



## 원심분리와 여과기술을 이용한 고효율 인공함양수 처리장치

대한민국특허 10-1289689,

인공적으로 함양된 지하수, 빗물, 강물 등을 원심분리와 여과 기술에 의해 처리함으로써 생활용수로 활용하기에 적합한 수준으로 처리하는 고효율 인공함양수 처리장치로 인공함양시스템에 관한 기술이다.

연구원(이길용 박사)은 가뭄 등에 대비한 인공함양 시스템 기술개발을 위하여, 인공함양시스템 구축, 요소기술개발을 완료하였으며, 생활용수 수준으로 처리하는 고효율 인공함양수 처리장치를 개발하였다.

연구원은 인공함양기술 개발을 통하여 부족한 지하수자원을 확보하고 효율적인 이용을 도모하여 국가 수자원의 안정적 공급 체계를 구축할 필요가 있어 본 연구를 수행하였다.

### [관련연구]

대수층 인공함양 지하수 확보융복합 핵심 기술 개발

### 개발자

한국지질자원연구원 지하수연구실 이길용 박사

### [개발단계]

시제품 제작완료

### [Keyword]

지하수, 인공함양, 인공함양 수처리

담당자 : 홍준영변리사 jyhong@kigam.re.kr / 042)868-3805

# I. 기술소개

## 1 기술개요

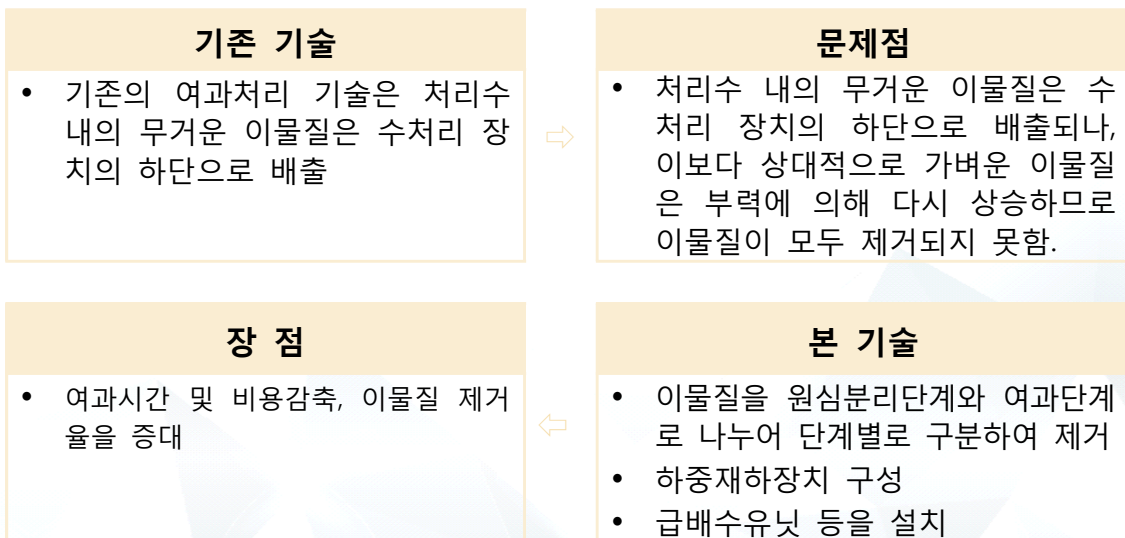
- 인공적으로 함양된 지하수, 빗물, 강물 등을 원심분리와 여과기술에 의해 처리함으로써 생활용수로 활용하기에 적합한 수준으로 처리하는 고효율 인공함양수 처리장치 기술

## 2 기술특징

### 경쟁기술현황

- 기존의 여과처리 기술은 처리수 내의 무거운 이물질은 수처리 장치의 하단으로 배출되나, 이보다 상대적으로 가벼운 이물질은 부력에 의해 다시 상승하므로 이물질이 모두 제거되지 못하게 되는 문제점이 존재하며, 처리수 내의 이물질을 최대한 제거하기 위해서는 다수개의 수처리 장치를 이용하거나 별도의 필터를 이용하여 제거해야 하므로 여과시간이 증가하고 그에 따른 부대비용이 증가하게 되는 문제점이 있음

### 경쟁기술대비 특징 및 장점



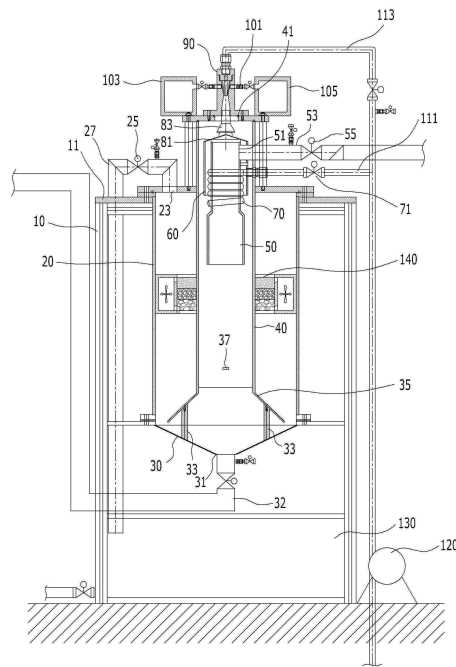
- 여과시간 및 비용감축, 이물질 제거율을 증대시키기 위하여, 본 기술은 인공 함양된 지하수내의 이물질을 단계별로 구분하여 제거하며, 아울러 인공함양된 지하수내에 미처리된 이물질을 여과유닛을 통하여 제거 가능함

### 3 기술구성

#### ▣ 기술의 상세 내용

[인공함양수 처리 장치의 구성]

- 수처리 장치내부로 유입되는 처리수에 와류를 형성하여 비중차에 의해 중량 이물질이 포함된 처리수를 제1 배출부로 배출하고, 경량 이물질이 포함된 처리수를 제2 배출부로 배출하여 비중에 따라 이물질을 분리시킴으로써 여과 효과를 극대화시킬 수 있고, 경량 이물질이 포함된 처리수를 재여과시키거나 낮은 수질의 급수원으로 사용할 수 있고, 여과유닛을 이용하여 처리수 내에 잔존하는 이물질들을 모두 제거할 수 있음

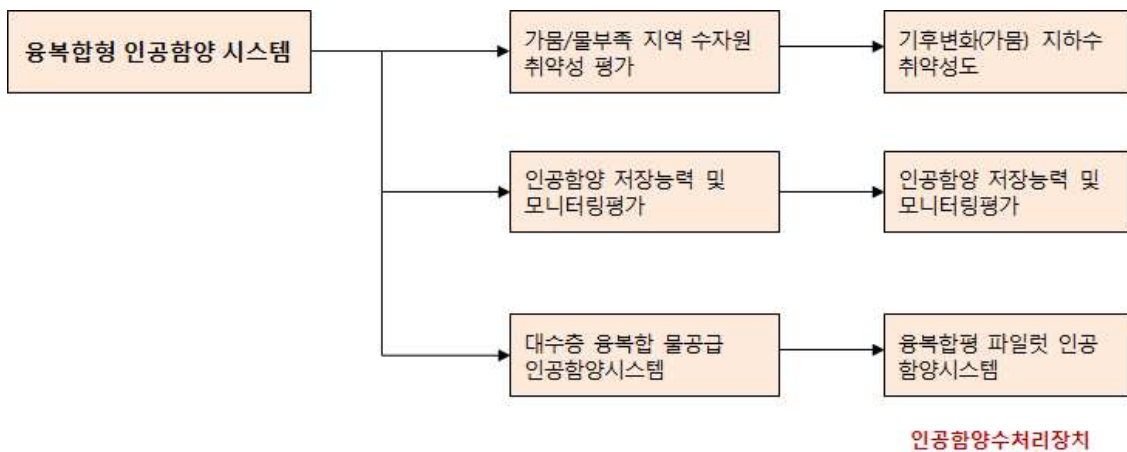


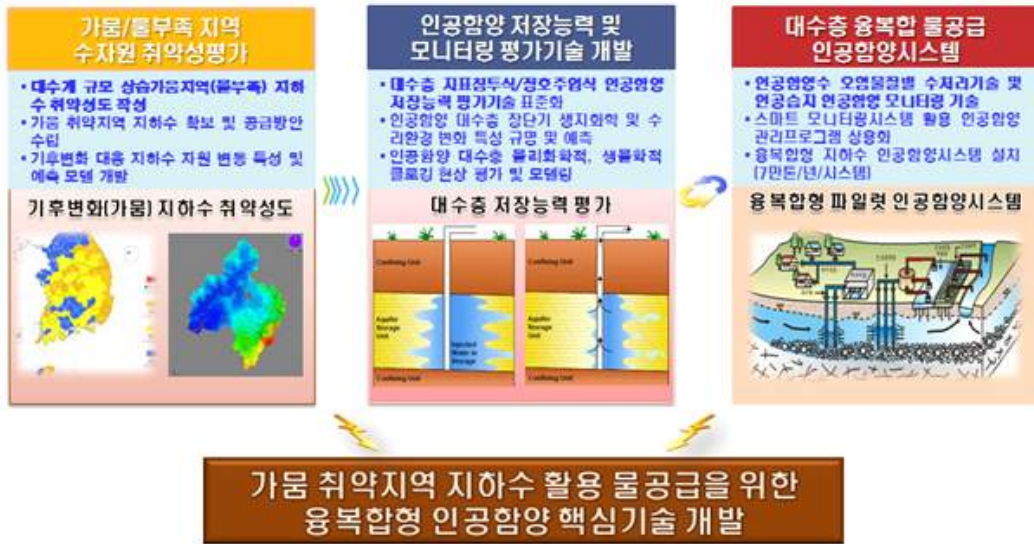
## 4 기대효과

- 인공함양된 지하수의 여과시간 및 비용감축, 이물질 제거율을 증대
- 2011년 수립된 수자원장기종합계획에서는 기준수요 시나리오를 기반으로 목표 연도 2020년에 대한 분석결과, 과거 최대 가뭄 발생 시 전국적으로 약 4.3억톤의 물 부족 전망. 이중 낙동강권역은 0.9억톤의 물 부족이 예상되고 있음
- 지속적인 수자원 공급 인프라의 확충에도 불구하고 최근 10년간 62개 시군에서 가뭄기간생활/공업 용수의 부족을 2회 이상 경험하였으며, 이러한 지역적 물부족 문제 해결이 가능함

## II. 관련연구 현황

### 1 대수층 인공함양 지하수 확보융복합 핵심 기술 개발(2014)





## 2 활용방안 및 기대효과

### ▣ 정부정책적 측면

- 가뭄대응 지하수 공급체계에 대한 기술자료로서 국가수자원 정책에 활용
- UN 등 국제사회의 전지구적 기후변화 프로그램 참여시 정책자료 활용
- 기업, 지자체에 개발 기술 이전 및 활용

### ▣ 과학기술적 측면

- 지하수 자원 정밀 평가 기술 및 국내환경에 적합한 지하수 인공함양 핵심기술 획득
- 물부족에 대비한 지하수자원 확보기술 제공
- 지자체, 수자원공사 등 수요자 중심의 연구로 추진되어 즉시 실용화 가능

### ▣ 국민생활과 사회수준 향상에 기여측면

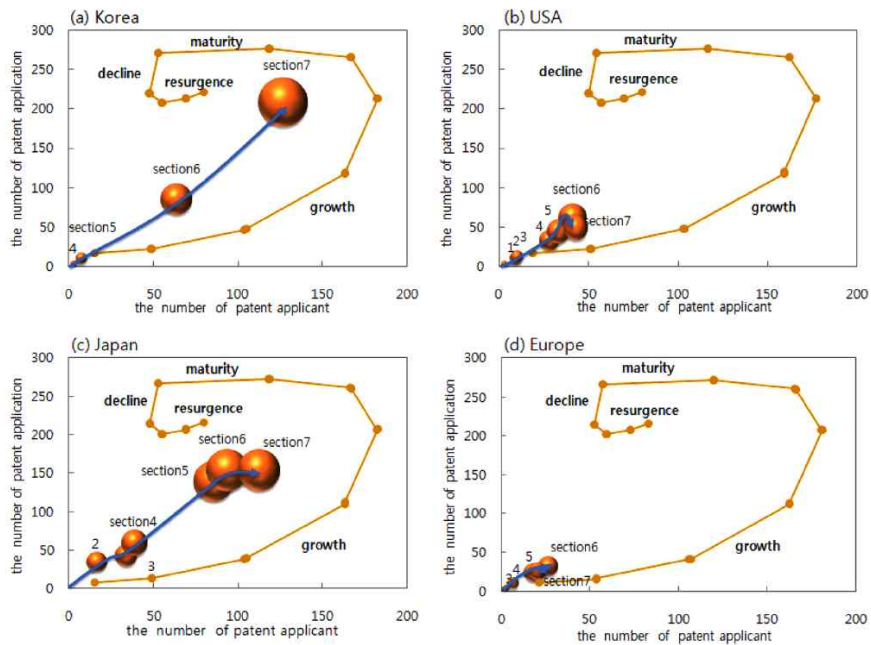
- 가뭄 취약지역에 대한 지하수 안정적 공급을 통해 국민의 삶의 질 향상
- 지하수 인공함양기술 개발을 통한 물부족 사태에 대비
- 경제적 수처리 기술접목, 지하수량/수질 동시 고려하고 생물학적 막힘현상 해결 등 국내 실정에 맞는 인공함양 기술 적용의 한계성 극복

### Ⅲ. 동향분석

#### 1 특허동향

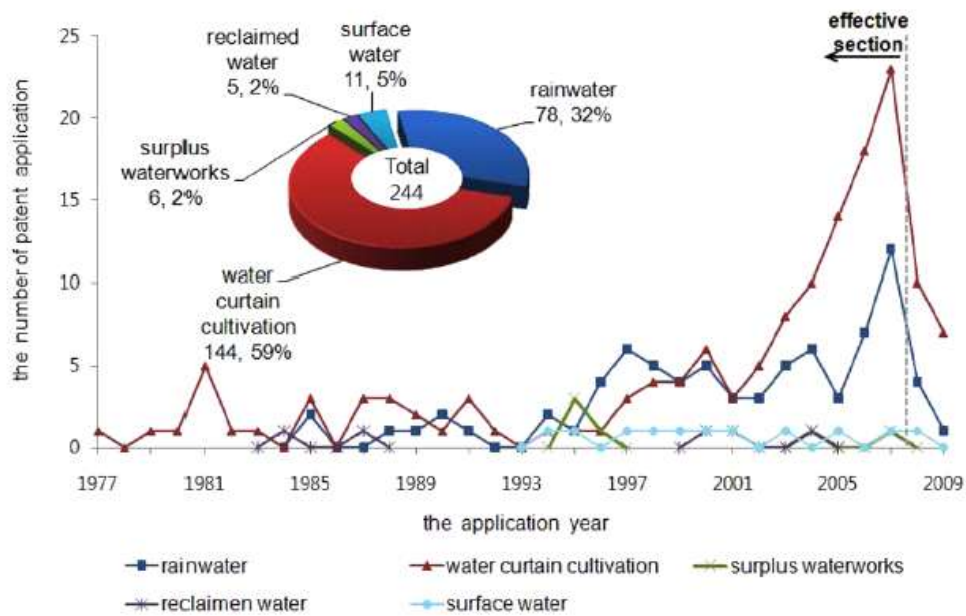
##### ▣ 지하수 인공함양 특허 동향

- 분석 전 구간에 대한 국가별 점유율은 일본(47%), 한국(28%), 미국(17%), 유럽/PCT(8%) 순으로 나타나 일본이 관련기술을 주도
- 포트폴리오로 본 각 나라별 지하수인공함양 기술의 최근 5년간의 위치는 한국이 발전기 단계, 미국과 일본은 발전기 감소 동향, 유럽은 퇴조기 단계에 있는 것으로 분석되어 한국의 기술개발이 상승하고 있는 것으로 분석.



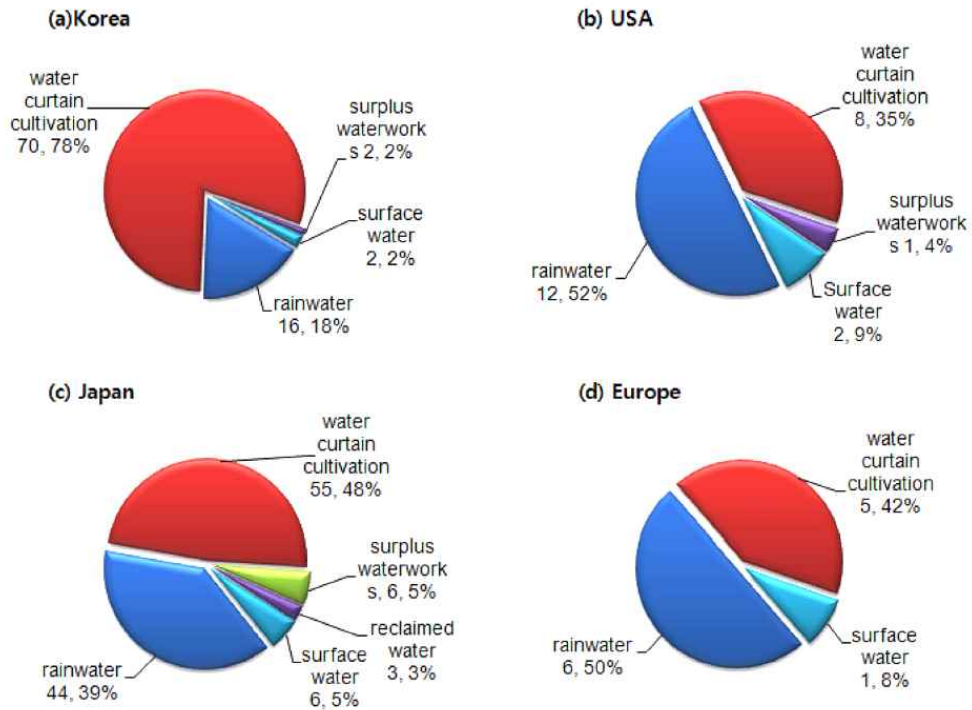
**Fig. 1.** The status of the groundwater artificial recharge technology on the basic portfolio model: (a) Korea, (b) USA, (c) Japan, (d) Europe. section (the application year) : section1 (1974~1977), section2 (1978~1982), section3 (1983~1987), section4 (1988~1992), section5 (1993~1997), section6 (1998~2002), section7 (2003~2007).

- 심층분석은 주요기술로 분석된 원수취수, 수처리, 관정주입을 포함한 10개 기술에 대해 수행하였는데, 원수취수 기술 중 수막재배수는 수막시스템, 수막필름, 수막 투광량증대, 열교환 합성수지, 온실난방시스템, 지하수열 교환장치, 지역 교환장치 관련 기술들이 특히 장벽을 형성하고, 빗물(우수)은 빗물수집저장, 빗물관정주입, 빗물여과 지하침투 관련 기술들이 세부요소기술로서 특허장벽을 형성하고 있는 것으로 분석



The annual application trends of detailed class technologies in raw water intake for artificial recharge.

- 수처리 기술은 여과처리, 침전처리 및 오존소독 방식이, 관정주입기술은 주입수 제어기술과 ASR에 사용되는 DHCV 관련기술이 세부요소기술로서 특허장벽을 형성하고 있는 것으로 분석



Distribution of detailed class technologies in raw water intake for artificial recharge.

- 지하수인공함양시스템과 관련하여 수처리분야의 경쟁특허기술

- ✓ 여과처리, 침전처리 및 오존소독 방식의 수처리 기술들이 세부요소기술로서 특허장벽을 형성하고 있는 것으로 분석되며, 경쟁기술을 살펴보면 대한민국특허(KR0559942)는 토양/대수층 처리 기술을 이용한 하수처리장 방류수의 재이용 방법 및 장치에 대한 권리를 확보하고 있으며, 기타 출원인들은 간이급속여과장치, 급속여과장치, 완속여과장치, 완속여과 처리 설비에 대한 기술임
- ✓ 침전처리 요소기술 관련 특허를 보유하고 있는 대한민국특허(KR0883574)는 저류수의 인공함양을 위한 디캔터 및 경사판 고속침전 정화처리 장치 및 방법 기술임
- ✓ 대한민국특허(KR0920462)는 수처리용 경사판 침전설비에 대한 권리를, 미국특허(US7284670)는 침전탱크 하부의 침전물제거 조립체에 대한 기술임

Water treatment

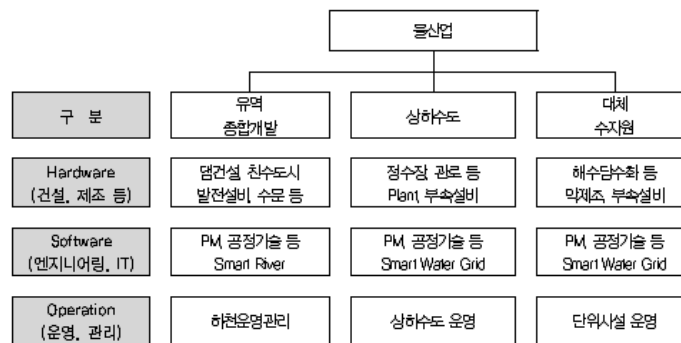
KR0559942	토양/대수층 처리 기술을 이용한 하수처리장 방류수의 재이용 방법 및 장치
KR0883574	저류수의 인공함양을 위한 디캔터 및 경사판 고속침전 정화처리장치 및 방법
KR0920462	수처리용 경사판 침전설비
US6379541	우수 침전물 및 오물 트랩(trap)
US7284670	flow-through 침전탱크용 침전물 제거 조립체



## 2 산업동향

### ▣ 기후변화로 인한 물부족 현상으로 물산업 확대

- 최근 기후변화 등의 영향으로 물 산업은 유역종합개발, 물 공급 안정성 확보를 위한 대체수자원 확보 등 물 순환 전 과정을 포괄하는 범위까지 확대
- 홍수와 가뭄 등의 치수영역과 수변 생태계와 수질관리, 하천복원 및 하천공간 활용 등의 통합적 물 순환 관리 및 유역종합개발과 활용 영역 등이 물 산업의 주요 부분으로 부상



(출처) 국토해양부 '물산업 해외시장 진출 활성화 방안 연구' (2011)

- \* 물 산업이란 일반적으로 생활과 공업에 필요한 용수를 생산하여 공급하는 산업, 발생한 하수와 폐수를 이송 및 처리하는 산업 및 이와 연관된 산업을 총칭

### ▣ 세계 물산업 동향

- (종합 서비스 산업화) 상하수도, 공업용수, 설비시장 중심의 기존 물 산업은 기후변화에 대비한 신규 수자원 확보, 대규모 홍수 예방, 친수공간 및 유역종합개발 등 물 순환 체계 전 과정을 포괄하는 종합 서비스산업으로 발전 중
  - 물 산업은 전체 value-chain(제조-건설-운영·관리)을 망라하는 토털솔루션 역량이 핵심경쟁 요소이나 전문 물 기업들은 가장 경쟁력 있는 분야에 집중하고 기타 부분들은 제휴, 아웃소싱을 통해 토털솔루션 역량 확보에 주력
- (글로벌화 및 전문화) 물 산업은 기존 소규모의 로컬산업에서 첨단 기술기반의 대규모 글로벌 산업으로 성장 중이며, 또한 세계 각 국에서는 물 관련 서비스를 포함한 생활환경 개선에 대한 요구 수준이 증대하면서 물 관련 기술 및 기업의 전문화가 빠르게 확산
  - 전문 물 기업에 의한 상하수도 서비스를 받는 인구는 2015년 세계 인구의 16%인 11억6,300만 명에 달할 것으로 예상
- (민영화 및 분산화) 상하수도 운영관리 시장의 확대로 민간참여가 점차 늘어나고 있으

며, 정부주도의 중앙 집중형에서 민간참여 확대에 의한 분산화가 진행되어 가고 있음

- 베올리아, 수에즈 등 세계적 물 기업들은 자국의 수도공급 위탁 운영경험을 바탕으로 세계적 기업으로 성장, 설계·건설·운영관리 및 자금조달 등 전 분야에서 경쟁력을 확보

- (광역화 및 통합화) 세계 주요 국가들은 지자체 중심의 중·소규모의 상하수도 운영관리시스템의 영세성과 비효율성 해소하기 위해 광역화를 추진하고 있으며, 상수도과 하수도의통합을 통해 운영효율화 향상을 도모

#### ▣ 물이용 관리 및 기술동향

구분	As-Is	To-Be
접근 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수자원의 직접적인 개발/확보</li> <li>- 시설물 확충 위주의 하드웨어적 관리</li> <li>- 중앙 집중형 수자원 관리</li> <li>- 이수/치수 중심의 수자원 개발 중심</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수자원의 효율적 분배/이용</li> <li>- IT를 활용한 소프트웨어적 관리</li> <li>- 분산형 수자원 관리</li> <li>- 하천환경을 포함한 지속가능한 물관리</li> </ul>
주요 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 수원 및 응수 관리</li> <li>- 대체 수자원 확보</li> <li>- 수자원의 양적 확보</li> <li>- 수자원 관리 시설 확충</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 확보된 용수의 효율적 분배</li> <li>- 수요맞춤형 용수 공급</li> <li>- 시설 활용 효율 및 에너지고려</li> <li>- 시설 가동률의 최적화</li> </ul>

<표> 물 이용 및 관리 패러다임의 변화

#### ▣ 물산업 전망

- 2010년 세계 물 산업의 규모는 4,800억 달러로 반도체(2,800억 달러), 조선(2,500억 달러)시장 대비 2배 이상 큰 시장8)이며, 연 평균 4.9%씩 성장하여 2025년에는 8,650억 달러까지 확대될 전망

구분	2007년			2025년		
	규모	제조·건설	운영·관리	규모	제조·건설	운영·관리
<b>세계 물시장</b>	<b>3,820</b>	<b>1,890</b>	<b>1,930</b>	<b>8,650</b>	<b>4,850</b>	<b>3,800</b>
상수	1,720	660	1,060	3,880	1,901	1,980
하수	1,530	750	780	3,550	2,110	1,440
공업용수	240	220	20	570	530	40
물재이용	10	10	-	210	210	-
해수담수화	120	50	70	440	100	340

<표> 세계 시장 전망

## IV. 연구인프라

### 1 연구실 소개

#### ▣ 연구실 : 지하수연구실

#### ▣ 비전

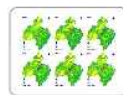
- 지하수자원의 Total Solution 제공

#### ▣ 목표

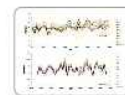
- 국가발전 및 국민 복지를 위한 지속가능한 지하수자원 확보
- 국가정책 및 산업발전에 필요한 녹색 지하수 활용 방안 수립

### 2 연구현황

- ▣ 기후변화 대응 지하수 취약성 평가
- ▣ 지속가능한 지하수 자원의 개발
- ▣ 지하수, 토양 오염 방지/저감/복원
- ▣ 생태학적 수문순환을 고려한 지하수 환경 보전
- ▣ 지질기원 지하수 오염물 기원/분포/처리
- ▣ 지하수 인공함양 기술 개발
- ▣ 지하수 순환 및 이동 모델링
- ▣ 지하수-지표수 통합 해석 프로그램
- ▣ 다상 다종 오염물 거동 모델 수치 기법 개발
- ▣ 해수침투 확산평가 및 연안 대수층 관리



금강수계 토지이용변화



금강유역 기온·강수량 변동



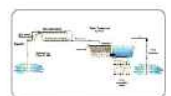
중문 고내활지하수시험정 양수시험



제주 고부거지하수 생성·순환 개념모형



물 순환 시스템



재순환 인공함양 및 수처리기술



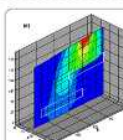
해안 대수층 염분농도 분포도



먹는샘물 온라인 운영체계



약물전달시스템 실험



다상다종 오염물 거동 모델 개발