

5 주제

충남 서부지역 수원다변화 방안

충남연구원 물환경연구센터 김영일 연구위원

충남 서부지역 수원다변화 방안

2015. 11. 25



충남연구원
ChungNam Institute

김 영 일 연구위원

발표순서



기후변화와 물환경



충청남도 수자원
이용현황 및 문제점



수자원 활용방향 및 과제

기후변화와 물환경

01 기후변화(1)

Abnormal Climate

(Global Warming, El Ni no etc.)

Global warming: Causes and effects

The infographic illustrates the greenhouse effect and its impacts. It shows a sun warming the Earth's surface, which then radiates heat back into the atmosphere, trapping it. Key points include:

- Human's temperature has risen about 1 degree Fahrenheit in the last century. The past few years are among the warmest in recorded history.
- Burning fuels such as coal, natural gas and oil produces greenhouse gases in abundance.
- Greenhouse gases are molecules that trap the atmosphere and heat the planet's surface. Among them, carbon dioxide is the most abundant.
- Most of the world's emissions are from the United States, large-scale use of fossil fuels and agriculture and deforestation.
- The United States has 20 percent of the global greenhouse gas emissions.
- Some greenhouse gas levels change naturally, but human activity increases them, leading to more extreme weather events.
- Warmer, drier, droughts and violent weather events cause sea levels to rise, and heat the planet. Warmer weather gives bacteria, viruses and insects a better chance of surviving.

Imbalance of Water distribution

A cartoon illustration depicting the imbalance of water distribution. On the left, a character representing drought is shown with a cracked, dry body and a single drop of water, holding a cracked pot. On the right, a character representing flooding is shown with a large, overflowing body of water and a single drop of water, holding a cracked pot. The background shows a sun and clouds, emphasizing the extreme weather conditions.

The line graph shows global temperature anomalies from 1850 to 2000. The y-axis represents Temperature Anomaly (°C) from -0.8 to 0.8. The x-axis represents years from 1850 to 2000. The blue line represents the Annual Average, and the red line represents the Five Year Average. Both lines show a clear upward trend, indicating global warming.

Two 3D maps showing temperature anomalies over the North Pole and South Pole. The top map is labeled 'North Pole' and the bottom map is labeled 'South Pole'. Both maps show a significant increase in temperature anomalies, with the North Pole showing a much larger increase than the South Pole.

A photograph of a dry, cracked landscape, illustrating the effects of drought. The ground is parched and cracked in many places, with a small, dry tree in the foreground.

A photograph of a flooded street with a person standing in the water, illustrating the effects of heavy rainfall. The water is deep and murky, and the person is wearing a red jacket and blue pants.

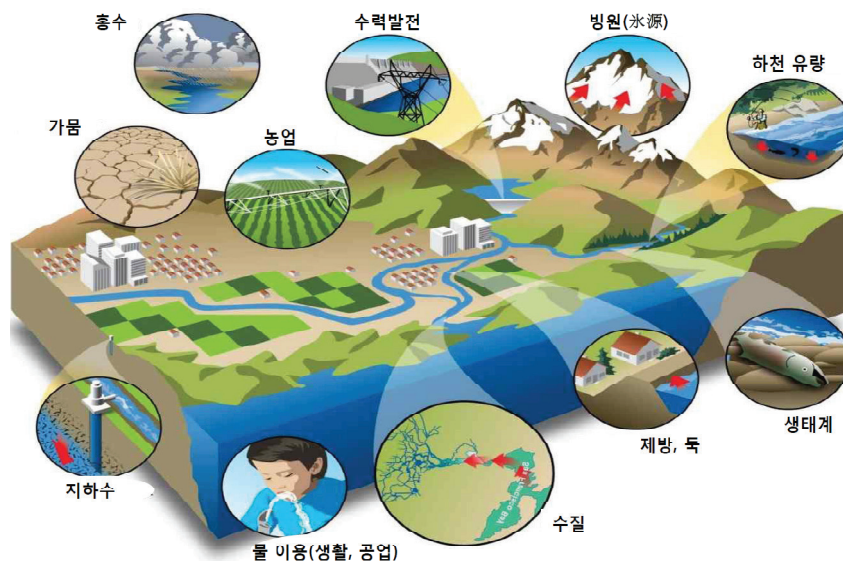
1

02 기후변화[2]



2

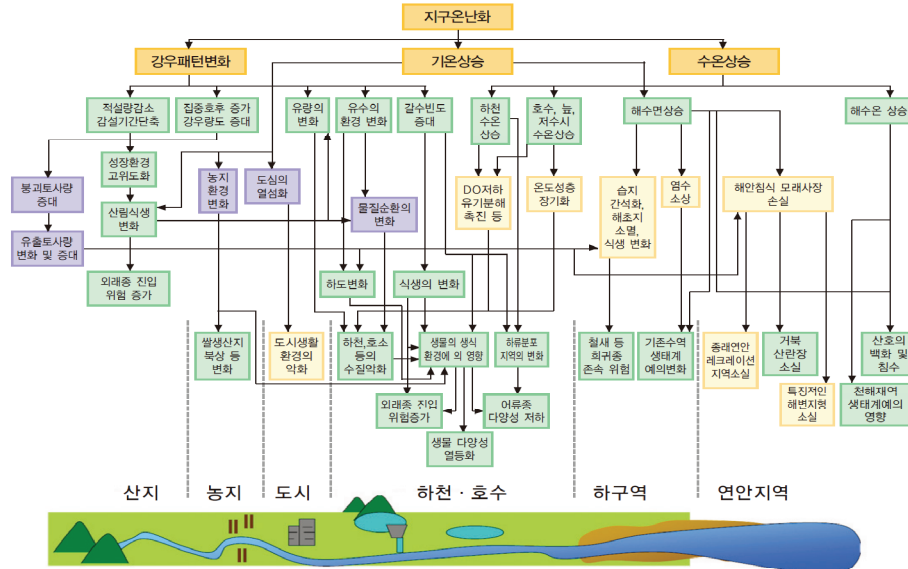
03 기후변화의 영향[1]



자료 : 권형준, 기후변화에 대응한 물관리제도 개선방안, 2010

3

04 기후변화의 영향[2]



자료 : 권형준, 기후변화에 대응한 물관리제도 개선방안, 2010

4

05 기후변화에 따른 물이용 변화



자료 : 노재화, 기후변화에 따른 물 관리 정책 방향, 2009

5

06 기후변화에 따른 물 관리 변화

● 물 안보(Water Security)

모든 국민의 건강한 삶과 생태계 보전을 위한 좋은 물의 지속적이고 충분한 공급, 기후변화 영향으로부터 사회 및 환경보호를 위한 물의 접근성 확보

- 기후변화, 홍수 및 가뭄 재해 대비, 물 부족, 수질오염 사고, 국가간 물 분쟁 대비

● 물 복지(Water Welfare)

안정적인 수량과 안전한 수질의 물을 공정하고 공평하게 공급하는 것

● 기후변화에 따른 물 관련 트렌트 변화

물 관련 인프라 투자 증가, 스마트 물 관리 개념 형성, 친수공간 개발증가, 상·하수도 광역화·통합화·전문화, 물 산업 범위 확장 등

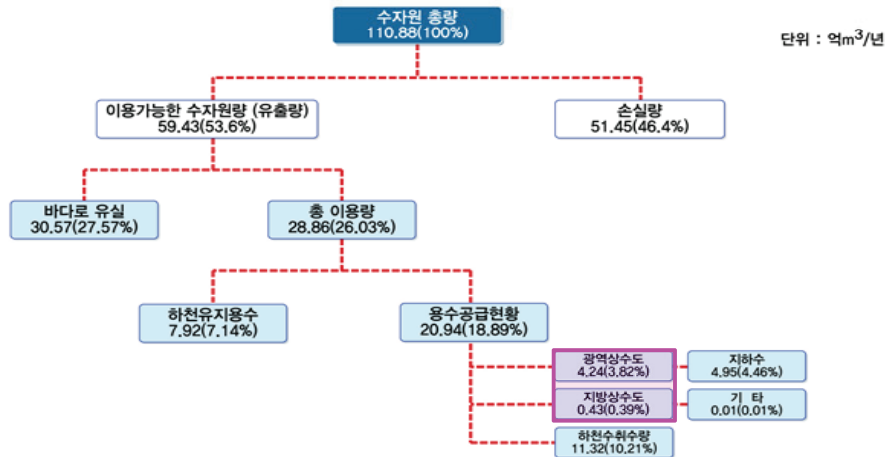
● 20세기 국가간 분쟁원인이 **석유**라면, 21세기는 **물**의 시대로 변화

6

충청남도 수자원이용현황 및 문제점

01 충청남도 수자원현황

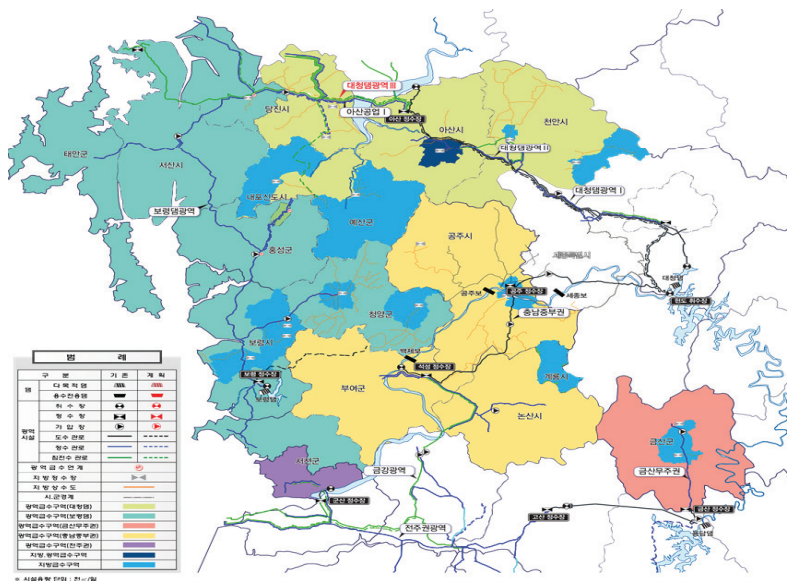
- 수자원 총량 : 연평균강수량(1,351.5mm) x 충청남도 면적(8,204km²)
- 이용가능한 수자원량 : 수자원 총량 x 유출률(금강수계 하천기본계획 자료)



자료 : 충청남도, 충남 수자원종합계획, 2014

7

02 충청남도 생·공용수 공급현황



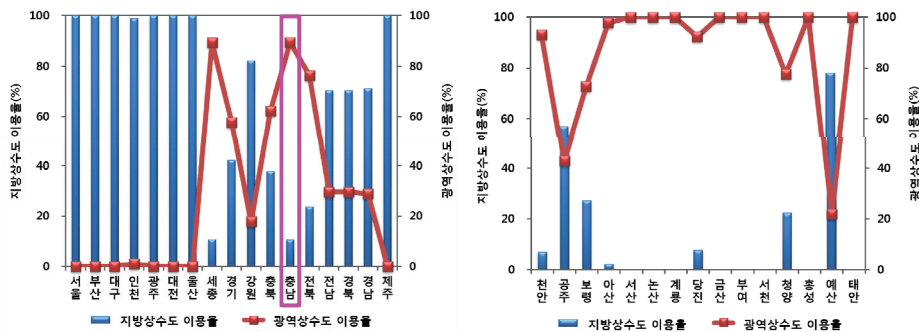
자료 : 충청남도, 충남 수자원종합계획, 2014

8

03 충청남도 상수도 이용현황[1]

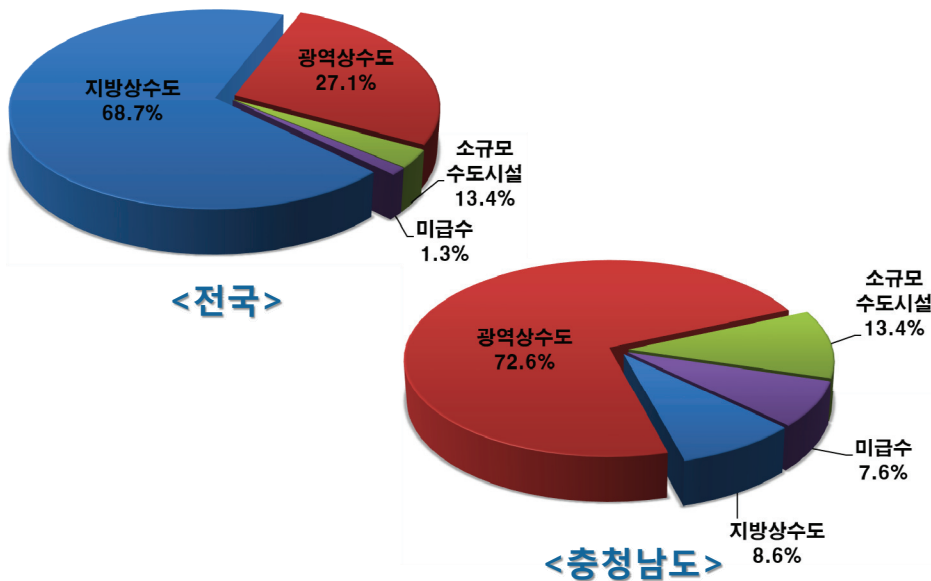
● 충청남도 상수도 이용현황

- 상수도 평균 급수량은 707,383톤/일이며, 광역상수도과 지방상수도 가운데 **광역상수도 급수비율이 89.4%**로 전국 평균 28.3%보다 월등히 높은 수준임
- 전국 자치단체 가운데 **충청남도의 광역상수도 의존율이 가장 높음**
- 정수시설을 가지고 있는 **예산과 공주**는 지방상수도(자체시설) 이용율이 50%를 상회한 반면, 나머지 자치단체는 광역상수도에 의존적임



9

04 충청남도 상수도 이용현황[2]

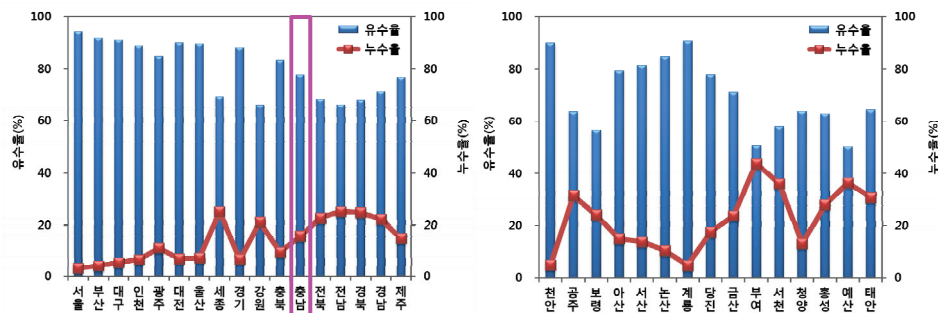


10

07 충청남도 유수율 현황

● 충청남도 유수율 현황

- 유수율은 77.9%인 반면, 누수율은 15.7%로 전국 평균 누수율 10.7%보다 다소 높은 수준을 보임
- 도 단위 자치단체 가운데 경기도와 충북 다음으로 유수율과 누수율 모두 양호한 수준을 보였음
- 유수율은 천안, 계룡 등이 90%를 상회하는 경향을 보였음

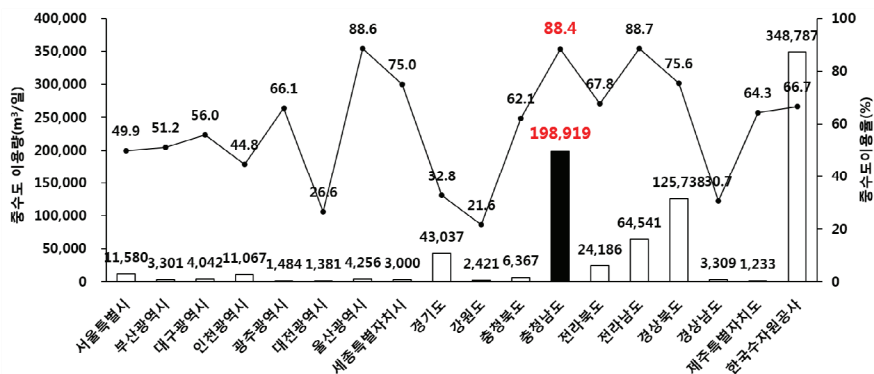


13

08 충청남도 중수도 이용현황

● 충청남도 중수도 이용현황

- 충청남도에 중수도시설이 21개소(전체의 4.9%)가 있고, 중수도 이용량은 198,919톤/일로 한국수자원공사 다음으로 많은 양을 이용하고 있음
- 충청남도 중수도시설은 6개 시·군(천안, 아산, 논산, 금산, 서천, 홍성)에 위치하고 있음



14

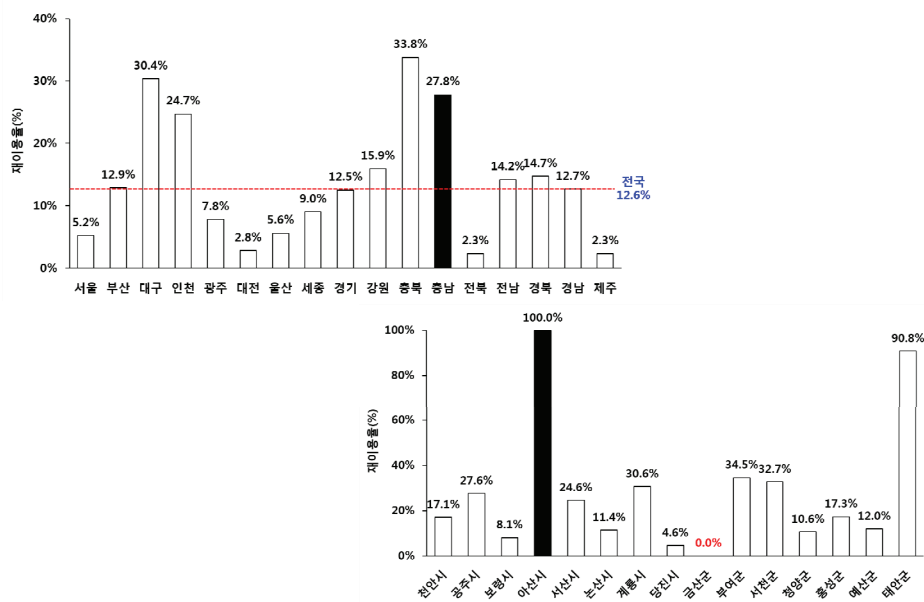
09 충청남도 하수처리수 재이용현황(1)

● 충청남도 하수처리수 재이용 현황

- 충청남도 하수처리수 재이용시설은 56개소로 전국의 569개소의 약 10%를 차지하고 있으며, 하수처리수 재이용율은 27.8%로 전국에서 3번째로 높고, 전국 평균 12.6%에 비해서도 상당히 높은 수준임
- 충청남도의 하수처리수 재이용은 대부분 하천유지용수로 활용되고, 일부가 농업용수로 활용되고 있는 실정임
- 충청남도 하수처리수 재이용시설은 56개소로 당진시가 8개소로 가장 많고, 재이용량은 아산시가 22,305천톤/년으로 가장 많음
- 하수처리수 재이용율은 아산시(100%)와 태안군(90.8%)이 매우 높은 반면, 금산군은 재이용을 전혀 하지 않는 것으로 나타났음

15

10 충청남도 하수처리수 재이용현황(2)



16

11 수자원 이용의 문제점(1)

● 광역상수도 의존을 증가

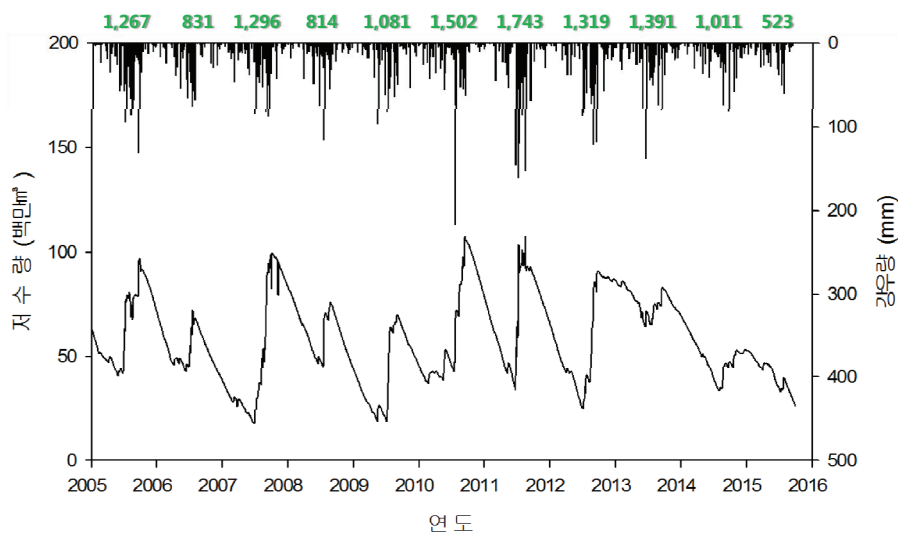
- 광역 및 지방상수도 가운데 **광역상수도 급수비율**이 **89.4%**로 전국에서 가장 높으며, 대부분의 자치단체가 광역상수도를 사용
 - **전국 평균 광역상수도 급수비율 28.3%**에 비해 월등히 높은 수준
 - 특히, 보령담광역상수도를 급수받고 있는 **충남 서·북부지역(8개 시·군)**의 광역상수도 의존율은 **85.1%**로 매우 높은 수준

● 지방상수도 폐쇄

- 광역상수도를 수수함에 따라 시·군 지역의 자체 지방상수도를 폐쇄
- 자체 정수시설이 없는 자치단체가 **서산, 논산, 계룡, 금산, 부여, 서천, 홍성, 태안**이며, 나머지 자치단체들 가운데 예산과 공주만 지방상수도 이용률이 50%는 상회하고 있음
 - 대부분의 자치단체가 자체적으로 상수도를 생산할 수 있는 기반이 전무

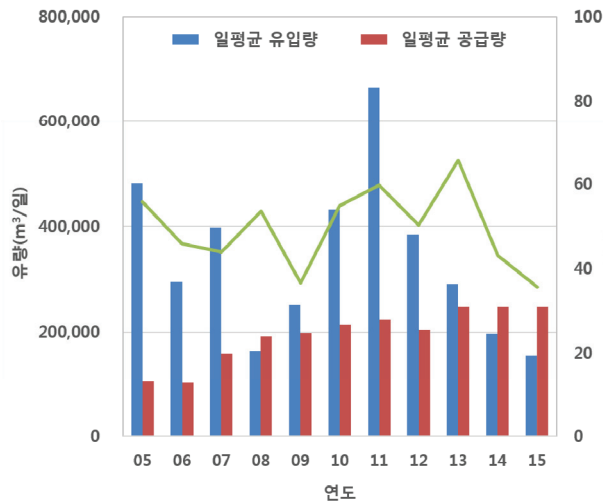
17

12 보령댐 저수량 변화



18

13 보령댐 수문분석(1)



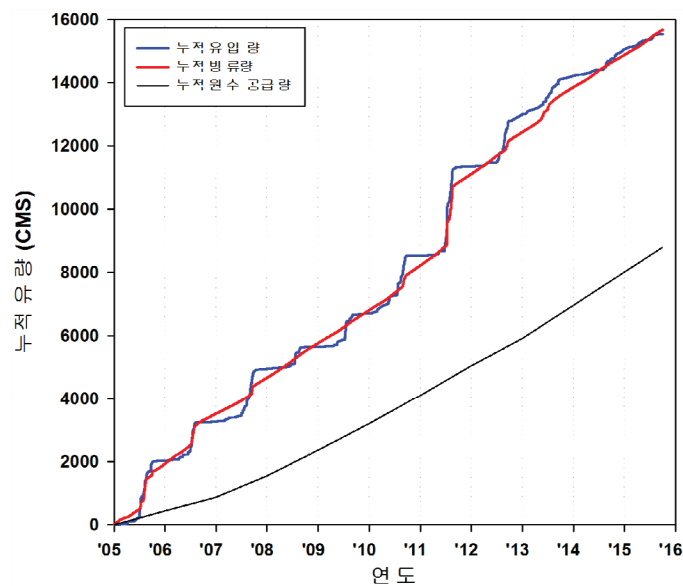
연도	연강수량 (mm/년)	일평균 유입량 (m³/day)	일평균 원수공급량 (m³/day)
2005	1,267	481,248	104,803
2006	831	295,488	102,450
2007	1,296	398,304	159,460
2008	814	164,160	192,436
2009	1,081	252,288	198,993
2010	1,502	432,000	214,063
2011	1,743	665,280	223,675
2012	1,319	385,344	203,565
2013	1,391	291,168	247,909
2014	1,011	196,992	247,909
2015	917	151,304	247,909

※ 일평균 원수공급량 자료는 2013상수도통계 보령담광역상수도 원수 공급량 자료를 사용.
2014년, 2015년은 통계가 없어 2013년과 동일

자료 : K-water(https://www.kwater.or.kr/info/sub02/sub01/sub01/dam/rain.do?s_mid=1453), 환경부(2013상수도통계)

19

14 보령댐 수문분석(2)



20

15 정수장 폐쇄 및 전환계획

정수장명	폐쇄 및 전환계획	사유
옥룡정수장	2008년 충남중부권 원수대체(정수시설은 존치)	공주시 수도정비 기본계획(2010)
유구정수장	2020년 폐쇄계획, 충남중부권광역으로 전환	공주시 수도정비 기본계획(2010)
청라정수장	2011년 폐쇄계획, 보령담광역으로 전환	보령시 수도정비 기본계획(2008)
성주정수장	2016년 폐쇄계획, 보령담광역으로 전환	보령시 수도정비 기본계획(2008)
용화정수장	2020년 공업용수 전환(11,500m ³ /일)	아산시 수도정비 기본계획(2013)
청양정수장	2013년 8월 폐쇄(2010년 4,000m ³ /일 휴지)	-
정산정수장	2020년 폐쇄계획, 충남중부권광역으로 전환	-
행정정수장	2010년 7월 폐쇄, 대청담광역으로 전환	당진시 수도정비 기본계획(2010)
함덕정수장	2020년 폐쇄계획, 대청담광역으로 전환	당진시 수도정비 기본계획(2010)
금산제1정수장	2013년 3월 폐쇄, 금산무주권광역으로 전환	금산군 수도정비 기본계획(2008)
금산제2정수장	2013년 3월 폐쇄, 금산무주권광역으로 전환, 원수(6,500m ³ /일) 한국타이어에 공급	금산군 수도정비 기본계획(2008)

자료 : 충청남도, 충남 수자원종합계획, 2014

21

16 수자원 이용의 문제점(2)

● 상수원 감소 및 외부의존을 증가

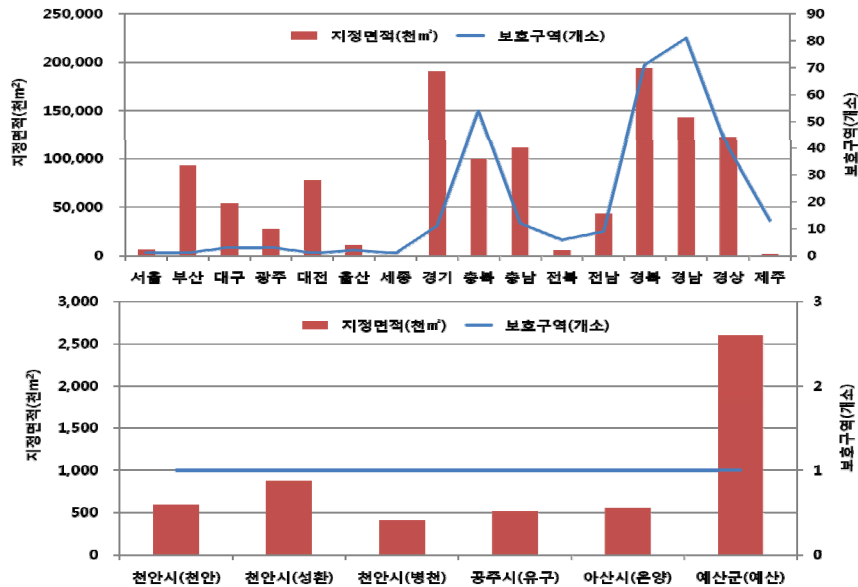
- 지방상수가 폐쇄됨에 따라 시·군 지역의 자체 상수원 감소
- 광역상수도 의존율이 증가함에 따라 상수원의 외부의존을 증가
- 충청남도의 주요 상수원은 대청댐, 용담댐, 보령댐 등으로 대부분 외부에 위치하고 있어 가뭄과 같은 재해나 사고위험에 취약한 구조
 - 상수원을 다양화하는 것이 재해나 사고위험 예방에 유리

● 상수원보호구역 해제 증가

- 광역상수도 의존율 증가 및 지방상수도 폐쇄에 따른 상수원의 기능상실로 상수원보호구역을 해제
- 상수원보호구역을 해제함에 따라 지방자치단체가 자체적으로 가지고 있는 상수원 감소 및 기능상실
 - 상수원보호구역 지정에 따른 규제 조치로 인한 지역주민의 불만 해소

22

17 상수원보호구역 지정현황(2013년)



23

18 상수원보호구역 해제연혁(1)

자치단체	보호구역명	해제사유
논산시(2003)	왕암 상수원보호구역	취수원 변경(왕암천 호소수-금강광역상수도), 상수원 기능상실(연무 및 강경정수시설 폐지)
홍성군(2003)	갈산 상수원보호구역	취수원 변경(와룡천 복류수-보령댐광역상수도), 상수원 기능상실(갈산정수시설 폐지)
홍성군(2004)	광천 상수원보호구역	취수원 변경(광천천 복류수-보령댐광역상수도), 상수원 기능상실(광천정수시설 폐지)
홍성군(2005)	홍성 상수원보호구역	상수원 기능상실(홍성정수시설 폐지)
태안군(2005)	평천 상수원보호구역	취수원 수원 부족 및 정수장 기능상실
당진시(2005)	합덕 상수원보호구역	취수원 변경(석우천 복류수-대청댐광역상수도), 해당지역 주민들의 불만 해소
서산시(2005)	서산 상수원보호구역	취수원 변경(도당천 복류수-보령댐광역상수도), 상수원 기능상실(유계 및 수석정수시설 폐지)
서산시(2006)	운산 상수원보호구역	취수원 변경(보령댐광역상수도),
보령시(2007)	웅천 상수원보호구역	취수원 변경(웅천천 복류수-보령댐광역상수도), 상수원 기능상실(웅천정수시설 폐지)

24

19 상수원보호구역 해제연혁(2)

자치단체	보호구역명	해제사유
논산시(2008)	논산 상수원보호구역	취수원 변경(논산천 복류수-금강광역상수도), 상수원 기능상실(논산정수시설 폐지)
논산시(2008)	연산 상수원보호구역	취수원 변경(연산천 복류수-보령담광역상수도), 상수원 기능상실(연산정수시설 폐지)
공주시(2011)	옥룡 상수원보호구역	취수원 변경(금강-충남중부권광역상수도), 상수원 기능상실(옥룡·왕촌취수장 폐지)
보령시(2011)	청라 상수원보호구역	취수원 변경(대전천 복류수-보령담광역상수도), 상수원 기능상실(청라정수시설 폐지)
부여군(2011)	금강 상수원보호구역	취수원 변경(금강-충남중부권광역상수도)
당진시(2011)	당진 상수원보호구역	취수원 변경(역천 복류수-대청담/보령담광역상수도), 상수원 기능상실(행정정수시설 폐지)
금산군(2013)	금산 상수원보호구역	취수원 변경(봉황천 복류수-금산무주권광역상수도), 상수원 기능상실(금산정수시설 폐지)
금산군(2013)	추부 상수원보호구역	취수원 변경(금강-금산무주권광역상수도)
청양군(2013)	청양 상수원보호구역	취수원 변경(지천 복류수-보령담광역상수도), 상수원 기능상실(청양정수시설 폐지)

25

20 수자원 이용의 문제점(3)

● 중수도 이용량의 지역 편중

- 중수도 이용량은 198,919톤/일로 자치단체 가운데 가장 많은 양을 이용하고 있으나, 중수도시설이 6개 시·군에 편중되어 있으며, 중수도 이용량의 대부분을 아산시에서 사용하고 있음

→ 아산시에 위치한 삼성전자(주)에서 약 130,000톤/일을 사용하고 있음

● 하수처리수 재이용 활용 단순화

- 하수처리수 재이용률은 전국 평균에 비해 상당히 높은 수준이나, 대부분 하천유지용수로 활용되고 일부가 농업용수로 활용
- 하수처리수를 재이용하지 않는 자치단체도 존재
- 하수처리수를 공업용수 및 농업용수로 활용하는 방안 마련이 필요

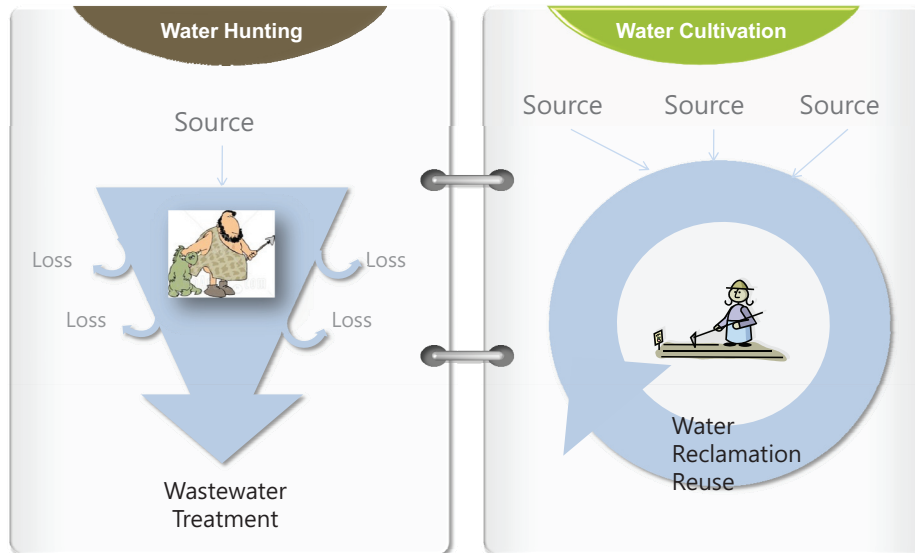
26

수자원 활용방향 및 과제

01 물 관리 패러다임의 변화

- 물 관리 패러다임을 **공급 중심에서 수요관리 중심으로 변화**
 - 물 관리 방식이 관 주도의 상수도 공급 및 확대(상수도 보급률 증가)에 초점을 맞추어 추진
 - 기후변화로 인한 강수량의 지역·시간적 편차가 커짐에 따라 **안정적인 수자원 확보의 필요성이 증대**
 - 기후변화에 따른 강수량 편차로 인해 **물 부족 현상이 발생할** 소지가 크고, 지역에 따라서 과대한 물 이용과 배출로 인해 쓸 수 있는 물이 부족하여 갈등이 증가될 가능성이 존재
 - 물 관리 방식을 **공급 중심에서 수요관리 중심으로 변화하는 것이 필요함**

02 물 공급/수요 패러다임의 변화



28

03 안정적 물 공급을 위한 수원다변화

● 수원 다변화 및 다중수원워터루프시스템 적용

- 기후변화에 대응하고 물 안보 확립을 위해 다중 수원(하천, 호소, 지하수, 빗물, 사방댐, 소규모 식수댐, 해수담수화, 물 재이용 등)의 확보를 통한 수원다변화(다중수원워터루프시스템)로 재해(가뭄) 및 사고에 대비한 물 공급의 안정성 확보
 - 다중수원워터루프시스템 : 기존 상수원(하천수, 호소수) 뿐만 아니라 지하수, 빗물, 사방댐, 식수댐, 해수, 물 재이용 등 다양한 수원을 루프형태로 연결하여 상황에 맞도록 활용 할 수 있는 시스템
- 수질이 양호한 농업용 저수지를 상수원으로 사용하는 방안 검토 및 추진
- 재해 및 수질 사고 시 다양한 수원 혼합(water blending)을 통한 수량 및 수질안정성 확보

29

04 지방상수도 확대 및 복원

● 물 안보 및 물 자치권 확립을 위한 지방상수도 확대 및 복원

- 충청남도는 상수도 공급에 있어 외부 의존도가 굉장히 높은 수준이므로 **물 안보 및 물 자치권 확립방안의 수립**이 시급히 필요
- 지방상수도를 운영하는 **자치단체(천안, 공주, 예산)**의 상수도시설 확충을 통한 **지방자치단체 중심의 광역상수도 사업 추진**
- 지방상수도 복원을 통해 비상용수시설(재난, 재해 및 수질사고)로 활용
- 중앙집중형(광역상수도)보다 **분산형(지방상수도)시스템**으로 용수 공급
→ 내포신도시 지역에 시범적으로 도입 및 적용하는 방안 검토 필요

※ **분산형 용수공급시스템** : POU(Point-of-use), POE(Point-of-entry), 소규모 시스템 등이며, 급수 관로의 안정성, 다양한 수자원 활용을 통한 지속가능성, 영향범위의 최소화, 환경적인 영향 최소화

30

05 유수율 향상방안 수립 및 추진

● 유수율 향상을 위한 상수관망정비사업의 적극적인 추진

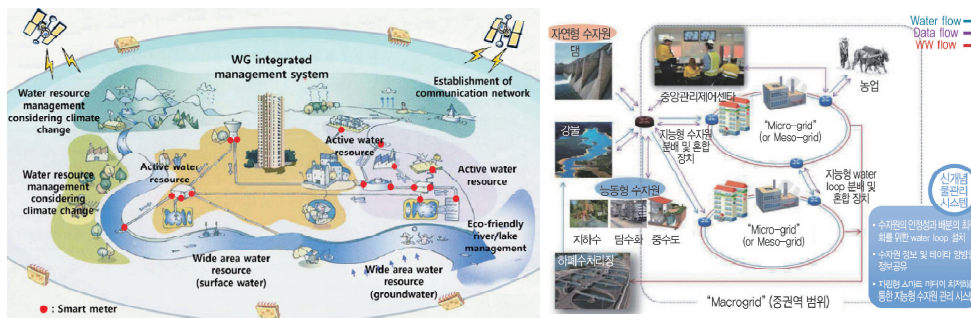
- 충청남도의 누수율은 전국 평균(10.75%)보다 다소 높은 수준이므로 **누수율 저감을 통한 유수율 향상**을 위해 선택·집중차원에서 우선순위를 선정하여 해당지역에 **상수관망정비사업의 우선적인 추진**이 필요
→ **서천, 예산**지역의 누수율이 충남 전체 평균보다 2배 이상 크기 때문에 충청남도 차원에서 우선적으로 이 지역을 대상으로 관망정비사업을 추진할 수 있도록 국비의 적극적인 지원이 필요
- 안정적인 유수율 유지를 위해 **상수관망정비사업의 지속적인 추진**에 대한 **재원 확보방안** 고민 필요
→ 안정적인 재원 확보를 위해 **수도요금 현실화**를 포함한 다양한 방안
에 대한 검토가 요구

31

06 SWG를 활용한 통합물관리(1)

● 스마트워터그리드(SWG)를 이용한 통합수자원관리

- 수자원 및 상하수도 관리의 효율성을 제고하기 위하여 첨단 정보통신기술 (ICT: Information and Communication Technologies)을 도입하는 차세대 물 관리 시스템으로 수자원 관리, 물의 생산과 수송, 사용한 물의 처리 및 재이용 등 전 분야에서 정보화와 지능화 구현을 위한 기술



자료 : Joon Ha Kim, Korean Research Direction for Smart Water Grid, 2011,

스마트워터그리드 연구단

32

07 SWG를 활용한 통합물관리(2)



자료 : 워터저널, 기후변화와 수자원 안정적 확보방안, 2008

33

08 물 절약 캠페인의 적극적인 추진

● 물 절약 캠페인 정책의 지속적인 추진

- 일정 사용량에 비해 물을 많이 사용한 경우, 수도요금을 높게 부과하는 ‘**수도요금 누진제**’ 도입
- 물 절약을 유도하고 인센티브를 제공하기 위한 방안으로 매월 절약한 수돗물 양을 포인트로 제공하는 ‘**수돗물 포인트제**’의 적극적인 도입 및 추진
 - 현재, 충남 서북부 8개 시·군을 대상으로 추진되고 있는 **절수지원금 제도**와 유사한 형태
- 물 절약을 위한 **절수기기**의 적극적인 사용 및 홍보 추진

34

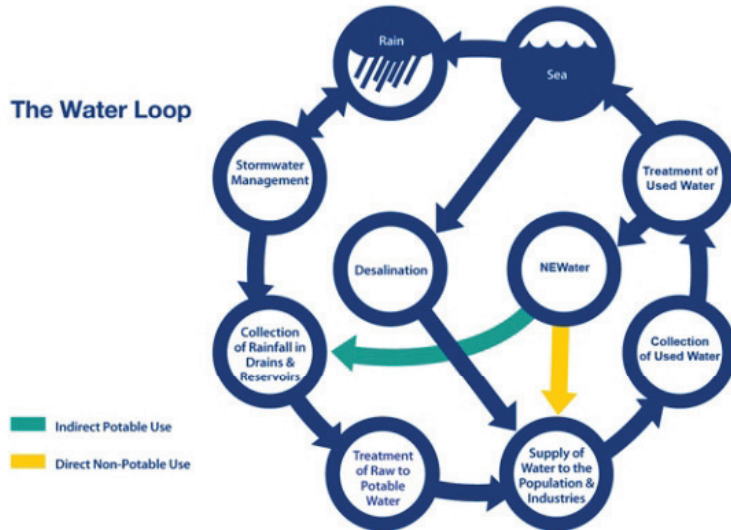
09 물 재이용 확대

● 물 사용량 저감을 위한 물 재이용 확대

- **공공하수처리수, 빗물, 중수도** 등 물 재이용을 위한 시설 확대
- 충청남도의 공공하수처리수 재이용율은 전국 평균에 비해 상당히 높은 수준이나 대부분 하천유지용수로 사용되므로, **공공하수처리수가 공업 및 농업용수 등으로 활용**될 수 있도록 수요처 확보를 위한 노력이 필요
 - 농업용수로 활용할 경우, 수질안정성에 대한 문제가 야기될 수 있어 지하수 충전 후 사용하는 등 안전한 수질확보를 위한 검토 필요
- 정책적 지원을 통해 **중수도 시설을 점진적으로 확대**하고, 기존 시설에 대한 지속적인 관리를 강화하는 방안 필요
- 빗물이용을 확대하기 위해 **빗물이용시설 설치에 대한 경제적 지원방안** (예를 들면, 보조금 지급, 인센티브 부여 등)을 적극적으로 추진

35

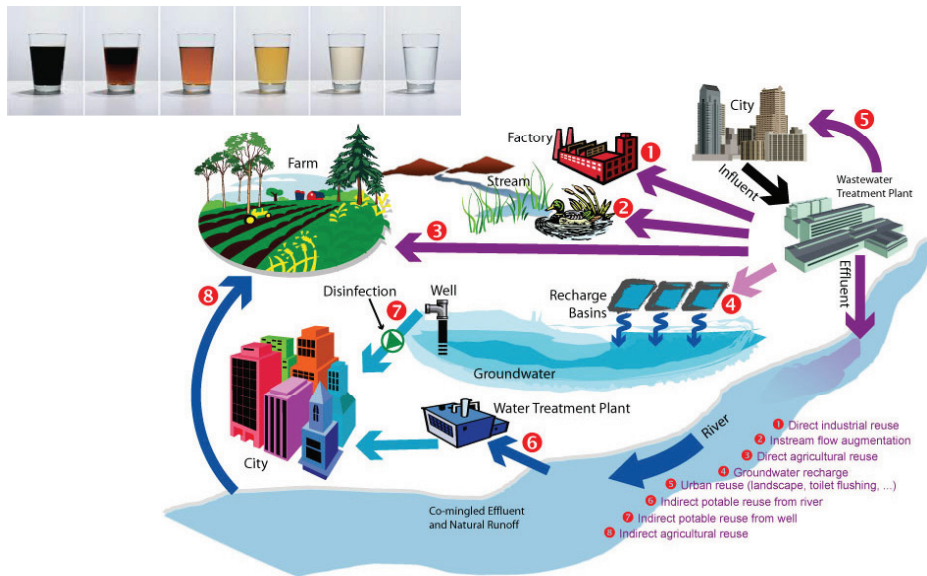
10 물 재이용 사례(싱가포르 NEWater)



자료 : PUB Singapore's national agency(<http://www.pub.gov.sg/water/Pages/default.aspx>)

36

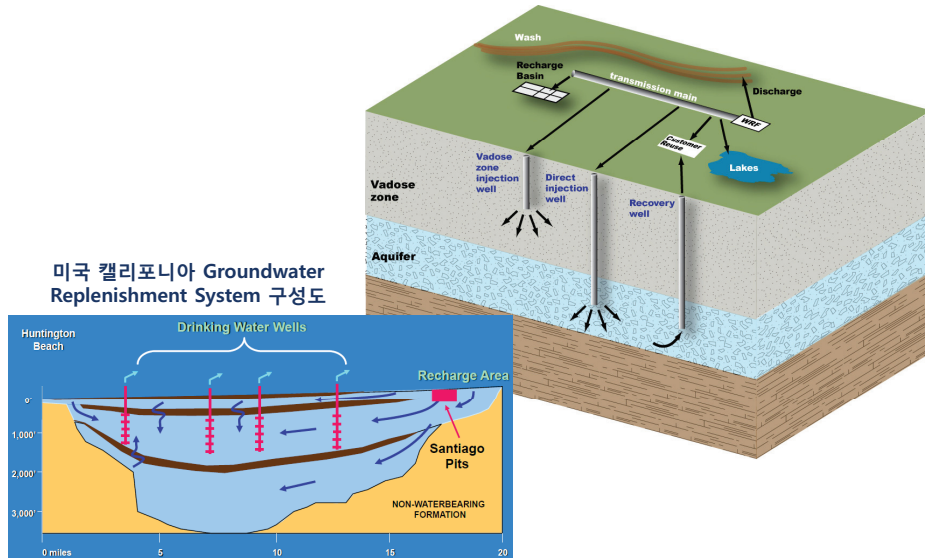
11 물 재이용 확대-하수처리수 재이용



자료 : www.water.ca.gov/recycling

37

12 물 재이용 확대-재이용수 지하충진



자료 : Lee(2009), Selection and Testing of Tracers in Groundwater Aquifers Augmented with Reclaimed Water

38

