club
 - Pennant Hills Golf Club의 Sewer mining 하수재이용 처리시설은 연간 100천 m^3 /년의 재이용수를 생산하여 이를 골프장의 관개용수로 사용함
 - Kogarah Council
 - Beverly Park Golf Course에 호기성 침지형 생물막여과장치/여과/UV/염소소독으로 구성된 Pilot 규모의 Sewer mining 시스템의 약 6개월간의 운전을 통하여 생산된 처리수 수질이 관개용수 수질기준을 만족하여 동 시스템을 실규모로 설치하여 생산된 하수처리수를 주변지역의 공원, 운동장, 골프장 등에 공급하였으며, 본 시스템에서 처리되는 하수량은 하루 750톤으로 이는 Kogarah의 연간 상수도량 160천 m^3 /일을 절감할 수 있는 양에 해당함

- Workplace6
 - On-site Sewer mining 처리시설은 연간 14천m³의 하수 재이용수를 생산하여 화장실의 세척용수, 조경용수 등으로 이용됨
- 이 외에도 Sewer mining 적용 지역은 Blackmores Warriewood, Macquarie University Space 1 Bligh Street Sydney, Darling Walk Darling Harbour, Sydney Airport Masrlt, Caltex and Koppers Kurnell, North Ryde Golf Club 등
- 또한, 필요한 지역 또는 지점의 하수관거에서 직접 취수한 하수를 현장(on-site)에서 소규모로 바로 처리하여 택지개발 지역, 체육시설, 공원 등 다양하게 사용할 수 있는 sewer mining 시스템의 이점들은 결국 민간사업자들의 참여를 촉진
 - 예를 들면, Earth Tech사에서 아래의 그림과 같이 이동 가능한 소규모의 MBR+RO시스템을 Melbourne's Albert Park에 설치하여 하수재이용수로 공급함

3.1.3 Sewer mining 사업의 제도적 현황

- Sewer mining 인 · 허가
 - 호주 시드니의 여러 정부기관들은 하천환경 보호, 안전한 공중위생, 적정한 수질과 더불어 안정적인 물 공급을 유지하기 위해 Sewer mining 운영 시 이에 대한 평가 및 제도적 규제를 적용중임
 - 사업자는 Sewer mining 시스템 설치, 운전 및 유지관리, 재이용수 용도 등에 대한 제안서를 지방의회에 제출하고 지방의회는 DEUS(Department of Energy, utilities and Sustainability)로부터 승인을 받아 사업자들에게 인 · 허가를 하면 Sydney water 기존 하수관거로부터 하수를 취수할 수 있는 배수관 연결, 유지관리, 사용된 재이용수의 하수관거 방류 등에 관련된 원활한 관리를 위하여 사업자와 협약을 실시함

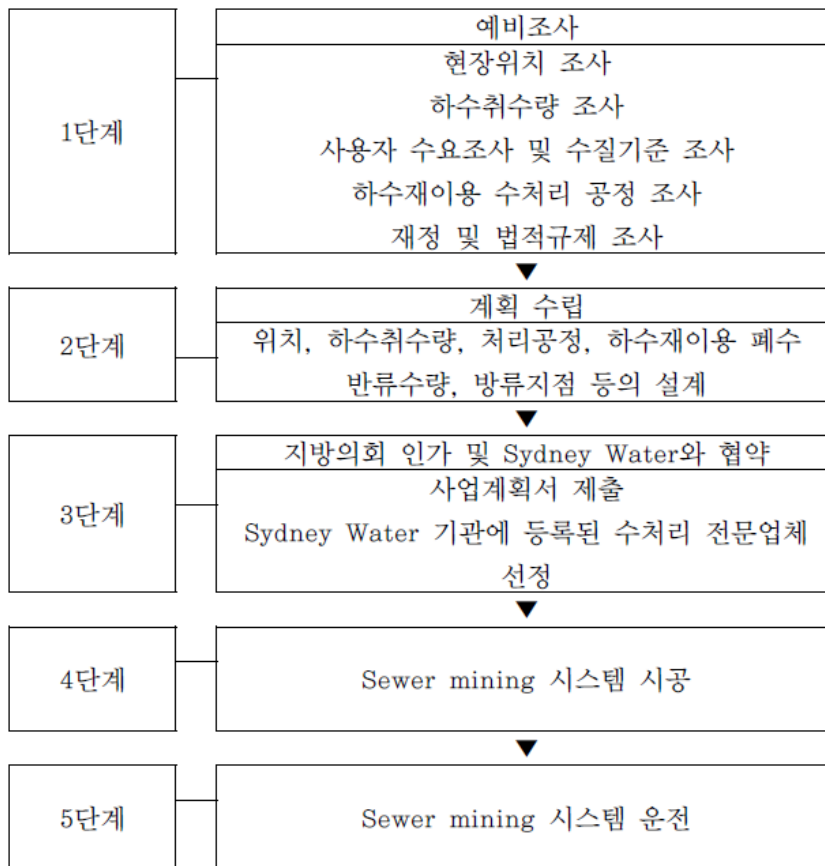


[그림 3-21] Sewer mining 인가 및 설치절차

□ Sewer mining 사업 추진

- Sewer mining 시스템 설치는 하수 취수를 위한 하수관거 연결관, 처리장까지 취수한 하수 이용을 위한 공급관로, 하수재이용 처리시설, 하수재이용 시설에서 발생하는 공장폐수를 하수관거로 반류하기 위한 수송관로로 구성됨
- Sewer mining 공정폐수의 반류수가 Trade Waste Policy에 만족할 경우에만 하수관거로 반류가 가능함
- Sewer mining의 하수재이용 사업절차는 단계별(예비조사, 계획, 인가, 협약, 시공, 운전)로 체계적으로 추진됨
- Sewer mining 사업을 시행하고자 하는 위치, 하수취수량, 하수 재이용수 용도 및 수요조사, 적정 수처리공정 등의 관련사항들을 조사한 후, Sydney Water는 사업진행자가 요청한 일로부터 10일 이내에 사업예정 지역과 인접한 하수관거 위치, 하수관거의 하수 유량 및 일일 유량 패턴, 하수수질 특성, 하수관거의 하수 유지량 등에 관한 여러 가지 정보를 사업자에게 제공하여야 함
- 2단계에서는 예비조사를 토대로 사업자는 사업계획을 수립하고 실시설계 및 계획서를 제출하기 전에 사업계획 실행 가능성을 Sydney Water기관의 자문을

- 요청하여 사업 예정지점과 관련된 여러 가지 상황을 확인하고 이들을 고려하여 사업 예산, 설계 등의 계획을 수립하여야 함
- 사업자는 수립된 사업계획을 지방의회에 제출하여 인가를 받아 Sydney Water와 협약을 하여야 하며, 만약 시행자가 지방의회일 경우는 DEUS 사업승인 기관장의 인가를 받아야 함



[그림 3-22] Sewer mining 하수재이용사업 추진절차

- 사업시행자와 Sydney Water 기관 간 협약서의 포함내용
 - 하수관로 연결지점 시공
 - Sewer mining 연결 조항 및 조건
 - Sewer mining에 의한 하수 취수 가능량
 - Trade Waste Policy에 만족하는 Sewer mining 공정폐수 반류수 수질기준
 - Sewer mining 운영으로 인해 절감되는 Sydney Water 추가 또는 절감 비용
 - Sewer mining 사업의 하수취수량은 사업시행 순서대로 사업자에게 할당됨
 - Sydney Water는 기 시행되고 있는 Sewer mining의 하수량을 제외한 이용 가능한 하수량을 새로운 사업자에게 할당
 - Sewer mining 사업자가 협의를 완료한 이후 2년 이내에 하수를 취수하지 않았을 경우 재협의를 하여야 하며, Sydney Water는 협의 만료 전에 사업자에게 통보하여야 함
 - 상기 절차를 완료한 후 사업시행자는 Sewer mining 시스템 시공을 진행할 수 있음
- Sewer mining의 하수비용
- Sewer mining을 위해 하수관거 연결시공 등의 사업비용은 사업 시행자가 부담하게 되며, Sydney Water는 사업시행자의 하수재이용에 따라 절감되는 비용을 반영하여 사업자 부담금을 산정하고, 사업시행자는 추진 절차에 따라 수반되는 각종 수수료를 부담해야 함
 - Sewer mining 시스템을 설치하여 운영하게 되면 하수 사용료는 부과되지 않음

3.1.4 운영시 고려사항 및 문제점

- 하수 수질 및 유량
- 하수의 수질특성은 상류지역의 개발현황에 따라 변하는 상류의 하수 수질에 영향을 받는데, 예를 들면 상류지역이 주거지역에서 상업지역으로 개발될 경우 상류의 하수 수질은 악화될 것이고, 이로 인해 하류에 위치한 Sewer mining에서 직접 취수한 하수의 수질 또한 기준보다 저하될 수 있음

- Sewer mining 사업 시행자는 취수지점의 하수 수질변화에 따른 위험요소를 고려하여 사업계획 실행 가능성을 판단하여야 하며, 취수할 하수의 수질특성 변화를 항상 주시하여야 함
- Sydney Water는 효과적인 하수관로시스템 운영을 위해 다음을 고려하여야 함
 - 하수관로 시스템의 하수 최소 유지량
 - 최근 diurnal flow pattern
 - 상류/하류 지역의 기 Sewer mining

□ 홍보 부족

- 하수재이용 시 세균, 바이러스 등과 같은 미생물이 인체에 접촉될 수도 있다는 불안감과 하수 재이용수의 색도나 냄새에 따른 심미적 반감이 발생함
- 재이용수가 건강에 미치는 영향은 미미한 것으로 보고되어 있으므로 이러한 문제점들을 해소하기 위해서는 국가 차원의 홍보가 이루어져 하수재이용수가 깨끗하고 유용한 자원이라는 이미지 제고가 필요함

□ 경제성 평가 및 정책 규제

- 일반적으로 비용편익 분석을 통하여 하수재이용수에 따른 경제성 평가는 환경 외부비용(externality pricing)이 반영되지 않고 있는 경우가 대부분임
- 실물 옵션과 더불어 외부 효과를 동시에 고려한 투자의사결정이 이루어져야 Sewer mining의 사업 참여를 높일 수 있을 것임
- 하수재이용 관련한 현행 정책 및 규제는 최근 급속도로 발전한 수처리 기술들을 고려하여 재정비될 필요성이 있음
- Sewer mining은 기존의 광역단위 또는 개별 중수도에 의한 재이용의 경우 관로길이, 운영 유지관리 등의 제한적인 점들을 최소화하여 도시 하수를 최대한 재이용할 수 있는 물 재이용 계획 정책수립에 부합되는 방안 중의 하나임
- 특히, 도서지역의 경우 R/O 공정 등 고가의 분리막 공정에 의한 담수화를 생산하여 상수 공급을 고려하고 있는 상황에서 Sewer mining에 의한 지역단위의 하수재이용은 경제적 측면에서도 상수공급 비용을 저감시킬 수 있을 것임

3.2 물 재이용 적용사례

3.2.1 하수처리수 재이용

1) 중동 및 북아프리카지역

- 중동 및 북아프리카지역의 국가에서 물 재이용은 오래전부터 일반적으로 활용
- 대부분 이 지역 국가들이 물 부족 현상을 겪고 있어 해수담수화와 물 재이용을 통해 수자원 확보를 하고 있으며, 인구증가와 산업화에 따른 하수발생량의 증가로 인해 물 재이용 시장이 더욱 확대될 것으로 예상됨
- 걸프지역의 국가들이 보유하고 있는 설비들이 처리할 수 있는 하수의 양은 총 11억m³/년으로 약 9억m³/년의 하수가 처리되며, 이 중 44%(4억m³/년)가 비식용작물과 사료작물의 관개 및 도시조경 관개에 사용되어지고 일부는 공업용으로 사용함
- 중동 및 북아프리카지역 국가들의 경우, 일인당 하수처리수 재이용량은 상대적으로 다른 나라에 비해 크며 처리된 하수 대부분을 재이용함
 - 이집트, 이란, 요르단, 쿠웨이트, 리비아, 모로코, 오만, 카타르, 시리아와 아랍에미리트는 처리된 하수의 70% 이상을 재이용함
 - 총 물 사용량 대비 재이용률은 0.1~18.2%로 상대적으로 낮으며, 농업의 물 의존도가 높은 점을 감안할 때 재이용수의 농업용 사용을 통한 물 재이용 활용이 높아질 것으로 예상함

2) 유럽 및 지중해 북부지역

- 유럽 및 지중해 북부지역의 물 재이용은 물 부족현상 정도에 따라 물 재이용의 사용과 발전 가능성이 다르게 나타남

- 유럽지역에서의 물 재이용은 제한된 수자원을 가진 나라들이 위치한 남부지역에서 활성화되어 있는 반면, 상대적으로 풍부한 수자원을 가지고 있는 중앙 및 북부지역에서의 물 재이용은 드물게 나타남
- 이스라엘, 몰타와 키프로스는 물 재이용률이 80% 이상으로 상당히 높은 반면, 이탈리아와 스페인의 경우 재이용률이 5~12%밖에 되지 않아 물 재이용률 면에서는 상당한 차이를 보임
- 유럽에서 물 재이용을 활성화하고 있는 나라는 대부분 법적 뒷받침을 통하여 발전을 도모함
 - 유럽연합에서 제정한 물 재이용 관련법규는 없으나, 프랑스, 이탈리아와 스페인은 법규와 기준을 설정하여 물 재이용 산업의 발전을 도모함
- 프랑스는 농경 관개, 도시와 골프코스 관개와 대수층 충진을 위해 재이용수를 사용하고 있으며, 남부지역에 지역적인 물 부족 현상을 겪고 있는 이탈리아는 주로 농경 관개용으로 재이용수를 사용함
- 스페인은 지중해 연안지역의 기후적 특성 이외에 관광산업과 관련된 물 수요의 증가로 인한 물 부족의 위험을 해결하기 위해 물 재이용을 시작
 - 용도에 따라 다른 수질 기준을 법적으로 제정하기 위해 노력하고 있으며, 물 재이용이 사업적 기회로 인식되면서 많은 R&D가 이루어지고 있음

3) 아시아

- 아시아 지역에서의 물 재이용은 점차적으로 활성화되고 있는 실정임
 - 상대적으로 적은 양의 수자원을 가지고 있는 싱가포르, 인도, 파키스탄, 한국, 지역적으로 물 부족현상을 겪고 있는 중국, 그 외에 일본과 홍콩 및 태국에서 활용됨

- 이 지역에서의 물 재이용은 도시 공급용, 농경 관개용과 냉각과 세척을 위한 공업용 등 비식수용으로 주로 사용되어지며 간접적 식수생산을 위해 이용함
- 아시아 지역에서 물 재이용은 일본과 싱가포르에서 많이 활용되고 있는데, 일본은 증가하는 도시 생활용수 수요를 충족시키기 위해 하수처리수 재이용을 활용함
- 2004년 기준으로 일본의 하수처리장과 재이용 설비의 수는 총 1,425개로 집계되었으며, 재이용량은 573,800m³/일에 이르는 것으로 나타남
 - 가장 많이 활용되는 용도는 환경용수, 청소 및 살수용수, 화장실용수 순임
- 싱가포르는 말레이시아로부터 전체 사용량의 75%에 해당하는 상수원수를 수입하고 있지만, 2011년 협정이 만료되면서 공급이 끊기면 대체할 수자원이 없기 때문에 하수처리수 재이용사업을 추진하고 있음
 - 싱가포르의 물 재이용은 도시용, 농업용 및 공업용으로 사용되어지며, NEWater 프로젝트를 통해 간접적 식수공급을 위한 양질의 물을 생산함

4) 미국

- 1942년에는 볼티모어에서 염소 처리된 하수를 처음 공업용으로 사용했으며, 1960년대 초기에는 물의 사용강도가 다른 주보다 상대적으로 높은 캘리포니아, 콜로라도, 플로리다 주에서 도시용으로 물 재이용을 활용하기 시작하였음
- 미국의 하수처리수 재이용은 제한된 수자원을 가지고 있는 애리조나, 캘리포니아, 콜로라도, 텍사스와 같은 건조기후의 남부 또는 남서부 지역에서 활용되고 있을 뿐만 아니라, 급격한 도시화로 인한 수질 오염 방지를 위해 플로리다나 사우스캐롤라이나 같은 습한 지역에서도 물 재이용 프로젝트가 시행중임

- 미국의 물 재이용 산업은 15%의 연평균 성장률을 보이면서 2015년에 4,542만 m³/일에 이를 것으로 추정됨
- 미국의 물 재이용은 주로 농경 관개용, 공업용, 도시용, 레크리에이션 및 환경미화용과 지하수 충전 목적으로 나뉘어지는데, 농업으로 사용되는 재이용수가 전체 재이용수의 46%를 차지할 정도로 농업용 사용이 두드러짐
- 1990년대 초 이후 애리조나, 텍사스, 플로리다 및 네바다의 주요 공업단지에서 물 재이용이 급격히 증가하였음
- 미국의 물 재이용 활성화는 물 부족 문제와 서부 건조지역의 급격한 인구증가로 인한 지역적 물 수요 증가에 의해서만 이루어진 것이 아니라, 물 재이용의 안정성에 대한 확신을 심어주면서 법적기반을 갖추고 엄중한 법적 규제를 통해 물 재이용이 더욱 활성화된 것임

5) 호주

- 호주는 기후변화의 영향과 물 수요의 증가로 수자원 확보에 대한 관심이 고취되고 있으며, 이에 따라 하수처리수 재이용량을 늘리고 있음
- 호주에서는 1996~1997년 이후 2005~2006년까지 500개 이상의 하수처리장이 설립되면서 재이용되는 하수의 양이 113GL/년에서 218GL/년으로 거의 2배나 증가하였음
- 뉴사우스웨일스, 퀸즐랜드 및 빅토리아 주에서는 가뭄 현상으로 인한 수자원 부족 해결을 위해 물 재이용을 활성화 중임

3.2.2 중수도 재이용

1) 유럽 및 지중해 북부지역

- 이스라엘의 경우, 중수의 관개용수 이용은 30년 전부터 몇몇의 지역에서 시행되었고 중수의 농업용수로의 재이용은 Jeezrael 계곡에서 처음 시행됨
 - 관개용수로 사용되는 담수의 감소와 농산물 생산량의 증대에 따라 시작된 프로젝트는 다양한 처리시설로부터 처리된 관개용수를 사용하는 중수의 비중이 전체의 80%를 차지함
 - 중수처리시설을 거친 중수는 좋은 수질을 얻을 수 있었고, 처리비용 절감 등의 경제적 이익을 얻었음
- 벨기에는 지역 농산물을 가공하는 음식 가공공장에서 유출되는 폐수 전량을 공장 주위에 있는 550ha의 관개수로 사용한 바 있음
 - 건물을 청소하거나 야채를 씻고 가공하는데 나오는 폐수를 중수로 이용
 - 목적은 환경의 중요성 강조, 토양의 잠재적인 생산성 유지, 농산물의 품질 보호, 영양분의 재활용, 기업이미지 제고 등임
 - 제도적으로 중수도시설 이용을 통해 가공공장은 세금공제를 받음
- 사하라지역에서의 중수는 조경용수로 사용
 - 물 부족국가 중 하나이지만 폐수의 재활용 프로그램으로 녹색공간을 형성하고, 지표수를 보존하고 있음
 - 재활용된 폐수는 조경, 원예농업에 사용하였음
 - 사하라지역의 공중보건 상 목적으로 관개용수로 중수를 안전하게 사용을 위한 장치와 규범이 만들어졌음

2) 미국

- 캘리포니아에서는 1890년 이후에 중수를 농장에 관개용수로 이용하였음
 - 1987년에 89.9만 m^3 /일의 중수가 관개용수로 사용되었고, 대부분의 정화된 물(78%)은 캘리포니아 중심부 계곡과 남부해안 주변에서 사용하였음
 - 200개의 처리공장을 통해 배출되는 중수는 75.9만 m^3 /일의 담수보존에 기여
 - 먹는 식물로는 사과, 포도, 아스파라거스, 양상추, 옥수수, 보리, 복숭아, 콩, 고추, 브로콜리, 피스타치오, 양배추, 자두, 콜리플라워, 호박, 셀러리, 사탕수수, 굴, 밀의 농사에 필요한 관개용수로 사용하였고, 먹지 않는 식물로는 자주개자리, 크리스마스트리, 클로버, 목화, 유칼립투스, 화훼류, 건초, 교목의 관개용수로 사용하였음
 - 폐수정화기준은 1978년에 캘리포니아 보건부에 의하여 작성되었고, 곡식의 표면관개를 위한 기준은 과수원과 포도원을 제외한 지역에서 7일 기준으로 하였을 때, 평균 대장균 수치는 2.2/100mL를 기준으로 초과하지 않게 적합한 소독과 산화처리를 하도록 하였음
 - 이 항목을 제외한 물리적 화학적 처리는 보건부 기준을 따르고 있음
 - 가축의 먹이가 되는 초지의 관개용수로 사용되는 폐수의 처리과정은 1차 처리로 충분하나 젖소와 염소를 기르기 위한 초지에 사용되는 중수의 수질은 대장균 7일 기준으로 23/100mL를 초과하지 않아야 함
 - 일반주민이 접할 수 있는 물, 노출되어 있는 골프코스, 묘지, 고속도로 조정, 조정의 관개를 위한 요구되는 수질은 대장균수치는 7일 기준으로 평균치가 23/100mL이고 연속적인 측정에서 240/100mL를 초과하지 못하도록 함
 - 공원, 운동장, 교정과 같이 일반주민에게 노출된 지역의 관개에 요구되는 수질 확보를 위해 소독, 산화처리, 응집처리, 침전처리, 여과처리를 해야 하며, 대장균 수치는 7일 기준으로 2.2/100mL를 만족시켜야 하고, 어떠한 경우에서도 23/100mL를 넘지 않아야 함

3) 일본

- 다가구주택과 상업지구, 학교 등에 양변기 용수로서 중수를 이용하고 있음
 - 기존 건물들의 양변기에 중수 사용을 위한 수리, 보수를 시행하였음
 - 신축 건물들에 대해서는 중수도 채택을 의무화하거나 권장하였음
- 동경시의 경우, 물의 효율적인 사용과 하수처리장의 부하저감을 위하여 1984년에 이미 건축연면적이 $30,000\text{m}^2$ 를 초과하거나 또는 하루 예상 비음용수 목적의 용수 사용량이 100m^3 을 넘는 신축 건물들은 모두 on-site 물 재사용시설을 갖추도록 의무화하였음
- 1993년에는 연면적 $10,000\text{m}^2$ 이상 혹은 건물 바닥면적 $3,000\text{m}^2$ 이상의 건물들은 모두 on-site 우수차집 저장 시설을 갖추도록 의무화하였음
- 일본 쿠후오카(福岡市)의 경우, 대형 건축물(구경 50mm이상의 급수장치 또는 $5,000\text{m}^2$ 이상의 연면적)을 신축할 때, 건축 허가 신청단계에서 중수도 설치 등 절수 대책을 기재한 “절수계획서”를 제출하여야 함
 - 하수처리수를 재이용하는 광역중수도 계획 구역 내(후쿠오카 중부 하수처리장 인근 지역)에 건축하는 경우, 하수도국의 “하수처리수 재이용 모델 사업 실시요강”에 따라 하수 재생수 이용의 신청, 승인 및 사용계획을 지도하여야 함
- 재생수 이용설비 또는 수수설비의 완료검사는 건축국, 수도국 및 하수도국이 공통으로 실시함

3.2.3 빗물 이용

1) 독일

- 우수의 적극적인 활용을 통하여 지하수 보전을 도모하고 홍수 및 가뭄에 대비한 환경친화적인 빗물 관리체계를 구축하고자 연방물관리법, 음용수법 등을 제정하여 빗물이용을 활용하고 있음

〈표 3-15〉 독일의 빗물이용시설 구축사례

기본여건	<ul style="list-style-type: none"> - 우수의 적극적 활용을 통해 지하수 보전 도모 - 홍수 및 가뭄에 대비한 환경친화적인 빗물 관리
기술현황	<ul style="list-style-type: none"> - 관련 기업 주도형으로 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 우수저류 및 침투시설 : 3P Technik GmbH, ELWA WasserTechnik GmbH, Mall Beton GmbH - 제품현황 <ul style="list-style-type: none"> · 저류시설 : Regenwasserspeicher 등 · 침투시설 : Mulden-Regolen 등
설치현황	<ul style="list-style-type: none"> - 집수한 빗물의 대부분을 증발 및 침투에 기여하도록 유도 <ul style="list-style-type: none"> · 포츠다머플랏츠, SONY Center · 훔볼트대학, Watergyprojet시범주택
제도	<ul style="list-style-type: none"> - 연방물관리법: 빗물을 현지침투 또는 인접하천에 흘려 보내도록 명시 - 음용수법: 음용수 용도 이외에는 빗물이용을 간접적으로 허용 - DIN 1989-1 : 2001-10 빗물이용시설 관련 규정 우수세

2) 미국

- 아리조나주의 투싼지역은 미국에서 조경에 사용하기 위하여 빗물이용수 사용을 요구하는 최초의 도시로서 2010년 6월 1일부터 상업지역 관개용수의 50%는 빗물을 이용해야 함

- 샌프란시스코에서는 2008년 샌프란시스코 공공재 위원회(San Francisco's Public Utilities Commission; SFPUC)와 건축물 검사부서(Department of Building Inspection; DBI), 공공보건국(Department of Public Health; DPH)은 샌프란시스코 내에 있는 빗물이용 시스템에 대한 MOU를 체결
 - 체결된 MOU는 일반적인 음용수 수질기준에 맞는 처리수준을 요구하지 않는 비음용수 용도로 빗물이용시스템을 사용할 것을 장려함
 - MOU에서는 시설의 설계, 유지, 그리고 시설 소유자의 사용책임에 대하여 규정하고, 빗물통과 저류조를 구분하여 빗물이용에 대해 정의함
 - 빗물통을 활용한 빗물이용수는 관개용수나 세차용수에 사용할 수 있으며, 실내나 실외로 배관으로 연결되는 것은 금지함
 - 빗물저류조는 실내배관에 연결되어 관개용수, 세차용수, 가열 및 냉각수, 그리고 화장실 세정수로 사용 가능함
 - 빗물저류조가 실내배관에 연결되어 있지 않다면 화장실 세정수로 사용할 수 없음
 - MOU에는 안전과 유지를 위하여 빗물이용시설의 요소별 요구사항과 DBI 허가사항을 포함함

〈표 3-16〉 샌프란시스코의 빗물이용 MOU기관별 역할

기 관	역 할
San Francisco's Public Utilities Commission(SFPUC)	<ul style="list-style-type: none"> - 빗물이용시설에 대한 안내와 자료 제작 및 배포 - 자료는 시설의 구성요소, 사용에 대한 허용치, 소유자의 책임과 요구사항 등을 수록함 - 모든 빗물이용시설의 설계사양을 SFPUC에 통지하도록 함
Department of Building Inspection(DBI)	<ul style="list-style-type: none"> - SFPUC의 규정에 따라 비음용수로 사용되는 빗물이용시설의 설계가 기준을 만족하는지 확인 후 건설허가 발급 - DBI는 검사와 허가사항에 대하여 책임을 지게 됨
Department of Public Health (DPH)	<ul style="list-style-type: none"> - 빗물이용수가 화장실세정수 이외에 실내에서 사용되고 있는가를 확인하는 공중보건상의 감독

3) 일본

- 도심지역 우수이용 및 정부 주도의 우수 유출저감을 목적으로 빗물이용시설을 설치 및 운영하고 있음
- 1970년 도쿄의 빗물활용 건축물은 3개이었으나, 2003년 약 1,000개로 매우 빠른 속도로 증가하고 있으며, 2004년 특정도시 하천침수 피해 대책법을 제정하여 빗물이용시설의 확대를 위해 노력중임

〈표 3-17〉 일본의 빗물이용시설 구축사례

기본여건	- 도심지역 우수이용 및 정부 주도의 우수 유출저감 목적
기술현황	<ul style="list-style-type: none"> - 토목연구소, 우수저류침투기술협회, 주택도시정비공단 등 기술개발/지침 주도 · 도로노면 우수처리 매뉴얼(안) · 우수이용핸드북, 우수침투시설기술지침(안) · 주택단지에서의 물이용 계획·설계 매뉴얼(안)
설치현황	<ul style="list-style-type: none"> - 1970년 도쿄, 빗물활용건축물 3개 → 2003년 약 1,000개로 증가 - 침투통, 침투트렌치, 침투측구 등의 침투시설 뿐 아니라 투수성 포장, 보수성포장, 배수성 포장 등 활용
제도	<ul style="list-style-type: none"> - 특정도시 하천침수 피해 대책법(2004) · 도시수해법 : 우수 침투 저해 행위에 대한 저류침수시설 설치의 의무화 빗물저류이용시설을 위한 세제특별조치, 도시빗물대책 시설정비 사업융자제도 및 일본 개발은행, 중소기업금융공고, 국민 금융공고에서 장기저리로 자금 융자

- 대표적인 빗물이용사례를 사무소, 지역시설, 대규모 스포츠시설, 학교, 주택, 종합계획 등으로 구분함

- 도쿄도청 본관은 1991년 준공된 시스템으로 도청사의 우수이용시스템은 저류한 우수를 화장실 세정이나 식목살수에 이용하는 절수대책과 여과장치와 멸균장치를 설치하여 비상시(단수시)에는 우수를 음용으로 전환할 수 있도록 재해대책으로도 사용하고 있음
 - 근린하천의 중수를 제어하기 위하여 부지 내 강우를 저류하여 시간차를 두어 배수함으로서 홍수대책의 일환으로도 사용 중이며, 기계설비류의 유지관리는 년 5회의 정기점검을 해당설비 제작자에게 위탁하여 관리하는 방식을 채택하였음
 - 조정조와 저류조의 청소에 대해서는 3년에 1회 청소업자에게 위탁하고 있음
- 세타가야구 종합운동공원 온수풀은 1995년 준공된 빗물이용시설로 각종 소에너지 시스템을 도입한 이외에 절수를 목적으로 대소변기의 세정수에 우수와 풀의 잉여수 사용목적으로 도입하였음
 - 옥외 우수침사, 여과조 및 실외저류조의 오염, 취기 등을 주 1회 육안으로 점검을 실시함
- 요코하마시립 혼마중학교의 빗물이용시설은 1993년 준공된 시설로 수자원의 유효이용과 치수효과를 목적으로 설치되었으며, 학습효과와 재해시의 비상용수로도 활용하고 있음
 - 1993년 5월~1994년 3월에 걸쳐 우수이용의 실적조사결과 우수대체율은 47.3%로 당초 계획치(30%)를 충분히 웃돌고 있음
 - 집수한 우수의 80% 이상을 이용한 것으로 치수에 대해서도 효과가 있는 것으로 분석되었음
 - 단, 운동장에 우수집수망을 설치함으로써 약간의 운동장의 이물질이 혼입되어 추후 이에 대한 검토가 필요한 상황임
- 고가네이 환경공생주택은 지상5층 규모의 철근콘크리트조 공동분양주택으로 지구환경에 부하를 주지 않는 환경공생주택의 개념으로 태양열발전과 풍력발전을

동력원으로 지하에 저류시킨 우수를 화단, 벽면녹화 등의 관수용으로 빗물을 사용하기 위하여 설치하였음

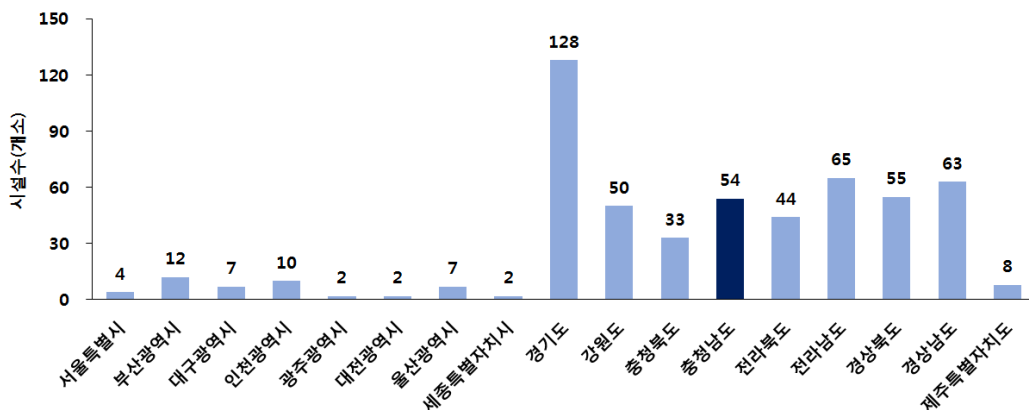
- 집수면적은 약 600m²(주택지붕면적)이며, 태양열이용, 우수재이용, 풍차, 연못 등의 환경공생설비의 유지관리에 대해서는 일반적으로 공동주택과 같은 방식으로 관리하고 있음

IV. 충청남도 물 재이용 현황 분석

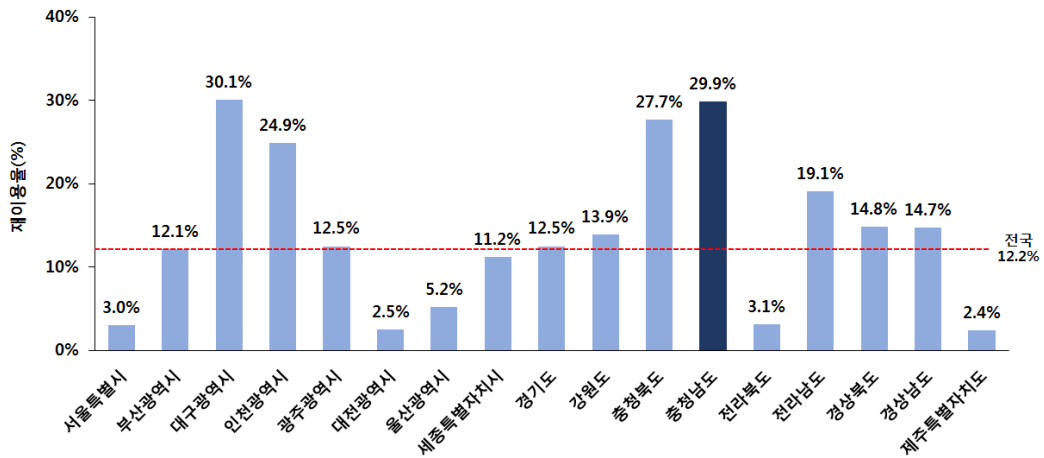
1. 하수처리수 재이용 현황

1.1 충청남도 하수처리수 재이용 현황

- 2012년 자료를 활용한 환경부의 하수도통계(2013)에 따르면, 전국에 설치된 공공 하수처리수재이용시설 546개소 가운데 가장 많은 재이용시설을 운영 중인 광역 지자체는 경기도로 128개소가 설치되어 있음
- 충청남도의 재이용시설은 54개소로 전국 광역자치단체 가운데 5번째로 많음
- 하수처리수 재이용시설의 개소 수만 보았을 때, 충청남도는 54개소로 전국 546개소의 10% 정도이나 하수처리량 대비 재이용율은 29.9%로 전국(평균 12.2%)에서 대구광역시(30.1%) 다음으로 높은 재이용율을 나타냄
 - 재이용율 산정 시 하천유지용수와 같은 장외용수를 포함하기 때문에 순수 재이용율이 높은 것은 아니라 할 수 있음

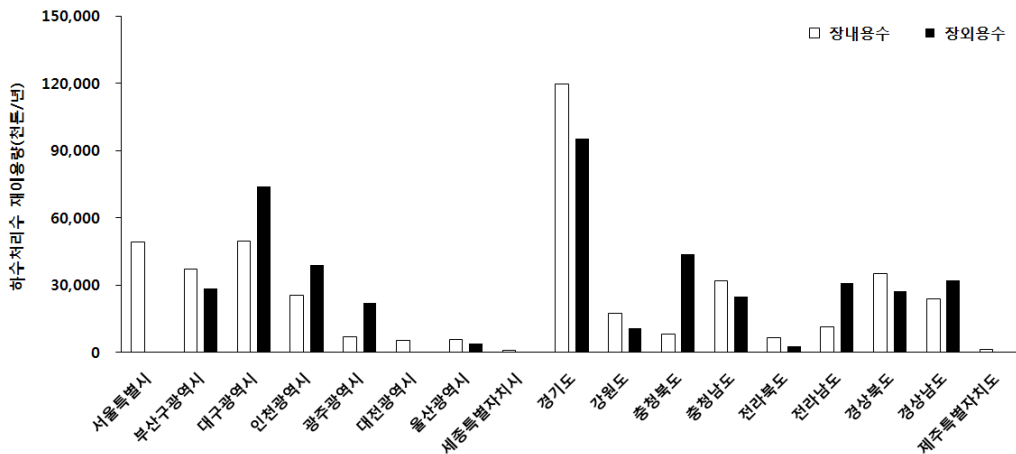


(그림 4-1) 전국 시·도별 하수처리수 재이용시설 현황



〔그림 4-2〕 전국 시·도별 하수처리수 재이용율 현황

- 전국의 하수처리수 재이용율을 장내 및 장외 용수사용량으로 나누면, 2012년말 기준으로 장내용수 50.1%, 장외용수 49.9%의 비율을 차지함(※ 장내용수는 세척수, 냉각용수, 청소수, 희석용수, 식수대 살수 등을 포함하고, 장외용수는 하천유지용수, 농업용수, 공업용수 등을 포함)
- 충청남도는 연간 56,823천톤의 하수처리수 재이용수 가운데 장내용수로 32,109천톤(56.5%)을 사용하고 장외용수로 24,714천톤(43.5%)을 사용하고 있음



〔그림 4-3〕 전국 시·도별 하수처리수의 장내 및 장외용수 사용현황

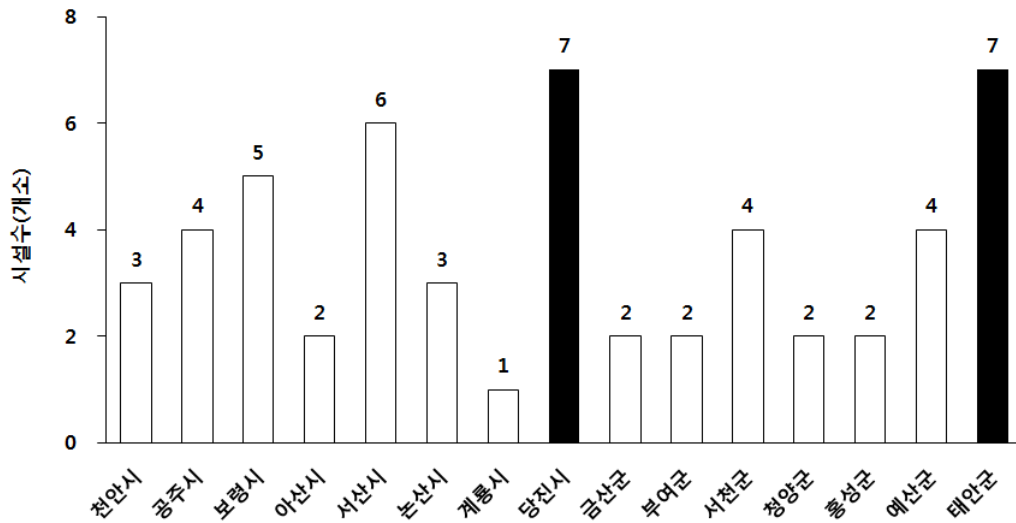
- 충청남도의 장외용수 용도를 세부적으로 살펴보면, 연간 사용되는 장외용수 24,714천톤 가운데 15,536천톤(62.9%)이 하천유지용수로 사용되고 있으며, 8,744천톤(35.3%)은 농업용수, 기타용수로 434천톤(1.8%)을 사용하고 있고, 공업용수의 재이용은 0%로 나타남
- 충청남도의 하수처리수 재이용율이 국내 하수도통계상 29.9%로 높은 값을 나타내지만, 실제 농업 및 공업용수 등으로 재이용되는 장외용수는 전체 공공하수처리수의 4.8%밖에 되지 않음

〈표 4-1〉 전국 시·도별 하수처리수 재이용 현황

시·도	개소	시설용량 (천톤/일)	연간 하수처리량 (천톤/년)	일일 하수처리량 (천톤/일)	하수처리수재이용량 (천톤/년)			처리수 재이용율 (%)
					총 계	장내 용수	장외 용수	
전국	546	30,261.8	7,174,320.4	19,806.1	872,319	437,107	435,212	12.2
서울특별시	4	5,810.0	1,617,849.0	4,420.5	49,318	49,200	118	3.0
부산광역시	12	1,820.1	543,590.7	1,484.8	65,695	37,036	28,659	12.1
대구광역시	7	1,873.8	410,756.0	1,185.3	123,464	49,611	73,853	30.1
인천광역시	10	988.0	260,540.0	743.0	64,809	25,682	39,127	24.9
광주광역시	2	720.0	234,650.3	640.7	29,331	7,089	22,242	12.5
대전광역시	2	901.0	218,256.4	597.7	5,451	5,449	2	2.5
울산광역시	7	5,609.0	186,620.2	596.7	9,644	5,848	3,796	5.2
세종특별자치시	2	22.0	8,013.6	23.5	894	801	93	11.2
경기도	128	5,938.0	1,729,315.7	4,859.3	215,306	119,934	95,373	12.5
강원도	50	659.4	203,305.2	555.2	28,202	17,525	10,678	13.9
충청북도	33	567.1	187,651.6	514.4	51,914	8,227	43,688	27.7
충청남도	54	650.6	190,335.5	526.0	56,823	32,109	24,714	29.9
전라북도	44	974.8	297,928.6	815.1	9,150	6,574	2,576	3.1
전라남도	65	693.7	223,569.3	482.2	42,603	11,474	31,128	19.1
경상북도	55	1,358.5	421,479.7	1,158.4	62,320	35,181	27,139	14.8
경상남도	63	1,479.0	381,452.4	1,042.3	55,973	23,952	32,020	14.7
제주특별자치도	8	197.0	59,006.2	160.9	1,422	1,415	7	2.4

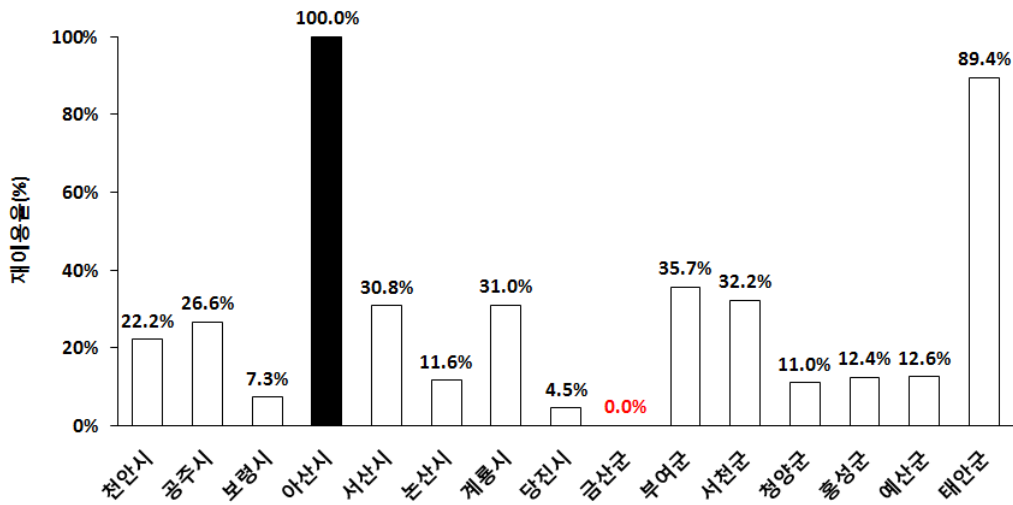
1.2 충청남도 시·군별 하수처리수 재이용 현황

- 충청남도의 하수처리수 재이용시설은 2012년 기준으로 54개소 있으며, 운영 중인 하수처리수 재이용시설이 가장 많은 지역은 당진시와 태안군으로 각각 7개소를 운영 중임



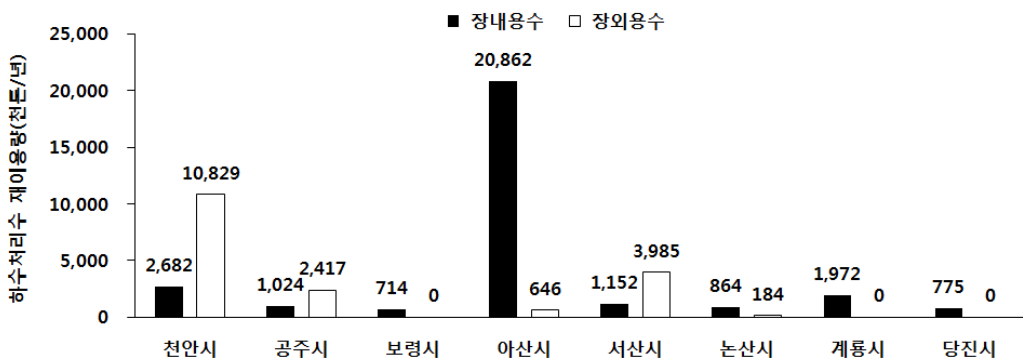
[그림 4-4] 충청남도 시·군별 하수처리수 재이용시설 현황

- 하수처리수 재이용율은 아산시만 100%로 가장 높은 재이용율을 보임
 - 아산시의 하수처리수 재이용율이 100%로 매우 높아 보이나, 재이용수의 97%를 하수처리장의 충진용수로 사용하고 있음
- 금산군은 하수처리수 재이용율이 0%인 것으로 나타났는데, 금산군은 상수도 현실화율이 36.7%로 충청남도에서 최저수준이므로, 재이용수 사용 확대보다는 상수도 보급율 및 유수율을 개선하는 것이 더 중요할 것으로 사료됨

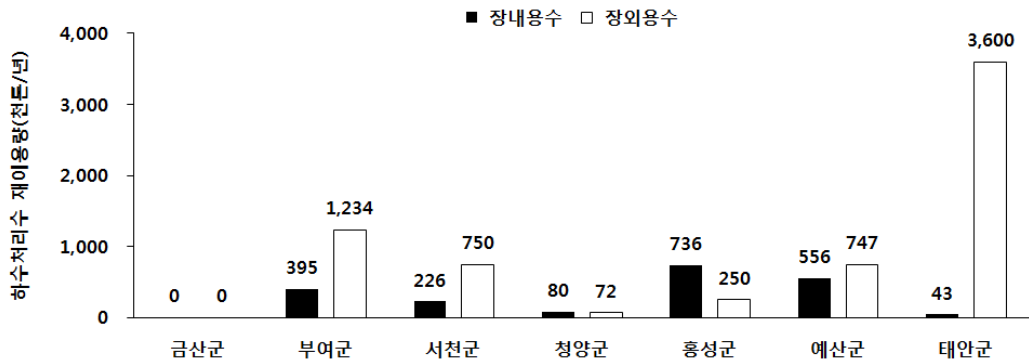


〔그림 4-5〕 충청남도 시·군별 하수처리수 재이용율 현황

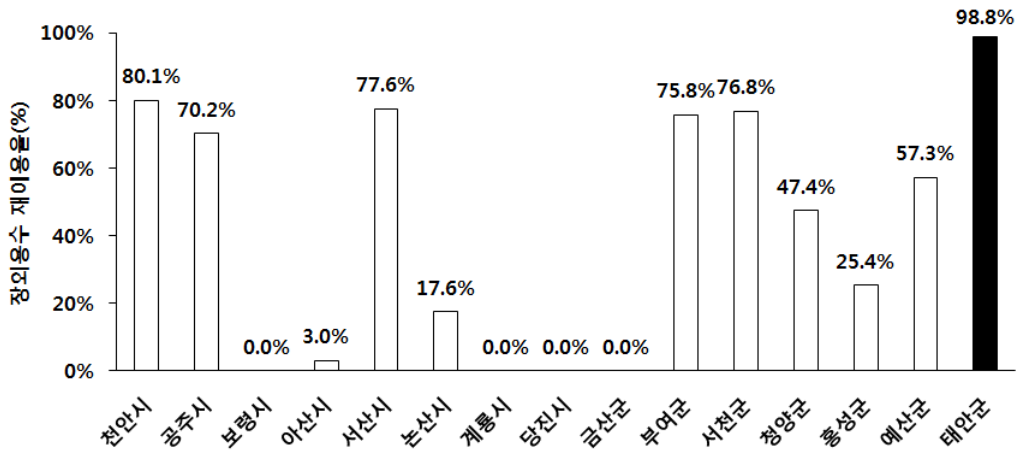
- 재이용수 중 장외용수의 비중이 70%가 넘는 지역은 6개 시·군(천안시, 공주시, 서산시, 부여군, 서천군, 태안군)으로 장외용수 대부분을 하천유지용수로 사용하고 있음
- 천안시가 장외용수 사용량이 가장 큰 것으로 나타났는데, 이는 연간 하수처리량이 다른 시·군에 비해 월등히 많았기 때문임



〔그림 4-6〕 충청남도 시지역 하수처리수의 장내 및 장외용수 사용량 현황



[그림 4-7] 충청남도 군지역 하수처리수의 장내 및 장외용수 사용량 현황



[그림 4-8] 충청남도 시·군별 하수처리수 장외용수 재이용률 현황

〈표 4-2〉 충청남도 시·군별 하수처리수 재이용 현황

시·군	시설명	시설용량 (천톤/일)	연간 하수처리량 (천톤/년)	일일 하수처리량 (천톤/일)	하수처리수 재이용량 (천톤/년)			처리수 재이용률 (%)
					총 계	장내 용수	장외 용수	
충남	54	651	190,336	526	56,823	32,109	24,714	29.9
천안시	천안	180.0	52,677.0	144.0	10,990	878	10,112	20.9

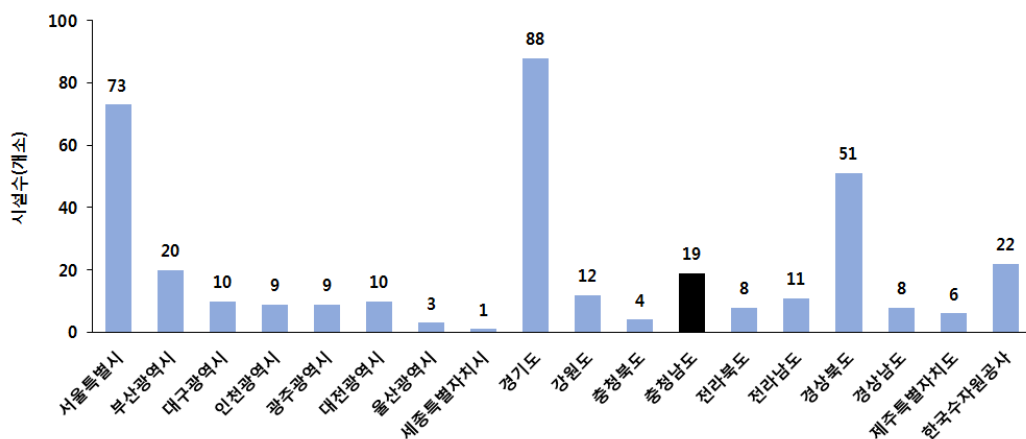
	성환	24.0	5,232.0	14.0	2,049	1,492	557	39.2
	병천	9.5	2,824.3	7.7	472	312	160	16.7
공주시	공주	35.0	10,627.0	29.1	3,184	813	2,371	30.0
	유구	3.4	1,225.4	3.3	110	65	46	9.0
	공암	1.8	577.9	1.6	4	4	-	0.7
	동학사	1.8	513.9	1.4	142	142	-	27.6
보령시	보령	30.0	8,444.5	23.0	588	588	-	7.0
	대천해수욕장	11.0	1,020.0	9.3	132	132	-	12.9
	웅천	1.5	285.0	0.8	24	24	-	8.3
	무창포	1.6	176.4	0.5	-	-	-	-
	성주	0.7	284.7	0.8	-	-	-	-
아산시	아산	63.0	20,892.7	57.1	20,893	20,853	40	100.0
	둔포	2.9	615.4	1.7	615	9	606	100.0
서산시	서산	40.0	14,883.5	40.7	4,350	1,050	3,300	29.2
	대산	3.0	763.0	2.1	753	68	685	98.7
	성연	2.0	534.5	1.5	23	23	-	4.4
	도당	0.8	190.6	0.5	1	1	-	0.5
	운산	0.8	194.9	0.5	9	9	-	4.6
	음암	0.6	120.1	0.3	1	1	-	0.8
논산시	논산	20.0	6,768.2	18.5	1,028	845	183	15.2
	연무	8.4	2,099.8	5.8	20	19	1	0.9
	연산	0.6	164.3	0.5	-	-	-	-
계룡시	계룡	27.0	6,368.0	17.0	1,972	1,972	-	31.0
당진시	당진	15.0	8,275.8	22.6	232	232	-	2.8
	고대부곡	22.8	6,497.4	17.8	230	230	-	3.5
	합덕	3.5	1,022.5	2.8	106	106	-	10.4
	신평	3.5	857.7	2.3	98	98	-	11.4
	송악	1.5	427.8	1.2	80	80	-	18.7
	삼교호	0.7	44.7	0.1	-	-	-	-

	중흥	0.7	229.0	0.6	29	29	-	12.7
금산군	금산	10.0	3,592.0	9.8	-	-	-	-
	추부	24.0	610.0	1.6	-	-	-	-
부여군	부여	11.0	4,285.0	11.7	1,593	371	1,222	37.2
	백제문화단지	1.8	277.0	0.8	36	24	12	13.0
서천군	서천	5.0	1,844.0	5.0	855	105	750	46.4
	장항	4.0	1,002.0	2.7	121	121	-	12.1
	춘장대	3.1	128.0	0.3	-	-	-	-
	금강하구둑	1.1	59.0	0.2	-	-	-	-
청양군	청양	3.2	1,166.0	3.2	128	78	50	11.0
	정산	0.8	217.0	0.6	24	2	22	11.1
홍성군	홍성	17.0	6,330.0	17.3	897	729	168	14.2
	광천	5.0	1,605.0	4.4	89	7	82	5.5
예산군	예산	22.0	7,266.7	19.9	1,220	473	747	16.8
	덕산	7.0	2,504.0	6.9	76	76	-	3.0
	삼교	2.0	510.9	1.4	7	7	-	1.3
	덕숭산	1.4	24.1	0.2	-	-	-	-
태안군	태안	9.0	2,855.0	7.7	2,855	24	2,831	100.0
	안면	1.6	753.0	2.1	753	10	743	100.0
	만리포	2.0	189.0	0.5	5	5	-	2.6
	연포	0.5	54.0	0.1	1	1	-	1.9
	몽산포	0.9	48.5	0.1	23	1	22	47.4
	백사장	0.5	69.7	0.2	5	1	4	7.2
	안흥신항	0.7	107.7	0.3	1	1	-	0.9

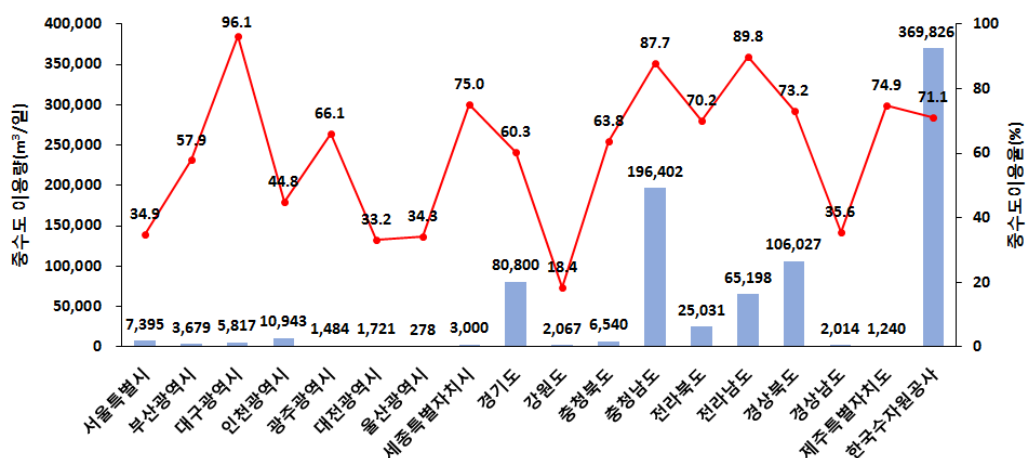
2. 중수도 이용현황

2.1 충청남도 중수도 이용현황

- 중수도시설은 2012년 기준으로 전국에 364개소가 있으며, 공공하수도재이용과 유사한 양상으로 서울특별시와 경기도, 경상북도 등에 많이 분포하고 있음
- 충청남도의 중수도시설은 19개소로 전국 364개소의 5.2%를 차지하지만, 중수도 이용량은 196,402m³/일로 전국 사용량의 22%를 차지함



[그림 4-9] 전국 시·도별 중수도시설 현황



[그림 4-10] 전국 시·도별 중수도 이용량 및 이용률 현황

〈표 4-3〉 전국 시·도별 중수도시설 현황

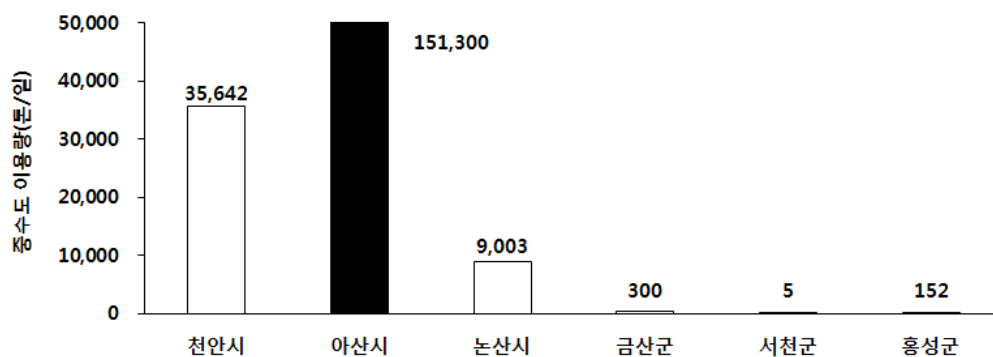
지역 (시·도)	개소	시설현황		
		건축 연면적 (m ²)	처리용량 (m ³ /일)	중수도 이용량 (m ³ /일)
전국	364	48,456,129	1,230,272	889,463
서울특별시	73	8,347,182	21,208	7,395
부산광역시	20	2,481,843	6,358	3,679
대구광역시	10	369,811	6,054	5,817
인천광역시	9	685,412	24,420	10,943
광주광역시	9	422,740	2,244	1,484
대전광역시	10	1,014,623	5,188	1,721
울산광역시	3	169,136	810	278
세종특별자치시	1	1,388	4,000	3,000
경기도	88	10,730,043	133,908	80,800
강원도	12	954,518	11,220	2,067
충청북도	4	650,920	10,254	6,540
충청남도	19	1,769,595	223,822	196,402
전라북도	8	771,319	35,652	25,031
전라남도	11	6,940,670	72,640	65,198
경상북도	51	6,684,823	144,764	106,027
경상남도	8	923,683	5,655	2,014
제주특별자치도	6	349,723	1,655	1,240
한국수자원공사	22	5,188,701	520,420	369,826

2.2 충청남도 시·군별 중수도 이용현황

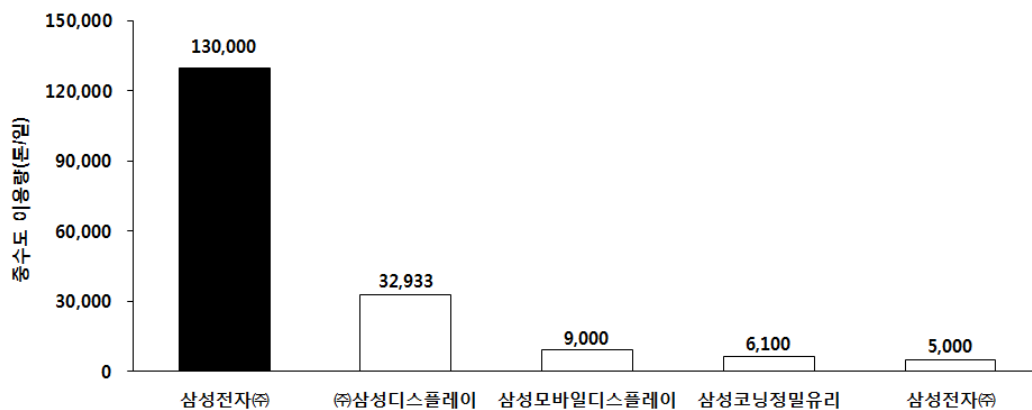
- 충청남도의 중수도시설은 2012년 기준으로 19개소가 있으며, 일일 중수도이용량은 196,402톤임
 - 충청남도의 일일 하수처리수 재이용량이 155,679.5톤임을 감안할 때, 하수처리수재이용에 비해 많은 양을 중수도시설에서 이용하고 있음
 - 19개 중수도시설 가운데 7개소만 법적시설 설치대상이며, 법적 미설치대상 중 (주)삼성디스플레이의 일일 중수도사용량 32,933톤과 sts반도체의 2,238톤을 제외하면 일일 중수도 이용량은 500톤이 되지 않음
 - 19개 중수도시설 가운데 공업용수를 사용하는 시설은 11개소이며, 나머지 8개소는 화장실용수 및 조경용수, 위생수로 사용하고 있음
 - 19개 중수도 시설 가운데 6개소만 지자체에서 운영 중이며, 나머지 13개소는 공업시설에서 운영 중임

- 중수도시설 중 14개가 시 지역에 속해 있으며, 대부분이 공업용수로 사용 중임
 - 중수도시설은 천안시 7개소, 아산시 5개소, 논산시 2개소가 있음
 - 충청남도 중수도이용의 99.8%에 해당하는 양을 시 지역에서 사용 중이며, 시 지역 이용량의 77%를 아산시에서 사용하고 있음
 - 가장 많은 중수도시설을 운영하고 있는 곳은 천안시인 반면 중수도 사용량이 가장 많은 곳은 아산시로 나타났는데, 이는 아산시에 법적으로 중수도시설의 설치가 의무화되어 있는 공장이 많기 때문으로 판단됨

- 군 지역의 경우, 금산군의 1개소를 제외하면 국공립기관/관공서에서 시설을 보유 및 이용하고 있고, 대부분 화장실용수로 사용되고 있음



〔그림 4-11〕 충청남도 시·군별 중수도 이용현황



〔그림 4-12〕 재이용량 기준 상위 5개 건축물 현황

〈표 4-4〉 충청남도 시·군별 중수도시설 및 이용현황

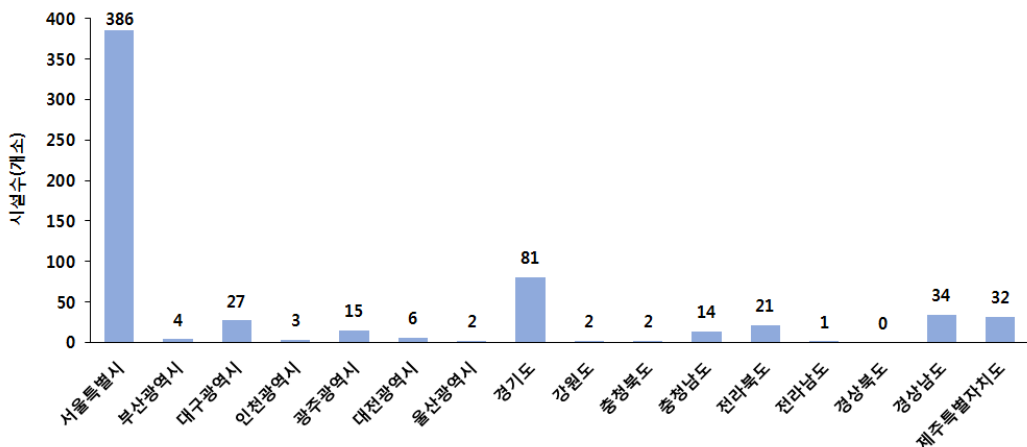
지역 (시·도)	건축물명	시설현황			설치 완료일	가동 개시일	중수도 용도	법적 시설 여부
		건축 연면적 (m ²)	처리용량 (m ³ /d)	중수도 이용량 (m ³ /d)				
충남	19개소	1,769,595	223,822	196,402	-	-	-	-
시부	14개소	1,541,590	221,992	195,945	-	-	-	-
천안시	(주)MEMC 코리아	42,121	2,300	-	‘05	‘98	공업, 세정	미대상

	(주)삼성 디스플레이	181,674	49,490	32,933	'99	'99	공업, 세정	미대상
	(주)피케이엘	22,221	530	316	'05	'05	공업,세정	미대상
	(주)롯데삼강	75,706	300	35	'05	'05	공업, 생활	미대상
	천안시청	41,706	120	6	'05	'05	화장실	미대상
	sts반도체	41,612	3,483	2,238	'08	'08	공업, 세정	미대상
	(주)스테코	15,622	216	114	'09	'09	공업, 세정	미대상
아산시	삼성전자(주)	288,667	7,680	5,000	'99. 05.19	'99. 06.30	공업	대상
	삼성전자(주)	7,480	130,000	130,000	'08. 11.01	'08. 11.01	공업	대상
	삼성코닝 정밀유리	13,544	11,960	10,000	'02. 02.01	'02. 03.31	공업	대상
	삼성코닝 정밀유리	96,156	6,710	6,100	'07. 12.01	'08. 01.01	공업	대상
	요진 건설산업(주)	339,860	200	200	'10. 11.22	'10. 11.22	조경, 화장실	미대상
논산시	삼성모바일 디스플레이	375,152	9,000	9,000	-	-	공업	대상
	대흥시장 공중화장실	69	3	3	'12. 12.28	'12. 12.28	화장실	미대상
군부	5개소	228,005	1,830	457				-
금산군	한국타이어	4,071	1,500	300	'96. 09.1	'01. 09.05	위생수, 세정수	미대상
서천군	국립생태원 (복원생태관)	58,553	70	5	'12. 07.12	'12. 11.01	화장실	미대상
	국립생태원 (에코리움관)	32,550	60	-	'12. 07.12	'12. 11.01	화장실	미대상
홍성군	충청남도청	104,933	140	92	'12. 09.30	'12. 12.13	화장실	대상
	충청남도 교육청	27,898	60	60	'12. 10.31	'12. 12.01	화장실	대상

3. 빗물이용 현황

3.1 충청남도 빗물이용 현황

- 전국 시·도별 빗물이용량은 연간 8,235,258m³으로 전국 중수도 재이용량보다 10배 많은 수치를 보이지만, 빗물이용량의 88%를 차지하고 있는 제주특별자치도를 제외하면 연간 1,001,310m³으로 중수도 재이용량과 유사한 수치를 보임
 - 제주특별자치도의 경우 빗물공급을 제외한 수원이 매우 부족한 실정으로 빗물이용량이 타 지역에 비하여 월등히 높음
- 제주특별자치도의 빗물이용량을 제외한 16개 시·도 중 경기도에서 614,177m³/년으로 전체의 61.3%를 차지하고 있으며, 충청남도의 경우 0.29%로 낮은 비중을 차지하고 있음
- 전국의 빗물이용시설은 630개소가 있는데, 이 가운데 386개소가 서울특별시에 있고 경기도 81개소, 경상남도 34개소 순으로 위치하고 있음



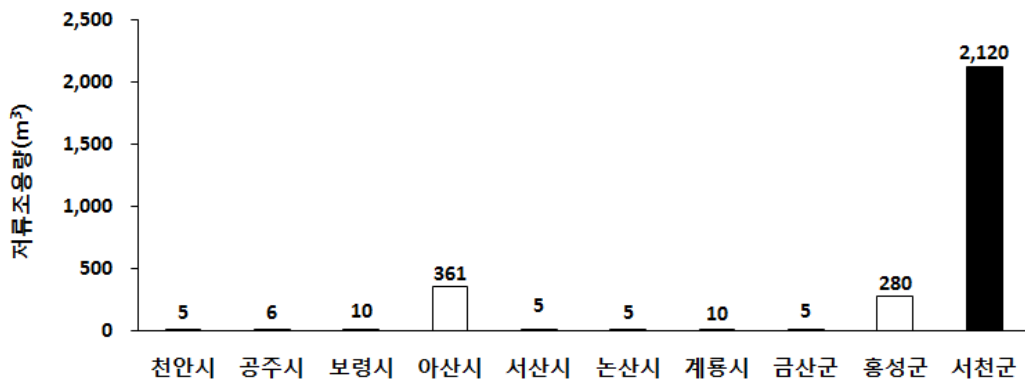
[그림 4-13] 전국 시·도별 빗물이용시설 현황

〈표 4-5〉 전국 시·도별 빗물이용 현황

시·도	시설수	설치비 (백만원)	집수면적 (m ²)	저류조용량 (m ³)	연간사용량 (m ³ /년)
전국	630	19,007	36,301,069	4,174,688	8,235,258
서울특별시	386	-	-	104,726	102,299
부산광역시	4	868	12,2216	6,527	75,630
대구광역시	27	100	104,004	3,686	20,441
인천광역시	3	606	24,726	1,128	27,200
광주광역시	15	455	15,127	814	2,279
대전광역시	6	118	26,831	855	1,002
울산광역시	2	359	19,023	1,550	2,920
세종특별자치시	-	-	-	-	-
경기도	81	12,857	1,241,989	62,182	614,177
강원도	2	839	51,221	507	28,612
충청북도	2	100	14	180	161
충청남도	14	492	27,133	2,807	2,872
전라북도	21	637	13,566	2,036	442
전라남도	1	30	4,960	110	4,500
경상북도	0	-	-	-	-
경상남도	34	1,546	205,382	4,733	118,775
제주특별자치도	32	-	34,444,876	3,982,849	7,293,949

3.2 충청남도 시·군별 빗물이용 현황

- 충청남도의 빗물이용량은 연간 2,872톤으로 전국 16개 시·도(세종특별자치시 제외)가운데 11번째에 해당함
 - 빗물이용량은 중수도에 비해 1%에도 미치지 못하는 수준임
- 충청남도의 빗물이용은 대부분 조경용수로 사용되고 있으며, 일부 시설에서 화장실 혹은 청소용수로 사용됨
- 충청남도에는 14개의 빗물이용시설(전국 630개소)이 있는데, 8개소는 시 지역에 속해 있고 6개소는 군 지역에 속해 있음
 - 충청남도의 빗물이용시설 중 법적시설 설치대상은 3곳으로 2012년에 모두 준공되었으며, 나머지 11개소 역시 지자체에서 운영하는 건축물에만 설치되어 있음



(그림 4-14) 충청남도 시·군별 빗물이용시설의 저류조 용량 현황

〈표 4-6〉 충청남도 시·군별 빗물이용 현황

시·군	시설명	설치 완료일	설치비 (백만원)	집수 면적 (m ²)	여과처리 시설유무	저류조 용량 (m ³)	빗물 활용도	법적 시설 여부
충청남도	14	-	492	27,133	-	2,807	-	-
천안시	빗물저금통	‘12.12	20	250	유	5	조경	미대상
공주시	정안면사무소 빗물저금통	‘12.12	18	100	유	6	조경	미대상
보령시	원산1리 빗물이용시설	‘12.08	18	211	무	10	화장실	미대상
아산시	이순신빙상장 체육관	‘11.12	-	7,920	-	356	조경	대상
	농업기술센터	‘12.01	18	240	필터	5	청소 조경	미대상
서산시	빗물저금통	‘12.06	18	120	필터	5	조경	미대상
논산시	빗물저금통	‘.10	20	350	필터	5	조경	미대상
계룡시	빗물저장조	‘12.11	20	188	스크린	10	조경	미대상
금산군	이슬공원	‘12.12	20	1,327	유	5	조경	미대상
서천군	국립생태원 (방문자센터)	‘12.07	60	1,992	유	70	조경	미대상
	국립생태원 (복원생태관)	‘12.07	100	2,858	유	550	조경	미대상
	국립생태원 (에코리움관)	‘12.07	180	7,794	유	1,500	조경	미대상
홍성군	충남도청	‘12.09	-	1,830	유	100	청소	대상
	충청남도교육청	‘12.10	-	1,953	유	180	조경 소화용	대상

V. 충청남도 물 재이용 체계 구축방안

1. 물 재이용 체계 구축 기본방향

- 충청남도의 물 재이용 체계를 구축하기 위하여 우선적으로 물 재이용 정책의 비전 및 핵심목표를 설정하고 비전과 목표를 달성하기 위한 목표량과 추진전략을 설정
- 정책 비전 : 물 재이용으로 기후변화에 적응하고 물 복지를 선도하는 충청남도
- 단계별, 지역별 물 재이용 목표량 산정
 - 단계별 목표량 산정 기본 방향 : 환경부의 2013년 통계량을 2014년 충남도의 기준 값으로 가정하고 2015-2017년(1단계), 2018-2020년(2단계) 단계별 확대량은 「물 재이용 기본계획」의 2016년 및 2020년의 하수처리수재이용, 중수도, 빗물이용에 대한 전국 목표치를 기본으로 충청남도의 실정을 반영하여 추정
 - 지역별 목표량 산정 기본 방향 : 하수처리수재이용과 빗물이용의 경우에는 군지역의 목표치를 시지역 목표치의 60~75%로 산정하였고, 중수도의 경우에는 군지역과 시지역을 동일하게 산정(군지역의 공공기관 중수도시설 설치로 시지역과 동일 목표 달성 가능할 것으로 예상)
- 추진전략
 - 1단계 (2015-2017년) : 물 재이용 체계 구축 및 강화
 - 관련 법령 및 제도 개선
 - 경제적 지원 강화 및 민간투자 확대
 - 지역별 물 순환 체계와 연계한 재이용 방안 마련
 - 시민 교육 및 홍보
 - 2단계 (2018-2020년) : 물 재이용 확대 및 활성화

- 하수처리수 이용 다변화
- 중수도시설 확대 및 유희화 방지
- 빗물이용 확대

비 전

물재이용으로 기후변화에 적응하고 물복지를 선도하는 충청남도

비전을 달성하기 위한 물재이용 목표량 및 추진전략

지역별		단계별	기준 (2014)	1단계 (2017)	2단계 (2020)
목 표 량	총 목표량 (천m ³ /year)		128,513 (100%)	216,838 (180%)	281,096 (230%)
	하 수 처리수	시부	48,134 (100%)	96,268 (200%)	120,335 (250%)
		군부	8,689 (100%)	13,034 (150%)	17,378 (200%)
	중수도	시부	71,520 (100%)	107,280 (150%)	143,040 (200%)
		군부	167 (100%)	251 (150%)	334 (200%)
	빗 물	시부	0.4 (100%)	1.4 (350%)	2.0 (500%)
		군부	2.4 (100%)	4.8 (200%)	7.2 (300%)
추진 전략			관리체제 강화		확대 및 활성화
	주요 내용		<ul style="list-style-type: none"> • 관련 법령 및 제도 개선 • 경제적 지원 강화 및 민간투자 확대 • 지역별 물순환체계와 연계한 재이용 방안 마련 • 시민 교육 및 홍보 		<ul style="list-style-type: none"> • 하수처리수 이용 다변화 • 중수도시설 확대 및 유희화 방지 • 빗물이용 확대

※ 중수도 목표량은 중수도시설 일일 이용량에 단순히 365일을 곱한 값 사용

※ 환경부의 2013년 통계량을 2014년 충청남도의 기준 값으로 가정하고 2015-2017년(1단계), 2018-2020년(2단계) 단계별 확대량은 환경부(2011) 「물 재이용 기본계획」의 2016년 및 2020년도의 하수처리수재이용, 중수도, 빗물이용에 대한 전국 목표치를 기본으로 충청남도의 실정을 반영하여 추정하였으므로 실제 이용량은 차이가 있을 수 있음

(그림 5-1) 충청남도 물 재이용 단계별 추진계획

2. 물 재이용 체계 구축 및 강화

2.1 관련 법령 및 제도 개선

- 정부의 물 재이용 의무화 확대조정 및 관련법 개정 반영
 - 정부가 물 재이용의 확대를 위해 세액공제, 설치비용 보조 및 용자, 상하수도 요금 감면 등의 정책을 추진하는 것과 같이 지역단위 재이용 활성화를 위한 재정지원 및 제도적 장치 마련이 필요
- ※ 정부 정책방향 :
 - 빗물이용 및 중수도 시설 설치 대상기준 확대
 - 하수처리수 재이용 의무화 기준 강화
 - 용수공급계획 수립 시 물 재이용 계획 연계 검토

2.2 경제적 지원 강화 및 민간투자 확대

- 물 재이용 보급을 위한 경제적 유인책 마련
 - 하수재이용수 물 값의 수질별(용도별) 차별화 방안 마련
 - 민간사업자의 참여율을 촉진할 수 있도록 민간 사업자에 대한 적정 수준의 실질 수익률 보장
 - 공업용수 재이용 시 공급 편익 제고방안(물 이용부담금, CO₂ 배출저감 등 계량화 등) 마련
- ※ 정부 정책방향 :
 - 물 재이용 관련 전담부서 신설 및 합리적 지도점검 체제 구축
 - 조세감면 및 금융지원 확대
 - 물 재이용에 따른 인센티브 확대

2.3 지역별 물 순환 체계와 연계한 재이용 방안 마련

- 유역단위 물 순환을 고려한 물 재이용 시설 설치 보급 사업 추진
 - 빗물이용시설, 중수도, 하수재이용수와 지역 유역관리를 연계한 물 재이용 시스템 구축방안에 대한 연구추진
 - 물 재이용시설의 효율적 운영을 위한 통합적 관리체계 구축
 - 물 재이용시설 데이터베이스화
 - 상시모니터링 체계 구축
- ※ 정부 정책방향 :
- 유역 물이용 현황 조사 및 모니터링 시스템 구축
 - 물 재이용 계획, 평가, 운영을 위한 통합시스템 구축
 - 물 재이용 통합관리 시스템 기반의 지자체별 물 재이용 관리계획 수립

2.4 시민 교육 및 홍보

- 체계적 교육 및 홍보 프로그램을 개발하고 시행
 - 재이용수에 대한 일반시민의 인식제고를 위해 필요
 - 위생상 우려, 색도 및 냄새에 대한 심미적 거부감, 지속가능한 물 순환에 대한 인식 부족 등 극복
 - 환경관련단체 및 NGO의 적극적 참여 유도
 - 물 재이용사업에 대한 정보제공 및 처리수질 공개
 - 주민대상 견학시설 운영 및 교육

3. 물 재이용 확대 및 활성화

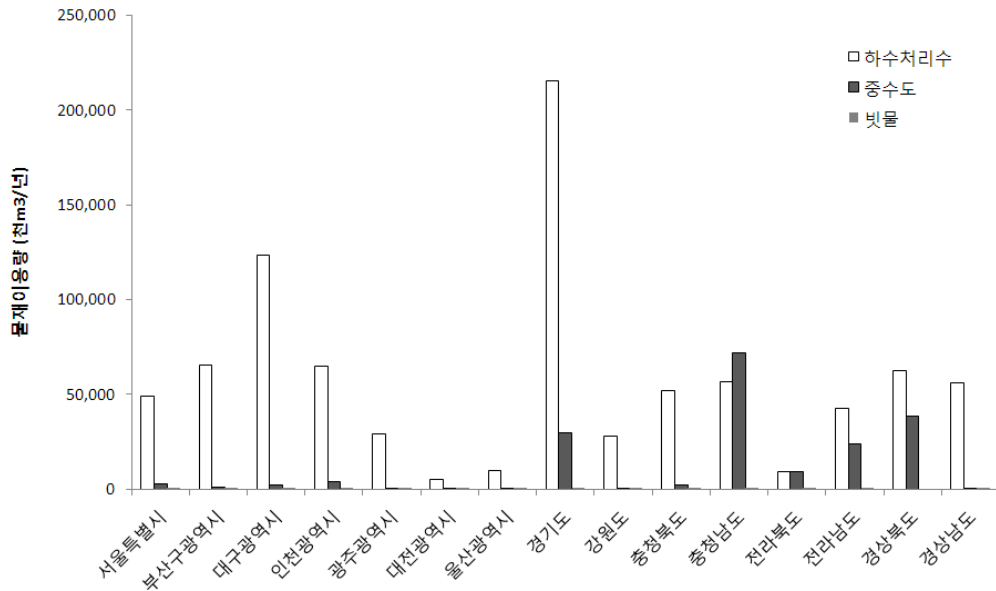
3.1 하수처리수 이용 다변화

- 하수처리수 재이용에서 높은 비중을 차지하는 하천유지용수의 다변화 필요
 - 충청남도의 하·폐수처리수 재이용율은 29.9%로 전국 평균 12.2%와 비교하였을 때 높게 나타나지만, 우리나라의 경우 물 재이용에 하천유지용수를 포함하여 산정하기 때문에 재이용율이 높은 것으로 실제 농업용수와 공업용수 등으로 재이용되는 장외용수는 전체 공공하수처리수의 4.8% 밖에 되지 않음
 - 충청남도의 장외용수 용도를 세부적으로 살펴보면, 연간 사용되는 장외용수 24,714천톤 중 15,536천톤(62.9%)이 하천유지용수로 사용되고 있으며, 농업용수 8,744천톤(35.3%), 기타용수로 434천톤(1.8%)을 사용하고 있고 공업용수의 재이용은 0%로 나타남
 - 공업용수, 농업용수 등으로 활용할 수 있도록 수요처의 확보가 중요함
- 공업용수 활용
 - 도시지역의 경우 하수처리수 재이용수를 공업용수로 활용할 수 있는 가능성이 높음
 - 충청남도의 산업단지에서 중수도 활용의 특성을 살펴보았을 때, 하수처리수보다 40,000톤/일 이상 많이 사용하고 있음
 - 하수처리수 재이용수를 공업용수로 공급할 수 있도록 적합한 수질과 수요처가 확보된다면 물 재이용율을 높일 수 있을 것으로 판단됨
 - 경제성 분석(경제적 가치), 오염물질 부하삭감량 등(환경적 가치) 장·단점 비교·분석을 통한 타당성 분석 필요함
- 농업용수 활용
 - 물 사용처의 70%가 농업용수인 것을 감안하면 활용을 확대할 잠재성은 있음

- 상습적인 농업용수 부족지역을 우선적으로 고려되어야 하며, 경작지 농민의 사전 동의가 필요
- 다만, 농업용수 사용의 70%가 년 중 4~6월에 집중되어 있고 재이용수 사용 시 수질의 안전성 문제가 야기될 수 있음
- 4~6월에 집중 사용되는 농업용수의 경우 하수처리수의 장내용수를 활용하여 공급 할 수 있는 방안이 필요
- 안정적 수질확보를 위해 지하수 충전 후 사용해야하는 등 방안 검토 필요
 - 논농사, 화훼농사 등에 적용 가능하나, 원칙적으로 날로 먹는 농산물(딸기, 채소류 등)에는 제외

3.2 중수도시설 확대 및 유희화 방지

- 중수도시설의 지속적 확대
 - 충청남도 중수도시설의 규모는 전국 사용량의 22%를 차지하고 있는데, 이는 충청남도의 일부 개별시설에서 대량의 중수도를 이용하고 있기 때문임
 - 규모기준 상위 5개 중수도시설이 충청남도 전체 중수도 재이용량의 93%를 차지
 - 현재 전국평균 대비 높은 중수도 비율을 나타내고 있으므로 급격한 시설 수증가보다는 지속적인 관리와 시설의 유희화 방지가 바람직함
- 도시지역
 - 산업단지 중심으로 중수도시설이 보급되어 산업용수로 활용될 수 있도록 권장하고 유희시설이 발생하지 않도록 관리하여야 함
 - 법적시설 설치대상의 확대 및 설치 시 인센티브 등을 통한 중수도시설의 보급 및 확대를 위한 노력이 필요함
- 농촌지역
 - 농업용수를 제외한 물의 수요처를 찾기가 힘들기 때문에 국공립기관/관공서를 중심으로 중수도시설의 홍보 및 확대가 바람직함



(그림 5-2) 광역자치단체별 물 재이용량 현황(제주특별자치도 제외)

3.3 빗물이용 확대

- 종합적이고 체계적인 빗물관리 및 이용방안 마련이 필요
 - 충청남도의 경우, 강우 시 집중호우에 의한 침수피해를 저감하고 지역에서의 빗물관리의 필요성을 인식하여 「충청남도 빗물관리에 관한 조례」를 2010년 6월 제정하여 빗물관리를 위한 법적근거를 마련하였으나, 현재 빗물 이용율은 다른 자치단체에 비해 상당히 낮은 편(0.28%)임
 - 빗물관리에 관한 조례에 근거하여 충청남도에서 빗물관리 정책을 종합적이고 체계적으로 시행할 수 있는 방안 마련이 필요함
- 빗물이용시설의 적극적인 확대가 필요
 - 빗물이용시설 확대를 위해 용수이용 계획 시 빗물관리계획 수립을 의무화하고, 빗물이용시설 설치에 대한 경제적 지원방안(예: 보조금 지급, 용적을 인센티브 부여) 등의 마련이 필요함

참고문헌

1. 환경부, 물 재이용 기본계획 수립을 위한 연구, 2010
2. 한국환경정책평가연구원, 국가 물 재이용 정책 추진 현황과 방향, 2011
3. 환경부, 물 재이용 기본계획, 2012
4. 한국상하수도협회, 물 재이용시설 설계 및 유지관리 가이드라인, 2013
5. 환경부, 물 재이용 효율성 제고를 위한 정책방안 연구, 2011
6. 충청남도, 충청남도 이전 신도시의 자원절약형 환경순환시스템 구축연구, 2008
7. 서울특별시, 서울시 물 순환 기본계획 연구, 2004
8. 한국환경정책평가연구원, 물 재이용을 통한 도시하천 물 순환 개선 정책방향, 2011
9. 충남발전연구원, 충청남도 물복지 향상을 위한 정책방향 및 과제, 2012
10. 충청남도, 충청남도 물의 재이용 촉진 및 지원 조례, 2014
11. 서울특별시, 서울특별시 물 재이용 관리계획, 2013
12. 환경부, 물 재이용시설 설치관리 통합 가이드북, 2012
13. 광주발전연구원, 광주광역시 빗물관리기본계획, 2011
14. 환경부, 하수도통계, 2000~2013
15. 환경관리공단, 하수처리수의 공업용수 재이용사업 예비타당성 및 민자 적격성 조사, 2008
16. 환경부(2009) 하수처리수 재이용 가이드북
17. Metcalf & Eddy, Aecom Company, Water Reuse Issues Technologies and Applications, 2007
18. NRMCC, EPHC, NHMRC, Australian guidelines for water recycling: Managing health and environmental risks(phase 2), 2008
19. Organisation for Economic Co-operation and Development, Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction, 2008
20. Official Publication of the European Water Association, Water Reuse in EU, 2007
21. USEPA, Guidelines for Water Reuse, 2004

■ 집 필 자 ■

연 구 책 임 · 이원태 교수 (금오공과대학교)

공 동 연 구 · 김성범 (금오공과대학교)

박수형 (금오공과대학교)

연 구 자 문 · 허재영 교수 (대전대학교)

이두진 박사 (K-water연구원)

안중호 박사 (한국환경정책평가연구원)

이상진 선임연구위원 (충남발전연구원)

김영일 연구위원 (충남발전연구원)

정우혁 책임연구위원 (충남발전연구원)

기획연구 2014-01 · 충청남도 물 재이용 체계 구축방안

글쓴이 · 이원태 외

발행자 · 강현수 / 발행처 · 충남발전연구원

인쇄 · 2014년 11월 30일 / 발행 · 2014년 11월 30일

주소 · 충청남도 공주시 연수원길 73-26 (314-140)

전화 · 041-840-1220(물환경연구센터) 041-840-1114(대표) / 팩스 · 041-840-1289

ISBN · 978-89-6124-276-9 03350

<http://www.cdi.re.kr>

© 2014, 충남발전연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 연구보고서의 내용은 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.