

# 지표수-지하수 연계 수자원 확보 -지하수저류지 중심-



한국수자원공사 박 현 진

# 순서

1. 지하수 활용

2. 지하수저류지 개요

3. 지하수저류지 추진현황

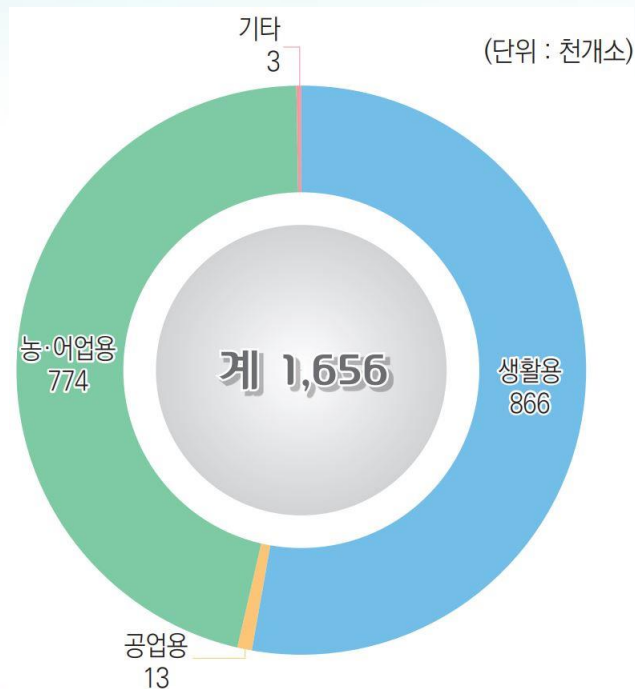
4. 향후 계획

# 1. 지하수 활용

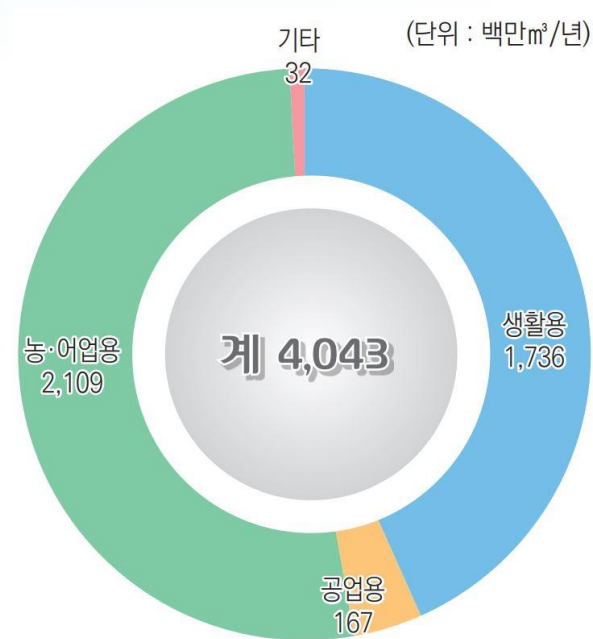
# 1. 지하수 활용

## ● 생활용수, 공업용수, 농업용수, 기타(온천, 먹는샘물 등)로 구분

- ✓ 약 166만 여공에서 40.4억  $m^3$  /년 사용 중 (2016년 말 기준)
- ✓ 수자원 총량의 3%에 해당하고 국내 총 물 이용량의 약 12% 차지



<전국 지하수 시설현황>



<전국 지하수 이용량>



# 1. 지하수 활용



마을상수도



농업용



수막재배



먹는샘물



온천



지열

# 1. 지하수 활용

## ● 지하수 개발현황

- ✓ 과거 지하수 개발은 대부분 개인 주도로 시행
- ✓ 정부차원의 지하수개발은 농업용수, 마을상수도, 민방위시설 등에 한정
- ✓ 그 동안 정부(국토부, 환경부)에서는 개발보다는 보전·관리 위주로 정책 추진
- ✓ 지하수법 개정(2012.1)으로 정부주도의 대규모 지하수개발 추진 여건 마련

(지하수법 제9조의6) 환경부장관 및 지방자치단체의 장은 안정적인 수자원의 확보와 가뭄 등에 대비하여 지하수자원 확보시설(**지하수댐**, 지하수 함양시설 등)을 설치 및 관리할 수 있음

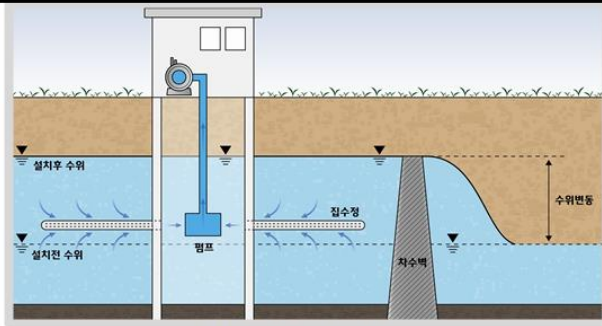
- 안정적인 수자원 확보가 어려운 도서·해안지역
- 가뭄 등에 취약하여 비상시에 대비한 수자원의 확보가 필요한 지역
- 지하수 수위가 불안한 지역
- 하천수 및 호소수의 확보가 어려운 지역

## 2. 지하수저류지 개요

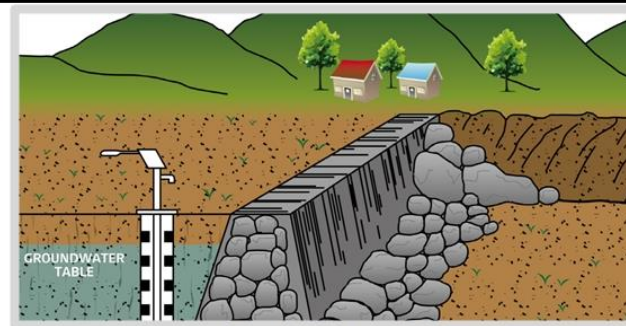


## 2. 지하수저류지 개요

지하대수층에 차수벽을 설치하여 지하수를 저장하고 해수침투를 막는 친환경 수자원 확보시설로서 자연대수층에 설치하는 **지하댐(subsurface dam)**과 모래, 자갈을 채워 인공대수층을 만드는 **모래저장댐(sand storage dam)**으로 구분됨



지하댐 모식도



모래저장댐 모식도



일본 오끼나와



케냐 킨두

소개  
영상

## 2. 지하수저류지 개요

### ● 지표댐과의 차이는?

1. 지하수를 저장함(일반적으로 충적층 지하수)
2. 자연대수층(인공대수층)에 저장함
3. 지표 아래에 구조물이 설치됨
4. 양수하기 위한 시설(모터펌프)이 필요함

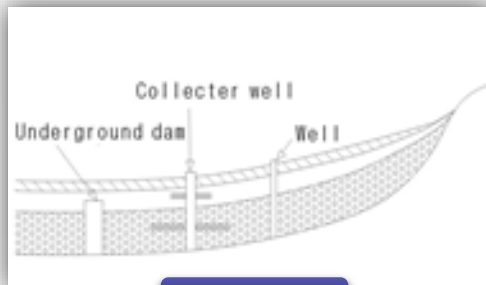
## 2. 지하수저류지 개요

### ❖ 주요 특징

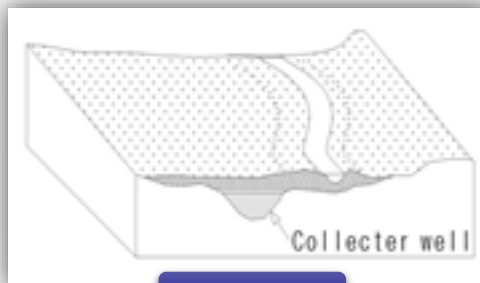
- 증발과 결빙으로 인한 수자원의 손실을 막아 일정한 수량 확보
- 모래, 자갈 등 대수층의 자연 여과작용으로 양호한 수질 유지
- 수몰면적이 없어 주민의 이주나 환경파괴가 발생하지 않아 민원 예방

### ❖ 입지 여건

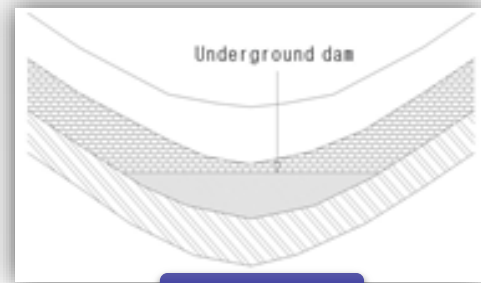
- 지하수위 하강 및 계곡수량 부족으로 상습적인 가뭄이 발생하는 지역
- 하상이나 유역경사가 완만한 계곡이나 분지지형
- 수요지와 인접하여 물공급이 용이하고 기존시설과 연계가 가능한 지역



선상지



구하상

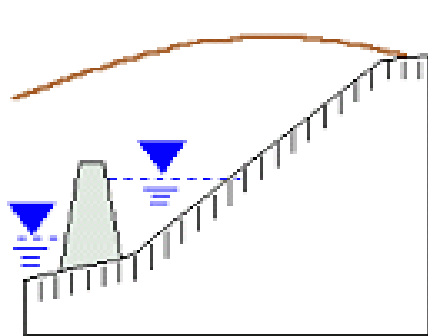


향사지역

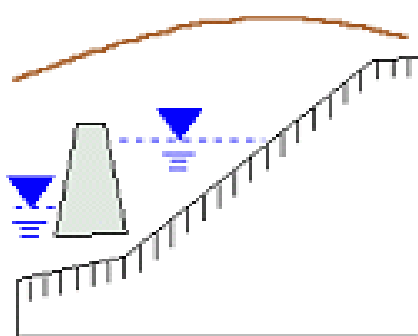
## 2. 지하수저류지 개요

### 지하수저류지의 사용목적에 따른 분류

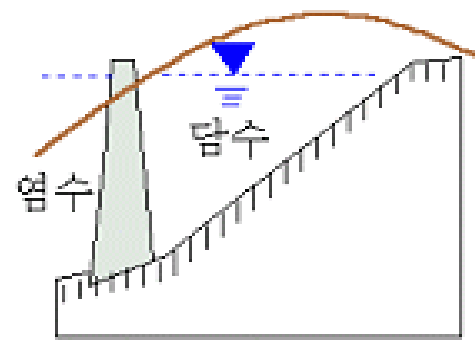
- ✓ **저류형** 기반암까지 차수벽을 시공하여 지하수유출을 완전차단하고 대부분을 저류하는 형태로 유역면적이 작거나 수량부족시 이용. 초과수량은 월류
- ✓ **유출억제형** 지하수 일부는 유출될 수 있도록 시공
- ✓ **염수침입방지용** 해수와 담수의 경계부위에 차수벽을 시공하여 해수유입을 방지하는 동시에 담수유출을 억제



저류형



유출억제형



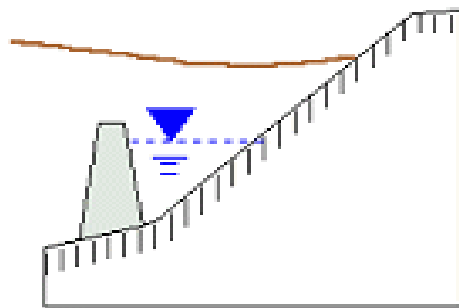
염수침입방지형



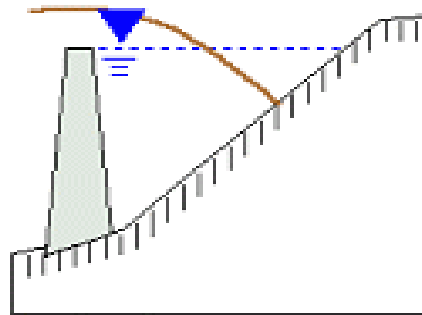
## 2. 지하수저류지 개요

### 지하수저류지의 저류형태에 따른 분류

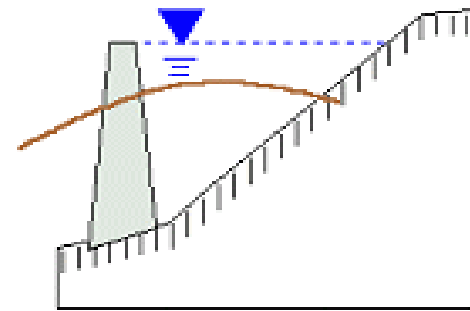
- ✓ **완전지하저류형** 차수벽이 지표에 노출되지 않은 형태로 지상은 농경지 또는 기타용도로 사용 가능
- ✓ **일부지표저류형** 지하수위 상승시 일부 저지대에서 지하수가 노출
- ✓ **지표댐병용** 건조기후 지역에서 강우를 지표에 저장하여 사용하다가 지표수 고갈시 지하수를 이용하기 위해 설치



완전지하저류형



일부지표저류형



지표댐병용

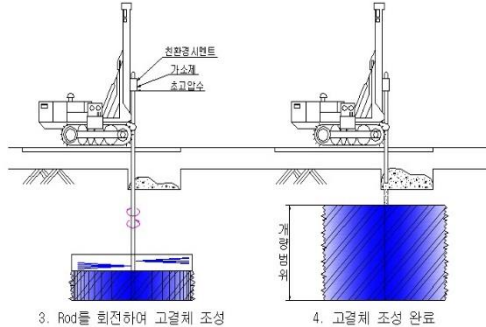
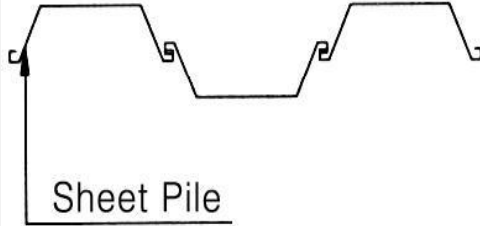
# 2. 지하수저류지 개요

## 지하차수벽 공법

구 분	지중연속벽 공법	Open Cut 공법	주입 공법
모식도			
공법개요	·지반굴착 후 철근망 삽입, 콘크리트 타설	·터파기 후 철근콘크리트 구조물 타설	·지반 천공 후 시멘트 현탁액, 약액 지수재 주입
장 점	·완벽한 차수효과 ·주변지반 침하 방지 ·강성이 커서 구조적 안전	·완벽한 차수효과 ·모든 지반 적용가능 ·다양한 단면형성 가능	·협소한 공간 작업 가능 ·시공 단순, 이동 용이 ·원지반 변동 없이 시공
단 점	·대형장비, 넓은 공간 필요 ·공사비 고가 ·Slurry에 오염방지 필요	·Sheet Pile, 주입공법보다 고가 ·굴착오염방지 필요	·차수, 침투효과 확인곤란 ·내구성 작음 ·얕은 심도는 경제성 저하
공사비	대	중	소

# 2. 지하수저류지 개요

## 지하차수벽 공법

구 분	교반혼합공법(Jet Grouting)	Sheet Pile 공법
모식도	 <p>3. Rod를 회전하여 교결체 조성      4. 교결체 조성 완료</p>	 <p>Sheet Pile</p>
공법개요	· 고압의 Air-Jet를 이용, 토사층과 경화재를 혼합, 교반하여 고결체 형성	· 강널말뚝을 삽입하여 차수벽의 기능 수행
장 점	· 뛰어난 차수효과 · 친환경 경화재 사용으로 오염 無	· 시공방법 간단 · 공사기간 단축 가능 · 공사비 저렴
단 점	· 고압분사에 따른 인접구조물 영향 · 자갈, 전석층 구간 시공 불량	· 자갈, 전석층 시공 곤란 · 항타 시 소음, 진동 발생 · 연결부 이탈 시 차수 불리
공사비	중	소

## 2. 지하수저류지 개요

### ● 국내사례

- ✓ 경북 상주군 이안댐을 비롯한 5개 농업용과 속초시 쌍천댐 생활용 1개소 모두 6개이며, 총 계획개발량은 149,810m<sup>3</sup>/일 수준

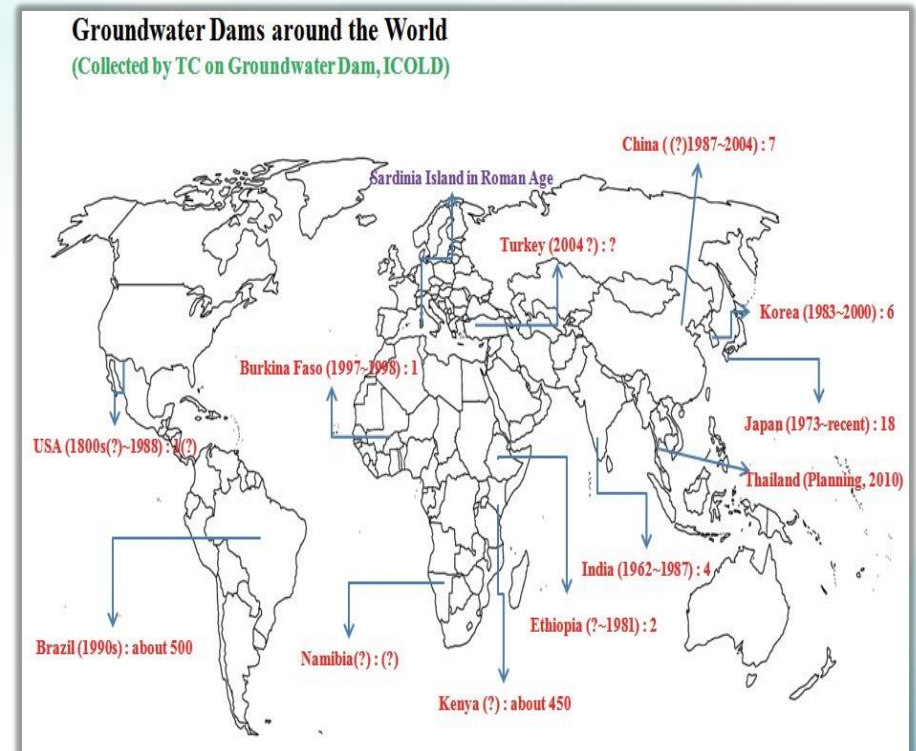
명칭	위 치	용 도	길이(m)	차수벽 공법	개발량(m <sup>3</sup> /일)	개발년도
이안	경북 상주	농업	230	연속벽+주입 공법	24,000	1983
남송	경북 포항	농업	89	주입(시멘트) 공법	23,600	1986
옥성	충남 공주	농업	482	주입(시멘트) 공법	27,600	1986
고천	전북 정읍	농업	192	연속벽 공법	25,100	1986
우일	전북 정읍	농업	778	연속벽 공법	16,200	1986
쌍천	강원 속초	생활	800	주입 공법	33,000	1998



## 2. 지하수저류지 개요

### ● 해외사례

- ✓ 전 세계적으로 약 1,000여개 중소규모 지하수저류지 개발
- ✓ 건조지대에서 물을 저장하기 위해 로마 시대부터 시행
- ✓ 중동지역에서는 지하동굴을 건설하여 물을 저장
- ✓ 아프리카에서는 인공 모래층을 만들어 저장

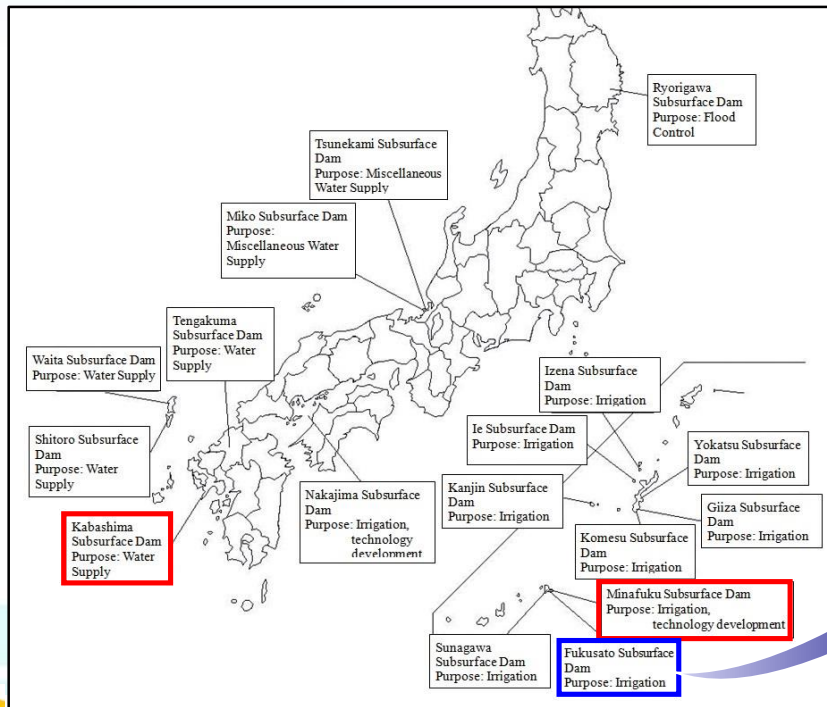




## 2. 지하수저류지 개요

### ● 해외사례

- ✓ 근대 지하댐은 일본에서 시작
- ✓ 1970년대에 Kabashima와 Minafuku 지하댐을 건설하여 효능 입증
- ✓ 현재 도서지방의 생활용수와 농업용수 확보를 위해 지속 개발 추진 중



**Fukuzato 지하댐**



## 2. 지하수저류지 개요

### ● 해외사례

- ✓ **유럽의 경우** 70~80년대에 독일, 프랑스, 이탈리아, 오스트리아, 그리스 등에서 **지하수 저장 및 해수침투 방지**를 위해 지하댐 건설
- ✓ **아프리카의 경우** 모로코, 알제리, 튀니지, 에티오피아, 케냐 등에서 건설되었으며, 특히 증발에 의한 물손실을 방지 위해 **모래저장댐** 건설

**Sand Strage Dam, Kiindu catchment, Kityi District, Kenya**





### 3. 지하수저류지 추진현황

### 3. 지하수저류지 추진현황

#### ● K-water 지하수저류지 추진실적

##### ✓ 내륙지역 지하수자원확보시설 개발

- 지하댐 개발방안 수립조사('02) : 전국 13개지구 21개 후보지점 선정
- 타당성조사 : 고성 북천('02), 남원 산동('06)

##### ✓ 도서해안지역 지하수자원확보시설 개발

- 도서해안지역 지하수 확보 방안 기본조사('12) : 10개 후보지점 선정
- 타당성조사('13) : 대이작도, 안마도, 개야도, 청산도
- 기본 및 실시설계('14) : 대이작도, 안마도 \*보길도 타당성조사('18)

##### ✓ 강원 산간 소규모 미급수지역 지하수확보 시범사업

- 모래저장댐 개발가능지점 조사('16) : 7개시군 10개 후보지점 선정
- 강원지역 맞춤형 가뭄종합대책 정책건의(한강유역물상생협의회)

# 3. 지하수저류지 추진현황

## 도서지역 물부족 현황

**'물' 없어 고통스러운 섬마을 사람들**  
긴 가뭄과 저수량 부족으로 제한급수단수 불가피...매해 고통 반복돼

**전남 도서지역 물 부족 실태**

신안 흑산	3일 급수 4일 단수
완도 노화	2일 급수 4일 단수
진도 조도	하루 12시간 급수
신안 임자	하루 15시간 급수
완도 군암·청산·노화·보길	물 공급 가능 일수 50~100일

※ 자료 : 전남도 통

완도지역에서 최저 저수율을 보이고 있는 장수장

**전국 일반** | 끝 모를 가뭄... 생태계 파괴 심각  
최영환·장건조·박홍근·최승기기자

입력 : 2009-01-28 18:30:27 | 수정 : 2009-01-28 18:30:29

기사 | 댓글

글자크기

- 강원 남부·전남 섬·경북 등 물고기 수난
- 제한급수 고통... 당국 땀북 대책에 원성

겨울 가뭄의 끝이 보이지 않고 있다. 제주도를 제외한 전국 대부분 지역이 긴 가뭄으로 인한 물부족에 시달리고 있다. 강원 남부 및 전남 섬지역 주민들은 "이번 가뭄은 갈내할 수준을 넘어서 재난 상황인데도 불구하고 정부와 지자체는 뭇북 대책만 쏟아낸다"며 아우성이다.



**겨울 가뭄에 식수난 극심**  
MBC 기사입력 2009-01-06 22:41 | 최종수정 2009-01-06 23:02

[뉴스데스크] <ANC>

남부와 일부 내륙 그리고 섬 지역에서 겨울 가뭄이 길어지면서 물 부족이 심각해지고 있습니다.

일상생활은 물론이고 농사도 어려워지고 있습니다.

양현승 기자입니다.

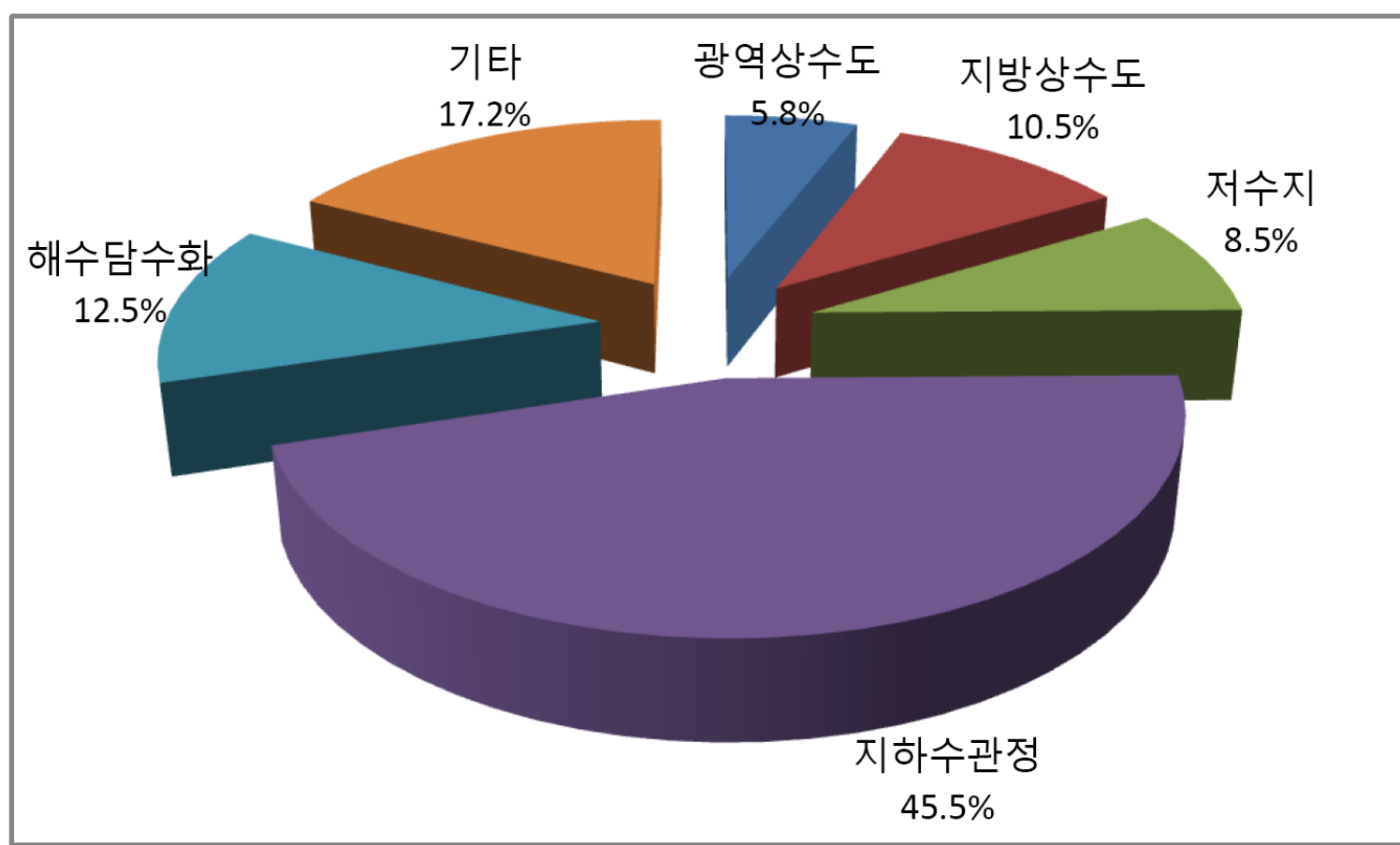
동영상 보기

**물 기근 섬 빗물 마실 판**

2:42 | 피하기 CHANNEL A

### 3. 지하수저류지 추진현황

#### 도시지역 수원 현황



농어촌 도시지역 2단계 ('10~'14) 상수도 확충 수정계획 (환경부, 2005)

### 3. 지하수저류지 추진현황

#### 도시지역 급수원 장단점

구분	장점	단점
저수지	<ul style="list-style-type: none"> <li>•안정적 공급, 유지비 저렴</li> <li>•생태계 영향 적음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•건설 적지 부족</li> <li>•공사비 고가, 부영양화</li> </ul>
지하수관정	<ul style="list-style-type: none"> <li>•수질 양호</li> <li>•공사비 저렴 및 근거리 개발 가능</li> <li>•강우 불규칙 영향 적음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•대용량 개발 곤란(충적층 빈약)</li> <li>•해수침투 위험성</li> <li>•오염 취약 및 회복 곤란</li> </ul>
해수담수화시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>•안정적 공급, 공사비 저렴</li> <li>•시설면적 적음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•유지관리비 고가</li> <li>•에너지 사용량 많음</li> </ul>
빗물이용시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>•수질 양호, 친환경적</li> <li>•운송처리시설 불필요(경제적)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•공급량 부족</li> <li>•수질관리 필요</li> </ul>
광역상수도 (관로)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•안정적 공급</li> <li>•환경 영향 적음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•육지와와의 거리 짧아야 함</li> <li>•관련계획 의존도 높음</li> </ul>

지역특성에 적합한 안정적인 용수확보대책 필요!



# 3. 지하수저류지 추진현황

## ● 사업대상지 도서지역 선정 사유

- ✓ 지리적으로 불리한 여건 때문에 지속적으로 물 복지 소외지역  
(상수도 통계 기준 내륙 96.5%, 도서 77.5%(환경부, '17년))
- ✓ 최근 가뭄 등 재난으로부터 물 부족을 많이 겪고 있으며, 해수침투 등  
외부요인에 의한 지하수 환경변화가 심하게 발생
- ☞ 기존 소규모 관정개발이 아닌 체계적인 **대용량의 지하수확보시설** 활용 필요성 대두
- ✓ 도서지역 용수공급원 지표수, 지하수, 해수담수화, 빗물 및 기타수원
- ✓ 용수공급 및 관리측면에서 수량부족, 수질관리 미흡, 잠재적인 2차오염  
및 유지관리 비용 등의 문제점 발생

☞ **다양한 수자원 확보방안 마련 절실**

# 3. 지하수저류지 추진현황

## 도시해안 지하수저류지 추진경위





# 3. 지하수저류지 추진현황

## 사업대상지 선정

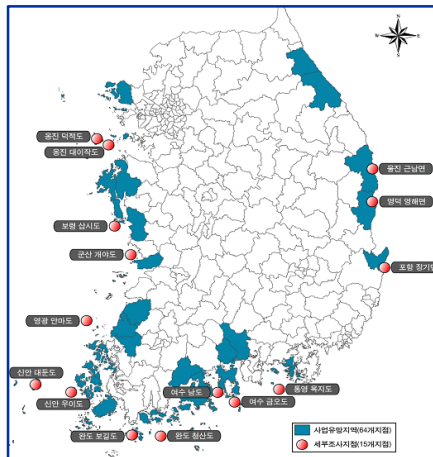
### 예비 후보지점 선정

- ✓ 전국 도서해안 대상
  - 72개 시군구
  - 483개 유인도서
- ✓ 수자원 여건분석
- ✓ 해수침투현황 분석
- ✓ 지자체 요구 검토 등
- ✓ 64개 지점 선정



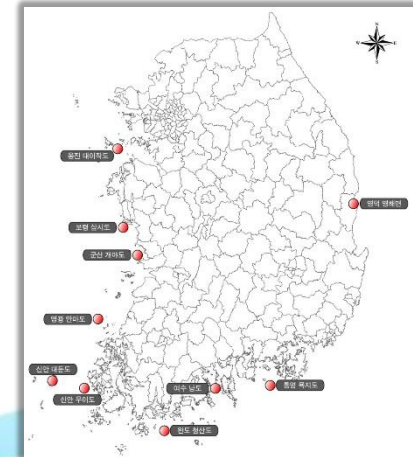
### 정밀 조사지점 선정

- ✓ 기본현황조사
- ✓ 입지평가(18개 항목)
- ✓ 15개 지점 선정



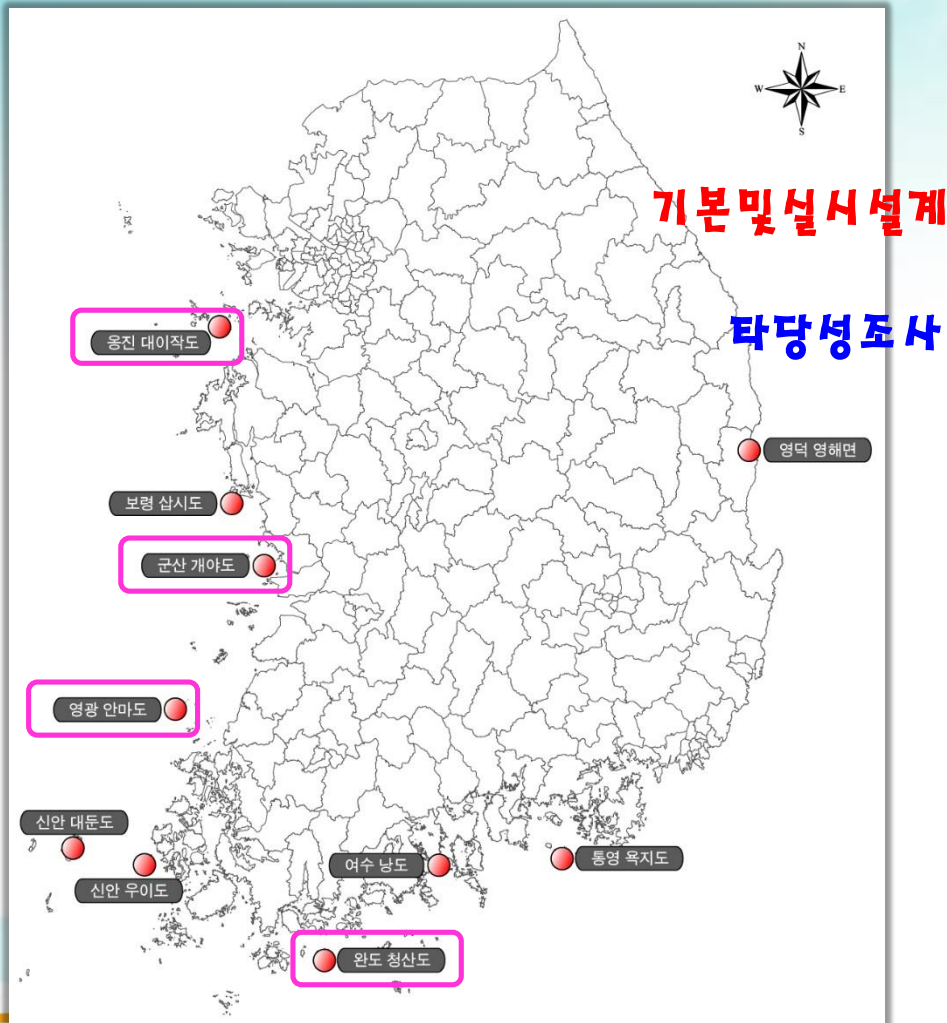
### 사업대상지역 선정

- ✓ 정밀조사
  - 지하수관측조사
  - 세부 수리지질조사
- ✓ 10개 지점 선정



# 3. 지하수저류지 추진현황

## 사업대상지 10개 지역 현황



구 분	개발규모 ( $\text{m}^3/\text{일}$ )	차수벽 연장 (m)	취수량 (공)
웅진군 대이작도	110	60	3
영광군 안마도	100	460	5
군산시 개야도	130	271	5
완도군 청산도	330	400	10
신안군 우이도	300	265	2
신안군 대둔도	50	130	1
통영시 욱지도	1,200	300	3
보령시 삼시도	500	200	2
여수시 낭도	150	145	1
영덕군 영해면	40,000	500	4

# 3. 지하수저류지 추진현황

## 도서지역 현장사진



생물수산물	
진짜미역	2,000
김치미역	2,000
매운탕	31,000
생선회	60,000
생선구이	25,000
산경살	2,000
오미동고기	2,000
낙지볶음	30,000
해물보쌈	20,000
생선조식	20,000
생선구이	25,000





# 3. 지하수저류지 추진현황

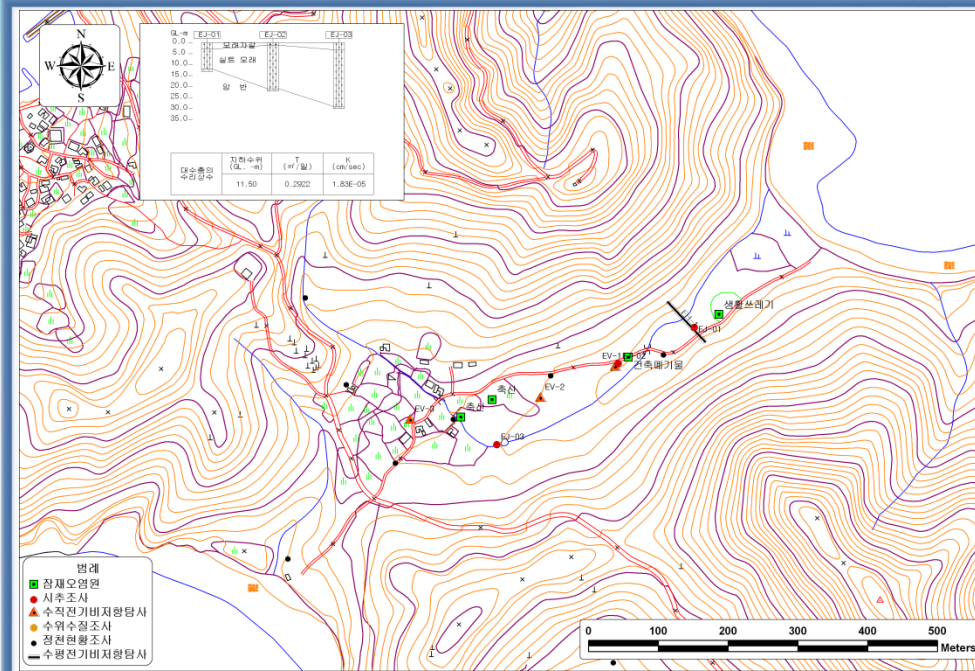
## 인천시 옹진군 대이작도

수자원 개 발	· 유역면적 : 0.35km <sup>2</sup>	· 총적층면적 : 0.042km <sup>2</sup>
	· 토사층두께 : 3.8~17.9m	· 지하수수질 : 정수처리 필요
개발규모	· 유효저류량 : 7,632m <sup>3</sup>	· 개발가능량 : 254m <sup>3</sup> /일
	· 급수인구 : 270명	
지하차수벽	· 공법 : 교반혼합공법	· 심도 : 1.2~13.1m (연암 1m)
	· 연장 : 60m	· 상단고 : EL. 5.2m
취수시설	· 수직정 : 3공 (심도 29~39m, 연암 1m,)	
	· 취수시설용량 : 60m <sup>3</sup> /일/공	
기 타	· 관리동 : 6m x 9m	
	· 관측정 : 4공 (상류3공, 하류1공)	
	· 도수관로 : 연장 205m, 관경 75mm	
	· 정수시설 1식	



# 3. 지하수저류지 추진현황

## 인천시 용진군 대이작도





# 3. 지하수저류지 추진현황

## 전남 영광군 안마도

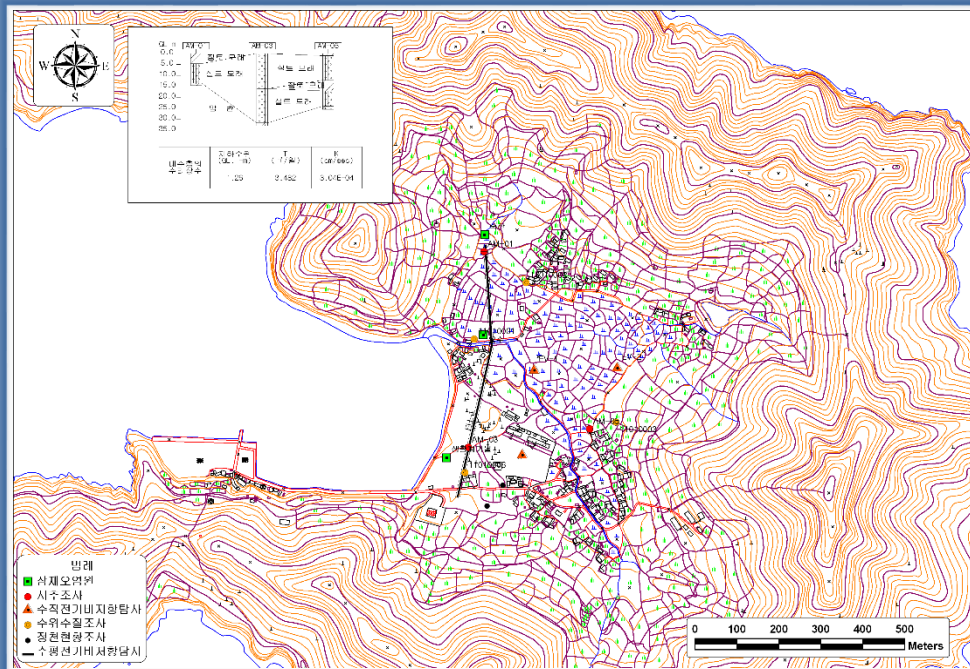
수자원 개 발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유역면적 : 1.17km<sup>2</sup>      · 총적층면적 : 0.205km<sup>2</sup></li> <li>· 토사층두께 : 16.8~37.5m · 지하수수질 : 정수처리 필요</li> <li>· 유효저류량 : 82,229m<sup>3</sup>    · 개발가능량 : 300m<sup>3</sup>/일</li> <li>· 급수인구 : 200명</li> </ul>
개발규모	· 100m <sup>3</sup> /일 (취수시설용량 200m <sup>3</sup> /일)
지하차수벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 공법 : 교반혼합공법      · 심도 : 3~35m (연암 1m )</li> <li>· 연장 : 460m              · 상단고 : EL. 1.7~3.5m</li> </ul>
취수시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수직정 : 5공 (심도 40m, 연암 1m,)</li> <li>· 취수시설용량 : 40m<sup>3</sup>/일/공</li> </ul>
기 타	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 관측정 : 5공 (상류4공, 하류1공)</li> <li>· 도수관로 : 연장 550m, 관경 50mm</li> </ul>





# 3. 지하수저류지 추진현황

## 전남 영광군 안마도





### 3. 지하수저류지 추진현황

#### 전남 완도군 보길도

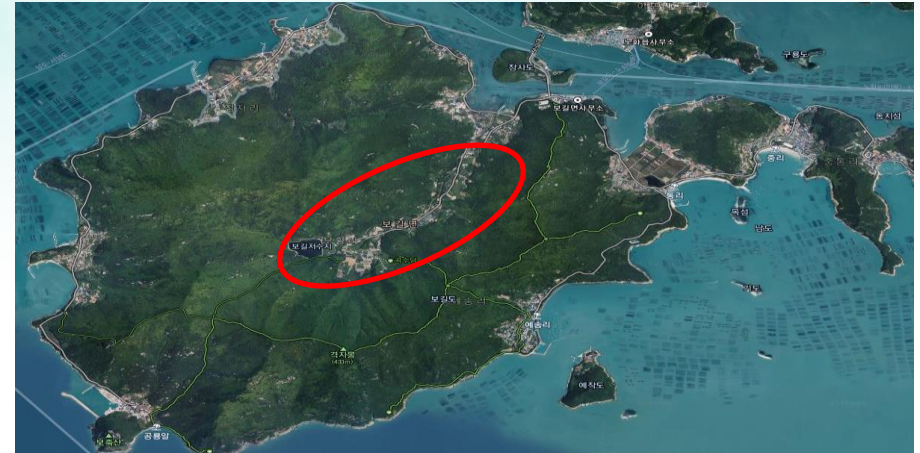
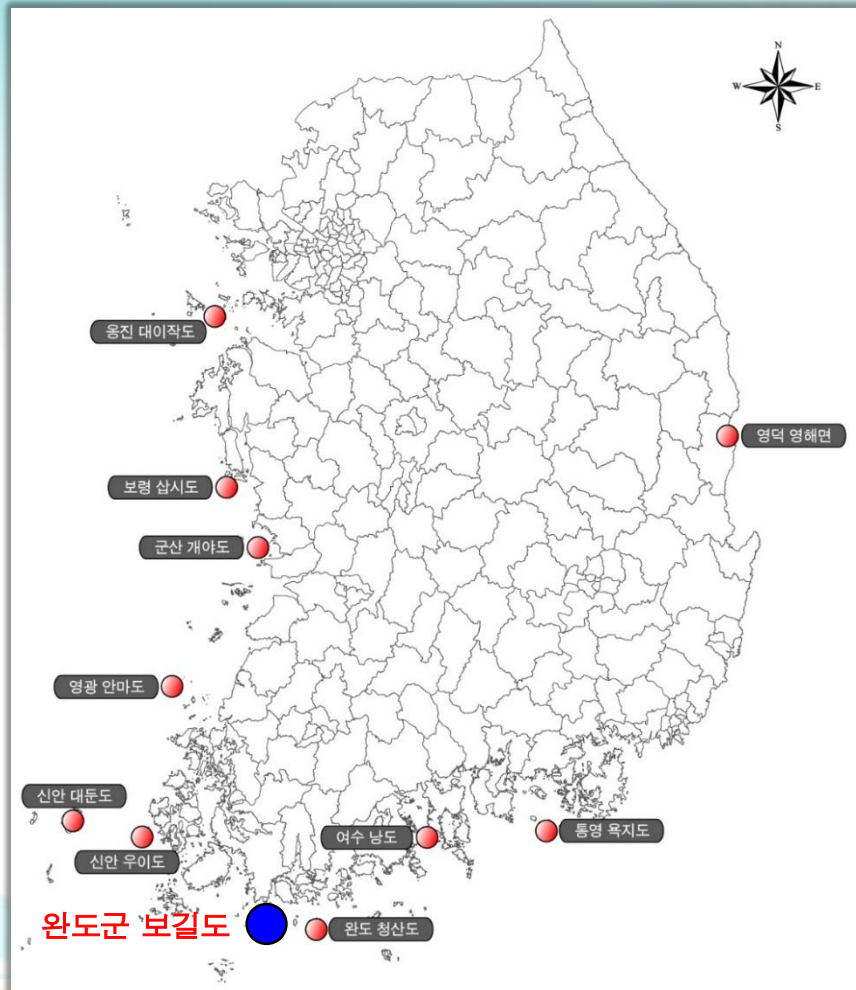
- ✓ 2012년 사업대상지 10개 지점 선정 시 주민 반대로 조사 및 선정 제외
- ✓ 최근 극심한 가뭄으로 제한급수 시행

1단계			2단계			3단계		
일시	제한급수	저수율	일시	제한급수	저수율	일시	제한급수	저수율
2017 9/13	2일급수 6일단수	18.1	2017 10/12	2일급수 8일단수	16.8	2018 1/2	2일급수 10일단수	11.6

- ✓ 보길도의 항구적 가뭄 대책으로 지하수저류지 설치 추진 합의
  - K-water, 익산지방국토관리청, 전라남도, 완도군
- ✓ 타당성조사 시행('18.6 ~ '18.11)

# 3. 지하수저류지 추진현황

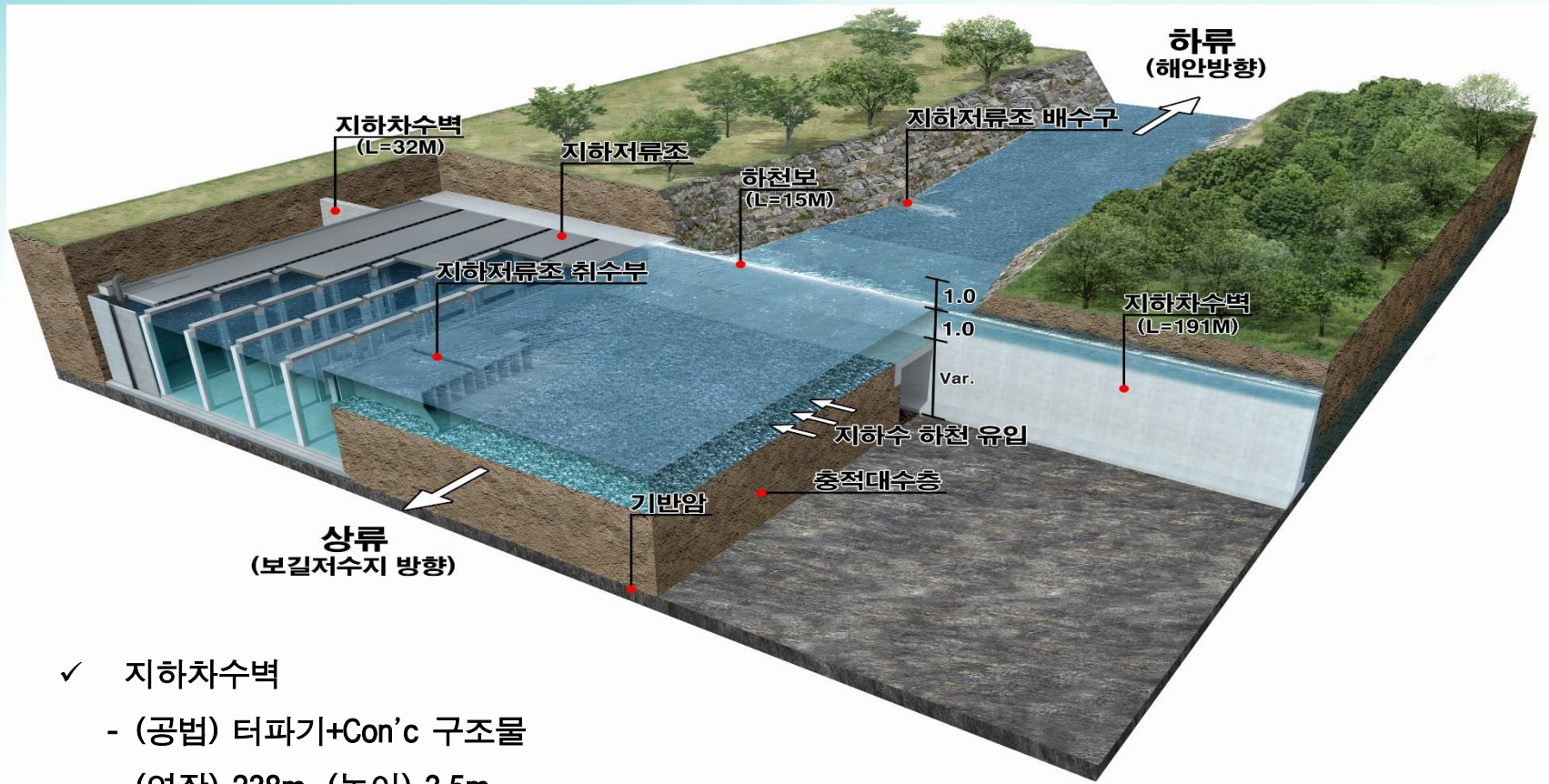
## 전남 완도군 보길도





# 3. 지하수저류지 추진현황

## 전남 완도군 보길도

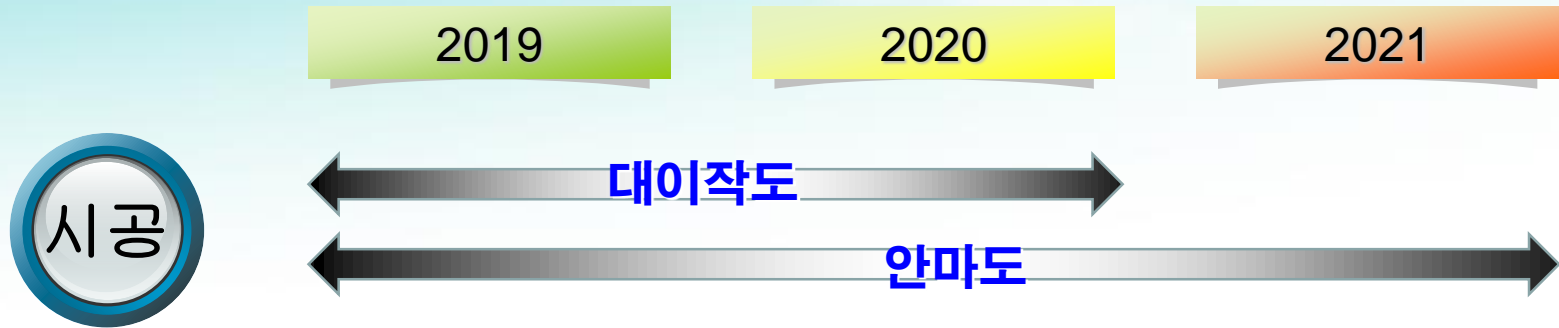


- ✓ 지하차수벽
  - (공법) 터파기+Con'c 구조물
  - (연장) 238m, (높이) 3.5m
- ✓ 하천보 : 연장 15m
- ✓ 지하저류조 : 3,000톤 규모(50x30x2m)

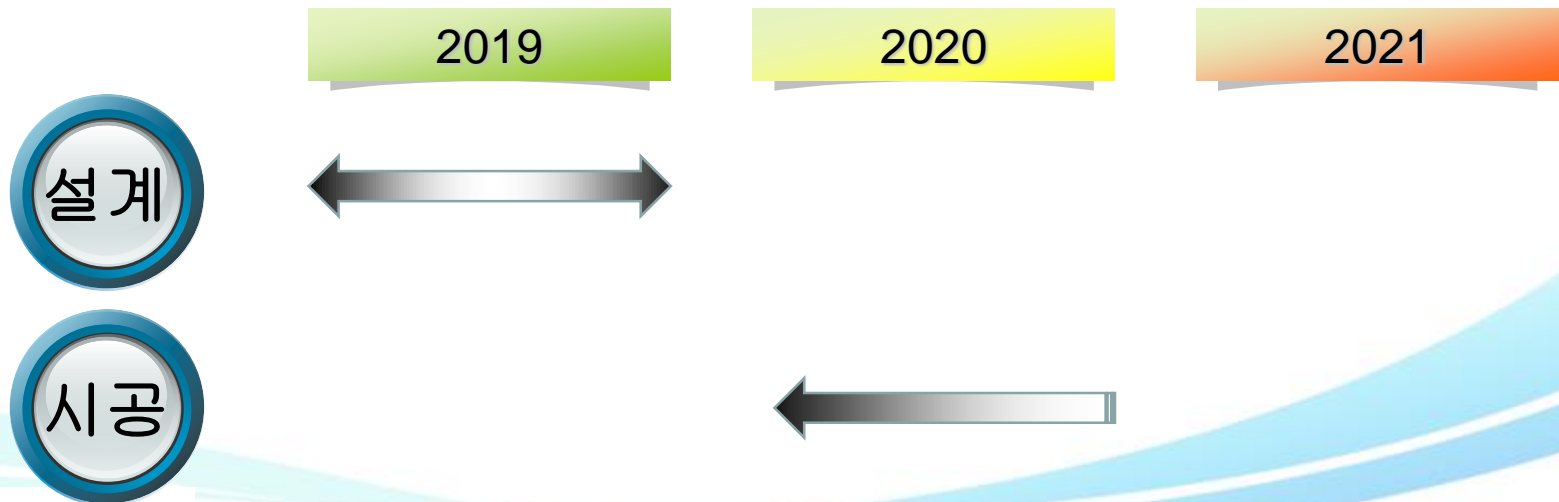
## 4. 향후 계획

## 4. 향후 계획

### ● 대이작도, 안마도



### ● 보길도





목마른 우리 땅 끝까지  
새로운 생명의 물길을...

감사합니다

무가용수가