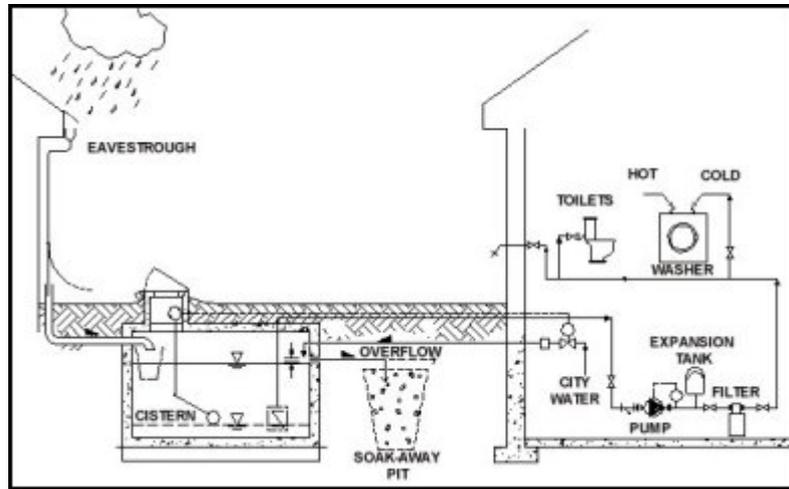


Cisterns/Rainwater Harvesting Systems

탱크/ 우수저장 시스템



**Definition**

An above or below ground storage system that collects, stores and distributes run-off of rain or snow from roofs.

**정의**

지붕으로부터 흘러내려오는 빗물 또는 눈을 모으고, 저장하고 분배하는 지상 또는 지하 저장 시스템.

**Building Use**

- highrise apartment
- lowrise apartment
- institutional

**Building Type**

- new
- retrofit

**Development Status**

- mature technology

**적용건물**

- 고층 아파트
- 저층 아파트
- 교육기관

**건물종류**

- 신축
- 리트로핏

**개발단계**

- 성숙된 기술

**Description**

Outdoor water use during peak summer months often puts a strain on municipal water supplies. (In Canada, up to 50% of summer water use is for lawn and garden irrigation.) This peak usage leads to depleted water systems and may force municipalities to build water supply systems that are larger and more costly than needed to supply water requirements during non-summer months. Rainwater harvesting systems can reduce the use of municipal water.

**개요**

여름철 최대 수요기간 동안 외부 물 사용은 물을 공급하는 상수도 시설에 과다한 부담을 준다. (캐나다에서 여름철 물 사용의 50% 이상은 잔디와 정원 관개를 위해 사용된다.) 이 최대 물사용은 수 시스템을 고갈 시키고 지자체로 하여금 여름철 외의 기간 동안 필요한 물을 공급하는 것 보다 규모가 크고 값비싼 수공급 시스템을 건설하도록 한다. 우수 저장 시스템은 상수도 사용을 줄일 수 있다.

A rainwater harvesting system is composed of a water-collection system, a storage cistern and a water distribution system. Cisterns

우수 저장 시스템은 물 수집 시스템, 저장탱크 그리고 물 분배 시스템으로 구성된다. 탱크는 부드러운 인테리어 표면이어야 하며 수밀하여야 한다.

should be water tight with smooth interior surfaces. Manholes or other covers should be tight to prevent the entrance of light, dust, surface water, insects and animals. Manhole openings should have locks to minimize the danger of contamination and accidents. Inlet, outlet and wastewater pipes should be effectively screened. Cisterns and wastewater or sewer lines should not be connected. Underground cisterns are best built with reinforced concrete.

Rainwater begins as distilled water but collects pollutants from the air and from the roof surfaces. A simple metal screen can filter the water effectively for landscape irrigation, however more complex purification systems are needed when collected water is used for other purposes.

A small pump and pressure tank can be used to provide a distribution system that will allow extraction of the collected water.

#### Information Sources

"An Assessment of Using Rainwater to Reduce Potable Water Consumption for Residential Irrigation"  
45th Annual Conference of the Western Canada Water and Wastewater Association, 1993.

#203 & 301 14th St. N.W.  
Calgary AB  
Canada T2N 2A1  
tel 1 403 283 2003  
tel 1 877 283 2003  
fax 1 403 283 2007  
www.wcwwa.ca

Canada Mortgage and Housing Corporation  
Innovation Group for Highrise & Multiples  
www.cmhc-schl.gc.ca  
Region of Waterloo Booklet on Cisterns

맨홀 또는 기타 커버는 빛, 먼지, 지표수, 벌레 그리고 동물의 출입을 막을 수 있도록 기밀해야 한다. 맨홀 구멍은 오염과 산성화의 위험을 최소화할 수 있도록 잠금 장치를 해야 한다. 입구, 출구 그리고 하수 파이프는 효과적으로 여과할 수 있어야 한다. 탱크와 하수 또는 하수구 라인은 서로 연결되어서는 안된다. 지하 탱크는 강화 콘크리트로 견고하게 만들어야 한다.

우수는 증류수이지만 공기 중과 지붕 표면으로부터 오염물질을 모은다. 간단한 금속 여과망을 이용하여 조경관개를 위한 물을 효과적으로 걸러낼 수 있지만, 모은 물을 이용하여 다른 용도로 사용하기 위해서는 더욱 복잡한 정화 시스템이 필요하다.

소용량 펌프와 압력 탱크는 모아진 물을 끌어내어 사용할 수 있도록 분배 시스템에 공급하는데 사용된다.

#### 정보출처

"주거 관개를 위한 음용수 소비를 줄이기 위한 우수 사용의 평가"  
45th Annual Conference of the Western Canada Water and Wastewater Association, 1993.

#203 & 301 14th St. N.W.  
Calgary AB  
Canada T2N 2A1  
tel 1 403 283 2003  
tel 1 877 283 2003  
fax 1 403 283 2007  
www.wcwwa.ca

Canada Mortgage and Housing Corporation  
Innovation Group for Highrise & Multiples  
www.cmhc-schl.gc.ca  
Region of Waterloo Booklet on Cisterns

**Benefits**

- reduces the use of treated municipal water for uses such as landscaping, toilet flushing and laundry
- reduces the need for well drilling
- reduces peak storm water volume

**Limitations**

- legislative restrictions
- increased cost in some jurisdictions
- quality of rainwater in some areas can vary due to air pollution

**Application**

There are few commercial/industrial applications of cisterns in Canada. Most recent examples are from rural residential or urban "green home" residential projects, with some multi-residential applications emerging.

The following information is required to properly size a rainwater harvesting system: regional monthly rainfall, plant requirements and the possibility of applying rainfall directly to plants. These calculations determine the required storage volume.

**Experience**

The Healthy House in Toronto uses a rainwater harvesting system which allows both landscape and indoor usage of water. There are many current applications in the USA, primarily at large greenhouses. Rainwater harvesting systems are required by law in new construction in Bermuda and the U.S. Virgin Islands. California offers a tax credit for rainwater harvesting systems and financial incentives are offered in Germany and Japan. The US Environmental Protection Agency reports that about 200,000 cisterns are in use in the US.

**Example Buildings**

Mountain Equipment Co-op

**장점**

- 조경, 화장실 용수 그리고 세탁과 같은 정화 처리된 상수의 사용량 감소
- 우물을 파는데 드는 굴착비용 감소
- 최대 물 사용량 감소

**제한**

- 법적인 제한
- 몇몇 사법 관할에서의 비용 증가
- 몇몇 지역에서 우수의 질이 공기 오염으로 인해 다양할 수 있다.

**적용**

캐나다에서 물탱크를 적용하는데 있어 몇가지 상업적/공업적 적용 사례가 있다. 최근의 예는 근래 생겨나고 있는 몇몇 공동 주택 사례에서, 지방의 주거 또는 도시 "green home" 주거 프로젝트이다.

다음의 정보는 우수 저장 시스템의 적절한 크기를 정하는데 필요하다: 지역적 월별 강우, 식물에 필요한 양 그리고 식물에 직접 빗물을 적용하는 가능성. 이러한 계산은 필요한 저장 용량을 결정한다.

**경험**

토론토의 건강주택 (The Healthy House)는 조경과 외부에 사용되는 물을 이용할 수 있는 우수 저장 시스템을 사용한다. 미국에는 많은 유행되고 있는 본래 큰 규모의 그린 하우스에 적용되던 사례가 있다. 버뮤다와 미국 버진 아일랜드에서는 건물을 새로이 건설할 때 법적으로 우수 저장 시스템을 만들어야 한다. 캘리포니아는 우수 저장 시스템에 세액공제를 제공하고 독일과 일본은 재정적 인센티브를 제공한다. 미국 환경 보호국 (EPA) 는 미국 내에서 약 200,000개의 탱크가 사용 중에 있다고 보고하였다.

**Example Buildings**

Mountain Equipment Co-op

**Cost**

Costs vary according to the size and type of system installed. Rainwater harvesting systems are usually more costly than municipal water hook-ups or a well. Systems can range in cost from C\$1,500 to \$5,000.

**Example Manufacturers**

Most manufacturers of precast concrete.

**Contributing Expert:**

Deborah Walker  
Region of Waterloo  
Manager, Water Efficiency  
150 Frederick Street, 7th Floor  
Kitchener ON  
Canada N2G 4J3  
tel 1 519 575 4503  
fax 1 519 575 4452

**비용**

비용은 설치되는 시스템의 크기와 형태에 따라 다양하다. 우수 저장 시스템은 일반적으로 상수 또는 우물보다 비용이 많이 든다. 시스템의 비용은 C\$1,500 에서 \$5,000 정도이다.

**제조업체**

프리캐스트 콘크리트를 제조하는 대부분의 업체.

**공급업체**

Deborah Walker  
Region of Waterloo  
Manager, Water Efficiency  
150 Frederick Street, 7th Floor  
Kitchener ON  
Canada N2G 4J3  
tel 1 519 575 4503  
fax 1 519 575 4452

1. 한국의 수자원 특성

연간 강수량이 1,283mm로 세계 평균(973mm)의 1.3배나 크나 좁은 국토면적에 높은 인구밀도로 인해 1인당 수자원 강수량은 2,705㎥/년로 세계평균(22,096㎥/년)의 12%에 지나지 않아 국제적으로 물 부족국가로 분류되고 있다.

연 강수의 부존 총량 중 증발로 인한 손실 등을 빼면 이용 가능량은 26%에 불과하고, 특히 지하수 이용 가능량은 연간 133억㎥로 추정되지만, 1999년 현재 이용량은 연간 40억㎥에 지나지 않는다. 더구나 연도별, 지역별, 계절별 강수량의 차이가 크고, 변화의 폭이 커 수자원 관리에 매우 불리한 특성을 갖고 있다.

우리나라 수자원의 전체 이용량 333억톤 중 자연하천수 취수가 50%나 되어 조금만 가물어도 취수장애가 발생하므로 이수안전도를 높이기 위한 댐 건설과 하천정비 및 대체수자원의 개발이 필요하다.

※자료:물, 생명 그리고 환경(건교부,한국수자원공사, 2001)

2. 한국의 강수량특성

○ 강수량 특성

우리나라의 년 평균 강수량은 제주도 및 남부 중앙부 지역이 가장 많고 중동부지역이 가장 적다. 연간 전체 강수량의 2/3가 여름철(6월~9월)에 집중되어 홍수를 유발하고 평상시에는 하천 수량 부족으로 물 공급에 애로가 있다.

하천의 최소/최대 유량의 비가 300~400으로 유럽의 10~30보다 매우 크고, 갈수년인 1939년의 754mm와 풍수년인 1956년 1,683mm간의 강수 변동폭은 2.1배나 된다.

또한 동해안 지역은 강수가 일시에 바다로 유출되고, 남해안 지역의 상류부는 급경사로 강수가 급속히 유출되어 지형이 완만한 중·하류부에서 홍수 피해 유발하는 등 동고서저의 지형 구조상의 이유로 지역별 차이가 심하다.

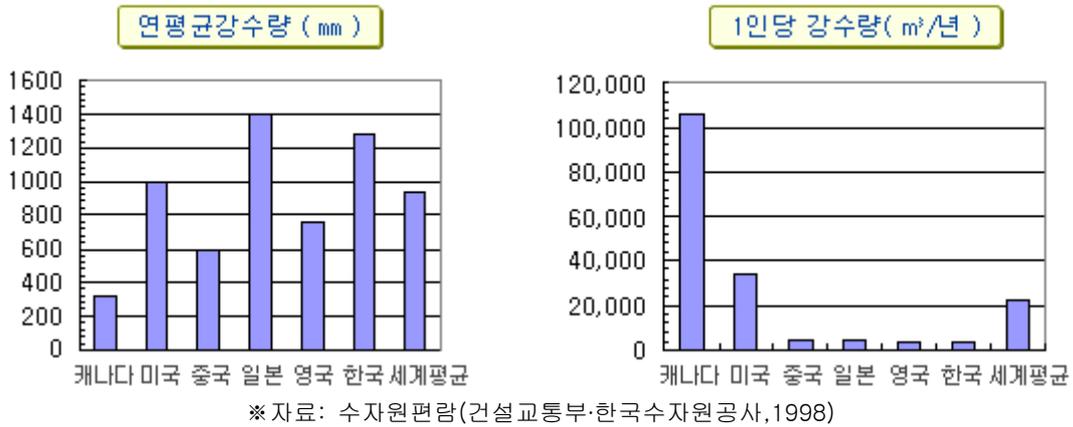
이렇듯 강수량이 계절적, 시간적, 지역적 편차가 심하여 수자원 관리상 매우 불리한 조건이다.



※자료:숫자로본수자원(한국수자원공사,1996)

○ 강수량현황

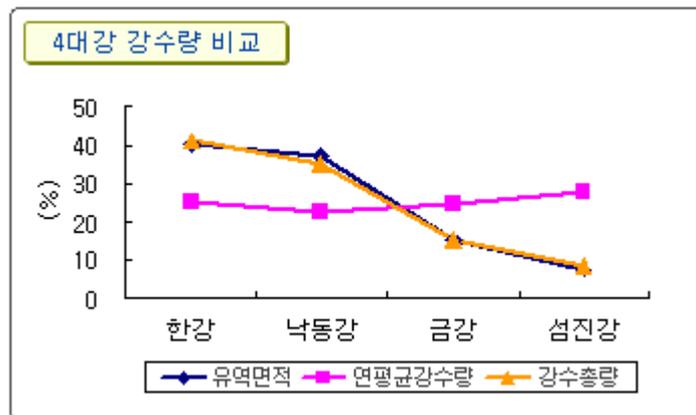
우리나라의 연평균 강수량('58~'88)은 내륙의 경우 1,262mm이고 8개 주요 도서를 포함한 경우 '99 현재 1,274mm이다. 이렇듯 이 양은 세계 평균의 1.3배에 달하나 1인당 강수량은 세계 평균의 12% 수준에 불과하다. 연평균 강수량은 4대강 유역 중 섬진강 유역이 가장 많았고 유역별로 보면 제주도 지역이 가장 많은 것으로 나타났다.



우리나라 각 유역별 연평균 강수량 및 강수총량 ('94기준)

| 유역  | 유역면적(km²) | 연평균강수량(mm) | 강수총량(억 m³) |
|-----|-----------|------------|------------|
| 한강  | 26,018    | 1,189      | 309        |
| 낙동강 | 23,728    | 1,145      | 272        |
| 금강  | 9,810     | 1,199      | 118        |
| 섬진강 | 4,897     | 1,365      | 67         |

※자료:수자원개발 가능지정 및 광역배분계획 기본조사 보고서(건교부, 1996)



### 3. 우리나라의 물소비 실태

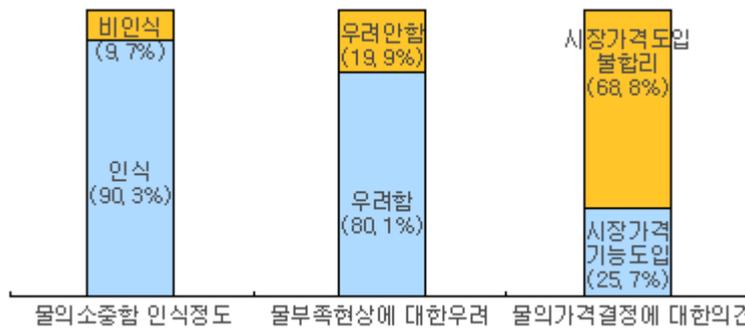
우리국민의 물 소비 수준은 1인1일 395ℓ로 국민소득을 감안하면 거의 세계최고 수준이다. 생산원가는 70~74%로 지나치게 낮은 물값은 물의 과소비를 초래하여 물 부족현상 심화와 수질오염 증가를 가져오고 이로 인해 수자원 및 수처리시설의 건설이 요구되나 투자재원 조달이 어려워 건설이 지연되는 등 물문제 악순환의 근본원인이 되고 있다.

물 과소비의식이 지속된다면 2000년대에는 심각한 물 위기가 발생할 것이다.

2006년에 연간 4억 m³, 2011년에 20억 m³의 물부족이 예상되고 이는 주택(아파트) 및 공단건설의 차질을 가져와 국가경제의 회복 및 지속적 성장과 국민생활에 막대한 피해를 주게될 것이다.



※자료 : '99상수도통계(환경부,2000)



※자료 : '99한국인의 물의식 조사 결과보고서('99.12(주)미디어리서치 & 한국수자원공사)

- 국민의 절대다수가 평소 물의 소중함을 인식(90.3%)하고 있으며, 앞으로 물 부족 현상이 올 것이라는 우려(80.1%)를 하고 있다.
- 물의 가격결정과 관련해서는 '물은 공기와 같이 사람이 살아가는데 꼭 필요한 자원이므로 시장가격 도입은 불합리하다'(68.6%)는 의견이 '물도 석유와 같은 한정된 자원이므로 생산비용을 감안한 시장가격의 기능이 도입되어야 한다.'(25.7%)는 견해보다 높게 나타났다.
- 국민의 대다수가 물의 소중함과 유한성에 대해 인식하고 있었지만, 물을 재화로는 인정하지 않는 이중적 의식구조를 갖고 있다.

4. 우리나라의 물값 수준

- 우리나라의 물 값은 생산원가 70%~74% 수준에 불과하다. 생산원가에도 못 미치는 저렴한 물값으로 인해 물의 낭비가 초래되고 많은 물 문제를 일으켜 사회적 경제적 비용이 갈수록 늘어나고 있다.

○ 공공요금과의 비교

공중전화 1통화(50원) = 수돗물 약 1드럼  
 커피 1잔 = 15일간 수돗물 사용량(4인가족)

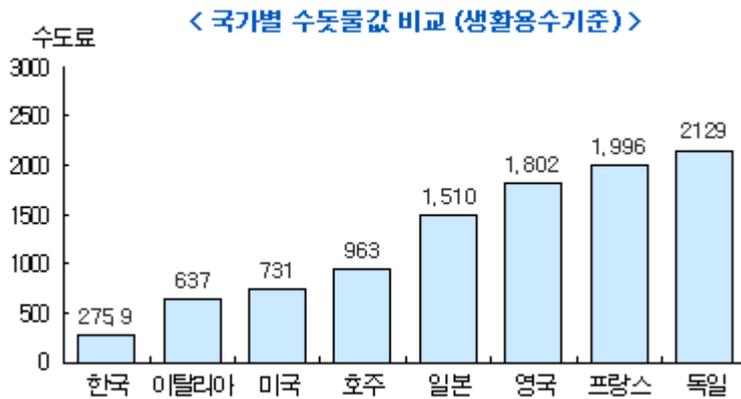
| 구 분   | 상수도요금  | 담배요금    | 전기요금    | 대중교통비   | 통신요금    |
|-------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 월 지출액 | 7,448원 | 15,000원 | 25,600원 | 46,500원 | 59,700원 |
| 비교(배) | 1      | 2.0     | 3.4     | 6.2     | 8.0     |

※자료 : 한국통계월보(통계청, 1999) 다른 재화와의 비교

| 구분    | 수공정수   | 지자체평균 | 생수      | 콜라        | 우유        |
|-------|--------|-------|---------|-----------|-----------|
| ㎡당 가격 | 245.87 | 349   | 600,000 | 1,217,000 | 1,300,000 |
| 비교(배) | 1      | 1.4   | 2,440   | 4,950     | 5,287     |

※ 자료 : '99상수도통계(환경부,2000) 종합물가정보(한국물가정보,2000)

각국의 수도물값 비교우리나라 가정용 평균 물 값은 ㎡당 240원으로 다른 나라의 1/2~1/8 수준에 불과하다.



적용환율:2000.12.30기준(1,259.7원/\$)

※ 자료 : '99상수도통계(환경부,2000)

5. 물값 현실화

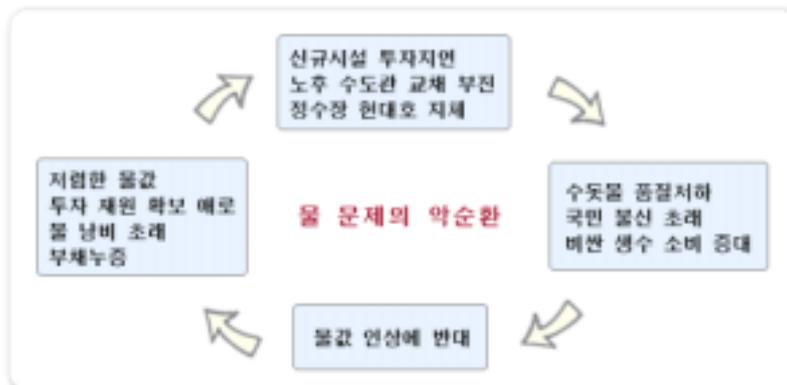
○ 물값 현실화 필요성

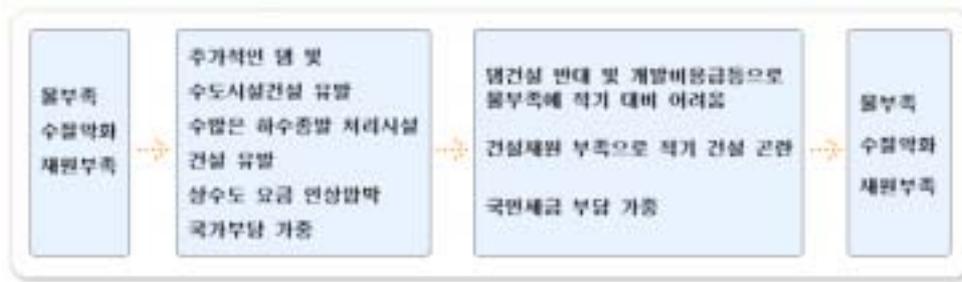
- 생산원가에도 미치지 못하는 낮은 물값은 물문제의 악순환을 초래한다.
- 물값이 생산원가에도 미치지 못하는 낮은 수준으로 억제된 큰 이유는 물가에 큰 영향을 미칠 것이라는 우려 때문.

광역상수도요금 1% 인상

⇒ 0.00071%(소비자 물가에 미치는 영향)

⇒ 13원(월 가계 지출추가 부담액)에 불과하다.





○ 물값 현실화 효과

- 물공급 비용, 하천수질개선 비용이 줄어들어 국민의 부담을 가볍게 한다.
- 물의 과소비를 방지하여 수질개선에 기여하며 생태보전의 효과도 얻게 된다.
- 신규 수자원시설의 건설가능재원 및 노후 수도시설 교체에 필요한 재원을 마련할 수 있다.

예) 인도네시아 보고르시 → 10개월 사이에 가정용수 30% 절감  
 핀란드 헬싱키 → 하루 400L에서 300L이하로 감소  
 미국 조지아주 → 물소비를 약17% 감소시킴(누진제 적용)

○ 물값 현실화 방안

정부는 이미 닥친 국가적 물 문제를 해소하고 21세기 물의 위기시대에 대비코자 2001년까지 물값을 생산원가의 100% 수준으로 현실화하는 방안 (물관리종합대책, '98.5.20 국무조정실 수지개선기획단)을 적극 추진할 계획이다.

|        |        |        |       |
|--------|--------|--------|-------|
| 연차별 계획 | 1999년  | 2000년  | 2001년 |
| 현실화 목표 | 80~85% | 90~95% | 100%  |

※자료 : 물의미래(건교부·한국수자원공사,2000)

6. 중수도의 개념

- 한번 사용한 물을 어떠한 형태로든 한번 혹은 반복적으로 사용하는 물을 중수라 하며, 미국에서는 Water Reclamation and Reusing system, 일본에서는 잡용수도(中水道)로 표현하고 있음.
- 즉 중수도란 사용한 수돗물을 음용수 이외의 생활용수 및 공업용수 등으로 재활용할 수 있도록 설치되는 처리시설, 송배수시설 및 이용시설의 총체를 말함.
- 중수도의 용도는 음용이 불가능한 것을 원칙으로 하며, 수세식 화장실, 냉각용수 청소 등을 위한 허드렛물로 다시 사용할 수 있게 돼 절수효과가 큼.

| 시 설 구 분          | 권 장 기 준      |
|------------------|--------------|
| ○ 공동주택단지 (아파트 등) | 300 세대 이상    |
| ○ 대형빌딩           | 500 톤/일 이상   |
| ○ 공장             | 1,000 톤/일 이상 |

7. 중수도 관련 현행법규

- 중수도 도입 및 대상범위의 개요

중수도 제도 도입의 법적근거는 2001. 3. 28 법률 제6449호에 의한 수도법의 개정에 따라 중수도를 설치하여야 할 시설은 다음과 같다.

- 중수도의 인정 (수도법 제3조 제14호)  
중수도라 함은 사용한 수도물을 생활용수, 공업용수 등으로 재활용할 수 있도록 다시 처리하는 시설을 말한다.
- 수도정비 기본계획의 수립 (수도법 제4조)  
건설교통부장관, 시장, 군수는 10년마다 수도정비 기본계획을 수립해야 하며, 이때 중수도의 개발 보급에 관한 사항을 포함시켜야 한다.
- 중수도의 설치 및 관리자 (수도법 제11조 및 시행령 제15조)
  1. 공중위생법 제2조 제1항 제2호 또는 제3호의 규정에 의한 숙박업 또는 목욕장업에 사용되는 시설로서 건축 연면적이 6만제곱미터 이상인 시설
  2. 공장배치법 및 공장설립에 관한 법률 제2조제1호의 규정에 의한 공장으로서 1일 폐수 배출량이 1천500세제곱미터 이상인 시설
  3. 유통산업발전법 제2조제3호의 규정에 의한 대규모 점포
  4. 건축법 시행령 별표1 제6호의 규정에 의한 판매 및 영업시설중 여객자동차 터미널 및 화물터미널, 철도역사, 공항시설, 항만시설 및 종합여객시설
  5. 건축법 시행령 별표1 제10호의 규정에 의한 업무시설
  6. 건축법 시행령 별표1 제19호의 규정에 의한 공공용시설중 교도소.방송국 및 전신전화국
- 중수도 시설기준 (수도법 시행규칙 제2조)
  - ① 법 제11조 제2항의 규정에 의하여 중수도에는 다음 각 호의 시설을 갖추어야 한다.
    1. 사용된 수도물을 생활용수, 공업용수 등의 용도에 적합한 수질로 재처리할 수 있는 침전지, 여과지, 소독설비 등의 재처리시설
    2. 필요한 양의 물을 송수할 수 있는 펌프, 송수관 등의 송수시설
    3. 필요한 양의 물을 배수할 수 있는 배수관 등의 배수시설
  - ② 제1항의 규정에 의한 중수도시설은 위생 및 안전에 필요한 조치를 하여야 하고, 중수도에 설치하는 배관은 상수도, 하수도 및 가스공급 등의 배관과 구분할 수 있도록 하여야 한다.
- 중수도 수질기준 (수도법 시행규칙 제3조)

| 항목 \ 용도            | 수세식화장실 용수           | 살 수 용 수             | 조 경 용 수             |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 대장균군수              | 1ml당 10을 넘지 아니할 것   | 검출되지 아니할 것          | 검출되지 아니할 것          |
| 잔 류 염 소            | 검출될 것               | 0.2mg/l 이상일 것       | -                   |
| 외 관                | 이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것 | 이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것 | 이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것 |
| 탁 도                | 5도를 넘지아니 할 것        | 5도를 넘지아니할 것         | 10도를 넘지 아니할 것       |
| 생물화학적 산소요구량 (mg/l) | 10을 넘지 아니할 것        | 10을 넘지 아니할 것        | 10을 넘지 아니할 것        |
| 냄새                 | 불쾌한 냄새가 나지 않을 것     | 불쾌한 냄새가 나지 않을 것     | 불쾌한 냄새가 나지 않을 것     |
| 수소이온농도             | pH 5.8이상~8.5이하일 것   | pH5.8이상~8.5이하일 것    | pH5.8이상~8.5이하일 것    |

1. "살수용수"라 함은 도로청소작업, 건설공사 등을 하는 경우에 뿌리는 물로 이용되는 중수도를 말한다.
2. "조경용수" 함은 주택단지 등의 인공연못, 인공폭포, 인공하천 및 분수 등에 이용되는 중수도를 말한다.
3. 공업용으로 쓰는 중수도에 대하여는 수질기준을 적용하지 아니한다.

- 중수도 설계자에 대한 지원 (수도법 시행규칙 제4조)  
지방자치단체는 조례가 정하는 바에 따라 중수도를 설치하는 자에 대하여 중수도 설치비용의 전부 또는 일부를 용자하거나 수도요금을 감면할 수 있다.
- 요금의 징수 및 가산금 등 (공업용수공급규칙 제11조)
  - ① 공업용수도 사업자는 법 제11조의 규정에 의한 중수도를 설치 관리하는 자에 대하여 수도요금을 감면할 수 있다.
  - ② 제3항의 규정에 의하여 수도요금을 감면 받고자 하는 자에 대하여 중수도에 대한 다음 각 호의 도서를 갖추어 공업용수도 사업자에게 제출하여야 한다.
    1. 시설의 위치, 용량, 사업비 및 사업기간 등을 기재한 사업개요서
    2. 설계도, 평면도, 배관도 및 시방서
    3. 중수도 시설용량의 산출근거를 기재한 서류
    4. 중수도 계통도 및 중수도 처리시설의 구조물도
    5. 중수도 사용계획서

**8. 중수도 이용 방식**

- 단독이용 방식  
단독 건축물이나 공장의 폐수를 자체적으로 처리한다.  
수세식 화장실 용수, 냉각용수, 청소용수 등에 중수를 사용한다.
- 복합이용 방식  
인접한 두개이상의 복합건축물 혹은 공동주택(아파트 단지)등 도시재 개발지역이나 대규모 공동 주택 단지의 구역내에서 발생하는 오수를 처리 하여 해당 구역내에서 중수도로 이용한다. 즉, 하나의 중수처리시설로 인접한 다수의 시설물에 중수를 공급한다.
- 공공이용 방식  
하수처리수나 공단폐수를 용도에 맞게 한번 더 처리한 후, 중수로 이용 하는 방식. 원수는 보통하수나 공장폐수 등 다양하며 연중 수량변화가 없어 안정적으로 중수를 공급한다.

[중수도의 이용방식과 사업주체]

| 이용방식 | 사업주체                                       | 급수대상   | 비고  |
|------|--|--|---|
| 단독이용 | .건축물 소유자<br>.건축물 관리자                       | .건축물 또는 시설물<br>.대상이 비교적 대규모 건축물에 한정된다.                                     | .원수 수질이 일정하기 때문에 처리가 용이하다<br>.상수계 용도의 배수만을 원수로 하면, 물수지면에서 중수도의 용도가 한정 될 수 있다.   |
| 복합이용 | .건축물 소유자<br>.민간기업<br>.주택공사<br>.조합<br>.공공단체 | .구역내 일정 규모, 일정 사용량 이상의 건축물로서 중수도 시설 건설시 대상이 원칙적으로 결정된다                     | .구역내 건축물 또는 시설물이 거의 동시에 건설되는 것이 요건이 된다.<br>.중수도의 용도가 거의 동일해 진다.<br>.재개발, 신도시 등에 적합하다.<br>.중수도의 용도가 중수처리시설 건설시 결정되기 때문에 적절한 처리방식을 채택할 수 있다.<br>.하수처리수를 원수로 선정할 수 있다. |
| 공공이용 | .지방자치단체<br>.공공단체                           | .구역내 건축물이 대상이 되며, 중수처리시설 건설시에는 대상이 구분 되지 않는다.<br>.비교적 소규모 수요자도 대상이 될 수 있다. | .중수도 설치후에도 새로운 수요자를 급수 대상으로 할 수 있다.<br>.중수도의 용도가 다양해질 소지가 높기 때문에 수질기준 설정이 용이 하지 않다.   |

## 9. 중수도 도입시 효과

- 수자원 부족에 대한 대응  
대도시권에서 근본적인 물 부족 현상은 물 공급정책이 물 수요의 증가에 따르지 못하기 때문이며, 점차 수자원의 확보방안은 어려워지고 물 사용량의 증가 추세는 여전하므로 이에 대한 대책으로서 중수도를 이용하는 것이 바람직하다.
- 수질오염의 방지효과  
댐에서의 여유용량이 많아져 양질의 물을 상수원수로 이용할 수 있으며 중수 사용량 만큼 하수 발생량이 감소하여 하천의 오염부하가 경감된다. 또한, 댐의 여유수량 증대는 하천 유지용수의 양을 증가시켜 하천 수질 개선에도 기여한다.
- 경제적 효과  
중수도를 설치 이용함으로써 댐건설이나 정수장 및 하수처리장의 시설 확충 시기의 연장과 시설 용량을 축소시킬 수 있어 공공투자의 우선순위를 정하는데 여유를 가진다. 또한, 수도요금의 현실화와 중수도 시설의 의무화가 실현될 경우 중수도를 운영하는 기업에서도 충분한 경제적 효과를 보며 중수처리시설로 인해 저감되는 수량 및 수질의 효과를 크게 기대할 수 있다.
- 절수효과  
중수도의 설치목적은 물 절약으로 연결된다. 중수도 설치는 대용량의 물을 절수하고 가정 등 일상 생활에서 낭비하고 있는 물을 절약하는 유기적 관계가 조성되어야 한다. 중수도 운영에 의한 절수는 실시하기 쉽고 효과가 큰 대형건축물이나 공장에서부터 시작되어야 한다. 일반적으로 건물에서의 중수도 설치에 따른 절수효과는 약 20% 정도로 보며, 공장의 경우는 이 보다 더 높을 것이다.

## 10. 중수도 처리 기술

- 중수도의 수질목표
  - ▷ 위생상의 문제점이 없을 것
  - ▷ 이용상의 지장이 없을 것
  - ▷ 이용상의 불쾌감이 없을 것
  - ▷ 시설이나 기구에 악영향을 미치지 않을 것
  - ▷ 처리기술에 대한 안정성이 확립되어 있어야 할 것
  - ▷ 유지관리 수준의 확보 및 판정을 위한 적절한 지표가 있을 것
  - ▷ 처리비용이 경제적일 것.
- 중수도의 용도
  - ▷ 수세식 화장실 용수
  - ▷ 공조 냉각용수 (보급수)
  - ▷ 자동차 등의 세차용수
  - ▷ 살수용수 (노상, 화초, 수목)
  - ▷ 소화용수
  - ▷ 용설용수
  - ▷ 레크레이션 용수 (연못, 분수)
  - ▷ 청소용수 (도로, 사무실)
- 중수처리 공정
  - ▷ 중수처리 기술은 근본적으로 상수와 폐수처리에서 사용되는 기술과 맥락을 같이하며, 물리적, 화학적, 생물학적 공정으로 대별된다.
- 생물학적 처리의 기본적인 목표는
  - ① 폐수중의 유기물이나 부유물질을 제거하여 깨끗한 처리수를 얻는 것
  - ② 발생하는 슬러지량을 가능한한 감소시키는 것

- ③ 질소나 인 등의 물질을 제거하는 것
- ④ 처리된 물과 슬러지를 유효하게 이용할 수 있게 하는 것
- 중수도 표준처리 공정
  - ① 스크린은 유입원수의 협잡물, 모래 등을 제거하는 것이므로 망목스크린, 세목 스크린, 미세목 스크린, 파쇄장치 및 침사조의 조합에 의해 구성된다.
  - ② 유량조정조는 원수의 수량, 수질변동을 균일하게 해서 후속처리의 안정을 도모한다. 유량조정 조내에서의 부활방지를 위해 충분히 교반하거나 전 폭기를 한다.
  - ③ 응집처리는 응집조, 침전조 또는 가압부상조로 구성하고, 원수와 응집제를 반응시켜 생성한 플록을 침전분리 또는 부상분리 한다.
  - ④ 생물처리조는 활성슬러지, 회전원판, 생물여과, 회분식 폭기조 등 다양하게 이용되며, 미생물 작용에 의해 원수중의 유기물과 고형물을 제거할 수 있도록 한다.
  - ⑤ 여과조는 모래를 이용한 고정상식 하향류 여과조, 고정상식 상향류 여과조, 이동상식 상향류 여과조로 운영한다.
  - ⑥ 막처리장치는 분리막을 이용해서 배수중의 SS, 유기물을 분리하는 조작이며, UF막, 역삼투막 처리로 한다. UF막의 막장치 폐쇄에 대해서는 세정장치를 설치한다.
  - ⑦ 활성탄처리장치는 활성탄의 흡착능력을 이용해서 유기물 등을 분리하는 것으로 고정상식, 이동 상식, 유동상식으로 한다.
  - ⑧ 오존 처리장치는 색, 냄새, 유기물, 세균 등을 제거하는 것으로 배오존의 독성을 방지할 수 있는 별도의 장치가 필요하다.
  - ⑨ 소독조는 처리의 최종단계에서 재이용수의 소독과 동시에 슬라임 발생을 억제하는 것으로 액체 염소나 고형의 염소제를 이용한다.
  - ⑩ 처리수조는 재이용 목적으로 처리된 물을 일시 저류해서 재이용 용도의 시간적, 양적인 변화에 대응할 수 있게 한다.
- 중수도의 처리방식
 

일반적으로 원수가 잡배수 및 오수인 경우에 있어서 유기물의 농도가 높을 때는 생물학적 처리법이 채택되고, 하수처리수 및 생물학적 처리를 거친물에 대해서는 응집침전법, 모래여과법 등이 채택된다. 주로 이용되는 처리법을 분류하면 다음과 같다.

  - ① 생물학적 처리 : 활성오니법, 생물학법 (회전원판법, 접촉폭기법)
  - ② 물리, 화학적처리 : 스크리닝(Screening), 응집침전법, 응집여과법, 모래 여과법, 오존처리법, 염소처리법, 막처리법

[처리공정의 구성]

| 원 수                           | 처 리 과 정   | 적용대상         |
|-------------------------------|---|--------------|
| 양질의 잡배수<br>(세탁, 세면, 목욕수)      | 0 응집침전→여과→염소<br>0 응집침전→여과→활성탄처리→염소                                  | 공동주택         |
| 일반 잡배수<br>(양질의 잡배수, 청소, 주방세제) | 0 생물학적처리→응집침전→여과→염소<br>0 생물학적처리→응집침전→여과→활성탄처리→염소<br>0 응집침전→막처리→염소   | 공동주택<br>대형빌딩 |
| 잡배수 + 오수<br>(잡배수, 수세식화장실 배수)  | 0 생물학적처리→응집침전→여과→염소<br>0 생물학적처리→여과→활성탄처리→염소<br>0 생물학적처리→응집침전→막처리→염소 | 대형빌딩         |
| 하 수 처 리 수                     | 0 응집침전→여과→염소  | 하수처리장        |

[처리공정에 대한 적합성 검토]

| 적용 대상  | 주처리 공정               | 처 리 수 질 |    |    |    |     | 비 고                               |
|--------|----------------------|---------|----|----|----|-----|-----------------------------------|
|        |                      | BOD     | SS | 색도 | 탁도 | ABS |                                   |
| 대형 빌딩  | 생물처리/응집/침전/여과/활성탄/염소 | 10      | 10 | 25 | 15 | 0.5 | 원수의 수질변동에 따른 처리수질의 악화 예상          |
| 공동 주택  | 응집침전/여과/활성탄/염소       | 10      | 10 | 30 | 20 | 0.5 | 비교적 수질오염도가 낮기 때문에 안정적인 처리가 가능함.   |
| 하수 처리장 | 응집침전/여과/염소           | 10      | 10 | 20 | 10 | 0.5 | 원수의 수질/수량이 안정적이기 때문에 처리 효과도 안정적임. |

[중수처리에 사용되는약품]

| 구 분     | 적 용 약 품   |
|---------|---|
| 침전, 부상조 | pH 조정제(NaOH, Ca(OH) <sub>2</sub> 등), 응집제(황산알루미늄, PAC, 염화제2철, 황산 제1철, Aniom계 고분자 응집제), 탈수제(양이온계 고분자 응집제) |
| 폭 기 조   | 소포제, 소취제  |
| 여 과     | 응집제(고분자 화합물), 여재 세정제  |
| 이온교환수지  | 이온교환수지 세정제, 막 세정제   |
| 농 축     | 응집제, 탈수제  |
| 탈 수     | 응집제, 탈수제, 약취제거제   |
| 일 반 급 수 | 부식방지제, 스케일방지, 살균제   |
| 보일러용수   | 청결제, 부식방지, 소포제  |

11. 중수도 보급의 문제점

종합적인 물이용에서 중수도는 배수량을 감소시키는 효과와 아울러 물의 재이용이란 점에서 물에 대한 인식변화(절수)의 계기가 될 것이며, 다음의 문제점들이 충분히 해결되어야만 한다.

- 기술상의 문제점
  - 중수도의 이용을 확대시킬 수 있는 결정적인 요인은 상수보다 중수 생산 비용이 낮아야한다. 그러므로 중수의 처리기술이 매우 중요한 역할을 한다. 이에 대한 문제점은
    - ① 중수의 용도별 적합처리 기술의 개발
    - ② 부식, 슬라임 등의 장애요인 해결
    - ③ 소량의 슬러지 처리 방안 등이 보완되어야 한다.
- 위생상의 문제점
  - 중수도의 용도가 피부접촉이나 음용이외의 사용에 제한되어 있으므로 이에 대한 관리대책으로
    - ① 물 사용단계에서의 오염, 오사용방지
    - ② 세균, 바이러스 등의 병원성 미생물의 효과적인 제거
    - ③ 냉각탑이나 처리공정 등에서 발생하는 휘발물질의 비산에 대한 악영향 해소 등이 해결되어야 한다.
- 관리상의 문제
  - 중수도의 원활한 유지관리를 담당할 일정기술을 소지한 관리자가 있어야 한다. 그러나 규모가 적은 단독이용 방식에는 별도의 기술관리자를 둔다는 것은 쉬운 일이 아니므로, 정기적으로 관리 기술자가 점검할 수 있는 순회 제도를 이용하는 것이 바람직하다.

○ 비용의 문제

중수도 제도의 확대 보급에서의 최대 장애요인은 중수 생산비가 수도요금 보다 높다는 점이다. 중수도의 생산비가 상.하수도 요금보다 높기 때문에 현재의 경제 논리로는 보급이 불가능한 실정이다.

따라서, 중수도 제도를 확대 보급시키기 위해서는 상.하수도, 공업용수에 대한 행정상 및 법제상 조치에 준한 시책을 강구하는 것과 금융, 조제상의 촉진책을 마련해서 경제성을 높여야 한다.

○ 법률상의 문제

현행 수도법에서는 중수도의 설치를 권장 사항으로 하고 있으나, 현행의 권장사항에서 의무사항으로 개정하는 것이 바람직하다. 또한 단독시설이며, 물 사용량이 많아 절수효과가 확실한 공업용수의 중수도 유도는 현행의 권장 사항만으로는 불가능한 상태이므로 법제도 및 기술적 문제점을 해결해 나간다면 새로운 물 이용제도로 정착할 수가 있다.

○ 기타문제점

하수처리수나 공단폐수 등의 대단위 원수를 대상으로 하고 공동 이용방법 이나 공공용 중수도를 제외하고는 대부분의 중수도 시설은 소규모로 운영 된다. 물 사용은 곧 에너지를 소비하는 것이다. 따라서 에너지 소비를 가능한 한 적게 하는 대규모 중수 이용체계를 확립해야 한다. 또 다른 문제는 이용자의 감각적 거부감에 대한 것이다.

중수도는 개인의 사익뿐만 아니라 물을 절약해 줌으로써 엄청난 공익이 수반될 수 있다는 점을 인식해야 하며, 장애 요인이 발생되지 않는 중수 시설의 설계 및 유지관리가 수반되어야 한다.