

**Greywater Recycling**

**중수도 설비**

**Definition**

The collection, storage, treatment and redistribution of laundry and bathing effluent for toilet flushing, irrigation, janitorial cleaning, cooling and laundry washing.

**정 의**

수세식 화장실, 관개, 청소, 냉방, 세탁을 위해 세면대와 욕조에서 배출하는 물을 수집, 저장, 처리, 재급수하는 설비

**Building Use**

- highrise office
- lowrise office
- highrise apartment
- lowrise apartment
- retail
- food service
- institutional
- arena

**Building Type**

- new
- retrofit

**Development Status**

- new technology

**적용건물**

- 고층 사무실
- 저층 사무실
- 고층 아파트
- 저층 아파트
- 소규모 상점
- 음식점
- 교육기관
- 경기장

**건물종류**

- 신축
- 리트로핏

**개발단계**

- 신기술

**Description**

Water conservation technologies are being developed to reduce the cost of municipal infrastructure and to increase opportunities for development. In addition, limited water supplies may be insufficient for population requirements. The use of greywater may increase capacity for population growth or development without the need for additional water resources.

**개 요**

수 절약기술은 도시의 기반시설의 비용을 절감시키고, 개발 기회를 증가 시키는데 발전할 수 있게 한다. 더불어, 제한된 급수량은 인구의 필요 급수량에는 부족하다. 중수도의 사용은 아마도 추가적인 수자원을 위한 필요물 없이 인구 증가 혹은 개발을 위해 수량을 증가시킨다.

Typically, water conservation techniques are applied in order to reduce the consumption of water for individual applications, such as bathing or toilet flushing. The alternative approach recycling recognizes that wastewater and the entrained nutrients are recoverable resources, and that whole-system life-cycle costs may be reduced by appropriate water management techniques on a small scale.

전형적으로, 수 절약 기술은 욕실 혹은 수세식화장실처럼 개별기구의 물소비량을 감소하는데에 적용된다. 대체할 수 있는 중수도 설비는 폐수와 부유영양소(entrained nutrients)가 회생할 수 있는 수자원들과 전체시스템의 생애비용이 작은 규모에서 적절한 수 처리 기술에 의해 절감 되어 지는 것을 인지할 수 있다.

In a recycling system, wastewater is collected, treated, stored and re-distributed for appropriate uses within the house or community. The amount of fresh make-up water required depends on normal losses, such as evaporation and spillage, and the break-even

중수도 설비에서, 폐수는 가정 혹은 사회에서 적절히 사용하기 위해 수집, 처리, 저장 혹은 재급수한다. 재처리되는 수량(fresh make-up)은 증발과 누설같은 일반적인 감소와 수도비와 가정내의 수처리비용 사이에 손익분기점에 의존한다. 수처리 수준(결합된 비용)은 관개, 세탁, 목욕, 요리 혹은

point between fresh-water supply costs and in-house treatment costs. The level of treatment (and associated costs) is determined by the intended utilization of the recycled water, such as irrigation, laundry, bathing, cooking or direct consumption. To the extent that the water can be recycled multiple times for various purposes, the net water demand can be reduced towards zero. Hence, municipal infrastructure costs can be reduced and a secure supply of safe water can be ensured in otherwise difficult-to-service regions.

직접적인 소비량이 중수에 의도되는 활용에 의해 결정된다. 물이 여러 가지 목적을 위해 다단계로 리사이클 범위에서 전체 물의 공급량은 0으로 감소된다. 그러므로, 도시의 기반시설을 설치하는 비용은 절약되고, 안전한 물의 안정된 공급은 다른 관점에서 어려운 부대설비 구역 (difficult to service regions)을 안전하게 할 수 있다.

### Information Sources

Canadian Housing Information Centre  
Canadian Mortgage and Housing Corporation  
700 Montreal Road  
Ottawa ON Canada KIA 0P7  
tel 1 613 748 2367  
fax 1 613 748 4069  
www.cmhc-schl.gc.ca

### 자료출처

Canadian Housing Information Centre  
Canadian Mortgage and Housing Corporation  
700 Montreal Road  
Ottawa ON Canada KIA 0P7  
tel 1 613 748 2367  
fax 1 613 748 4069  
www.cmhc-schl.gc.ca

On-site Water Recycling Technologies  
Wastewater Technology Centre  
867 Lakeshore Road  
P.O. Box 5050  
Burlington ON Canada L7R 4L7  
tel 1 905 336 4999  
fax 1 905 336 4765  
www.cciw.ca  
Fact Sheets about Greywater

On-site Water Recycling Technologies  
Wastewater Technology Centre  
867 Lakeshore Road  
P.O. Box 5050  
Burlington ON Canada L7R 4L7  
tel 1 905 336 4999  
fax 1 905 336 4765  
www.cciw.ca  
Fact Sheets about Greywater

### Benefits

- reduces water consumption
- reduces sewerage charges
- allows for urban development where municipal treatment facilities are at capacity

### 장 점

- 물소비 감소
- 하수처리비용 감소
- 도시의 수처리설비가 있는 도시개발을 고려

### Limitations

- negative public perception of greywater use
- health concerns regarding ingestion of non-potable water
- initial and maintenance costs

### 문제점

- 중수의 사용의 부정적인 대중인지
- 비음용수의 섭취에 관한 건강에 대한 염려
- 초기투자비와 유지관리 비용 발생

**Application**

Greywater recycling technology is most readily applied to new buildings where the ratio of the demand for non-potable to potable water is relatively high (for example, restaurants, laundries, commercial buildings), or where limitations on the availability of municipal water and wastewater infrastructure exist (for example, urban infill and rural development).

**Experience**

Greywater recycling is currently practiced at a limited number of locations in Canada. Three recently completed installations are the Conservation Co-op Apartments in Ottawa (light greywater is recycled for toilet flushing), the Ontario Regional Hospital Linen Services in Ottawa (laundry effluent is recycled for laundry use), and the Toronto Healthy House (grey and black wastewater are recycled for all non-potable uses including laundry and bathing). Additional technologies are undergoing prototype testing in Atlantic Canada.

**Cost**

Cost depends on the net reduction in water consumption, the level of treatment required, and the economies of scale available. A simple system for light greywater recycling in a multi-unit apartment or commercial building may have a per unit cost less than C\$1000 and operation and maintenance costs of a few hundred dollars per year.

**Example Manufacturers**

Creative Communities Research Inc.  
152 Sparkhall Avenue  
Toronto ON  
Canada M4K 1G8  
tel 1 416 466 5172  
fax 1 416 466 5173

**적용방안**

중수도설비는 음용수에서 비음용수의 공급비율이 상대적으로 높은(예를들면, 레스토랑, 세탁소, 상업 건물)장소, 시수와 폐수처리설비의 이용도에 있어 문제점이 있는 장소(예를들면, 도시의 인입과 시골의 개발)인 신축건물에 적용된다.

**사 례**

중수시스템은 현재 캐나다의 몇몇 장소에서 시범적으로 운영되고 있다. 현재 3개의 완벽한 설치는 Ottawa내 Conservation Co-op 아파트(가벼운 중수는 수세식화장실에 재순환), Ottawa내 Ontario Regional Hospital Linen Services(세탁시 배출은 세탁사용하기 위해 재순환), Toronto Healthy House(grey와black 폐수는 세탁과 목욕을 포함하여 모든 비음용수 사용을 위해 재순환) 설치하였다. 추가적인 기술들은 Atlantic Canada내 시범적인 실험을 받았다.

**비 용**

비용은 폐수 소비의 전체 감소량과 폐수처리 기준과, 이용할 수 있는 경제 규모에 달려있다. 아파트 혹은 상업건물의 중수시스템은 유닛당 C\$1000 미만의 비용 들고, 운영 및 유지관리비는 적어도 매년 C\$100 정도 든다.

**Example Manufacturers**

Creative Communities Research Inc.  
152 Sparkhall Avenue  
Toronto ON  
Canada M4K 1G8  
tel 1 416 466 5172  
fax 1 416 466 5173

Clean Flush Systems Inc.  
18 Gardner Street  
Grand Falls  
Windsor ON  
Canada A2A 2T3  
tel 1 709 489 0800

Clean Flush Systems Inc.  
18 Gardner Street  
Grand Falls  
Windsor ON  
Canada A2A 2T3  
tel 1 709 489 0800

Zenon Environmental Inc.  
845 Harrington Court  
Burlington ON  
Canada L7N 3P3  
tel 1 905 639 1812  
fax 1 905 639 1812  
www.zenonenv.com

Zenon Environmental Inc.  
845 Harrington Court  
Burlington ON  
Canada L7N 3P3  
tel 1 905 639 1812  
fax 1 905 639 1812  
www.zenonenv.com

## [보충자료-1]

## 중수도 설비

## 1. 개요

중수도란 수자원의 절약을 위해서 한번 사용한 상수 또는 지하 침출수등을 처리하여 상수도보다 질이 낮은 저질수로서 사용가능한 생활용수에 사용하는 것으로 하수의 중간수라고 할수 있다.

## 2. 중수도의 용도및 도입효과

## (1) 중수도의 용도

- ① 수세식 변소용수
- ② 살수용수
- ③ 조경용수

## (2) 중수도의 도입효과

- ① 용수사용료 절감, 자원회수, 하수도로 절감
- ② 하절기의 용수부족 해결
- ③ 환경 보전법상 총량규제에 따른 오염부하 감소효과

## 3. 중수도의 종류

## (1) 개별순환방식

개별건축물별로 행해지는 순환방식이고 건물내에서 발생된 오수를 제외한 모든 배수를 처리하여 중수도로 이용

## (2) 지구순환방식

지역내에서 행해지는 순환방식이며 지역내 발생하는 하수 또는 잡배수를 지역내에서 처리하여 중수도로 재이용하는 것이다.

## (3) 광역순환방식

중수도 수요에 알맞는 중수도사업의 일환으로 광역에 급수하는 방식이다.

## 4. 중수도 용도별 수질기준

## (1) 수질기준의 선정시 고려사항

- ① 위생상문제를 일으키지 않을것
- ② 이용상의 장애가 없을것
- ③ 시설과 기구에 악영향을 미치지 않을것
- ④ 용수처리기술의 안정성이 확립되어 있을것
- ⑤ 관리수준의 확보및 판정을 위한 적절한 지표가 있을것

## ㉠ 위생상의 문제점

- ㉠ 병원미생물의 흡수및 피부접촉등에 따른 감염성능과 대책
- ㉡ 유해물질에 의한 장애발생 가능성과 그 대책
- ㉢ 이용상의 장애

탁도, 색도, 냄새, 발포성 물질

㉔ 시설에 대한 장애

슬라임, 스케일, 막힘, 부식

(2) 수질기준

	항목	수세식변소용수	살수용수	조경용수
수 질 기 준	대장균수(개/ml)	10 이하	검출되지 않을것	검출되지 않을것
	잔류염소(mg/l)	존재되어야함	0.2 이상	-
	외관	불쾌하지 않을것	불쾌하지 않을것	불쾌하지 않을것
	탁도(도)	5 이하	5 이하	10 이하
	BOD(mg/l)	10 이하	10 이하	10 이하
	냄새	불쾌하지 않을것	불쾌하지 않을것	불쾌하지 않을것
	PH	5.8-8.6	5.8-8.6	5.8-8.6

※ ① 조경용수란 주택단지에 있어서 인공연못, 인공폭포, 인공하천, 분수등에 이용하는 물을 말한다.

② 위생상 필요한 조치로서 염소소독을 행하나 그 경우 사용장소에 가까운 저수조부근 등에서 중수에 잔류염소가 존재할것. 그밖에 설비의 기능을 유지하기 위해 스케일, 슬라임등의 발생을 억제할것.

5. 중수도의 원수및 처리

(1) 중수의 원수

급수의 형태, 용도, 수질, 수량확보, 취득의 용이성 및 처리방법등에 따라 오수단독처리 및 오수 합병처리 방법이 있으며 일반적으로 원수의 대상은 잡배수, 하천수 등이 있다.

(2) 처리대상

- ① 부유물질(탁도)
- ② 착색성분(색도)
- ③ 향기물질
- ④ 유기물(BOD, COD 유분)
- ⑤ 용해염료
- ⑥ 세균

(3) 처리방법

- ① Screen : 스크린에 의해 원수중에 부유하는 비교적 큰물질을 제거한다.
- ② 약품침전 : 응집제를 첨가하여 응집시킨후 침전제거
- ③ 여과 : 원수중에 존재하는 미세한 부유물질을 여과층에 포집하여 제거
- ④ 활성탄제거 : 입자상태의 활성탄을 이용하여 원수중의 색도, 용존성 유기물, 발포성물질 등을 제거
- ⑤ 오존처리 : O3 처리 설비에 의하여 살균
- ⑥ 염소처리 : 염소를 이용하여 소독슬라임 제어 및 해조류 억제

6. 중수처리의 Process

중수처리에는 생물법, 화학법 및 여과막법이 있으며 생물법은 Cost는 낮지만 건물내 공간을 많이

차지하여 여과막법이 점차 증가하고 있고 화학법은 사용예가 적다.

(1) 생물학적 처리방법

- ① 장기폭기식
- ② 회전원판식
- ③ 접촉산화식

원수→스크린파쇄기→조정조→폭기조→침전조→모래여과조→소독→처리소독→재사용

(2) 물리화학적 처리방법

원수→스크린파쇄기→조정조→폭기조→침전조→모래여과조→[ 오존반응조 ]→소독→처리소독→재사용

(3) 여과막법

원수→[ VIB스크린 ]→조정조→[ 여과막 ]→[ 활성탄여과기 ]→소독→처리소독→재사용

## 7. 결론

(1) 중수도의 문제는 원수량 확보에 있으며 빌딩은 곤란하고 아파트 및 호텔등의 건물은 가능하다.

(2) 관내의 스케일 생성방지를 위해 건물의 배관재질을 검토해야 하며 농도기준의 오염기준을 총량규제와 병행하여 실시함으로 중수도 설비를 활성화하여 수자원보호에 이바지해야 한다.

### [보충자료-2]

<http://www.cbdi.re.kr/%7Ecbforum/db-file/b/25.hwp>

## 중수도 관련 법규 및 사례

### • 중수도 및 필요성

한번 사용한 물을 어떠한 형태로 한번 혹은 반복적으로 사용하는 물을 중수라한다. 상수의 의미가 마시는 물, 하수는 쓰고 버리는 물이라면 중수는 아껴쓰는 물의 의미를 내포하고 있다. 중수도는 Water Recycling System을 포함한 모든 물의 재이용시설로 미국에서는 Water Reclamation & Reusing System, 일본에서는 배수 재 이용 또는 中水道로 표현하고 있다. 일본에서 사용되고 있는 “中水道” 라는 말은 일본 관서지방의 주택지 개발사업에서 상수를 확보하지 못해 건설이 지연되었을 때, 물 수요의 일부를 보충하기 위해 한번 사용된 물을 재이용할 수 있게 제안되었던 것이다.

우리나라의 수도법(수도법 제3조, 제14조)에는 중수도를 “사용한 수돗물을 생활용수, 공업용수 등으로 재활용할 수 있도록 다시 처리하는 시설을 말한다.” 라고 되어 있다. 따라서 현행 수도법에 의하면 우리나라는 중수도의 범위를 최초 사용한 원수를 상수로 한정하고 있으나 이는 수도요금을 감면할 수 있는 범주의 중수도를 칭하는 것이다. 따라서 넓은 의미에서 중수도란 수자원 전체에서 접근해야 하는 것이므로 원수를 상수도로만 국한시킬 필요는 없다. 중수도의 용도는 음용이 불가능한 것을 원칙으로 하고 보통 수세식 화장실, 냉각용수, 청소 및 관개용으로 이용된다. 중수도의 원수는 가정 오수와 빌딩 등의 업무용수, 하수 처리수, 공단폐수, 하천수, 지하수 및 우수 등을 이용할 수 있으며 사용 용도도 물을 절약할 수 있는 곳이면 어떠한 형태라도 가능하다.

### • 중수도의 법규 및 지원제도

정부에서는 중수도의 확대 보급을 위한 법적, 제도적 추진기반을 확보함과 아울러 행정적 지원시책을 마련하고 있는 바, 현재까지의 추진상황을 개략적으로 정리하면 다음과 같다.

#### · 법령상 근거 마련

수도법을 개정(법률 제 4229호 1991. 12. 14)하여 중수도 설치를 국가적으로 권장하고 지원할 수 있는 법적 기반을 마련한데 이어, 수도법 시행령(대통령령 제 13771호 1991. 12. 9)과 수도법 시행규칙(건설부령 제 519호 1992. 12. 15)에서 중수도 설치 대상과 시설기준 등을 규정하고 있다. 구체적인 법령상의 내용은 다음과 같다.

- ① 중수도의 인정(수도법 제 3조 제 14) “중수도” 라 함은 사용한 수돗물을 생활용수, 공업용수 등으로 재활용할 수 있도록 다시 처리하는 시설을 말한다.
- ② 수도정비기본계획의 수립(수도법 제 4조) 건설부장관, 시장, 군수는 10년마다 수도정비기본계획을 수립하여야 하며, 이때 중수도의 개발, 보급에 관한 사항을 포함시켜야 한다.
- ③ 중수도 설치(수도법 제 11조) 가. 국가 또는 지방자치단체는 대통령령이 정하는 바에 따라 물을 다량으로 사용하는 자에게 중수도를 설치, 관리하도록 권장할 수 있다.  
나. 제1항의 규정에 의한 중수도의 시설기준, 유지관리, 기타 필요 사항은 건설부령으로 정한다.
- ④ 중수도의 설치 및 관리자(수도법 시행령 제 15조) 가. 법 제 11조 제 1항에서 대통령령이 정하는 자라 함은 다음 각 호의 1에 해당하는 자를 말한다. 공업배치 및 공장설립에 관한 법률 제 2조의 규정에 의하여 설립된 공장으로서 1일 물사용량이 1,000톤 이상인 공장의 소유자, 공중위생법 제 2조 제 1항 제 1호 가목 및 나목의 규정에 의한 숙박업 또는 목욕장업에 사용되는 시설로서 1일 물사용량이 500톤 이상인 시설의 소유자 ? 주택건설촉진법 제 33조 제 1항의 규정에 의한 사업계획의 승인을 얻은 300세대 이상의 공동주택의 사업주체 또는 관리주체 ? 공중위생법 제 19조 제



호, 제 3호 내지 제 5호 및 제 7호의 규정에 의한 공중위생시설로서 1일 물사용량이 500톤 이상인

시설의 소유자 ? 건설기술관리법 제 5조의 규정에 의한 중앙건설기술심의위원회, 건축법 제 4조의 규정에 의한 중앙건축위원회 또는 수도권정비계획법 제 17조 규정에 의한 수도권정비심의위원회 심의대상인 시설로서 1일 물사용량이 500톤 이상인 시설의 소유자 ? 기타 물의 효율적인 이용을 위하여 특히 필요하다고 인정하여 지방자치단체의 조례로 정하는 건축물의 소유자 또는 관리자나, 국가 또는 지방자치단체는 법 제 11조 제 1항의 규정에 의하여 중수도를 설치하는 자에 대하여 그 설치방법 등에 관한 기술을 지원할 수 있다.

⑤ 중수도 시설기준(수도법 시행규칙 제 2조) 가. 법 제 11조 제 2항의 규정에 의하여 중수도에는 다음 각 호의 시설을 갖추어야 한다. ? 사용된 수돗물을 생활용수, 공업용수 등의 용도에 적합한 수질로 재처리 할 수 있는 침전지, 여과지, 소독설비 등 재처리시설 ? 필요한 양의 물을 송수할 수 있는 펌프, 송수관등의 송수시설나 필요한 양의 물을 배수할 수 있는 배수관 등의 배수시설다. 제 1항의 규정에 의한 중수도시설은 위생 및 안전에 필요한 조치를 하여야 하고 중수도에 설치하는 배관은 상수도, 하수도 및 가스공급 등의 배관과 구분할 수 있도록 하여야 한다.

⑥중수도의 수질기준(수도법 시행규칙 제 3조) 중수도를 설치 관리하는 자는 중수도의 수질을 별표의 기준에 적합하도록 유지 관리하여야 한다.

#### ·관련 제도

##### (1) 중수도 설치자에 대한 요금감면

- ① 지방자치단체는 조례가 정하는 바에 따라 중수도를 설치하는 자에 대하여 중수도 설치비용의 전부 또는 일부를 용자하거나 수도요금을 감면할 수 있다. (수도법 시행규칙 제 4조)
- ② 공업용수도 사업자는 법 제 11조의 규정에 의한 중수도를 설치, 관리하는 자에 대하여 수도요금을 감면할 수 있다. (공업용수 공급규칙 제 11조).

##### (2) 중수도 설계기준과 유지관리지침 제정

실무현장에서 적용할 수 있고 우리나라 실정에 맞는 설계조건, 시설기준 등을 담은 「중수도 시설 기준 및 유지관리지침」을 제정하여 '92. 12. 15부터 적용토록 관계 기관에 배포한 바 있다.

##### (3) 세제지원

중수도 설치시 세제상 지원책으로서 중수도를 설치, 관리하는 자에게 중수도시설 투자금액의 10%까  
 지를 과세연도의 소득세 또는 법인세에서 공제하거나, 시설투자 금액의 50%에 상당하는 금액을 감가상각비로 하여 해당 자산을 취득한 날이 속하는 과세연도의 소득금액에 있어서 이를 손금으로 처리할 수 있는 세제지원 방안을 수립하였다(조세감면규제법).

##### (4) 용자지원

중수도 설치자에 대하여 장기처리의 용자금을 지원하는 방안, 또는 지방자치단체의 상하수도 요금 수입금의 일부로 중수도기금을 설치, 운영하는 방안이 신중히 검토되고 있다.

##### (5) 중수도설치 권장 대상

건설부는 수도법 제 11조에서 규정하는 물을 다량으로 사용하는 건축물, 시설물을 신설하는 경우, 인허가 또는 심의조건을 부하여 중수도 설치를 적극적으로 유도할 계획이다. 즉, 수도권정비심의위원회의 심의를 요하는 공공업무시설, 일반 업무 및 판매시설, 교육시설, 공업단지 등에 우선적으로 설치를 권장하고 중앙건축심의위원회의 심의를 요하는 41층이상 건축물 또는 연면적 30만㎡ 이상인 건축

물 등에도 우선적으로 설치 권장하는 한편, 중앙건설기술심의위원회의 심의를 요하는 건축물, 시설물에도 선택적으로 설치를 권장할 예정이다. <표 5>은 제3조와 관련된 중수도의 수질기준을 나타낸 것이다.

<표 5 > 중수도의 수질기준(제 3조 관련)

	수세식 변소용수	살수용수	조경용수
대장균군	1mg/l당 10을 넘지 아니할 것	검출되지 아니할 것	검출되지 아니할 것
잔류염소	검출될 것	0.2mg/l이상일 것	
외관	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것
탁도	5도를 넘지 아니할 것	5도를 넘지 아니할 것	10도를 넘지 아니할 것
BOD (mg/l)	10을 넘지 아니할 것	10을 넘지아니할 것	10을 넘지 아니할 것
냄새	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것
수소이온	pH5.8이상 8.5이하일 것	pH5.8이상 8.5이하일 것	pH5.8이상 8.5이하일 것

자료 : 수도법, 중수도의 수질기준

#### • 중수도 설치 이용 사례

##### · 우리나라의 현황

현재까지 국내에 도입되어 있는 중수도 시설은 주로 민간에서 자율적으로 설치, 운영하고 있으며, 보급개소는 그리 많지 않은 실정이다. 중수도의 범위, 특히 중수도의 원수를 어디까지 할 것인가에 대해서는 논란의 소지가 있으나, 몇몇 골프장에서는 지하수 및 하천수를 취수하여 생활용수로 사용하고, 발생한 오수를 처리시설의 원수로 받아 처리한 후, 골프장부지 내 잔디 살수용수로 재이용하는 사례가 많이 있다. 이 경우 처리하는 원수가 지하수 또는 하천수라는 점에서 현행 법규상 중수도 범주에 넣기는 곤란한 문제가 있다.

빌딩 배수의 재이용 측면에서 잠실 롯데월드의 경우 세면, 목욕 및 청소용수를 받아 정화처리한 후, 수세식 화장실용수로 재이용하는 중수도시설이 운영되고 있으며, Intercontinental Hotel에서도 500㎡/d 규모의 중수도시설이 가동되었으나 현재는 운전을 하지 않고 있다. 한편 신라호텔의 경우, 냉각탑 보급수의 공급을 위해 최근 중수도시설을 도입하고 있으나, 사용시기가 7~9월에 한시적으로 이용되기 때문에 재이용량은 그리 많지는 않다. 용인자연농원의 경우 복합이용방식의 일종으로 볼 수 있는데, 농원 내 생활용수 및 동물원과 식물원등에서 발생하는 폐수를 처리하여 수세식 화장실용수, 관상용수, 청소용수 등으로 재이용하고 있다. 한편 삼성전자 기흥공장, 현대전자 이천공장의 경우, 제조공정에서 발생하는 공정용수와 생활용수를 처리하여 냉각탑 보급수, 공정용수, 수세식 화장실용수 등으로 재이용하고 있다. 민간차원에서 운영되고 있는 중수도시설의 개략적인 시설현황은 <표 6>와 같다.

<표 6> 민간차원에서 운영되는 중수도 시설현황

장 소	사용 원수	재이용량(톤/일)	용 도	가동여부
태영 C.C	지하수	200	살수용수	가동
금강 C.C	지하수	250	살수용수	가동
이포 C.C	지하수	200	살수용수	가동
안양 C.C	지하수	75~150	살수용수	가동
수원 학촌수영장	지하수+수도수	1,200	수영용수	가동
용인자연농원	하천수+수도수	1,800	축사, 청소, 관상	가동
			화장실 세정수	
기흥삼성전자	수도수+공업용수	5,000	공정, 화장실세정수	가동
이천현대전자	하천수	3,700	공정, 화장실세정수	가동
인터콘티넨탈호텔	수도수	500	-	미가동
흥원제지	하천수	5,100	열회수 용수	가동
롯데월드	수도수	1,000	청소, 화장실세정수	가동
수원 경희대		1,000	-	가동
신라호텔	수도수	60	냉각탑 보급수	가동
스포타임	수도수			

자료 : 건설부, 중수도 기술개발 방안연구, 1994, 6.

· 미국의 사례

처리수 재이용은 지역에 따라 차이가 있으나 용도별로 분류하면 크게 다음과 같이 6가지 범주로 구분할 수 있다. 미국에 있어서 처리수 재이용의 특징은 대형빌딩의 잡배수를 처리하여 잡용수로 공급하는 일본의 단독이용방식과는 달리 주로 하수처리장의 유출수를 고도처리하여 재이용하는 사례가 많다는 것이다. 미국에 있어서 하수처리수의 용도별 재이용 사례는 <표 7>와 같다.

<표 7> 미국의 하수처리수의 재이용 사례

재 생 용 도	사 용 예
농업용수 및 조경용수	농작물 관개용수, 학교 정원, 식물원 용수, 그린벨트
산 업 용 수	지역내 살수용수, 집안 정원수
지하수 함양	냉각수, 보일러 용수, 공장수
레크레이션	지하수 보충수, 해수침입 방지수
생 활 용 수	호수, 연못 및 습지 보충수, 하천유지용수
음 용	소화용수, 수세식 화장실용수
	취수시 정수와 혼합, 상수와 혼합

자료 : Takashi Asano, wat. sci. Tech., vol. 23, 1991.

· 일본의 사례

생활용수 중 수세식 화장실용수, 냉?난방용수 등 생활계 용도를 위한 잡용수 이용은 공공시설, 사무소 빌딩, 집합 주택단지를 대상으로 1965년 후반부터 실시되어 왔으며 1987년 이용건수는 844건, 이용수량은 약 11.4만톤/일이다.

1983년의 이용건수는 437건, 이용수량은 약 5.1만톤/ 일로서 1987년의 이용건수와 이용수량은 1983년보다 약 2배의 증가를 보이고 있다. 그렇지만 1987년의 이용수량은 1일 생활용수량 4천만톤/일의 0.3%에 불과한 실정이다.

중수도 순환방식은 단독 이용방식, 복합 이용방식, 공공 이용방식의 세 가지로 구분된다. 단독이용방식은 사무소 빌딩 등의 개별 빌딩 내에서 생활배수나 우수를 재생처리해서 잡용수로 공급하는 방식이다. 복합 이용방식은 대규모 집합주택이나 시가지 재개발구역 등 비교적 건물 밀도가 높은 지역의 사무소나 건축물의 소유자가 공동으로 급수하는 방식이다. 공공 이용방식은 일정 지역내에서 잡용수도를 설치하여 광역적, 대규모적으로 재생수를 공급하는 방식으로 공공하수도의 처리장에서 공급되는

것이 일반적이다. <표 8>은 순환방식별 중수도 이용상황을 나타낸 것으로 단독 이용방식이 이용건수 70%, 사용수량 60%로 가장 많이 적용되고 있는 반면, 복합 이용방식이나 공공 이용방식의 적용 비율은 그리 높지 않은 것으로 나타나고 있다.

<표 8> 이용방식별 잡용수 이용상황

	1983년				1987년			
	건수 (건)	비율 (%)	사용량 (m <sup>3</sup> /d)	비율 (%)	건수 (건)	비율 (%)	사용량 (m <sup>3</sup> /d)	비율 (%)
단독이용	(100) 257	58.8	(100) 30.4	59.1	(230) 290	69.9	(222) 67.4	59.3
복합이용	(100) 20	4.6	(100) 2.0	3.9	(290) 58	6.9	(140) 28.0	24.6
공공이용	(100) 160	36.6	(100) 19.0	37.0	(122) 196	23.2	(96) 18.2	16.0
계	(100) 437	100	(100) 51.4	100	(193) 844	100	(221) 113.6	100

주 : ( )내는 1983년을 100으로 한 비율임.

자료 : 일본 총무처 행정감찰국편, 「수자원의 개발이용의 현상과 문제점」

중수도의 이용 용도는 수세식 화장실용수 및 세정용수가 가장 많은 91%, 냉각?냉방용수 25.6%, 살수용수 20.4%순으로 많이 이용되고 있다.

[보충자료-3]

[www.cmhc-schl.gc.ca](http://www.cmhc-schl.gc.ca)

## Research Highlights

### ADVANCING THE "LIGHT GREY OPTION": MAKING RESIDENTIAL GREYWATER USE HAPPEN

Advancing the "*Light Grey Option*": *Making Residential Greywater Reuse Happen* is a research report commissioned by Canada Mortgage and Housing Corporation to investigate the feasibility of the "lightgrey option" for water reclamation in the home.

*The "light grey option" is a new concept that has the potential to further reduce potable water use in residential buildings by 30 to 40 per cent after the introduction of state-of-the-art water-conservation equipment.*

It proposes to collect used water, from the bath and shower, and rinse water from the dishwasher and clotheswasher. This treated water is reused for toilet flushing, clotheswasher and dishwasher washing, and outside irrigation. The objectives of the research project were to investigate the concept with respect to public acceptability, greywater treatment requirements, and the availability of potentially suitable treatment systems. The project methodology consisted of an extensive literature review and obtaining pertinent information from various appliance manufacturers and domestic water and wastewater treatment suppliers. Initial contacts were also made with public and private utility companies, plumbing and mechanical contractors, equipment performance-testing laboratories, regulatory agencies and consumer organizations. The selection and design of an appropriate greywater treatment prototype was beyond the scope of the project.

The literature revealed that the technological and engineering concepts of wastewater reuse are becoming increasingly well-understood and accepted. Experiences gained from municipal and residential reuse practices in North America and Japan are given as references with respect to a number of critical background considerations.

The benefits of wastewater reclamation fall into two categories:

(1) supplementing available water resources; and (2) enhancing water pollution abatement.

There are two types of greywater plumbing systems used to achieve these benefits: Type A – two water supply and two drainage lines; and Type B – a single drainage network. The light grey option uses the Type A system with variations. To avoid mixing up the potable water piping and the recywater piping, or accidentally using greywater for potable water purposes, the greywater piping should be a different colour (purple) and made of a different material (PVC) than the potable water piping. *Greywater used for irrigation purposes should be labelled "NOT FOR DRINKING PURPOSES."*

It is important that developers of greywater reclamation systems gain acceptance from regulatory officials and the public. Consultation with regulatory agencies during the development and approval of water reuse projects helps to eliminate regulatory barriers, while gaining public acceptance.

To be successful, the proposed light grey option must also satisfy a number of evaluation criteria. They include: product acceptability – the physical, chemical and microbiological water quality standards required for the operation of the appliances involved; reliability – the ability to consistently produce the required water quality; ease of operation; flexibility – responsiveness to variations in source water quality and quantity and varying use patterns; physical requirements – the ability to meet space and location needs; waste residual requirement – the ability to

produce a minimum volume of waste products acceptable for final disposal; and affordability –affordable capital, operating and maintenance costs.

### **Greywater characteristics**

The report also determines the probable greywater volume and chemical characteristics from a typical Canadian four–person residence equipped with state of–the–art water–conservation devices. These include low–flush toilets and European–designed front–loading clotheswashers and dishwashers. As a basis for sizing the necessary greywater treatment system, the report assumes two cases of water consumption. In Case (A), the light grey option assumes a total indoor use for a family of four of 705 lpd (litres per day) (41 gals. per day). In Case (B), it assumes 1400 lpd (308 gals. per day). On average, mainly because it uses low–flush toilets, the light grey option will produce more greywater for reuse than is required within the home. The excess will be wasted before the greywater is treated, or it will be treated for seasonal irrigation purposes.

### **Greywater quality requirements**

In terms of chemical, quality and health considerations, the quality of the greywater needed for use in the home is a critical consideration. *While health concerns are minimal because the recycled greywater is not to be used for bathing or drinking purposes, precautions should be taken to prevent cross connections in the plumbing and inadvertent consumption.* The greywater also requires disinfection to provide a public health factor and prevent biofouling in the system. Greywater quality also includes appearance (colour and turbidity) and odour related to toilet flushing and irrigation. The treatment processes must be capable of reducing colour to acceptable levels. In addition, colour resulting from staining by trace metals or biofouling must be kept under control. Other concerns in the reuse of greywaters include unpleasant odours and volatile chemicals that may be given off. The treatment process should include aeration to drive off these emissions. Home owners would also have to monitor closely the use of household effluent for lawn and garden irrigation to prevent damage to plants from chemicals such as Boron, surfactant substances and sulphates found in household cleaners. They would also have to take precautions to minimize body contact – for example, by the use of in–ground irrigation systems.

Another cause of potential problems is the use of commercial cleaning products in the home. Heavy metals are found in laundry detergent, bleach, softener, dishwasher detergents, stain–prevention liquids, shampoos and bar soaps, as well as body soil and household substances on the skin. The report recommends that residents reduce their use of these products by substituting other products with minimal metal content. *Hazardous organic chemicals such as solvents, paint thinners and pesticides, would also have to be kept out of the greywater system. Organics come from cosmetics and personal–care products, and could appear in the greywater because of body and clothes washing.* In these cases, discharge to the blackwater piping system is recommended.

### **Wastewater treatment processes**

There are a number of wastewater treatment processes developers could use to constitute a greywater treatment system. These include: sedimentation in holding tanks; biological treatment methods for reducing dissolved organic matter to relatively low levels; rack filters to remove particulate matter; granular–media filtration for removing suspended solids remaining after biological treatment; recirculating filters to provide aeration and remove suspended solids; aeration and activated carbon to remove volatile organic compounds; membrane treatment such as reverse osmosis and ultrafiltration to remove all contaminants; disinfection by chlorination and ozonation;

ultraviolet light to kill bacteria; and solar aquatics based on plants, sunlight and natural biota in the form of artificial wetlands and greenhouse systems. The report also suggests that there are various uncertainties that will affect the ability to treat the light grey option and potentially suitable greywater treatment systems. For example, sedimentation may be ineffective in removing suspended solids, and biological processes may be ineffective in removing organics.

### **Greywater treatment options**

*An effective greywater treatment process must consist of some or all of the following components: storage before treatment; biological or physical treatment methods; disinfection; treated-water storage; protection against build-up of undesirable constituents; piping pump controls; and process redundancy.* Commercial equipment is available that could be incorporated into a treatment system. However, in most cases, it must be downsized for residential use. The following examples are provided.

The Clivus Multrum Roughing Filter and Soil Bed Treatment is one type of potential straining device. It is combined with a soil bed filter to aerate the greywater, thereby providing biological and physical treatment before the greywater is used. This process also requires greenhouse space to promote plant growth throughout the year.

Alas Can Biological Greywater Treatment provides an extended aeration treatment process, with the effluent usually discharged to a soil-absorption system. A polishing filter may be required for the greywater recycling application. The Multi-Flo Waste Treatment System is another extended aeration plant for the treatment of combined wastewaters. Its single tank provides biological treatment and separation of the resulting solids by filtration. The CABOS Wastewater Treatment System is a portable unit serving from 10–200 people for marinas, recreational-vehicle parks and construction projects. This system would have to be smaller for residential use, but it does have a number of desirable features for a residential greywater treatment system. It is also licensed to use powdered activated carbon – a means of odour, colour and toxic control that does not require the use of an additional activated carbon filter. Cycle-Let Wastewater Treatment Recycling System is a complete greywater treatment system that uses all of the key processes available for producing a high-quality effluent. It would have to be redesigned to be smaller for use in individual homes.

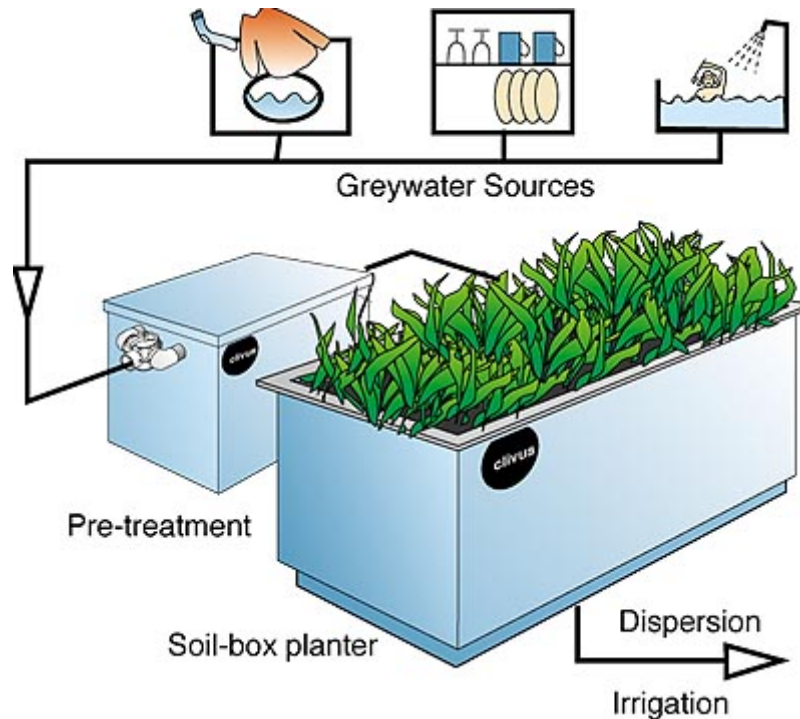
Living Technologies for Solar Aquatics Technology uses marsh plants and microorganisms to treat wastewaters. It supplied an experimental system for the Toronto Healthy House, a demonstration home that uses rainwater and recycled wastewater to supply all its water needs. Once proven, this system would have the potential for direct application to residential greywater treatment under the light grey option. Together with a CMHC Research Division paper entitled "*The Light Grey Option Paper on Domestic Water Conservation*," this report offers sufficient information for potential developers to become involved in further advancing the light grey option.

The aims of any further development should be: to work with appliance manufacturers and the plumbing industry to deal with the plumbing requirements of the light grey option; to work with the domestic water and wastewater treatment industry to develop suitable greywater treatment systems for varying housing configurations; to work with equipment testing and regulatory agencies for the certification and approval of piping systems, appliance modifications and greywater treatment methods; to work with the housing industry to establish a variety of demonstration sites for practical, prototype evaluation under actual housing conditions; and to work with public health officials and consumers to win acceptance of greywater reuse in residential buildings as proposed by the light grey option.

[보충자료-4]

<http://www.greywater.com>

## GREYWATER



What it is ... ways to treat it ...ways to use it.

Greywater is washwater EXCLUDING toilet wastes [blackwater]. Many sanitary engineers maintain that all wastewaters are alike and require the same treatment. This notion is not supported by the research data currently available. There are very significant distinctions between greywater and toilet residues; for how these wastewaters should be treated /managed and why they should not be mixed together.

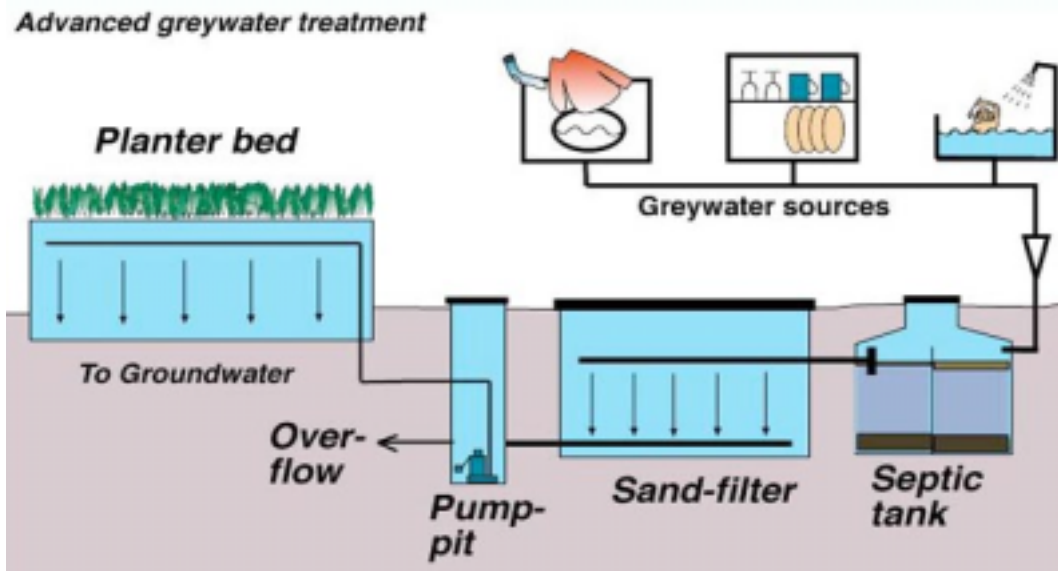
Key differences between Greywater and Blackwater:

- **Greywater decomposes much faster than does blackwater**
  - therefore, if injected near the surface of a bio-active soil, groundwater is better protected from organic pollution, since the treatment takes place rapidly in the soil and is practically finished two - three feet below the surface.
  - this is also the reason for the popular misconception that greywater is "stronger" than blackwater - the total effect of the 'grey pollution' is smaller but it shows up right away...
- **Greywater contains only one-tenth of the nitrogen contained in blackwater**
  - nitrogen (as nitrite and nitrate) is the most serious (cancer causing) and difficult-to-remove pollutant affecting drinking water. Therefore, logically, the removal of blackwater from septic tanks should be give a septic-system owner a 90% "nitrogen

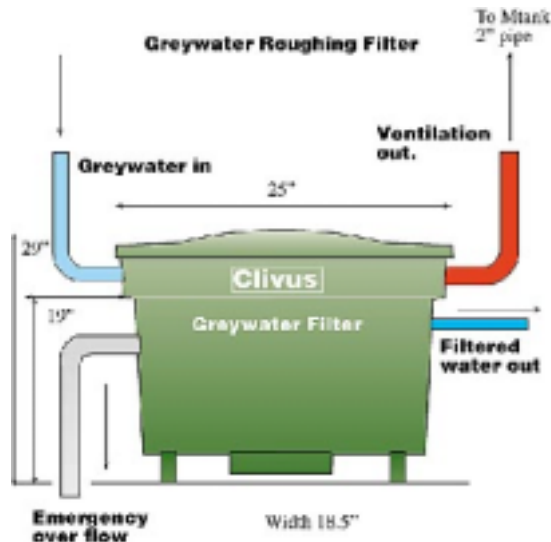


credit"...

Furthermore ,the nitrogen found in greywater is around half organic nitrogen (i.e.,tied to organic matter) and can be filtered out and used by plants).



TREATMENT TECHNOLOGY



**Aerobic Pre-treatment -- suitable for showers, hand-washing and laundry\* water treatment.**

The aim of this stretch filter treatment technique is simply the removal of large particles and fibers to protect the subsequent infiltration pipes from clogging and transferring it as soon as possible for treatment into a biologically active, aerobic soil-zone environment where both macro- and microorganisms can thrive. Stretch-filters are made to retain fibers and large particles and allow the rest of the organic material to travel on to the next stage of processing. This filter is suitable for public facilities where the principal source of greywater is

hand-washing and showers without any food waste to speak of. If this type of filter is used to remove food wastes, these will accumulate in the filter which then becomes anaerobic and makes the effluent malodorous. The result is often that too frequent changes of the stretch-filter becomes necessary ---thus creating an undesirable, high-maintenance situation.