

보령댐 급수능력 평가 및 가뭄대비 정책 제언

정 우 혁

충남연구원 서해안기후환경연구소 책임연구원, mjjwh@cni.re.kr

김 영 일

충남연구원 서해안기후환경연구소 연구위원, yikimenv@cni.re.kr

본 연구는 최근 지속적인 가뭄으로 용수확보에 어려움을 겪고 있는 보령댐의 급수능력을 평가하고 가뭄을 극복하기 위한 정책을 제안하고자 함

CONTENTS

1. 보령댐 유역의 가뭄
2. 보령댐 운영 현황
3. 용수공급능력 평가
4. 가뭄 대응방안

요약

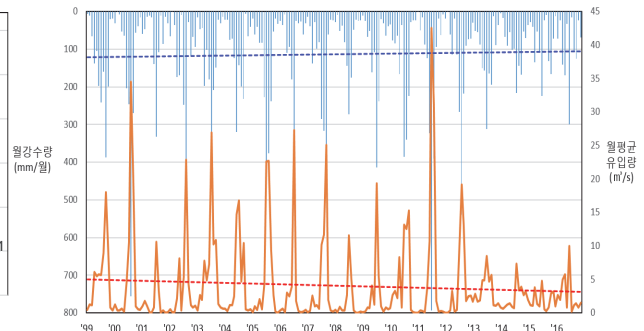
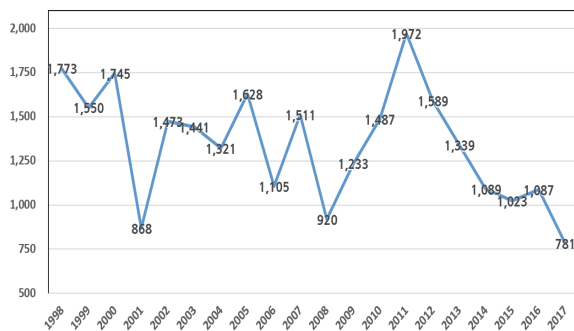
- ◀ 보령댐은 충청남도 서해안 지역의 수자원 확보를 위해 1996년 10월 준공
- ◀ 보령댐은 163.6km²의 유역 면적에서 용수를 확보하여 2016년 기준 보령시, 서산시, 당진시, 서천군, 청양군, 홍성군, 예산군, 태안군 등 8개 시·군에 연간 9천만m³을 공급하고 있고(연간 약 1억 6백만m³ 공급능력의 84%를 차지), 동서발전과 서부발전에도 용수 공급중임
 - 보령댐의 용수공급능력과 유효저수용량이 거의 같아 1년 가뭄으로도 충청남도 서부지역의 수자원 공급에 심각한 차질을 일으킬 수 있는 구조임
- ◀ 유역단위 단기정책의 비구조적 방안으로는 상수원 수준의 안전한 금강 수질관리, 비상 급수조절 계획 수립, 근거리 물수송 계획 수립, 물 절약 주민 홍보 및 교육이고, 구조적 방안으로는 노후 불량 관거 누수율 개선, 상수원 개발 및 지방상수도 보수, 충남 상수도(병물) 생산 및 저장 거점 조성, 물 재이용을 통한 용수확보, 모듈형 정수처리시설 도입을 제안함
- ◀ 유역단위 장기정책의 비구조적 방안으로는 효율적 물 수요관리계획 수립, 가뭄에 따른 수돗물 차등 적용, 가뭄보험제도 도입, 농경지 대체작 물 전환을 제안하였고, 구조적 방안으로는 광역상수도 신규개발 조기시행, 해수 담수화 도입, 지하저류댐 도입, LID시설 도입, 농업용수 계측관리, 농업용수 공급 및 사용 효율화를 제안함
- ◀ 댐 운영 및 구조개선과 관련해서는 수면관리권 및 수리권 재조정, 도수 관로의 광역상수도 이송 전환, 비상방류시설 보완 및 신설, 다목적 저류 시설, 본댐 증축 또는 조정지 설치, 댐 설계기준 개정 및 가뭄시 용수확보 능력 강화를 제안함

01

보령댐 유역의 가뭄

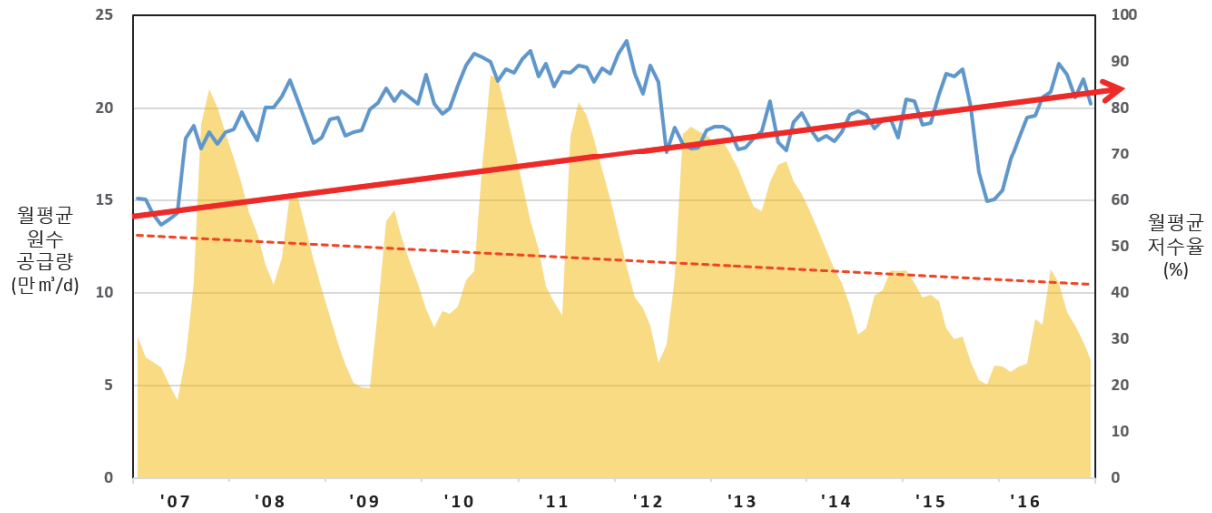
● 2014년부터 지속된 보령댐유역의 가뭄

- 1988년부터 2013년까지 16년간 연평균 강수량은 1,435mm이지만 2014년은 1,089.1mm로 79.1%, 2015년에는 1,023mm로 71.3%, 2016년에는 1,086mm로 75.7%였으며, 2017년도 9월 초까지의 연간 누적 강수량은 781mm이고 54.4%의 강수를 기록하고 있음



[그림 1] 보령댐이 조성된 이후의 연강수량(mm)(좌), 월강수량 및 유역유입량(우)

- 강수량 감소로 2014년 이후 보령댐 유입량도 급격히 감소하고 있는 것을 확인할 수 있음
- 유역 유입량 감소의 영향으로 보령댐 저수율은 2014년 하절기 이후에도 50% 이상 회복하지 못하고 있음에도 용수공급량은 2007년 이후 지속적으로 증가하고 있음



[그림 2] 2007~2016 기간의 댐 저수율 및 용수공급량

- 2015년 7~10월 마른홍수기가 진행됨에 따라 보령댐의 저수량 확보에 문제가 발생하기 시작하였으며, 지속되는 가뭄으로 용수 부족에 대비하고자 국토부, K-water, 해당 지자체가 합동으로 댐 공급조정, 급수체계조정, 제한급수 등 단계별로 가뭄 극복 대응계획을 수립하고 추진하였음
- 제한급수 단계는 총 3단계로 다음과 같으며, 2015년 8월 18일 심각1단계에 돌입하여 실시하였으며 2016년 2월 15일까지 총 127일 만에 급수조정을 해제하였고 약 22일치에 달하는 규모의 404만 7,000톤을 절약한 것으로 집계되었음



[그림 3] 바닥을 드러낸 보령댐 여수로(2015.10.24.)

02

보령댐 운영 현황

1. 보령댐 시설 개요

- 보령댐은 충청남도 서해안 지역의 수자원 확보를 위해 1996년 10월 준공
 - 충남 보령시 미산면 용수리와 주산면 동오리에 위치, 총저수량은 1억 1,690만 m^3 이고, 유역면적은 163.6 km^2 의 비교적 적은 규모로 보령시의 외산면, 미산면, 성주면이 해당됨
 - 연간용수 공급량은 $106.6 \times 106\text{m}^3$ 이며 유효저수용량이 $108.7 \times 106\text{m}^3$ 이고 연간용수공급량은 $106.6 \times 106\text{m}^3$ 으로 연간용수공급량 대비 유효저수용량 비율은 1.02의 규모임

2. 보령댐 용수유입 및 공급 현황

- 보령댐은 163.6 km^2 의 유역 면적에서 용수를 확보하여 2016년 기준 8개 시·군에 연간 9천만 m^3 을 공급하고 있어, 연간 약 1억 6백만 m^3 공급능력의 84%를 공급하고 있음
 - 보령댐의 용수공급능력과 유효저수용량이 거의 같아 1년 가뭄으로도 충청남도 서부지역의 수자원 공급에 심각한 차질을 일으킬 수 있는 구조임
- 보령댐 운영방식은 일정률 63% 일정량 1,198 m^3/s 에서 2009년 치수능력 증대사업 이후 일정률 56.8% 일정량 1,154 m^3/s 로 변경되었으며 200년 빈도 홍수량 1,898 m^3/s 과 무피해방류량 100 m^3/s 을 초기방류로 운영하고 있음
- 보령댐 설계시 작성된 보령댐 타당성조사보고서에 의하면 목표연도 2009년에 대하여 물부족량 106.6백만 m^3 을 산정하였고, 경제성 분석을 통하여 116.9백만 m^3 로 결정됨

- 보령댐 설계시 1967년부터 1988년까지와 댐 준공 후 1998년부터 2015년까지 평균 유입량을 비교하면 댐 준공 후 평균유입량은 설계 대비 5.03%(0.20m³/s) 증가함
- 보령댐은 현재 보령시, 서산시, 당진시, 서천군, 청양군, 홍성군, 예산군, 태안군의 8개 시·군에 용수를 공급하고 있으며, 동서발전, 서부발전에도 용수를 공급하고 있음
- 보령댐광역상수도는 2014년에 보령댐에서 7.1천만m³/년 공급하였으며 지자체에 6.0천만m³/년 (84.02%), 공장 및 기타 용수로 1.1천만m³/년(15.98%)을 공급함

3. 보령댐 용수공급 조정체계

- 댐 저류량이 부족하여 댐 간 연계운영을 통해서도 수요량 공급이 어려울 경우, 단계별로 댐 공급량을 감량 조정하여 생·공용수 공급에 차질이 발생하지 않도록 조치해야 하지만 보령댐 유역에는 보조적·보완적 기능을 할 수 있는 다른 댐이나 수리시설이 존재하지 않음
- 댐 용수부족 시 대응단계는 4단계(관심, 주의, 경계, 심각)로 설정하고, 각 단계별 기준 저수량 및 용수공급 환원을 위한 기준저수량을 사전 설정하는데 용수 수요량이 크게 변동될 경우에는 기준저수량의 재설정이 필요함
- 댐 별 확보저수량이 단계별 기준저수량에 도달할 경우에는 사전에 산정된 초기 감축량을 기준으로 수계별 ‘댐보연계운영협의회’에서 용수공급 감축량을 논의하여 용수공급 감량을 실시하고 비상용수공급 대응체제로 전환하는데 수계별 ‘댐보연계운영협의회’ 개최시에는 15일전에 협의회 참여기관과 협의 시행함
- 댐 관리자가 관계기관과 협의시에는 용수공급 필요 감축량과 예상되는 감축기간을 제시하고 각 기관의 의견을 수렴하여 [하천유지용수 → 농업용수 → 생·공용수] 순으로 조정

03

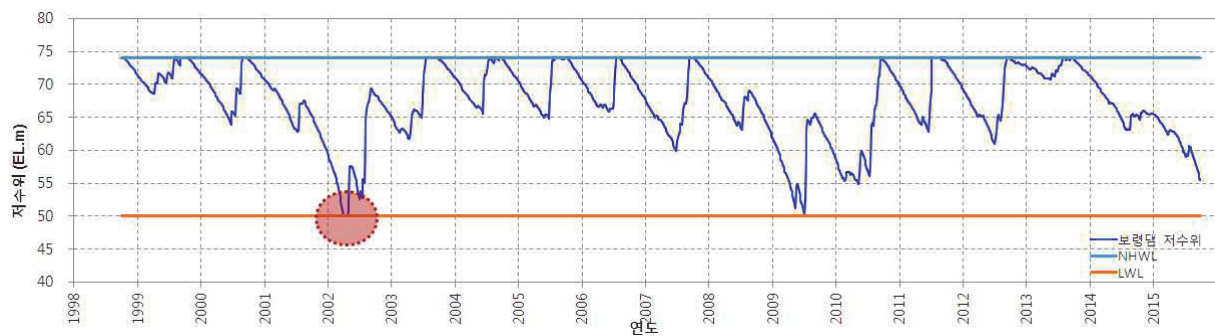
용수공급능력 평가

1. 이수안전도 평가

- 이수안전도 설정시 공급량을 크게 하면 안전도는 저하되고, 안전도를 크게 하면 공급량은 감소함, 보령댐 타당성조사보고서에 의하면 이수안전도 검토기간은 1967년~1988년까지 22개년에 1회 물 부족을 허용하는 이수안전도로 계획되었음

[표 1] 이수안전도 분석 결과¹⁾

시작	종료	전체기간 (반수)	총부족 기간(반수)	부족횟수 (년)	부족량 (백만 m^3)	연간단위 신뢰도	공급량 단위 신뢰도	회복도	무차원 취약도
1998	2015	1224	4	1	3.6	0.944	0.998	0.25	0.249



[그림 4] 보령댐 반수단위 모의운영 결과²⁾

1) 한국수자원공사, ㈜홍익기술단, 2016, 기존 수자원 효율적 활용방안(한강수계, 보령댐) 자문보고서

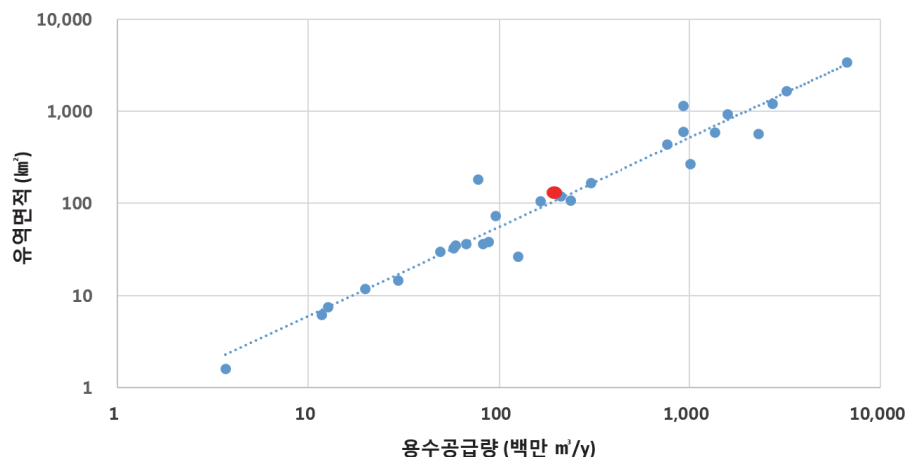
2) 한국수자원공사, ㈜홍익기술단, 2016, 기존 수자원 효율적 활용방안(한강수계, 보령댐) 자문보고서

2. 용수공급능력 평가

- 보령댐 용수공급능력 분석결과 유역 유출율이 3.2% 감소하였으며, 이는 용수공급능력에 영향을 주는 최갈수기간평균 유입량이 설계시 2.67m³/s에서 댐 준공후 1.53m³/s로 1.14m³/s 감소하였고 비홍수기 유입량(2.31 → 1.43m³/s, 감38%)이 감소한 것이 주요 원인으로 검토됨

3. 유역면적 대비 용수공급 적절성 비교

- 보령댐 유역면적 대비 공급계획은 기존 댐 설계 계획 방식에 따름
 - 국내 다목적댐 29개를 비교하면 획일적인 방식으로 계획되어 유역면적 대비 용수공급 용량이 R2=0.95의 거의 유사한 추세를 나타내고 있음
 - 보령댐은 그래프에 붉은 점으로 표시되어 있으며, 20~30년간 이수안전도를 평가하는 계획방식에서는 타당하게 평가된 것으로 판단되지만 최근 발생한 가뭄과 물부족 현상을 볼 때, 기존의 댐 설계 계획방식은 기후변화와 가뭄의 적응에는 한계가 있는 것으로 판단됨
 - 댐 용수 확보량 대비 수요량을 보다 보수적으로 계획할 필요가 있으며, 댐 계획시 상·하류에 연계 운영이 가능하도록 계획하거나, 광역망이나 지하수 함양 및 재이용 방안을 병용하여 용수 부족의 비상상황을 대비할 수 있는 방안을 댐 계획 단계에서 반영할 필요가 있다고 판단됨



[그림 5] 29개 다목적 댐의 유역면적 대비 용수공급 계획량

04 가뭄 대응방안

1. 가뭄 대응방안의 구분

- 가뭄으로 인한 물 부족에 대한 대책은 물 공급을 증대하거나 물 수요를 감소하는 수단으로 구분할 수 있음
 - 물 수요를 줄이는 수단은 비구조적 방안으로 구분할 수 있으며, 비상재정지원과 같은 비상대책이 포함되어야 함
 - 물 공급을 증대하는 방법은 저수 및 도수시설과 같이 장기간에 걸쳐 수립될 수 있는 점에서 장기적인 대책으로 분류할 수 있음, 장기대책은 수요자에게 신뢰할 수 있는 물 공급을 제공하는 항구적인 가뭄해소 대책으로서 단기대책의 필요성을 제한하고 비상대책이 요구되는 상황을 최소화하는 계획이어야 함

[표 2] 분야별 가뭄 대응 정책방안

구 분	비구조적 방안	구조적 방안
유역단위 단기 정책	• 상수원 수준의 안전한 금강 수질관리 • 비상 급수조절 계획 수립 • 근거리 물수송 계획 수립 • 물 절약 주민 홍보 및 교육	• 노후 불량 관거 누수율 개선 • 상수원 개발 및 지방상수도 보수 • 충남 상수도(병물) 생산 및 저장 거점 조성 • 물 재이용을 통한 용수확보 • 모듈형 정수처리시설 도입
유역단위 장기 정책	• 효율적 물 수요관리계획 수립 • 가뭄에 따른 수돗물 차등 적용 • 가뭄보험제도 도입 • 농경지 대체작물 전환	• 광역상수도 신규개발 조기시행 • 해수 담수화, 지하저류댐, LID시설 도입 • 농업용수 계측관리 • 농업용수 공급 및 사용 효율화
댐 운영 및 구조개선 방안	• 수면관리권 및 수리권 재조정 • 댐 설계기준 개정 및 가뭄시 용수확보 능력 강화	• 도수관로의 광역상수도 이송 전환 • 비상방류시설 보완 및 신설 • 다목적 저류시설 • 본댐 증축 또는 조정지 설치

- 수자원의 확보는 유역에서 발생한 강우유출수를 저류시설로 차집하는 방법이 댐과 저수지를 활용한 주요 수자원 확보 방안이기 때문에 충분한 양과 양질의 수자원을 확보하기 위해서는 유역차원의 관리가 필수적임, 또한 확보된 수자원의 저류량을 늘리고 홍수 등의 비상시 배수능력을 강화하는 등 효과적인 운영을 위해서는 댐의 운영과 구조적인 개선이 요구될 수 있으므로 댐 시설에 직접적으로 적용할 수 있는 방안으로 구분하였음

2. 유역단위 단기 정책방안

- 상수원 수준의 안전한 금강 수질관리
 - 금강의 하천수는 매년 수온이 상승하는 하절기에는 녹조가 번성하고 있으며, 독성물질을 배출하는 주요 남조류도 관측되고 있음, 특히 조류 발생은 강수량과 유량이 감소하고 일조가 충분히 유지되는 시기에 집중적으로 발생하는 특성이 있어, 도수로를 가동하는 가뭄에 특히 취약할 것으로 예상됨
 - 안전한 상수도 공급을 위해서는 조류와 냄새 제거를 위하여 보령정수장의 고도처리시설 도입이 요구되며, 댐 상류 지역 상수원보호구역 지정의 필요성 검토가 요구됨
- 비상 급수조절 계획 수립
 - 댐용수 및 생·공용수 제한 공급과 급수체계 조정에 대한 사전 계획을 수립할 필요가 있으며, 정기적인 모의 훈련을 통해 비상용수 확보방안, 용수 자율 절감방안을 실행에 옮길 수 있는 준비가 요구됨
 - 또한 자율 절감으로 가뭄 극복이 어려운 경우를 대비하여 중앙부처, 광역자치단체에서 긴급 절수 명령을 발효할 수 있도록 제도를 정비할 필요가 있음
- 노후·불량 관거 누수율 개선
 - 충청남도는 2015년 11월 기준으로 누수율 15.7%로 전국 평균 10.7%에 비해 높은 편이고 특히, 도내 서부지역 8개 시·군은 평균 25%으로 상당량의 상수가 누수되고 있음
 - 국고지원에서 제외되어 왔던 상수도 유지관리 비용이 국비로 지원될 수 있도록 중앙부처, 도, 시·군은 상수도사업에 관심을 갖고 협업을 통하여 누수율 제고에 노력해야 할 것임

● 상수원 개발 및 지방상수도 복원

- 그동안 폐쇄 또는 폐쇄 예정중인 시·군 지방상수도의 적극적인 활용이 필요함
- 단일 공급체계인 광역상수원수의 의존을 개선하기 위하여 용수량 20% 확보가 가능하도록 지역 단위 중소규모 전용상수원 확보를 위한 자원과 대체수자원 개발가능 수량 및 자원 조사(지하댐, 강변여과수 등)가 필요할 것임
- 폐쇄 예정인 지방상수도 시설은 복구하여 활용하고 단순 폐지가 아닌 비상급수 공급시설로 유지 방안을 검토하며 1개 시·군당 1개소 이상의 자체 수원을 확보가 필요함

● 충남 상수도(병물) 생산 및 저장 거점 조성

- 주요 상수도 시설을 거점으로 선정하여 비상 용수 공급을 위한 물 은행 개념의 병물 생산 및 저장 거점을 조성, 생산한 병물은 일정량의 비축분을 상시 제고하고 특히 가뭄 발생의 기점이 되는 7월 ~ 9월 중에 비축량을 충분히 확보하면 가뭄 발생시 권역내의 단수 또는 제한급수 지역에 용수공급을 위한 거점으로 활용이 가능할 것임

● 근거리 물수송 계획 수립

- 하천유역 상·하류 간 협력과 유역차원의 종합적 관점에서 유역 내 상·하류 간 협력이 필요함, 상이한 유역간에는 수자원 특성이 다르고 인접지역의 가뭄이 발생하였음에도 물 부족 현황이 다르게 나타날 수 있음
- 때문에 비상용수의 이송을 위한 물 수송 계획의 수립이 필요하고, 이러한 방안은 가뭄 발생을 대비한 대기 비용이 비교적 적지만 큰 효과를 낼 수 있는 방안임, 수자원이 풍부한 충남 중남 부지역에서 물부족을 겪었던 서부지역 보령담광역상수도 권역안에서 지방상수도, 광역상수도, 농업용 저수지 등을 연결하는 근거리 물 수송 계획의 수립이 필요함

● 물 재이용을 통한 용수확보

- 빗물은 수질이 양호한 청정 대체 수자원이며 하폐수처리수 및 중수도의 재이용을 통한 용수의 확보도 가능함, 도내 공공하수처리시설은 2015년 기준으로 56개소(처리량 500m³/일 이상)이며 48,142천m³의 하수처리수를 농업용수 등으로 재이용 할 수 있음, 특히 지하 저류 시설과 연계 하면, 수질을 개선하고 가뭄을 대비한 저장 기능을 강화한 간접 재이용(Indirect Reuse)도 가능함
- 중수도는 대형 건물 등에서 사용한 수돗물을 자체 정수하여 청소, 조경용수 등으로 사용하여 수돗물의 재이용이 가능함

● 모듈형 정수처리시설 도입

- 모듈형 정수처리시설은 기존의 이동형 정수처리시스템과 유사하며, 다양한 정수처리시설 공정을 규격화하여 각 단계의 시설 또는 동일 단계의 시설이 직렬 또는 병렬로 신속하게 연계가 가능한 시설로 개발되고 있음
- 비상용 시설은 비가뭄시 활용성이 떨어질 수 있는 점을 보완하기 위하여 평소 인구집중 유발 행사, 축제 행사장, 성수기 피서지 등의 지역에 활용하고 가뭄시에 물 부족지역의 정수처리 시설로 투입이 가능함

● 물 절약 주민 홍보 및 교육

- 시민의 참여 없이 행정기관의 노력만으로는 가뭄대책의 효과가 반감될 수 있고, 시민들의 적극 동참 없이는 가뭄대책의 실효성에 한계가 있을 수 있음
- 시·군 및 관계기관은 주민들을 대상으로 현재의 수자원에 대한 올바른 상황전달과 물 절약 홍보가 지속적으로 추진되어야 할 것임, 일반주택은 물론 물을 많이 사용하는 리조트 등에 절수기기 보급과 함께 물절약 생활화를 유도하고 관내의 모든 학생에게 홍보할 수 있도록 학교와의 협조도 필요할 것임

2. 유역단위 장기 정책방안

● 효율적인 물 수요관리계획 수립

- 기존의 수자원 관련 계획은 공급자 중심의 국가계획에 의하여 추진되었으나, 지속적으로 증가하는 물 수요량을 수용할 수 없는 한계의 상황이 다다를 수 있으므로 기존에 확보된 수자원을 효율적으로 활용하기 위한 수요관리 방안을 체계적으로 정립할 필요가 있음
- 물 수요관리계획에는 물 수요를 관리하기 위한 생활용수, 공업용수, 농업용수 소비패턴 분석과 개선을 추진하고, 물 과다 사용지역과 부족지역을 조사하고 과다 사용의 원인과 절감방안을 도출하여 실행에 옮길 수 있는 방안이 반영되어야 할 것임
- 또한 물 절감을 위하여 노후관망 정비사업, 절수기기 보급, 하수처리수, 중수도, 빗물이용시설 등 설치, 아산신도시 물 재이용사업(탕정 일반산업단지 공업용수 공급), 공공 및 가정부문, 빗물 저금통, 저류시설을 적용하기 위한 중장기 로드맵을 제시하고 정책의 실현될 수 있도록 추진해야 할 것임

● 가뭄에 따른 수돗물 차등 적용

- 극심한 가뭄 발생 시에는 차등적 수도 요금제도(Drought Rate Structure)를 적용할 수 있음, 물이 부족한 가뭄시기에 비상대책을 동원하여 생산한 수돗물은 평시와 그 생산비용이 다른 것인 현실이며, 이에 대한 부담을 현실적으로 반영하고 지속적인 시설의 유지관리 및 대응방안 개선을 위한 비용은 어떠한 방법에 의해서든 확보되어야 할 것임
- 아직 물에 대한 경제적 가치의 인식이 부족한 우리나라에서는 가뭄시 수돗물 생산 및 공급을 위하여 증가되는 모든 비용을 수요자가 부담하는 것에는 받아들이기 어려운 부분이 있을 수 있으므로 비용 상승분의 일부를 용수절감 인식 확산 차원에서 점진적인 적용이 요구됨
- 또한 물의 낭비적인 소모를 방지하기 위해 기준량 이상을 사용한 양에 대해서는 물 값을 차등 부과 하는 요금체계를 고려할 필요가 있음

● 가뭄보험제도 도입

- 식당, 농경지, 산업시설 등과 같이 소득을 위한 시설을 운영하는 경우, 용수공급의 전면 중단은 매우 심각한 경제적 파장을 가져올 수 있음
- 특히 소규모 식당이나 농가의 경우, 당해 연도 생계를 유지하기 어려운 수준의 상황이 발생할 수 있으며, 대형 산업시설은 생산의 차질로 인하여 기업의 유지가 어려운 상황이 발생할 가능성이 있음, 이에 가뭄으로 인한 물 부족으로 발생하는 경제적 피해의 일부를 상쇄시킬 수 있도록 보험제도를 신설하여, 가뭄 발생에 따른 유·무형의 경제적 피해를 보완할 수 있는 방안의 도입 요구됨

● 광역상수도 신규개발 조기시행

- 2025 국가 수도정비기본계획³⁾에 확정·반영된 사업을 조기 시행하도록 요청하여 장래 용수부족을 미리 대비할 필요가 있음
- 대청댐계통 Ⅲ 단계 광역상수도사업은 천안시, 아산시 생활용수와 세종특별자치시, 청주시, 천안시, 아산시, 서산시, 당진시, 예산군 공업용수 부족을 해소하기 위해 대청댐광역 및 아산공업용수 체계조정하고 606천㎥/일(생활 84천, 공업 522천) 확장하는 사업이다. 총사업비 7,259억 원으로 2013년부터 2019년까지 취수장 1개소(822천㎥/일), 정수장 2개소(244천㎥/일), 조절지 1개소, 가압장 3개소, 관로 130.8km를 계획하고 있음

3) 국토교통부, 2015, 2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경 보고서

- 충남 서부권 광역상수도사업은 서산시, 당진시, 홍성군, 예산군, 태안군 생활용수 부족을 해소하기 위해 충남서부권광역을 100천㎥/일 공급하는 사업으로 100천㎥/일(생활용수) 확장하는 사업임, 총 사업비 2,807억 원으로 2017년부터 2021년까지 저류조 1개소, 가압장 4개소, 관로 118.7km를 시공함

● 해수 담수화 도입

- 해수담수화란 직접 이용이 어려운 바닷물에서 염분을 포함한 용해물질을 제거하여 순도 높은 음용수 및 생활용수, 공업용수 등을 얻어내는 수처리 과정을 일컬음
- 담수화 설비는 증발법, 역삼투압 방식 등이 있음, 증발법은 역삼투압법에 비해 에너지 소비량이 3배나 더 많기 때문에 원유 가격이 안정적인 중동 지역을 제외하면 주로 역삼투압 방식이 널리 퍼져 있음
- 해수담수화는 수자원 시설의 설계빈도 이상의 극한 가뭄을 극복할 수 있는 항구적이고 안정적인 용수공급 방안으로 물 안보에 기여할 수 있을 것으로 전망됨, 특히 당진화력, 태안화력, 대산 국가산단과 같은 국가 기반시설의 운영을 위해 비상시에 용수 공급이 가능한 이원체제 확보가 요구됨

● 지하댐 도입

- 지하댐은 댐 용도의 포괄적 기능에 따라 이수목적의 저수댐에 해당되며, 풍수기에 하천의 잉여 수량을 저류하여 홍수량을 유역에서 분담시키고 이상가뭄, 수질사고 등 비상시에 용수를 공급할 수 있는 방안임, 국내의 지하댐은 총 6개소이며 충청남도 공주시 우성면 옥성리에 옥성지하댐이 농업용수를 위해 27,900㎥/일의 시설이 설치되어 있음
- 지하에 물막이 댐과 방사상집수정 등의 구조물을 설치하여야 하므로 지형·지질적 제한을 받는 단점이 있으나, 이러한 조건을 충족할 경우, 대용량의 양질의 용수를 얻을 수 있는 장점이 있음
- 지하수위 상승으로 하천의 건천화 방지 효과를 얻을 수 있고 방대한 부지의 수몰과 수생태계의 단절시키는 구조물이 불필요하여 지속가능한 물 저류시설로 꼽을 수 있음
- 또한, 지상에 대형구조물을 설치하지 않아도 되므로 환경 피해를 최소화 할 수 있는 정성적 효과도 있음
- 따라서 국가나 지역차원에서 용수수급 계획을 수립할 경우 실현 가능한 대안으로 지하댐을 적극 반영함으로써 국가단위나 지역단위의 수자원 초기 개발계획 단계에서 부터 용수수급에 유연성을 제고하는 한편 지속가능한 수자원 개발에 일익을 담당할 수 있을 것임

● LID(Low Impact Development) 시설 도입

- LID는 도시화에 따른 수문학적 문제점들에 대해 지역 내의 자연적 시설과 수문학적 기능을 보존하는 통합적인 접근 방법을 통해 도시유역 내의 물순환을 개선하고자 하는 도시설계 방법임
- 대표적인 저영향개발 기술요소에는 식생체류지, 옥상녹화, 나무여과상자, 물재배화분, 식생수로, 식생여과대, 침투도랑, 침투통, 투수성 포장, 모래여과장치, 빗물통, 빗물정원, 인공습지 등 이 있고, 도시지역의 비점오염원 관리 및 건전한 물순환 체계확보를 위해 확대 적용하여 분산된 물순환 건전화 방안의 도입이 요구됨

● 농업용수 계측관리

- 기존 농업용수 공급은 대부분 개수로를 이용하며 필요에 따라 인근 지선에서 수로를 연결하는 방식으로 확장됨에 따라 정확한 사용량과 공급량을 파악하기 어려운 것이 현실임, 때문에 절감량과 절감 방안을 도출하는데 한계가 있으며, 과학적인 농업용수관리를 위해서는 용수의 저류량·이송량의 계측 및 전산 Network 시스템이 필수임

● 농업용수 공급 및 사용 효율화

- 수자원 총량의 약 18.89%가 용수로 활용되고 있으며, 활용되는 용수의 54%가 농업용수로 공급되고 있음, 농업용수를 생활용수로 용도전환하기 위해서는 농업용수 소요량과 공급 가능한 수량을 파악하고 용도전환이 가능한 여유량을 판단해야 하지만 현재까지 농업용수는 정확한 이용수량이 파악되지 않아 효율적인 활용이 불가능함
- 농업용수의 효율화를 위해서는 농업용 저수지의 수위를 실시간 계측하고 수질 조사 빈도를 높일 필요가 있으며, 저수지에서 농경지로 공급되는 유량, 농경지에서 하천으로 방류되는 퇴수량을 계측하고 지능형 물정보시스템을 통한 효율화가 필요함

● 농경지 대체작물 전환

- 평야지역이 넓게 형성되어 있는 서북부 지역은 연강수량 700mm 미만의 약 10년 한발빈도의 가뭄이 발생에도 농업용수 공급이 불가능한 지역이 매우 넓게 산재되어 있음
- 가뭄과 고온으로 모내기를 하지 못할 경우 대체작물로 전환하여 재배할 필요가 있음, 주요 대체작물로는 모내는 시기가 늦어 모를 심지 못한 논은 콩·팥·녹두·메밀·조·가을감자·엽채류(열무·배추)·사료작물(수수류) 등을 추천하며 대체작물을 심기 위해서는 우선 가뭄이 해소돼 물이 충분히 공급돼야 가능하므로 작물별 파종 한계기도 감안해야 할 것임

- 7~8월은 가뭄 발생을 판단하기에는 다소 이른 시기이나 기존의 논 농경지의 대체 작물 전환을 통해 농업용수 수요량을 절감할 수 있으며, 가뭄에 견디는 능력이 뛰어난 작물의 재배를 통하여, 농가의 안정적인 소득 보전에도 긍정적인 효과를 기대할 수 있음

3. 댐 운영 및 구조개선 방안

● 도수관로 광역상수도 이송 기능 전환

- 금강-보령댐 도수관로를 충남중부권 광역상수도과 연결하면 도수로는 대청댐의 상수원을 이송이 가능해짐, 이러한 용도전환은 용수 압송비용을 효율적으로 활용하고 대전·세종을 포함한 충청 남도를 광역상수 원형 공급 그리드를 구축하여 안정적인 수자원 공급 체계를 형성할 수 있음

● 수면관리권 및 수리권 재조정

- 물부족과 물 이용 욕구가 높아지면서 물자원의 배분과 수질관리를 둘러싸고 이해당사자 간 갈등과 분쟁이 더욱 부각되고 있음, 물자원 배분 및 조정의 원칙과 체계의 미비는 물자원의 효과적인 관리와 합리적인 이용을 저해하는 요소가 될 수 있음
- 그리고 댐의 용수량은 유역의 실제 수리권을 갖고 있는 이해당사자간의 의견 조정과 합의로 관리되어야 함에도 불구하고, 수면관리 및 댐 시설관리자의 판단에 의해서 수량관리가 되고 있어 수요자 중심의 수량관리 개념이 부족하다고 볼 수 있음
- 특히 댐에서 지속적으로 이용하고 있는 발전용량은 유역의 이해당사자, 용수 수리권자 등과의 협의나 합의 없이 활용되고 있어, 용수가 충분히 공급 가능한 시기에는 문제가 되지 않지만, 용수 손실 및 확보를 위해 많은 예산이 투입되는 가뭄시에는 매우 중요한 용수이용의 문제이므로 이에 대한 사회적 합의가 선행되어야 할 것임

● 비상방류시설 보완 및 신설

- 비상방류시설은 여수로와는 별도로 여수로 웨어마루 이하의 저수용량을 배제시키는 시설물로서 저수지 초기 담수시 담수속도조절, 운영 또는 유지관리시 저수지를 비워야 할 경우, 가뭄시 비상 공급 등을 위해 설치되어야 하는 시설물이며 용도에 맞는 기능이 발휘될 수 있도록 충분한 방류 능력을 가지고 있어야 함
- 댐 설계 기준에 의하면 큰 댐에서 이상가뭄 발생시 비상용수 공급을 위해서 저수위와 사수위 사이에 비상용수 방류관을 설치하는 것이 일반적이라고 기술되어 있으므로 가뭄시 비상공급을

위해서 저수위와 비상용수 방류관 사이의 용량을 갈수용량으로 정의하고, 가뭄 등 비상시 활용할 수 있도록 방류시설 보완이 필요함

● 다목적 저류시설

- 댐상류 저수구역내 다목적 저류시설 설치를 통해 퇴사를 상류에서 차단하여 댐의 저수용량과 비상용량을 증대시키고 원활한 취수 기능을 유지할 수 있도록 함

● 본댐 증축 또는 조정지 설치

- 댐 재개발 사업은 이수능력 및 홍수조절용량 증대를 위해 댐 증고 또는 증축의 검토가 가능함, 특히 댐의 조정지는 한정된 수자원을 하류로 흘려보낼 때 손실량을 방지하고 다양한 치수 또는 비상시 상황을 대비하기 위하여 설치하게 됨
- 보령댐에는 조정지 댐이 없기 때문에 발전용수는 전량 하천 유지용수로 공급되고 있음, 적절한 규모의 조정지 댐이 보령댐 하류에 설치된다면, 유역에서 농업용수나 하천용수를 요구하는 이해당사자와 보령댐 시설 및 수면관리자의 이해관계간의 의견을 조정할 수 있는 물리적 유량 완충기능의 확보가 가능할 것임

● 댐 설계기준 개정 및 가뭄시 용수확보 능력 강화

- 기존의 과거 20~30년간 이수안전도를 평가하는 계획방식에서는 기후변화와 가뭄의 적응에는 한계가 있는 것으로 판단되며, 댐 설계 방식의 개선이 요구됨
- 댐 용수 확보량 대비 수요량을 보다 보수적으로 계획할 필요가 있으며, 댐 계획시 상·하류에 연계 운영이 가능하도록 계획하거나, 광역망이나 지하수 함양 및 재이용 방안을 병용하여 용수 부족의 비상상황을 대비할 수 있는 방안을 댐 계획 단계에서 반영할 필요가 있다고 판단됨

정 우 혁

충남연구원 서해안기후환경연구소 책임연구원, 041-635-3933

김 영 일

충남연구원 서해안기후환경연구소 연구위원, 041-635-3932

※ 본 리포트는 2016년 충남연구원 전략과제인 ‘보령댐 급수능력 평가 및 가뭄 대응방안 연구’를 요약 정리한 것임

- 국토교통부, 1990, 보령댐 타당성조사보고서
국토교통부, 1990, 보령댐 타당성조사보고서
국토교통부, 2015, 2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도) 변경 보고서
국토해양부, 2011, 수자원장기종합계획(2011~2020)
김영일, 정우혁, 기후변화에 따른 가뭄극복을 위한 충청남도의 수자원 활용방향 및 과제, 열린충남 제74호, pp. 39~47, 충남연구원, 2016
정상만, 2014, 국가 가뭄 모니터링시스템 개선을 위한 정책 제언, 한국수자원학회 수자원정책 비전, 2(1), pp16-23
정우혁, 노선희, 김영일, 보령댐 급수능력 평가 및 가뭄 대응방안 연구(전략연구 2016-33), 충남연구원, 2016
충청남도, 지방상수도 기존수원활용 및 신규개발 조사연구, 2016
충청남도, 충남 수자원종합계획, 2014
충청남도, 충청남도 물수요관리 종합계획, 2012
충청남도 물관리정책과, 2015, 가뭄극복 방안
충청남도, 2015, 충남수자원종합계획
한국농어촌공사, 농촌용수종합정보시스템, <https://rawris.ekr.or.kr>
한국수자원공사 물관리센터 수자원개발과, 2016, 댐 용수부족 대비 용수공급 조정기준 개선 (안)
한국수자원공사, www.kwater.or.kr
한국수자원공사, (주)홍익기술단, 2016, 기존 수자원 효율적 활용방안(한강수계, 보령댐) 자문보고서
환경부, 2016, 2014년 상수도 통계연보