

KETRI/1996
연구보고서

중수도의 경제성 분석

1996. 12.

정회성

한국환경기술개발원
Korea Environmental Technology Research Institute

목 차

I. 문제의 제기	1
II. 중수도의 개념	5
1. 중수도의 정의 및 범위	7
2. 중수도의 효과	8
3. 중수도의 현황 및 지원체계	9
III. 중수도의 경제성분석	13
1. 중수도 비용결정요인	15
2. 중수도 편익 결정요인	18
3. 중수도의 경제성분석	21
1) 중수도의 경제성분석(사적측면)	22
2) 중수도의 경제성분석(사회적측면)	30
3) 사례분석	36
4) 경제성분석의 평가 (내구년수 15년 기준)	42
IV. 중수도 추진방안	43
1. 경제적인 문제	45
2. 기술상의 문제	45
3. 위생상의 문제	45
4. 법령·제도상의 문제	46
5. 국민의식 문제	46

V. 결론 및 요약	47
참 고 문 헌	50
부 록	51

표 차 례

<표 1> 국내 중수도 설치 현황(1995)	11
<표 2> 중수도의 수질기준	17
<표 3> 중수도의 비용 및 편익 항목	20
<표 4> 상·하수도요금	23
<표 5-1> 중수생산비(내구년수 7년 경우)	25
<표 5-2> 중수생산비(내구년수 15년 경우)	25
<표 6-1> 사적측면에서의 비용-편익분석(내구년수 7년)	27
<표 6-2> 사적측면에서의 비용-편익분석(내구년수 15년)	29
<표 7> 상수도원가	33
<표 8> 하수도원가	33
<표 9> 상·하수도원가이외의 사회적편익	34
<표 10-1> 사회적 경제성분석(내구년수 7년)	35
<표 10-2> 사회적 경제성분석(내구년수 15년)	36
<표 11> 강남포철사육의 경제성분석	39
<표 12> 롯데월드의 경제성분석	41

그 립 차 례

<그림 1> 중수도 구성	60
<그림 2> 중수처리	61

부 록 차 례

<부록 1> 급수사용료 요금표(서울특별시)	53
<부록 2> 하수도사용료 요금표	54
<부록 3> 급수 종별 구분표	55
<부록 4> 중수도에 대한 국민의식조사(일본의 경우)	56
<부록 4-1> 설문조사 결과 1	56
<부록 4-2> 설문조사 결과 2	56
<부록 5> 중수도 관련 조례개정 현황	57
<부록 6> 중수도관련 법규 및 제도	62

I . 문제의 제기

I. 문제의 제기

- 산업화·도시화의 급속한 진행은 물의 사용량을 계속적으로 증가시켜 머지않은 장래에 물부족 상태를 가져올 것이고 또 하천 및 호소의 수질오염을 더욱 악화시킬 것임.
 - 1996년 “물관리 종합대책”에 의하면 2011년까지 용수수요는 약 22.6% 증가하는데 반해서 용수공급은 7.6%밖에 증가하지 않을 것이기 때문에 2006년에 약 4억 5천만톤의 물이 부족하게 되고, 2011년에는 약 20억톤의 물이 부족할 것으로 전망됨.
 - 1995년 전국 195개 하천구간중 환경기준이 달성된 구간은 13.8%에 불과하며 일부 상수원의 오염은 더욱 심화되고 있으나 하수 및 폐수처리시설이 부족하여 수질개선에 어려움이 있음.
 - 예를 들면, 한강(팔당)의 경우 '92년 BOD가 1.1mg/ℓ에서 '96년 1.8 mg/ℓ로, 낙동강(물금)의 경우 '92년 BOD가 3.3mg/ℓ에서 '96년 4.8 mg/ℓ로 악화되었고, 또 하수처리율은 45%, 산업폐수처리율은 69%, 축산폐수처리율은 39.4%에 불과한 실정임.
- 물부족 사태를 대비하여 댐 및 하구언 등을 추가적으로 건설하여야 하나 댐개발의 적지를 찾기 어려워 수자원 확보 비용이 급증하고 있음.
 - 예를 들면, 1973년 소양강댐이 건설될 때 물 1톤당 개발단가는 3.3원이었으나, 1992년 임하댐의 경우는 40.3원, 1996년 광성댐의 경우는 101.3원으로 소양강댐을 건설할 때에 비해서 물 1톤당 개발단가는 약 30배 증가했음.

4 중수도의 경제성 분석

- 결론적으로, 미래의 수자원 확보 및 깨끗한 수질 확보를 위하여 한 번 사용한 수도물을 생활용수·공업용수 등으로 재활용하는 중수도의 보급을 확대하여 풍부하고 안정된 물공급과 하천수질개선을 이루도록 하여야 함.

II. 중수도의 개념

II. 중수도의 개념

1. 중수도의 정의 및 범위

- 한 번 사용한 물을 어떠한 형태로든 한 번 혹은 반복적으로 사용하는 물을 중수라고 하고 중수도는 이를 위한 시설을 의미함.
 - 즉, 중수도는 수도물로 공급되는 많은 용도 중에 음용수와 같이 깨끗하지 않아도 되는 용도에 대해 그 수질에 맞는 물을 공급하는 시설임.
- 중수도의 구성범위는 i) 단순재이용 ii) 중수처리후 사용(사용목적이 다름) iii) 중수처리후 사용(동일한 사용 목적)로 나눌 수 있는데, 중수의 원수로는 생활오수, 하수처리수, 공장 및 공단폐수, 우수, 하천수, 지하수 등임.
 - 중수의 주요 용도는 수세식화장실, 살수용수, 조경용수, 냉각탑 보급수 등임.
- 중수도는 수요의 발생장소, 수요량, 공급방식, 중수 이용용도, 수질, 수량의 안정성, 원수수급의 지속성 및 연속성, 처리방법 및 처리비용에 따라 여러 가지로 상정할 수 있는데, 특히 물을 많이 사용하는 공장, 대형빌딩, 공동주택단지 등에 설치하는 것이 바람직함.
- 중수도의 공급방식은 단독이용, 복합이용, 공공이용방식으로 구분할 수 있음.

- 단독 이용방식: 단독 건축물이나 공장의 폐수를 자체적으로 처리하여 수세식화장실용수, 냉각용수, 청소용수 등에 중수를 이용함.
- 복합 이용방식: 인접한 수개 이상의 복합건축물, 혹은 공동주택(아파트단지) 등 도시개발지역이나 대규모 공동주택단지 구역내에서 발생하는 오수를 처리하여 해당구역 내에서 중수도로 이용함.
- 공공 이용방식: 하천처리수나 공단폐수를 용도에 맞게 한 번 더 처리한 후 중수로 이용하는 방식으로 현행 상수도개념과 공급방식이 비슷함.

2. 중수도의 효과

- 중수도의 보급확대는 원수 공급량 감소로 인한 댐이나 저수지 등의 수량확보시설의 수요감소를 가져와 이들 건설비용의 절감효과가 있고, 수도물 공급량의 감소로 수도시설투자비용을 절약할 수 있으며, 또 수도물 사용량 감소는 하수발생량 감소로 이어져 하수관거나 하수처리장 규모를 줄일 수 있음.
- 구체적으로, 중수도 보급확대효과는 크게 수자원 확보효과, 수질개선 효과, 경제적효과 등 세가지로 나눌 수 있음.
 - 수자원 확보효과: 미래에는 수자원확보를 위한 댐용지를 찾기 힘들 것이고, 이와 함께 댐건설 비용이 점증하고 있기 때문에 중수도의 보급확대는 효율적으로 수자원을 확보할 수 있는 효과가 있음.

- 수질오염의 방지효과: 중수도는 한 번 사용한 물을 처리하여 재이용하므로 오염부하를 줄여 수질개선에 기여함. 즉, 중수 사용량만큼 하수 발생량이 감소하여 하천의 오염부하가 경감됨.
- 경제적효과: 중수도 설치의 경제적효과는 사적 경제적효과와 사회적 경제적효과로 나누어 볼 수 있음. 즉 사적 경제적효과로는 상수 및 하수 요금의 절약을 들 수 있고, 사회적 경제적효과로는 상·하수의 원가절감 이외에 댐건설, 정수장 및 하수처리장 등의 공공투자 비용을 절감할 수 있고 또 갈수기의 물부족으로 인한 경제적 손실을 줄일 수 있는 등 광범위한 경제적 효과가 있음.

3. 중수도의 현황 및 지원체계

- 현재의 국내 중수도는 초보단계에 있으나 최근 중수도의 필요성을 인식하여 몇 개의 사업소에서 가동을 하고 있고 또 다른 여러 사업소에서도 중수도 시설을 시공하고 있거나 설계하고 있음.
- '95년 12월 31일 현재 가동중인 업체는 롯데월드, 강남포철사옥, 기흥 삼성전자 등이며, 인천국제공항, 포항제철, 대한항공 등에서 시공중에 있음 (<표 1> 참조).
- 우리나라는 '91년 수도법을 개정하여 수량을 기준으로 중수도 설치를 권장하고 있음.
- 중수도의 설치권장기준으로는 공장의 경우 일일 1,000톤 이상, 대형빌딩의 경우는 일일 500톤이상, 공동주택단지의 경우는 300세대 이상임.

- 현행 중수도 지원제도로는 중수도 사용자에게 대한 요금감면 정책과 중수도설치자에게 대한 조세감면 정책이 있음.
 - 수도법에 의해 지방자치단체는 중수도를 설치하는 자에 대하여 중수도의 설치 비용을 전부 또는 일부를 용자하거나 수도요금을 감면할 수 있음.
 - 공업용수 공급규칙에 의거 공업용수도 사업자는 중수도를 설치·관리하는 자에 대하여 수도요금을 감면할 수 있음. 이에 따라 수도 감면을 받고자 하는 자는 중수도에 관한 각종 서류를 공업용수도사업자에게 제출하여야 함.
 - 조세감면 규제법에 의거 중수도를 설치·관리하는 자에게 중수도 시설 투자금액의 10%까지 과세연도의 소득세 또는 법인세를 공제하거나 시설투자금액의 50%에 상당하는 금액을 감가상각비로 하여 해당자산을 취득한 날이 속하는 과세연도의 소득금액에 있어서 이를 손금으로 산입 가능함.

<표 1> 국내 중수도 설치 현황(1995)

('95. 12. 31 현재)

건 물 명	중수도 공급원	공급능력 (톤/일)	용 도	비 고
롯데월드	수도수+지하수	1,000	청소, 화장실용수	가동중
성우래저	지하수	1,700	소화용수, 냉각용수, 화장실, 세정수	가동중
용인시 삼성전자	수도수+공업용수	5,000	공장, 화장실세정수	가동중
강남 포철사옥	수도수+지하수	300	화장실 세정수	가동중
삼구주택	수도수+지하수	1,131	잡용수	가동중
포항강원산업	수도수+공업용수	1,500	냉각수용	가동중
수원 학촌수영장	지하수+수도수	1,200	수영용수	하절기 가동
군포 산본동 가야A 3단지	수도수+지하수	83	화장실 세정수	'93-'96상반기까지 가동. 현재는 교육용 보존
부산 롯데호텔	수도수+지하수	1,500	청소, 화장실용수	시공중 (일부가동)
성남 분당 서현역사	수도수	350	청소, 화장실	시공중
(주)대한항공	수도수	400	화장실 세정수	시공중
(주)서울종합터미널	수도수+지하수	1,500	청소, 화장실	시공중
(주)논노상사	"	200	화장실 세정수	시공중
대림산업(주)	"	800	"	시공중
군인공제회관	"	140	"	시공중
송파주상복합빌딩	수도수	260	"	시공중
현대백화점	"	100	청소, 화장실	시공중
대전정부3청사	"	800	화장실 세정수	시공중
삼성자동차	-	2,100	화장실, 도로살수용수외	계획중
동양그룹사옥	수도수	500	청소, 화장실	계획중
현대산업개발(주)	수도수+지하수	설계변경중	화장실 세정수	계획중
리드산업개발(주)	"	140	"	계획중
부산광역시청사	-	800	-	계획중
인천국제공항	공항배출수	20,000	청소, 조경용수	계획중
포항제철(주)	공장배출수	40,000	공업용수	계획중

자료: 환경부 내부자료

Ⅲ. 중수도의 경제성분석

Ⅲ. 중수도의 경제성분석

- 중수도의 보급을 일반화하기 위해서는 경제성, 위생문제, 운전관리·장치·유지관리 등의 기술적 문제 등 여러 요인을 고려하여야 하나, 이 중 가장 주요한 요인은 경제성임.
- 중수도 설치에 소요되는 비용은 초기 고정투자비용과 운영비용으로 나눌 수 있고, 편익은 상·하수 요금 절약으로 나타낼 수 있는 사적편익과 상·하수도 원가절감, 댐·정수장·하수처리장·하수관거 등의 건설비용 절감, 갈수기의 물부족 사태로 인한 경제적손실 절감 등으로 나타낼 수 있는 사회적 편익으로 나눌 수 있음.
- 이 장에서는 중수도 도입의 사적·사회적 비용 및 편익 결정요인을 살펴보고, 이들을 비교·분석하여 중수도 도입의 경제성을 평가하는데 목적이 있음.

1. 중수도 비용결정요인

- 중수도의 비용은 중수도의 규모 및 용도, 중수도의 처리기술, 중수도 원수수질, 중수의 수질기준, 처리시설과 수요지 사이의 거리, 중수도 시설부지의 지가 등에 따라 결정됨.
- 중수도의 처리규모 및 용도에 따라서 설치비용 및 운용비용이 다른데, 일반적으로 규모가 클수록 비용이 절약되는 규모의 경제(scale merit)가 존재하고 중수용도에 따라 처리비용이 상이함.

- 중수의 처리기술은 생물, 물리, 생물·물리, 화학적 처리기술로 나눌 수 있는데 어떤 처리기술을 선택하느냐에 따라 처리비용의 차이가 크게 나타남.
- 중수의 원수수질이 나쁠수록 비용이 많이 들고 또 중수도의 수질기준이 엄격할수록 비용이 많이 듦. 우리나라의 중수도 수질기준은 아래(<표 2>)와 같음. 즉 중수의 사용용도에 따라 대장균, 잔류연소, 외관, 탁도, 생물화학적 산소요구량, 냄새, 수은 이온농도 등의 기준을 적용함.
- 처리시설과 수요지 사이의 거리가 멀수록 높은 비용이 요구되고, 중수도시설부지가 지상이냐 혹은 지하냐 또는 지가가 얼마나 높느냐에 따라 중수도의 초기투자비가 결정됨.

<표 2> 중수도의 수질기준

	수세식 변소용수	살 수 용 수	조 경 용 수
대장균군	1ml당 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
생물화학적 산소요구량 (mg/l)	10을 넘지 아니할 것	10을 넘지 아니할 것	10을 넘지 아니할 것
냄새	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것
수도이온 농도	pH 5.8이상 8.5이하 일 것	pH 5.8이상 8.5이하 일 것	pH 5.8이상 8.5이하 일 것

- 주 : 1. “살수용수”라 함은 도로청소작업·건설공사 등을 하는 경우에 뿌리는 물로 이용되는 중수도를 말함.
2. “조경용수”라 함은 주택단지 등의 인공연못·인공폭포·인공하천 및 분수 등에 이용하는 중수도를 말함.
3. 공업용으로 쓰는 중수도에 대하여는 수질기준을 적용하지 아니함.

- 중수도 설치에 소요되는 비용은 크게 고정비용인 초기투자비용과 가변비용인 운영비용으로 나눌 수 있음.
 - 고정비용은 토목·전기 등의 기초공사비용과 시설투자비 및 기계구입비로 나눌 수 있음. 기초공사비용으로는 토목·전기비용과 설치장소 및 설치면적에 따라 결정되는 용지비용이고, 시설투자비로는 순수기계장치비, 처리시설(침전지, 여과지, 소독설비), 옥내외 급배수시설(펌프, 고가수조, 실내배관(송수관, 배수관))비용으로 나눌 수 있음.
 - 운영비용은 전력비, 약품비, 인건비, 수선비 및 기타 비용으로 나눌 수 있음.

2. 중수도 편익 결정요인

- 중수도 설치로 인한 편익은 사적편익과 사회적편익으로 나눌 수 있음(<표 3>참조).
- 사적편익 : 중수도 설치로 인한 사적편익의 화폐적가치는 상·하수도 요금의 절감액으로 나타낼 수 있음.
- 사회적 편익 : 중수도 설치로 인한 사회적편익의 화폐적가치는 상·하수도원가의 절감액 이외에 물수요감소로 인한 각종 편익(수량부문의 편익)과 물오염감소로 인한 각종 편익(수질부문의 편익)으로 구성되어 있음.

- 수량부문의 편익으로는 물소비 감소로 인한 상수원가의 절감, 물수요감소로 인한 댐건설비 절감, 수도관 건설 감소로 인한 편익, 다목적댐 주변지역 지원사업감소 편익, 갈수기 물부족 감소로 인한 경제적·사회적 이익, 댐건설 감소로 인한 자연자원 보존 등의 편익이 있고,
- 수질부문의 편익으로는 하수방출량 감소로 인한 하수원가 절감, 하수관거 건설감소의 편익, 하수처리장 감소의 편익, 상수원 보호지역 감소로 인한 편익, 하수처리장 수의 감소로 인한 주변환경개선 편익, 수질악화 감소로 인한 인체피해(예를 들어, 폐놀 사건으로 인한 인체 피해 등) 감소 편익, 수질악화로 인한 생태계파괴(예를 들어, 한탄강 주변의 물고기 떼죽음사건 등) 감소 편익 등이 있음.

<표 3> 중수도의 비용 및 편익 항목

구분		사적(private)	사회적(social)
비용	고정비용	- 기초공사비용 (토목, 전기비용) - 시설투자비용 (기계장치, 침전지, 여과지, 소독설비) - 송배수시설 (펌프, 송수관, 배수관) - 처리용지비용	좌동
	운영비용 (유지관리비)	- 전력비 - 약품비 - 인건비 - 수리비 및 기타 제경비	좌동
편익		상·하수도로 절감	상·하수도 원가 절감 수량부문 편익 - 댐건설 감소로 인한 댐주변지역 감소 편익 - 댐 건설비 절감 - 댐 건설 감소로 인한 자연자원 훼손감소로 인한 편익 - 정수장 건설비 절감 - 수도관건설비용 절감 - 갈수기 물부족 감소로 인한 편익 등 수질부문 편익 - 상수원 보호지역 감소로 인한 인근주민들의 편익 - 하수처리장 건설비 절감 - 하수관거 건설비절감 - 하수처리장 건설 감소로 주변환경개선 편익 - 수질악화 감소로 인한 인체피해 (예, 폐놀사건으로 인한 인체피해 등) 감소 편익 - 수질악화 감소로 인한 생태계 파괴 감소(한탄강 주변의 폐죽은 사건) 편익 등

3. 중수도의 경제성분석

- 중수도 확대보급을 위해서 가장 먼저 고려되어야 할 요인은 중수도설치가 경제성을 확보할 수 있느냐 하는 것임.
 - 중수도사업의 경제성 평가는 그 사업이 사회후생에 미치는 영향을 통해 이를 수 있는데 그 사업의 시행으로 사회전체의 후생이 증가되었다면 경제성이 있는 것임.
 - 그러나, 사회후생의 변화를 측정하는 일은 현실적으로 사회후생함수 설정 등 어려운 문제점이 많아 실용적인 경제성평가 지침으로 비용-편익분석을 사용함.
 - 비용-편익분석은 공공사업에서 나오는 편익과 이를 수행하는데 드는 비용을 종합·검토함으로써 그 사업이 갖는 경제성을 평가하는 것으로 비용과 편익을 화폐 단위로 표시함.
- 일반적인 환경사업과 마찬가지로 중수도사업의 편익은 사적편익과 사회적편익으로 나누어 볼 수 있는데 경제성분석은 사적측면에서의 경제성분석과 사회측면에서의 경제성분석으로 나누어서 분석할 수 있음.
 - 사적편익은 시장가격의 화폐적가치로 평가한 편익이고 사회적편익은 환경사업의 외부성을 고려하여 평가한 편익임.
 - 사적측면에서는 “상·하수도요금절감액 > 중수도의 생산비용”이면 경제주체들의 편익이 비용보다 크므로 중수도 보급에 대한 정부의 지원이 없더라도 경제내에서 중수도 보급은 활성화될 것임.

- 그러나 “상·하수도요금절감액 < 중수도의 생산비용”이면 중수도 보급에 대한 정부의 지원이 없으면 시장내에서 중수도는 공급되지 않을 것임.
- 만약 중수의 생산비용이 사적편익은 능가하나 사회적 편익보다 적다면 중수도가 시장내에서 공급되지 않는 것은 국민전체의 사회후생 저하를 가져오므로 정부의 적극적인 확대보급 방안이 필요함.
- 즉, 중수도시설에 대한 정부의 지원정책이 필요한 범위는 “중수도의 사적편익 < 중수의 생산비용 < 중수도의 사회적 편익”임.
- 이 절에서는 중수도의 사적 비용-편익분석을 한 후 사회적 비용-편익 분석을 시도함.

1) 중수도의 경제성분석(사적측면)

- 중수도의 사적편익은 물사용의 절약에 의해 발생하는 상·하수도요금 절약에 의한 편익이고, 사적비용은 토목·건축, 기계구입 및 설치, 배관공사, 전기·계장 등의 건설비용과 전력비, 약품비, 인건비, 수선비 등의 운영비용으로 나눌 수 있음.

1.1 중수도의 사적편익

- 중수도 사적편익의 화폐적가치는 상·하수도요금 절약액임. 상·하수도 요금은 사용용도, 사용량, 지방자치단체에 따라 상이함.

- <표 4>에서의 상·하수도요금은 서울특별시의 요금체계를 기준으로 함.
- 상·하수도 요금은 가정용의 경우 21-30m³/월, 영업1종과 영업2종의 경우 301m³/월 이상, 욕탕1종의 경우 2,001-3,000m³/월, 욕탕2종의 경우 1,001-2,000m³/월, 공공용의 경우 101-300m³/월 이상인 경우의 요금단가를 적용했음.
- 서울특별시의 상·하수도 사용료 및 급수종별 구분표는 <부록 1>, <부록 2>, <부록 3>에 정리되어 있음.
- <표 4>에서와 같이 톤당 총사적편익은 가정용 280원, 영업1종 855원, 영업2종 1,399원, 욕탕1종 424원, 욕탕2종 1,920원이고 공공용은 493원임.

<표 4> 상·하수도요금

단위: 원/톤

구분	가정용	영업 1종	영업 2종	욕탕 1종	욕탕 2종	공공용
상수도요금	220	580	980	320	1,170	400
하수도요금	60	275	419	104	750	93
총 요 금	280	855	1,399	424	1,920	493

1.2 중수도의 사적비용

- 중수도 설치·운영의 사적비용으로는 처리시설의 건설비와 유지관리비로 나눌 수 있음.

- 중수도 설치·운영의 사적비용은 “중수도 실무지침서(1994, 건설부)”를 그대로 따름.
- 처리시설의 건설비는 용지비용, 옥내 급·배수시설, 토목·기계·전기비용(배관비 제외)으로 나눌 수 있음.
 - 중수도 설치용지는 대형빌딩이나 공동주택의 지하나 공동부지에 설치되는 것으로 가정하여 용지비를 별도로 계상하지 않고, 옥내 급·배수시설비는 처리시설에 차지하는 비율이 적기 때문에 이를 제외했음.
 - 중수도시설의 규모별 건설단가는 “실용환경산업 정보집(한국환경오염방지시설협회, 1993)”의 자료분석을 통해 도출된 처리시설의 건설비 및 처리수량 1 m³/일의 건설비로 환산한 것임.
- 운영비용이란 처리시설의 운전에 필요한 비용 즉, 전력비, 약품비, 인건지, 수리비, 기타 제경비를 말함.
- 중수도 설치·운영의 총사적비용은 운영비용에 처리시설의 내구년수에 상당하는 감가상각비를 고려한 것임.
 - 감가상각비를 고려함에 있어 내구년수는 7년과 15년으로 각각 적용하였고, 전력비는 현행 오수정화시설에 적용되고 있는 업무용전력 제 2종을 적용하였음.
 - 내구년수에 따른 처리규모별 중수도 생산단가는 <표 5-1>과, <표 5-2>와 같음.

<표 5-1> 중수생산비(내구년수 7년 경우)

처리용량 (톤/일)	중수생산단가 (원/톤)	연간 중수생산비 (백만원/년)
50	2,286.1	41.7
100	1,651.9	60.3
300	1,155.8	126.6
500	1,014.9	185.2
1,000	821.4	299.8
5,000	538.7	983.1

주: 연간 중수생산비 산출내역 = 처리용량×중수생산단가×365일

자료: 건설부(1994), 중수도 실무지침서

<표 5-2> 중수생산비(내구년수 15년 경우)

처리용량 (톤/일)	중수생산단가 (원/톤)	연간 중수생산비 (백만원/년)
50	1,066.8	19.5
100	770.9	28.1
300	539.4	59.1
500	473.6	86.4
1,000	383.3	139.9
5,000	251.4	458.8

자료: 건설부(1994), 중수도 실무지침서

1.3 중수도 경제성분석 (사적측면)

- <표 6-1>, <표 6-2>는 내구년수에 따른 사적측면의 중수도 비용-편익분석 결과임.

□ 내구년수 7년인 경우

- 중수도의 내구년수가 7년인 경우, 가정용, 욕탕2종, 공공용의 경우 저렴한 상·하수도 요금으로 경제성이 없고, 영업 1종, 영업 2종, 욕탕 2종의 일부 규모에서만 경제성이 있음.
 - 가정용, 욕탕1종, 공공용: 중수 생산비용이 상·하수도요금보다 높아 일일 처리용량 5,000톤 까지는 규모에 상관없이 경제성이 없음.
 - 영업 1종: 중수도 일일 처리용량이 매우 작을 때는 경제성이 없으나 규모가 점점 증가함에 따라 경제성이 제고됨. 즉 일일 처리용량이 300톤일 경우는 톤당 300.8원 손실이 있고, 500톤일 경우는 톤당 159.9원 손실로 손실규모가 대폭 줄어들어 500톤 이상 어떤 규모에서 경제성이 확보될 수 있음. 그래서 처리용량 1,000톤/일 경우는 톤당 33.6원의 이익이 있음.
 - 영업 2종: 중수도 처리용량이 100톤일 경우는 톤당 252.9원의 손실이 발생하나 100톤 규모이상의 어떤 규모에서 경제성이 확보됨. 즉 처리용량 300톤/일 경우는 톤당 243.2원, 500톤일 경우는 384.1원의 이익이 있어 이들 규모에서 각 사업체는 자발적으로 중수도를 설치할 경제적 유인이 있음.

- 욕탕 2종: 욕탕 2종의 상·하수도 요금을 적용받는 업체의 경우 일일 처리용량 50톤이상 어떤 규모에서 경제성이 있음. 즉 처리용량 50톤/일에는 톤당 366.1원의 손실이 있고, 100톤/일에는 톤당 268.1원의 이익이 있음.

<표 6-1> 사적측면에서의 비용-편익분석(내구년수 7년)

단위: 원/톤

처리용량 (톤/일)	중수 생산비	사 적 편 익					
		가정용	영업1종	영업2종	욕탕1종	욕탕2종	공공용
50	2,286.1	280	855	1,399	424	1,920	493
100	1,651.9	280	855	1,399	424	1,920	493
300	1,155.8	280	855	1,399	424	1,920	493
500	1,014.9	280	855	1,399	424	1,920	493
1,000	821.4	280	855	1,399	424	1,920	493
5,000	538.7	280	855	1,399	424	1,920	493
처리용량 (톤/일)	중수 생산비	경 제 성 분 석					
		가정용	영업1종	영업2종	욕탕1종	욕탕2종	공공용
50	2,286.1	-2,006	-1,431	-887.1	-1,862	-366.1	-1,793
100	1,651.9	-1,372	-796.9	-252.9	-1,228	268.1	-1,159
300	1,155.8	-875.8	-300.8	243.2	-731.8	764.2	-662.8
500	1,014.9	-734.9	-159.9	384.1	-590.9	905.1	-521.9
1,000	821.4	-541.4	33.6	577.6	-397.4	1,098.6	-328.4
5,000	538.7	-258.7	316.3	860.3	-114.7	1,381.3	-45.7

□ 내구년수 15년인 경우

- 중수도의 내구년수가 15년인 경우는 초기시설투자비의 자본비용 및 감가상각비의 감소로 내구년수가 7년인 경우보다 더 적은 규모에서도 경제성이 확보됨.

- 가정용: 내구년수 7년인 경우와는 달리 규모가 처리용량 1,000톤/일 이상 어떤 규모에서 경제성이 확보되어 5,000톤/일 경우 톤당 28.6원의 이익이 있음.
- 영업 1종: 중수도의 일일 처리용량이 50톤/일 이상 어떤 규모에서 경제성이 있음. 즉 영업1종의 경우 일일 처리용량이 50톤일 경우 톤당 211.8원의 손실이 발생하나 처리용량이 100톤이면 톤당 84.1원의 이익이 발생하고 있음.
- 영업 2종: 중수도의 일일 처리용량이 매우 적은 50톤의 경우에도 톤당 332.2원의 이익이 발생하는 등 중수도의 모든 경우에 경제성이 확보됨.
- 욕탕 1종: 처리용량 500톤/일 이상 어떤 규모에서 경제성이 있음. 즉 일일 처리용량 500톤의 경우 톤당 49.6원의 손실이 발생하고 1,000톤의 경우 톤당 40.7원의 이득이 발생함.
- 욕탕 2종: 욕탕 2종의 경우 예를 든 모든 경우에 경제성이 확보되고 있음.
- 공공용: 공공용의 경우 처리용량 300톤/일 이상의 어떤 규모부터 경제성이 있음.

<표 6-2> 사적측면에서의 비용-편익분석(내구년수 15년)

단위: 원/톤

처리용량 (톤/일)	중수 생산비	사 적 편 익					
		가정용	영업1종	영업2종	육탕1종	육탕2종	공공용
50	1,066.8	280	855	1,399	424	1,920	493
100	770.9	280	855	1,399	424	1,920	493
300	539.4	280	855	1,399	424	1,920	493
500	473.6	280	855	1,399	424	1,920	493
1,000	383.3	280	855	1,399	424	1,920	493
5,000	251.4	280	855	1,399	424	1,920	493
처리용량 (톤/일)	중수 생산비	경 제 성 분 석					
		가정용	영업1종	영업2종	육탕1종	육탕2종	공공용
50	1,066.8	-786.8	-211.8	332.2	-642.8	853.2	-573.8
100	770.9	-490.9	84.1	628.1	-346.9	1,149.1	-277.9
300	539.4	-259.4	315.6	859.6	-115.4	1,380.6	-46.4
500	473.6	-193.6	381.4	925.4	-49.6	1,446.4	19.4
1,000	383.3	-103.3	471.7	1,015.7	40.7	1,536.7	109.7
5,000	251.4	28.6	603.6	1,147.6	172.6	1,668.6	241.6

2) 중수도의 경제성분석(사회적측면)

- 중수도의 사회적 비용은 사적 중수도요금과 동일한 반면, 중수도의 사회적 편익은 상·하수원가절감편익, 수량부문편익과 수질부문편익으로 나눌 수 있음.

2.1 사회적 편익

- 중수도의 사회적 편익을 측정할 수 있는 화폐적가치는 상·하수도의 원가절감액과 더불어 수량부문과 수질부문 환경기초시설 설치비용감소 편익과 상수원보호지역 감소 편익, 갈수기 물부족 감소로 인한 편익 등이 있음.
- 상·하수도원가, 수량부문, 수질부문의 사회적 편익을 차례로 고찰해 봄.

□ 상·하수도 원가

- 상수도의 톤당 총괄원가는 영업비용, 자본비용, 영업외비용, 기타영업수익, 영업외수익에 의해 결정되는데 '95년 전국 평균총괄원가는 375.7원임.
 - 상수도의 톤당 총괄원가는 영업비용 253.3원, 자본비용 155.7원, 영업외비용 1.8원에 기타영업수익과 영업외수익 35.1원을 감한 375.7원임(<표 7> 참조).
- 하수도의 '95년 전국 톤당 평균총괄원가는 영업비용 89.2원, 자본비용 118.7원, 영업외비용 1.0원에 기타영업수익과 영업외수익 22.8원을 감한 186.1원임(<표 8> 참조).

□ 수량부문 편익

- 수량부문 편익은 수도관건설 감소의 편익, 다목적댐 주변지역 지원사업 감소로 인한 편익, 상수도건설 감소의 편익, 댐건설 감소의 편익, 갈수기 물부족 감소로 인한 편익, 댐건설 감소에 따른 자연자원보존으로 인한 편익 등으로 나눌 수 있음(<표 9> 참조).

- 수도관건설 감소의 편익: 중수도의 확대보급으로 물수요감소로 수도관건설을 줄일 수 있는데, 수도관의 내구년수를 20년, 이자율 10%로 가정할 때 수도관 건설비용 절감은 톤당 70.6원이고 자본비용은 141.2원임(이는 환경부의 노후수도관 개량사업비를 기준한 금액임).
- 다목적댐 주변지역 지원사업 감소로 인한 편익: 중수도의 사용으로 다목적댐 건설을 줄일 수 있으므로 다목적댐 주변지역의 지원사업비용 역시 줄일 수 있음. '94년 총급수량은 15,231천톤인데 이중 댐으로 공급되는 용수가 39%라고 가정하면 '96년 한국수자원공사 지원사업 규모는 17.7억원이므로 급수량 톤당 지원규모는 0.8원임(한국수자원공사의 지원사업규모는 현실적으로는 턱없이 부족한 금액일 것으로 이를 현실화할 경우 편익 규모는 늘어날 것임).
- 상수도건설 감소의 편익: 중수도 확대보급으로 물수요 감소를 가져와 상수도 건설비용을 줄일 수 있는데, 이자율을 10%로 가정하면 톤당 106.0원의 자본비용을 절감할 수 있음(물관리종합대책의 광역상수도 및 공업용수도 건설계획의 시설용량 사업비 기준임).

- 댐건설비 감소의 편익: 댐건설비 감소로 막대한 자본비용을 절감할 수 있음.
- 기타 편익: 갈수기 물부족 감소나 댐건설 감소에 따른 자연자원 보존으로 인해 발생하는 경제적·사회적 편익은 화폐적가치로 나타낼 수 없을 정도로 클 것임.

□ 수질부문 편익

- 수질부문 편익으로는 하수관거 건설감소의 편익, 하수처리장건설 감소의 편익, 상수원보호지역 감소로 인한 편익, 하수처리장 감소로 인한 주변환경개선 편익, 수질악화 감소로 인한 생태계파괴 감소로 인한 편익, 수질악화 감소에 따른 인체피해 감소로 인한 편익 등이 있음(<표 9> 참조).
- 하수관거 건설비 감소의 편익: 중수도의 확대보급으로 하수관거의 건설을 줄일 수 있는데 하수관의 내구년수를 15년, 이자율을 10%라고 가정할 때 하수관거 건설비용 절감은 톤당 감가상각비는 141.0원이고 자본비용은 211.7원임(물관리종합대책의 하수관거 신설 및 정비사업비 기준임)¹⁾.
- 하수처리장건설비 감소의 편익: 중수도 확대보급으로 하수처리장 건설비용을 줄일 수 있는데, 이자율을 10%로 가정하면 톤당 148.3원의 자본비용을 절감할 수 있음(물관리종합대책의 하수처리용량건설사업비 기준임).

1) 하수량은 급수량의 90%로 가정함.

- 상수원 보호지역 감소로 인한 편익: 상수원 보호지역 감소로 상수원 보호지역 주민들에 대한 지원비용을 '96년 정부예산 기준으로 톤당 1.1원 절감할 수 있으나 상수원보호지역 지원비용이 현실적으로 매우 낮은 수준에 있으므로 이를 현실화할 경우 편익은 훨씬 클 것임.
- 하수처리장 감소로 인한 주변환경 개선 편익: 중수도시설의 확대로 하수처리장 건설을 감소할 수 있는데 이로 인해 주변지역의 지가 및 다른 경제적 가치 상승으로 인한 편익이 있음.
- 기타 편익: 하천·호소 수질악화 감소로 인한 생태계파괴감소 및 하천·호소 수질악화 감소에 따른 인체피해 감소로 인한 편익 등은 화폐적가치로 나타내기에는 어려우나 그 규모는 매우 클 것임

<표 7> 상수도원가

단위: 원/톤

톤당총괄원가 (A+B+C-D-E)	영업비용 (A)	자본비용 (B)	영업외비용 (C)	기타영업수익 (D)	영업외수익 (D)
375.7	253.3	155.7	1.8	8.5	26.6

<표 8> 하수도원가

단위: 원/톤

톤당총괄원가 (A+B+C-D-E)	영업비용 (A)	자본비용 (B)	영업외비용 (C)	기타영업수익 (D)	영업외수익 (D)
186.1	89.2	118.7	1.0	0.9	21.9

<표 9> 상·하수도원가이외의 사회적편익

단위: 원/톤

수 량	금 액	수 질	금 액
수도관건설 감소의 편익	211.8	하수관거건설 감소의 편익	352.7
다목적댐 주변지역 지원사업 감소로 인한 편익	0.8 +	하수처리장건설 감소의 편익	148.3
상수도건설 감소의 편익	106.0	상수원 보호지역 감소로 인한 편익	1.1 +
댐건설 감소의 편익	+	하수처리장 감소로 인한 주변환경 개선 편익	+
갈수기 물부족 감소로 인한 편익	+	수질악화 감소로 인한 생태계파괴감소로 인한 편익	+
댐건설 감소로 인한 자연자원보존으로 인한 편익	+	수질악화 감소로 인한 인체피해 감소로 인한 편익	+
계	318.6 +	계	502.1 +

2.2 사회적 비용-편익분석

- 중수도의 사회적 비용-편익분석에서 사회적비용은 사적비용과 동일하고 가정용, 영업용, 옥탕용 등의 물의 질이 동일하다면 사회적편익은 물의 종류에 관계없이 동일함.
- 사적 비용-편익분석의 경우와 마찬가지로 중수도 설치시설의 내구년수가 7년, 15년으로 나누어 분석함.

- 중수도설치시설의 내구년수가 7년인 경우, 일일 처리용량 100톤 이상의 일정 규모에 경제성이 있음. 즉 100톤일 경우는 톤당 269.4원의 손실이 발생되나 300톤일 경우는 톤당 223.7원의 이익이 있음(<표 10-1> 참조).
- 중수도설치시설의 내구년수가 15년인 경우는 예를 든 모든 규모에서 경제성이 있음. 그리고 화폐적 가치로 나타내지 못한 편익을 고려할 때 중수도의 사회적 편익은 매우 클 것임(<표 10-2> 참조).

<표 10-1> 사회적 경제성분석(내구년수 7년)

단위: 원/톤

처리용량	중수생산비	사회적 편익	경제성분석
50	2,286.1	1,382.5+ α	-903.6+ α
100	1,651.9	1,382.5+ α	-269.4+ α
300	1,158.8	1,382.5+ α	223.7+ α
500	1,014.9	1,382.5+ α	367.6+ α
1,000	821.4	1,382.5+ α	561.1+ α
5,000	538.7	1,382.5+ α	843.8+ α

<표 10-2> 사회적 경제성분석(내구년수 15년)

단위: 원/톤

처리용량	중수생산비	사회적 편익	경제성분석
50	1,066.8	1,382.5+α	315.7+α
100	770.9	1,382.5+α	611.6+α
300	539.4	1,382.5+α	843.1+α
500	473.6	1,382.5+α	908.9+α
1,000	383.3	1,382.5+α	999.2+α
5,000	251.4	1,382.5+α	1,131.1+α

3) 사례분석

- 중수도의 경제성분석의 사례분석은 300톤 규모의 강남포철사옥과 1,000톤 규모의 롯데월드의 경우를 분석해 봄.

3.1 강남포철사옥의 중수도 운용현황

3.1.1 설치목적

- POSCO 경영정보센터에서 발생하는 잡배수를 처리하여 화장실 세정수 등에 재이용할 목적으로 설치함.

3.1.2 시설내용

- 시설투자비 : 시설투자비는 9억원(1994년, 기초토목공사 비용 제외)으로, 구체적으로 기계구입 및 설치 4.7억원, 배관공사 2.0억원, 전기·계장 1.6억원, 공과잡비 0.7억원임.

- '94년 이후 기계구입 및 설치비용인하로 동일한 용량의 현재 시설투자비는 3.2억원 정도로 추정됨.

- 중수사용 용도 : 화장실 대·소변기, 세정수

- 중수 사용량 : 80~100톤/일

3.1.3 설계기준

일일 처리용량	처리방식	처리효율(BOD)		사용용도
		원수	처리수	
300톤	생화학 처리 + 한외여과막(ultra filter) 처리	100PPM	5PPM이하	화장실 대·소변기, 세정수

3.1.4 수처리과정

- 스크린 → 유량조정조 → 미생물반응조 → 한외여과막 → 소독조 → 처리수조 → 각동공급

3.1.5 중수도의 경제성분석

- 중수생산비용은 시설투자비와 운영비용으로 나눌 수 있는데 시설투자비를 설치시 시설투자비와 현재 추정 시설투자비로 나누어서 분석함.

□ 1994년 설치시 비용기준

- 시설투자비(설치시 비용 기준): 이자율 10%, 기계장치의 내구년수 15년, 현재의 일일 처리용량 100톤 기준으로 1994년 초기시설투자비는 9억원(토목·건축비 제외)이므로 톤당처리의 자본비용은 2,465.8원이고 감가상각비는 1,643.8원임.
- 운영비용: 톤당 전력비 72원, 약품비 12원, 교체비(한외막 교체 3년 기준) 30원, 오니처리비 52원, 인건비 100원 등 총 266원임.
- 총비용은 자본비용, 감가상각비, 운영비용을 합한금액인 4,375.6원임.

□ 현재 추정비용기준

- 시설투자비(현재 추정설치비용 기준): 이자율 10%, 기계장치 내구년수 15년, 일일 처리용량 300톤 기준으로 현재 추정시설 투자비 3.2억원(토목·건축비 제외)이므로 톤당처리의 자본비용은 292.2원이고 감가상각비는 194.8원임.
- 운영비용: 1994년 설치시 비용과 동일하게 총 266원임.
- 현재비용 기준 총비용은 자본비용, 감가상각비, 운영비용을 합한 금액인데 현재 추정 설치비용 기준 총비용은 753원임.

□ 중수도의 경제성분석

- 중수도의 사적편익은 영업2종 기준으로 1,399원이고 사회적 편익은 용도에 관계없이 1,382.5원 + π 임.

- 강남포철 사옥의 경우 중수원수 부족으로 처리시설을 충분히 이용하지 못하고 있고, 1994년 설치시 과도한 시설투자비로 인한 자본비용과 감가상각비로 인해 경제성을 확보하지 못하고 있음.
- 그러나 현재 추정시설투자비 기준으로는 중수도의 경제성은 사적·사회적으로 모두 경제성이 있음(<표 11> 참조).

<표 11> 강남포철사옥의 경제성분석

단위: 원/톤

비 용				경제성분석			
				사적경제성		사회적경제성	
'94년 실제 설치비용- (A)	현 재 추 정 설치비용- 편익 (B)	사적편익	사회적편익	A 기준	B 기준	A 기준	B 기준
4,375.6	753	1,399	1,382.5+㉠	-2,976.6	646	-2,993.1	629.5+㉠

3.2 롯데월드 중수도 시설현황

3.2.1 설치목적

- 롯데월드 단지내에서 배출되는 생활하수를 정화·처리하여 생활용수로 재사용하는 시설로써, 수자원 절약 및 생활하수 방류로 인한 하천수의 수질오염 방지를 목적으로 설치함.

3.2.2 시설내용

- 시설투자비 : 223,000 천원(1989년, 기초토목공사 비용 제외)
- 중수사용 용도 : 화장실 대·소변기, 세정수, 청소용 세척수, 발전기 냉각수
- 중수 사용량 : 900-1300톤/일

3.2.3 설계기준

일일 처리용량	처리방식	처리효율(BOD)		사용용도
		원수	처리수	
1850톤	생물학 처리 (접촉산화)	100PPM	10PPM이하	화장실 대·소변기 세정수

3.2.4 수처리과정

- 원수유입 → 침사조 → 스크린 → 유량조정조 → 폭기조 → 침전조
→ 여과수조 → 여과기(SAND, CARBON) → 소독조 → 이송조 →
각동 공급

3.2.5 중수도 경제성

- 중수생산비용은 시설투자비와 운영비용으로 나누어서 분석함.

- 시설투자비: 이자율 10%, 기계장치의 내구년수를 15년, 일일 처리용량 1,000톤 기준으로 초기시설투자비가 2.23억원일 때 톤당 처리의 자본비용은 61.1원이고 감가상각비는 40.8원임.
 - 운영비용: 톤당 전력비 103.0원, 약품비 7.2원, 인건비 72.6원, 수선비 및 기타 42.6원 등 총운영비용은 225.4원임.
 - 총비용은 자본비용, 감가상각비, 운영비용을 합한금액으로 327.3원임.
- 중수도설치의 편익은 영업2종 기준으로 사적편익은 1,399원이고, 사회적 편익은 1,382.5원 + α 임.
- 결론적으로, 롯데월드의 경우 중수도설치의 경제성을 확보하여 성공적으로 운영되고 있음 (<표 12> 참조).

<표 12> 롯데월드의 경제성분석

단위: 원/톤

비 용	사적편익(A)	사회적편익(B)	경제성 분석(A)	경제성 분석(B)
327.3	1,399	1,382.5+ α	1,071.7	1,055.2+ α

4) 경제성분석의 평가(내구년수 15년 기준)

- 가정용, 옥탕 1종의 경우 300톤 이하의 규모에는 저렴한 상·하수도 요금으로 인해 중수도의 사적경제성이 보장되지 못하여 중수도 보급을 일반화하는데 어려움이 있음. 그러나 이들의 경우도 사회적경제성은 확보되므로 설치비의 세제·금융지원, 수도요금 감면 등의 조치가 필요함.
- 공공용의 경우는 300톤 이상의 어떤 규모부터 경제성이 있으므로 공공건물에는 솔선수범하여 중수도를 설치해야 함.
- 영업 1종, 영업 2종, 옥탕 2종의 경우 대부분 사적·사회적 경제성이 보장되므로 중수도의 잇점과 최신 중수도처리공법, 중수도 설치·운영 성공사례 등을 홍보하여 중수도 설치를 유도함.
- 롯데월드의 경우 중수도 설치로 많은 경제적 이익이 발생하고 있음.

IV. 중수도 추진방안

IV. 중수도 추진방안

- 중수도의 이용을 확대보급을 추진하는데 있어서 경제성의 문제, 기술상의 문제, 위생상의 문제, 법령·제도상의 문제, 중수도에 대한 국민 의식 문제 등이 고려되어야 함.

1. 경제적인 문제

- 비록 중수도 사적편익은 비용에 미치지 못하지만 많은 사회적 편익이 비용을 증가하여 사회적 경제성만 확보될 때 사회후생 증가를 위해 중수도 설치자의 경제성을 보장해주는 방안을 모색해야함.

- 예를 들면, 가정용의 경우 상·하수도 요금이 매우 낮아 현실 경제 내에서 중수도의 경제성을 확보할 수 없으나 사회적으로는 경제성이 있어 상·하수도 요금체계 조정 및 조세·금융지원이 요구됨.

2. 기술상의 문제

- 중수도의 경제성을 높이기 위해서는 처리기술이 중요한 역할을 함. 이에 대한 기술상의 문제점은 중수의 용도별 적합 처리기술의 개발, 부식·슬라임 등의 장애요인 해결, 소량의 슬러지 처리방안, 상수도와 중수도의 오접합 방지대책 마련이 필요함.

3. 위생상의 문제

- 중수도에 대한 국민들의 위생상의 우려를 제거하기 위해서 물사용의 오염·오사용방지, 세균·바이러스 등의 병원성 미생물의 효과적인 제

거, 색도의 제거, 냉각탑이나 처리공정 등에서 발생하는 휘발물질의 비산에 따른 악영향해소 등의 방안 마련이 필요함.

4. 법령·제도상의 문제

- 현재 중수도 보급을 위한 법령으로 수도법에서는 일정규모 이상의 시설에 중수도 설치를 권장사항으로 하고 있으나 장래에는 의무사항으로 개정하는 것이 바람직함.
- 조세감면법으로 소득세 및 법인세 감면 등의 정책을 실시하고 있으나 이의 확대·보급을 촉진하기 위해 정수장, 하수처리장, 하수관거와 같이 국고보조금이나 저리융자를 하고 있는 것과 마찬가지로 중수도 설치에도 국고보조나 저리융자제도를 도입하는 것이 바람직함.

5. 국민의식 문제

- 중수도의 사용범위의 결정은 물사용자의 의식수준에 따라 크게 좌우되므로 중수도로 사용할 수 있는 물의 용도를 위생적으로 검토한 다음 중수 사용에 대한 홍보 및 교육수준을 강화해 나가는 것이 바람직함.
- 중수도에 대한 국민의식을 조사하여 우리나라 국민 정서상 중수 사용가능한 용도의 조사가 필요함.
- 일본의 중수도 이용에 대한 설문조사 물음 중 “한 번 쓴 물을 재이용하는 경우 재생된 물이 충분히 위생적이라면 재이용해도 좋다고 생각되어지는 항목에 대해 주십시오”에서 ‘화장실물’의 경우 92%, ‘정원에 뿌리는 물’의 경우 58%만 사용가능하다고 답했음.

V. 결론 및 요약

V. 결론 및 요약

- 머지않은 미래에 물부족이 전망되고 하천 및 호소의 수질은 점점 악화되어 감에 따라 미래의 수자원 확보 및 깨끗한 수질 확보를 위하여 한 번 사용한 수도물을 생활용수·공업용수 등으로 재활용하는 중수도의 보급을 확대하는 것이 요구됨.
- 중수도 확대·보급의 가장 주요한 요인인 경제성을 분석하여 사회적 측면에서 경제성이 있을 때는 적극적인 확대보급안을 마련하여야 함.
 - 중수도 확대·보급을 위해 정부의 개입이 필요한 영역은 “사적편익 < 중수도 생산비용 < 사회적편익”의 경우임.
- 가정용, 옥탕1종, 공공용의 경우 경제성분석 결과만으로는 사적측면에서 손실이 발생하더라도 사회적측면에서 이익이 발생하므로 중수도의 설치가 사회적으로 바람직하므로 중수도 확대보급 대책 마련이 필요함.
 - 그러나 중수도의 사용은 경제성외에 국민 의식수준에 크게 좌우되므로 중수도로 사용할 수 있는 물의 용도를 위생적으로 검토한 다음 중수 사용에 대한 홍보 및 교육수준 강화를 병행해야 함.
- 이 경우 중수도 보급방안으로 상·하수도 요금체계 정비, 각종 세제·금융지원 등의 지원책이 요구됨.

참 고 문 헌

건설부 (1994), 중수도 실무지침서

건설부 (1994), 중수도 기술개발 방안연구

국무총리행정조정실 (1996), 물관리 종합대책

내무부 (1995), '95 지방공기업결산 및 경영분석

박원규, 이상일 (1995), 산업별 공업용수의 수요·수량·수질 현황파악 및 재이용에 따른 제반문제 검토에 관한 연구, 한국환경기술개발원

재정경제원 (1996), 예산개요

재정경제원 (1997), 예산개요

한국수자원공사 (1997), 숫자로 본 수자원

환경부 (1996), 환경백서

환경부 (1996), 상수도통계

환경부 (1996), 하수도통계

환경부 (1996), 세입세출예산서

환경부 (1997), 중수도의 이론과 실제 (일본 중수도연구회)

환경부 (1997), 세입세출예산서

환경부 (1997), 제2차 환경개선중기종합계획

환경부 (1997), 중수도 확충계획

부 록

<부록 1> 급수사용료 요금표(서울특별시)

구 분 업 종	1개월 기본요금		초과사용량	
	기본수량 (m ³)	기본요금 (원)	사용구분 (m ³)	m ³ 당 단가 (원)
가 정 용	10	1,200	11~20	180
			21~30	220
			31~40	460
			41~50	540
			51이상	770
영업 1종	20	3,740	21~50	400
			51~100	480
			101~300	510
			301이상	580
영업 2종	30	12,400	31~50	520
			51~100	630
			101~200	760
			201~300	890
			301이상	980
욕탕 1종	500	96,910	501~1000	230
			1001~2000	260
			2001~3000	320
			3001이상	350
욕탕 2종	200	115,170	201~500	960
			501~1000	1,070
			1001~2000	1,170
			2001~3000	1,210
			3001이상	1,240
공 공 용	20	3,400	21~50	300
			51~100	360
			101~300	400
			301이상	450

* 적용시기 : '96. 3월부터 시행

<부록 2> 하수도사용료 요율표

(개정 96. 1. 15)

구분 업종	1개월 기본요금		초과사용량	
	기본수량(m^3)	기본요금(원)	사용구분(m^3)	$1m^3$ 당 요금(원)
가 정 용	15	490	16~30 31~50 51이상	60 165 330
영업용 1종	15	490	16~30 31~50 51이상	60 165 275
영업용 2종	15	490	16~30 31~50 51~100 101~500 501이상	60 165 279 419 496
욕탕용 2종	200	80,000	201~300 301~500 501이상	480 650 750
욕탕용 1종	사용수량 $1m^3$ 당 104원			
공 공 용	사용수량 $1m^3$ 당 93원			
공 중 용	사용수량 $1m^3$ 당 36원			
산 업 용	사용수량 $1m^3$ 당 95원			

<부록 3> 급수 종별 구분표

(서울시 '96. 1. 15)

업 종	대 상 업 체
가정용	주택, 담배, 연탄, 양곡, 문방구, 지불, 철물의 소매점, 공동수도, 10m ³ 미만업소, 신문보급소, 신체장애자가 경영하는 점술집 및 지압업소, 도시계획사업 등의 시행으로 인한 철거민 이주단지
영업용 1종 (업무용)	병원, 의원, 미장원, 잡화점, 복덕방, 콩나물제조, 세탁소, 양복점, 옷가게, 사설소화전, 시립위탁시설(청소년회관), 기타 타업종에 속하지 않는 업소
영업용 2종	식품접객업, 공연장, 숙박업, 유기장, 오락장, 노래방, 백화점, 도매센터, 대규모소매업, 시장, 주차장, 세차장, 주유소, 예식장, 임시급수, 건축공사장의 급수, 수도관 파손에 의한 급수
욕탕용 1종	대중탕
욕탕용 2종	사우나, 터키탕, 특수목욕탕, 한증탕, 욕조 및 휴게실을 갖춘 안마시술소, 바닥면적 100m ³ 이상의 헬스클럽과 연계하여 운영하는 수영장
공공용	국가 및 지방자치단체, 학교, 정당, 병영, 신문사, 방송국, 사회구호단체, 원호단체, 노인복지시설, 어린이집, 놀이방, 급수탑에 의한 급수, 공설소화전
*(전용)공업용	별도 설치된 배수관에 의한 공업용수

* (전용)공업용은 서울시에서는 별도 설정하고 있지 않음

<부록 4> 중수도에 대한 국민의식조사(일본의 경우)

<부록 4-1> 설문조사 결과 1

이 용 항 목	사용可라고 말한 수	비 율 (%)
화 장 실 물	281	92
정원에 뿌리는 물	176	58
차를 닦는 물	138	45
세 탁 물	43	14
청 소 물	97	32
목 욕 물	21	7

<부록 4-2> 설문조사 결과 2

(단위 : %)

	음료수	취사	세면	목욕	세탁	화장실	세차	살수
1. 아무리 깨끗이 처리되어 있어도 기분 나빠 사용할 수 없다.	70	59	42	20	16	4	3	4
2. 상수와 동질이라면 사용한다.	23	31	42	43	48	18	15	15
3. 색이나 냄새가 없는 위생적인 것이라면 사용한다.	3	6	11	20	27	25	20	21
4. 조금 검은색이나 냄새가 나도 위생적이면 사용한다.	0.2		1	3	5	20	21	33
5. 모르겠다.	4	4	4	4	4	4	6	9
6. 무답	0.1		0.3	10		28	36	19

<부록 5> 중수도 관련 조례개정 현황

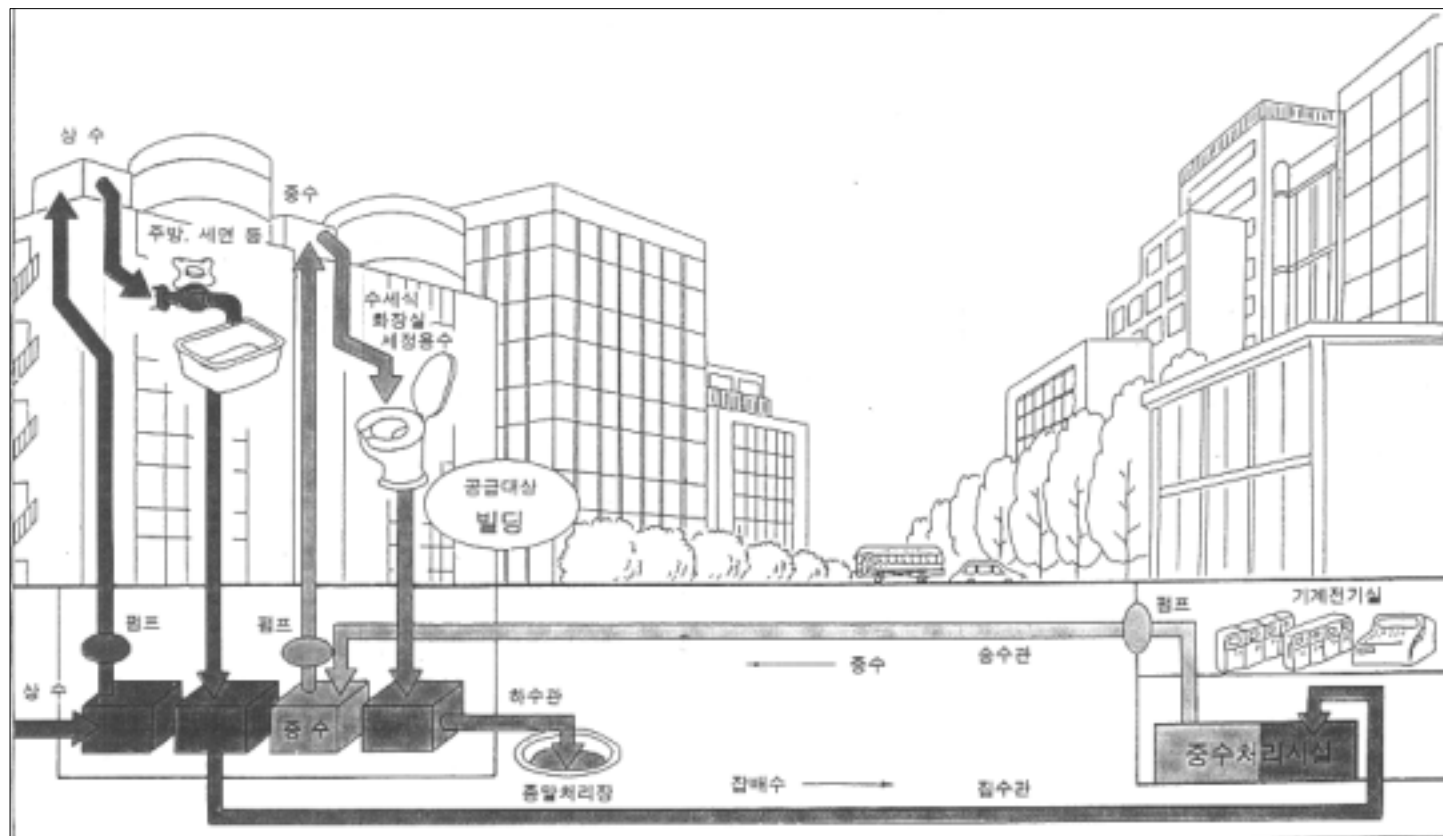
1995. 12. 현재

구 분	시군명	조례개정일 (예 정 일)	주 요 내 용	
			감 면 대 상	감 면 율
총 계	26개 시·군(경기도 24, 경남 2)			
경기도 (24)	성남시	'95. 10. 17	1일 물사용량 500톤 이상	수도급수조례 시행규칙 개정추진중('96. 3 예정)
	의정부	'95. 12. 26	구경 75mm, 연면적 3만 ㎡이상 건물	수도급수조례 시행규칙 개정추진중('96. 6 예정)
	안양시	'94. 8. 12	종합병원, 도서관, 실내 수영장, 관객 1,000석이상 영화관	중수도 사용량에 해당하 는 당해 업종의 수도요금
	부천시	'94. 5. 31		"
	광명시	'94. 7. 13	종합병원, 도서관, 실내 수영장, 관객 1,000석이상 영화관	"
	평택시	'95. 1. 11	구경 75mm이상, 연면적 3 만㎡이상, 시장이 필요한 건물	가정용 : 중수도 사용량에 해당하는 65% 범위 영업 1 : " 50% 범위 영업 2 : " 10% 범위 공업용 : " 65% 범위
	동두천	'95. 10. 18	구경 75mm이상, 연면적 3 만㎡이상, 시가 건설하는 공공시설	중수도 사용량에 해당하 는 당해 업종의 수도요금 감면
	안산시	'94. 1. 5		중수도 사용량에 해당하 는 당해 업종의 수도요금
	고양시	'95. 11. 18	구경 75mm이상, 연면적 3 만㎡이상, 시장이 필요한 건물	가정용 : 중수도 사용량에 해당하는 65% 범위 영업 1 : " 50% 범위 영업 2 : " 10% 범위 공업용 : " 65% 범위
	과천시	'94. 7. 11		중수도 사용량에 해당하 는 당해 업종의 수도요금

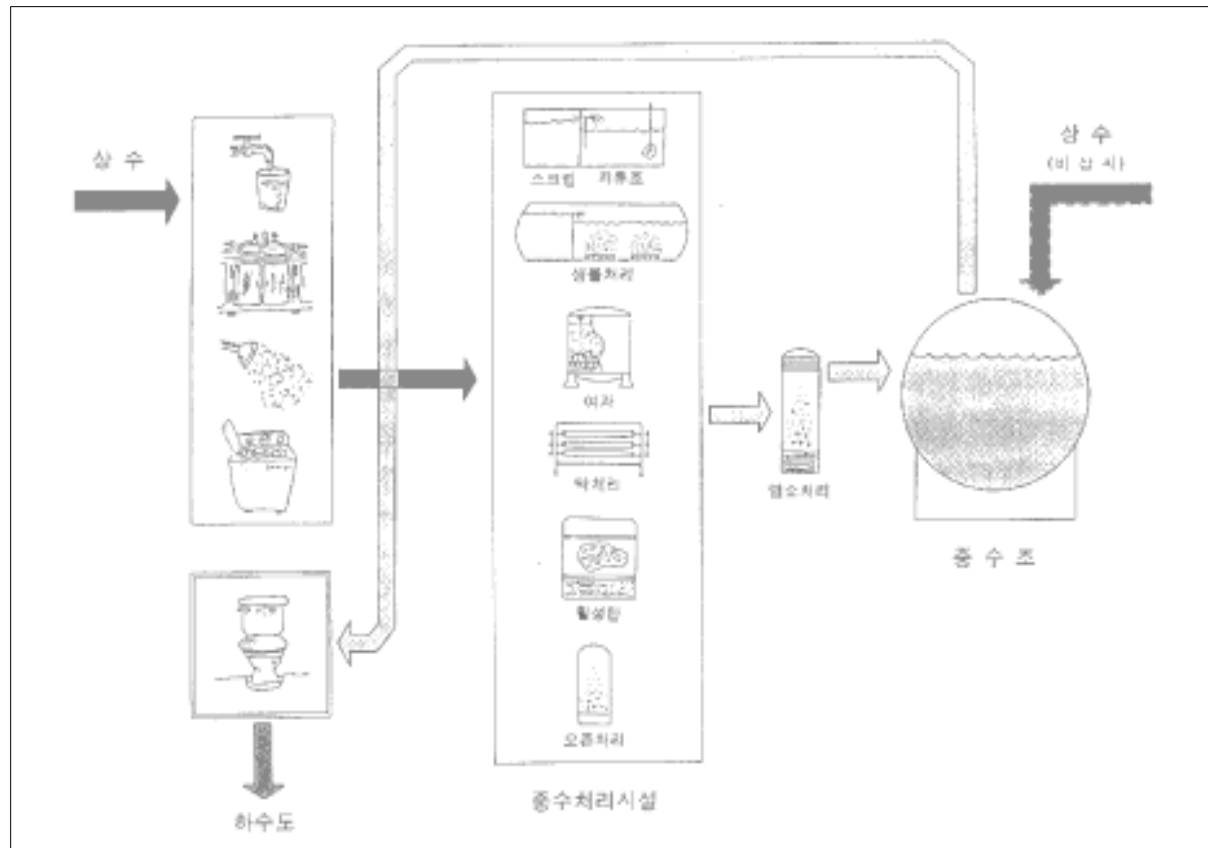
구 분	시군명	조례개정일 (예 정 일)	주 요 내 용	
			감 면 대 상	감 면 율
경기도	구리시	'94. 5. 6	종합병원, 도서관, 실내수영장, 관객 1,000석이상 영화관	수도급수조례 시행규칙 개정 추진('96. 6 예정)
	남양주	'95. 12. 21	1일 1,000톤이상 공장, 500톤/일 건물, 300세대이 상 공동주택	가정용 : 중수도 사용량에 해당하는 65% 범위 영업 1 : " 50% 범위 영업 2 : " 10% 범위 공업용 : " 65% 범위
	오산시	'95. 7. 26	1일 1,000톤이상 공장, 500톤/일 종합병원, 목욕 탕, 호텔, 실내수용장, 공 동주택	수도급수조례 시행규칙 개정 추진('96. 6 예정)
	시흥시	'94. 8. 16	종합병원, 도서관, 실내수영장, 관객 1,000석이상 영화관	중수도 사용량에 해당하 는 당해 업종의 수도요금
	군포시	'94. 8. 3	종합병원, 도서관, 실내수영장, 관객 1,000석이상 영화관	"
	의왕시	'94. 10. 14		중수도 사용량에 해당하 는 당해 업종의 수도요금 감면
	하남시	'95. 10. 17	1일 물사용량 500톤이상	"
	용인군	'95. 1. 11	구경 50mm이상, 연면적 3 만㎡이상, 시장이 필요한 건물	가정용 : 중수도 사용량에 (공업용) 해당하 는 65% 범위 영업 1 : " 50% 범위 영업 2 : " 10% 범위 공업용 : " 65% 범위
	양주군	'94. 6. 22		수도급수조례 시행규칙 개정 추진중('96. 6)

구 분	시군명	조례개정일 (예 정 일)	주 요 내 용	
			감 면 대 상	감 면 율
경기도	광주군	'94. 1. 18	1일 1,000톤이상 공장, 500톤/일 사용건물, 300 세대이상 공동주택	가정용 : 중수도 사용량에 (공업용) 해당하는 65% 범위 영업용(옥탕용): " 10% 범위 공업용 : " 65% 범위
	연천군	'96. 1. 4	1일 사용량 500톤/일	중수도 사용량에 해당하는 당해 업종의 수도요금
	가평군	'94. 10. 18	종합병원, 도서관, 실내 수영장, 관객 1,000석이 상 영화관	중수도 사용량에 해당하는 당해 업종의 수도요금
	양평군	'95. 11. 6	구경 50mm이상, 연면적 3만㎡이상, 시장이 필요 한 건물	가정용 : 중수도 사용량에 해당하는 65% 범위 영업 1 : " 50% 범위 영업 2 : " 10% 범위 공업용 : " 65% 범위
	안성군	'94. 10. 5	종합병원, 도서관, 실내 수영장, 관객 1,000석이 상 영화관	중수도 사용량에 해당하는 당해 업종의 수도요금
경상남 도	창원시	'95. 1. 13	중수도시설을 설치완료 후 사용중인 자	미정(감면신청시 결정)
	사천시	'96. 6. 1	중수도시설을 설치완료 후 사용중인 자	중수도 사용량에 해당하는 당해업종의 수도요금을 감 면

<그림 1> 중수도 구성



<그림 2> 중수처리



<부록 6> 중수도관련 법규 및 제도²⁾

1. 수도법

(1) 중수도 정의(수도법 제3조 제 14호)

“중수도”라 함은 사용한 수돗물을 생활용수·공업용수 등으로 재활용할 수 있도록 처리하는 시설을 말한다.

(2) 수도정비기본계획의 수립(수도법 제4조 제7항 제9호)

건설교통부장관, 시장·군수는 10년마다 수도정비기본계획을 수립하여야 하며, 이때 중수도의 개발·보급에 관한 사항을 포함시켜야 한다.

(3) 중수도 권장(수도법 제 11조)

- ① 국가 또는 지방자치단체는 물을 다량으로 사용하는 자로서 대통령령이 정하는 자에게 중수도를 설치·관리하도록 권장할 수 있다
- ② 제1항의 규정에 의한 중수도의 시설기준·유지관리 기타 필요한 사항은 환경부령으로 정한다

(4) 중수도의 설치 및 관리자(수도법시행령 제 15조)

- ① 법 제 11조 제 1항에서 “대통령령이 정하는 자”라 함은 다음 각호에 해당하는 자를 말한다

2) 환경부 내부자료 (1997), “중수도 확충계획” 참조

1. 공업배치및공장설립에관한법률 제2조의 규정에 의하여 설립된 공장으로서 1일 물사용량이 1천톤이상인 공장의 소유자
 2. 공중위생법 제2조제1항제1호 가목 및 나목의 규정에 의한 숙박업 또는 목욕장업에 사용되는 시설로서 1일 물사용량이 500톤이상인 시설의 소유자
 3. 주택건설촉진법 제33조제1항의 규정에 의한 사업계획의 승인을 얻은 300세대 이상의 공동주택의 사업주체 또는 관리주체
 4. 공중위생법 시행령 제19조제1호·제3호 내지 제5호 및 제7호의 규정에 의한 공중위생시설로서 1일 물사용량이 500톤이상인 시설의 소유자
 5. 건설기술관리법 제5조의 규정에 의한 중앙건설기술심의위원회 또는 건축법 제4조의 규정에 의한 중앙건축위원회의 심의대상인 시설로서 1일 물사용량이 500톤이상인 시설의 소유자
 6. 기타 물의 효율적인 이용을 위하여 특히 필요하다고 인정하여 지방자치단체의 조례로 정하는 건축물의 소유자 또는 관리자
- ② 국가 또는 지방자치단체는 법제11조제1항의 규정에 의하여 중수도를 설치하는 자에 대하여 그 설치방법 등에 관한 기술을 지원할 수 있다

(5) 중수도시설기준(수도법 시행규칙 제2조)

- ① 법 제11조제2항의 규정에 의하여 중수도에는 다음 각호의 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 중수도의 시설은 위생 및 안전 등에 필요한 조치를 하여야 하고, 중수도에 설치하는 배관은 상수도·하수도 및 가스 공급 등의 배관과 구분할 수 있도록 하여야 한다.

(6) 중수도 수질기준

중수도를 설치·관리하는 자는 중수도의 수질을 별표의 기준에 적합하도록 유지·관리하여야 한다(<표 2> 참조).

(7) 중수도설치자에 대한 요금감면

가. 수도법시행규칙 제4조

지방자치단체는 조례가 정하는 바에 따라 중수도를 설치한 자에 대하여 중수도의 설치비용의 전부 또는 일부를 용자하거나 수도요금을 감면할 수 있다.

나. 공업용수 공급규칙 제 11조 제3항 및 제4항

- ① 공업용수도 사업자는 법제11조의 규정에 의한 중수도를 설치·관리하는 자에 대하여 수도요금을 감면할 수 있다.
- ② 제3항의 규정에 의하여 수도요금의 감면을 받고자 하는 자는 중수도에 관한 다음 각호의 도서를 갖추어 공업용수도사업자에게 제출하여야 한다.

1. 시설의 위치, 용량, 사업비, 사업기간 등을 기재한 사업개요서
2. 설계도, 평면도, 배관도 및 시방서
3. 중수도 시설용량의 산출근거를 기재한 서류
4. 중수도 처리계통도 및 중수도 처리시설의 구조물도
5. 중수도 사용계획서

2. 관련제도

(1) 세제감면(조세감면 규제법 제10조 및 같은법시행령 제23조)

- ① 조세감면규제법에서 중수도를 설치, 관리하는 자에게 중수도시설 투자금액의 10%까지 과세연도의 소득세 또는 법인세에서 공제하거나,
- ② 시설투자금액의 50%에 상당하는 금액을 감가상각비로하여 해당자산을 취득한 날이 속하는 과세연도의 소득금액에 있어서 이를 손금으로 산입

○ 시행일자 : '94. 1. 1

※ 관련조문(발췌)

- 조세감면규제법 제10조(기술 및 인력개발을 위한 설비투자에 대한 세액 공제 등)

- 국산 기자재를 사용하여 투자한 경우 투자금액의 100분의 10에 해당하는 금액을 소득세 또는 법인세에서 공제하거나 100분의 50에 상당하는 금액을 감가상각비로 하여 과세연도 손금에 산입
- 같은법 제26조(특정 설비투자에 대한 세액공제 등)
 - 산업정책상 필요하다고 인정하여 대통령령이 정하는 시설에 투자한 경우 법제10조를 적용
- 같은법 시행령 제23조(특정 설비투자의 범위)
 - 대통령령이 정하는 시설이라 함은 에너지 절약시설, 중수도시설, 대기 오염방지시설.....을 말한다.