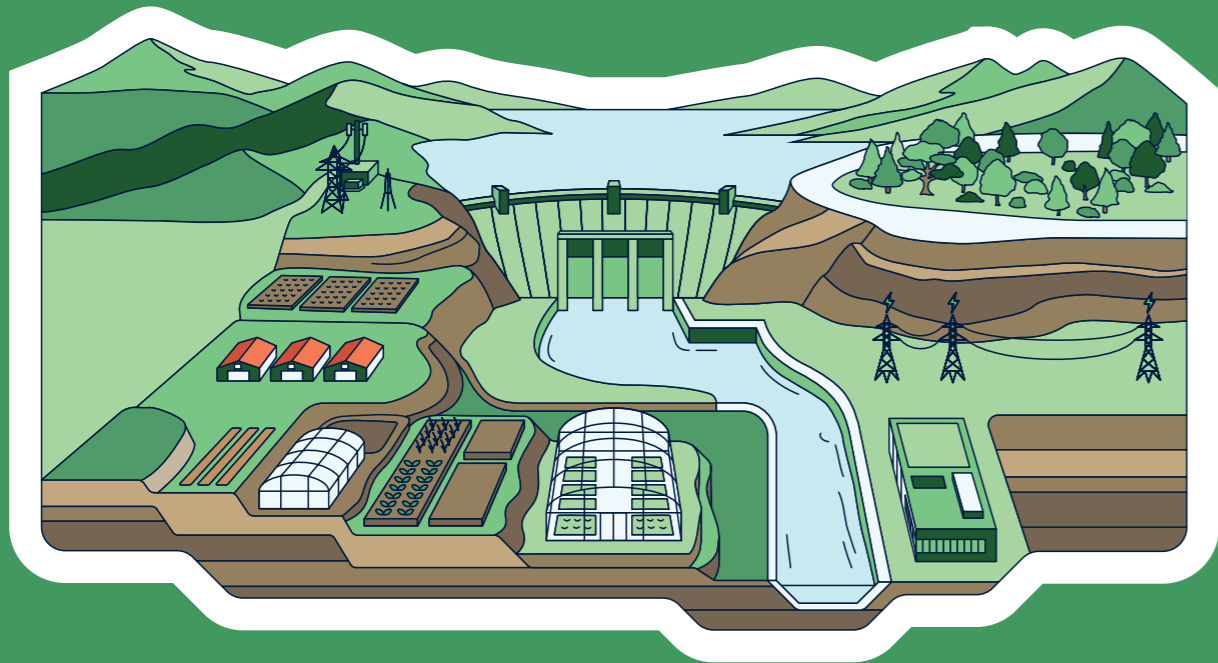


# PART 2

## 트렌드 기술기사



- |  |    |
|--|----|
| <b>1. 홍수가뭍 위험 저감을 위한 저수지 운영의 발전과<br/>기후변화 적응 과제</b><br>이상호 교수 (부경대학교)                            | 48 |
| <b>2. 기후위기 시대 농업용 저수지 미래 가치와 다목적 활용 전략</b><br>최경숙 교수 (경북대학교)                                     | 60 |
| <b>3. 댐에서 호수로, 물 인프라의 지역가치 전환</b><br>배영대 처장   도기봉 부장   장성필 차장<br>(한국수자원공사 수자원기획   수자원사업   수자원계획) | 72 |
| <b>4. 기후변화 고려 댐 안전성 강화사업 사례분석</b><br>곽상신 부장 (한국수력원자력 수력처)  | 84 |

# 홍수·가뭄 위험 저감을 위한 저수지 운영의 발전과 기후변화 적응 과제

Advances in Reservoir Operation for Flood and Drought Risk Reduction and Climate Change Adaptation



**이상호** 부경대학교 교수  
peterlee@pknu.ac.kr  
051-629-6076

## 요약 (Abstract)

국내 저수지 운영 기술은 홍수 대응 측면에서 설계 개념을 반영한 단독 저수지 운영에서 저수지군의 홍수조절 연계운영으로 발전하였다. 한강대교 연 최고수위가 100여 년 사이에 두드러지게 감소한 사실은 다목적댐 시설과 저수지 연계운영 기술이 복합적으로 홍수위 저감에 기여하였음을 시사한다. 가뭄 대응 측면에서는 이상갈수 시 용도별 우선순위에 따라 물을 공급하는 저수지 운영에서 위험회피 목적의 용수공급 조정기준을 적용하는 저수지 운영으로 발전하였다. 대암댐 하류 태화강변의 침수는 시설 간 홍수 대응 능력의 불균형을 완화할 필요성을 드러냈다. 농업용 왕신저수지의 사면 깎임 피해와 수력발전용 괴산댐 월류 사례는 설계홍수 유입량 규모의 상향과 댐 안전성 강화의 필요성을 시사한다. 기후변화는 장기간의 기후 자료에서 확인된다. 홍수가뭄 위험 저감을 위한 저수지 운영의 발전을 토대로, 현실화하였거나 예상되는 댐 관련 문제를 해소하는 과정이 기후변화 적응이라 할 수 있다.

**키워드:** 저수지, 홍수조절, 가뭄, 위험회피, 기후변화

**Keywords:** Reservoir, Flood control, Drought, Hedging, Climate change

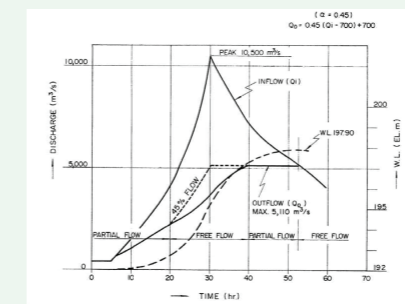
# 1. 홍수 시 저수지 독립 운영에서 저수지군 연계 운영으로

## 1.1 소양강댐과 충주댐의 설계 및 1990년 홍수조절 저수지 운영

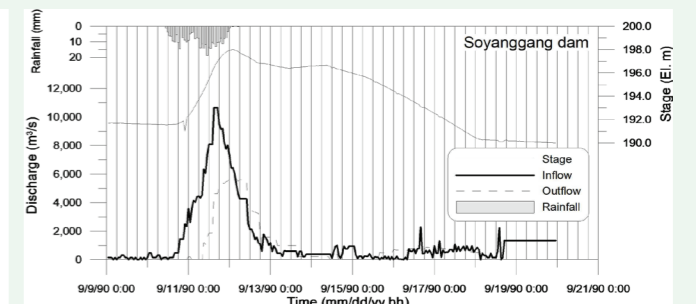
대한민국의 다목적댐 중 하류 침투홍수 저감 능력이 큰 댐은 충주댐과 소양강댐이다. 이들 댐의 홍수기 저수지 운영은 단독 운영에서 연계 운영으로 발전하였다. 먼저, 연계운영 이전 단계의 사례로서 1990년 홍수 시 소양강댐과 충주댐의 운영을 살펴보고자 한다.

소양강댐의 타당성 조사 보고서는 1968년에 작성되었고, 충주댐은 ‘한강유역 조사’(Ministry of Construction, 1971)를 통하여 제안되었다. 소양강댐 설계 당시의 홍수조절 수문 조작 지침은 일정률(constant rate) 및 일정량 운영(constant flow operation) 방식을 따른다. 예를 들어 [그림 1]에서 보듯이, 200년 재현기간의 설계 최대 유입량 10,500 m<sup>3</sup>/s에 대하여 일정률 값은 0.45 이하로 설정된다. 적용된 0.45는 설계홍수에 대하여 저수지 수위를 설계홍수위(EI. 198.0m) 이하로 유지하기 위한 최대 한계값이다.

[그림 2]는 소양강댐의 대표적 홍수조절 사례로서, 1990년 9월 홍수 당시 홍수예보 체계로부터 추정된 유입 수문곡선을 바탕으로 수행된 저수지 운영 기록이다. 당시 침투 유입량은 10,653 m<sup>3</sup>/s, 최대 방류량은 5,675 m<sup>3</sup>/s, 최고수위는 EI. 197.99 m였다. 이는 1973년 준공 이후 1984년에 이어 두 번째로 설계홍수 규모의 유입홍수를 조절·방류한 사례이다.



[그림 1] 소양강댐의 재현기간 200년 홍수에 대한 홍수조절 수문곡선  
\*출처: Nippon Koei (1973)



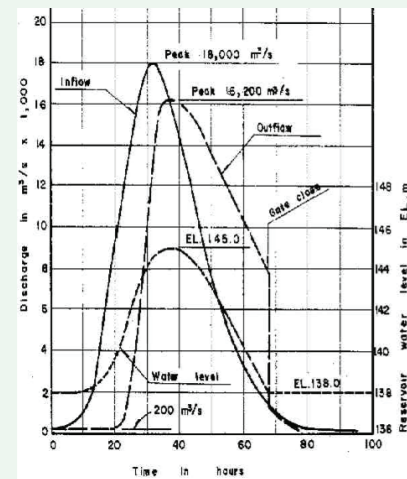
[그림 2] 소양강댐의 1990년 9월 홍수조절 저수지 운영  
\*출처: 건설교통부 한국수자원공사 (2006)

충주댐은 1985년에 준공되었는데, 준공 초기의 홍수조절 규정은 두 가지 주요 규칙을 담고 있다. 첫째, 홍수기에 댐으로부터 총방류량은 발전방류량을 포함하여 200 m<sup>3</sup>/s

로 제한된다. 이 유량은 저수지 수위가 EL. 139.5 m에 도달할 때까지 유지된다. 둘째, 저수지 수위가 EL. 139.5 m를 초과하여 상승하면, 여수로 방류량은 '홍수 방류량 규정곡선 (flood discharging rule curve)'에 따라 수문을 부분적으로 개방함으로써 점진적으로 증가시켜야 한다. 즉, 방류량은 규정곡선에 따른 저수지 수위의 함수로 결정된다. 이러한 규칙에 따라 500년 빈도 홍수를 조절한 표준 홍수 수문곡선은 [그림 3]과 같다.

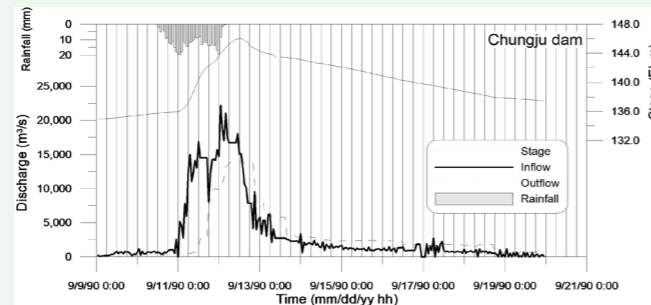
[그림 4]는 충주댐의 대표적인 홍수조절 사례로서, 1990년 9월 홍수 당시 홍수예보 체계로부터 추정된 홍수 유입 수문곡선을 바탕으로 수행된 저수지 운영 기록이다. 당시 첨두 유입량은 22,164 m<sup>3</sup>/s로서, 500년 빈도 첨두 유입량인 18,000 m<sup>3</sup>/s를 크게 초과하였다.

반면 최대 방류량은 표준 홍수 수문곡선[그림 3]의 16,200 m<sup>3</sup>/s보다 작은 14,000 m<sup>3</sup>/s였고, 최고수위는 계획홍수위 EL. 145.0 m를 1.03 m 초과한 EL. 146.03 m에 도달하였다.



[그림 3] 충주댐 500년 빈도 홍수의 표준 홍수 수문곡선

\*출처: 건설교통부 한국수자원공사 (2006)



[그림 4] 충주댐의 1990년 9월 홍수조절 저수지 운영

\*출처: 건설교통부 한국수자원공사 (2006)

1990년 9월 홍수 때 소양강댐과 충주댐의 홍수조절은 한강 하류의 홍수량 저감에 크게 이바지하였다. 그럼에도 불구하고 한강 우안의 일산제방은 한강 수위가 제방고보다 낮은 상태에서 관공(管孔, piping) 현상으로 붕괴되어, 경기도 고양군 전체 면적의 약 70%가 침수되었다[그림 5]. 또한 서울시 강동구 성내동과 풍납동의 저지대는 내수에 의하여 침수되고 고립되었다. 당시 두 다목적댐의 저수지 운영자들은 두 댐의 방류가 합쳐져 한강 본류의 홍수위와 홍수량에 미치는 영향을 줄이기 위하여 노력하였을 것이다. 그러나 당시의 홍수조절은 두 저수지의 연계운동을 지원하는 의사결정 지원체계 없이 수행되었다는 점에서, 이후 연계운영 기술 발전의 필요성을 보여준다.

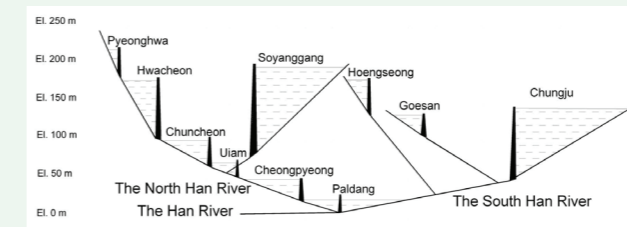


[그림 5] 1990년 일산 제방 붕괴와 고양군 침수  
\*출처: 국토교통부 (2014)

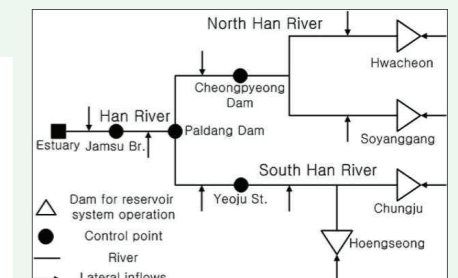
## 1.2 한강수계 댐군 홍수조절 연계운영 시스템 개발

한강유역에서 다목적댐으로서 소양강댐만 운영되던 시기의 1984년 대홍수와, 충주댐이 추가로 운영되던 시기의 1990년 한강 대홍수 및 이들 홍수로 인한 피해를 계기로, 저수지군 연계운동을 위한 의사결정 지원시스템의 개발 필요성이 대두되었다. 이에 따라 국비 지원의 '한강수계 댐군 홍수조절 연계운영 시스템 개발' 사업이 수행되었다. 이하에서 이 연구개발 사업의 내용 중 저수지군 연계운영의 일부를 소개하고자 한다.

한강수계에서 홍수조절에 기여할 수 있는 저수지는 다목적댐인 충주댐, 소양강댐, 횡성댐과 수력발전댐인 화천댐이다[그림 6]. 이들을 포함한 유역-하천-저수지 체계의 모식도를 [그림 7]에 나타내었다. 2004~2006년 기간에 개발된 '한강수계 댐군 홍수조절 연계운영 시스템'은 저수지군 연계운동을 위한 방류량 결정에 두 가지 규칙을 적용한다. 첫째, 여러 저수지의 저수 수준을 운영 종료 시점에 가능한 한 같게 유지하도록 하고, 이를 초과하는 저수량을 방류한다. 둘째, 댐 하류의 제어지점에 목표 유량을 설정하고, 목표 유량과 하도 통수능력 간의 여유 유량을 산정한 후, 이를 상류 댐들의 방류 분담 비율에 반영하여 연계운영 방류량 상한 시계열을 결정한다.



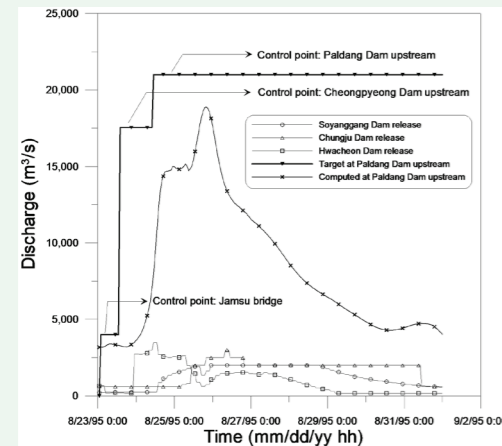
[그림 6] 한강 유역의 수계-저수지 모식도  
\*출처: Lee et al. (2017)



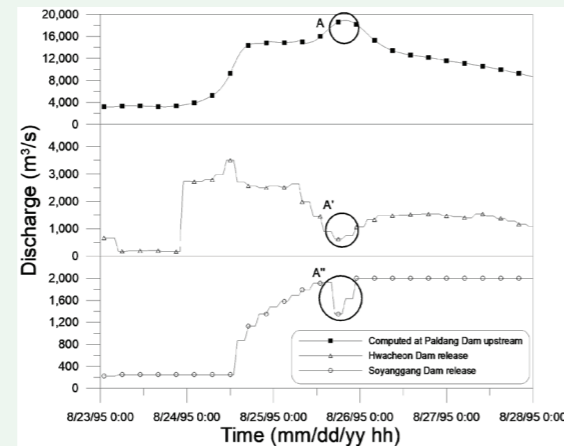
[그림 7] 연계운영 저수지와 수계 모식도  
\*출처: Lee et al. (2017)

[그림 8]과 [그림 9]는 과거 홍수사상(1995년 8월)에 대하여 홍수조절 연계운영 효과를 분석한 결과이다. [그림 8]은 홍수의 진행에 따라 제어지점이 한강 잠수교, 북한강 청평댐, 한강 팔당댐 직상류로 변경되는 과정을 나타낸다. [그림 9]는 1995년 홍수에 대한 저수지 연계운영 효과를 보여준다. 팔당댐 유입량은 8월 25일 20시에 최대값 18,902 m<sup>3</sup>/s에 이른다([그림 9]의 A). 그런데 이보다 이른 시각인 25일 13시에 방류량을 결정할 때는, 팔당댐 지점의 목표유량 21,000 m<sup>3</sup>/s 제약조건이 이미 반영되어 소양강댐의 방류량 감소가 시작된다([그림 9]의 A'').

즉, 조절 불가능한 팔당댐 유입량과 목표유량의 차로부터 계산된 방류 여유량의 일부가 소양강댐에 배분되었으며, 소양강댐의 방류량은 이 배분된 여유량의 범위 내에서 결정되었다. 화천댐의 경우도 8월 25일부터 27일까지 팔당 지점의 목표유량 제약을 받는다. 특히 25일 오후에는 제약 효과가 가장 크게 나타나 방류량이 현저하게 감소하였다([그림 9]의 A'). 반면 충주댐은 허용된 방류량 상한이 실제 결정 방류량보다 컸기 때문에, 목표유량에 의한 추가 제약이 발생하지 않았다.

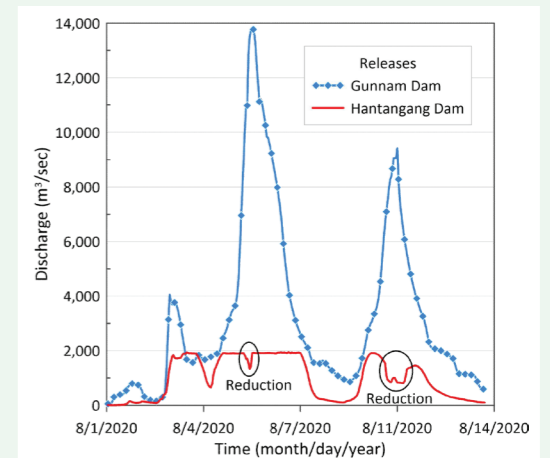


[그림 8] 제어 지점 목표유량과 홍수조절 연계운영 결과  
\*출처: 건설교통부 한국수자원공사 (2006)



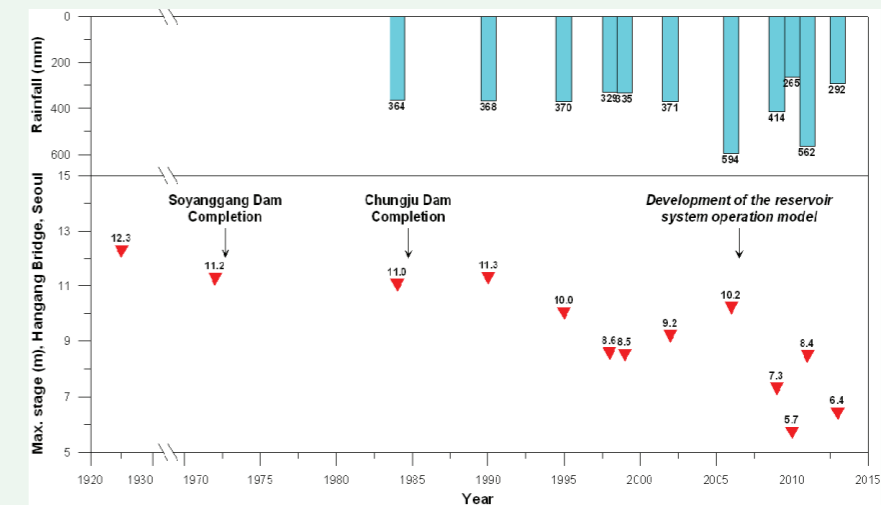
[그림 9] 1995년 8월 홍수에 대한 저수지 연계운영 효과  
\*출처: 건설교통부 한국수자원공사 (2006)

댐 하류의 유량 제약을 고려한 저수지 연계운영 기법은 다른 수계에 확대 적용되었다. [그림 10]은 임진강 지역의 2020년 8월 홍수 당시 두 저수지의 방류량 수문곡선을 나타낸다. 임진강 상류의 군남댐에서 방류된 홍수는 지류인 한탄강의 한탄강댐에서 방류된 홍수와 합해진다. [그림 10]으로부터, 군남댐 방류 홍수의 첨두유량이 과도하게 증가하지 않게 하려고 한탄강댐의 방류량이 두 차례 감축되었음을 알 수 있다.



[그림 10] 임진강 홍수 중 한탄강댐의 방류 축소

[그림 11]은 약 100년 기간의 한강대교 연 최고 홍수위를 나타낸다. 1925년 을축년 대홍수 때 한강대교 수위는 12.3 m로 기록 최고치를 보였다. 이후 1973년 소양강댐과 1985년 충주댐의 준공 후, 1995~2006년 기간의 한강대교 연 최고 홍수위가 두 댐 준공 이전 시기에 비하여 전반적으로 감소하였음을 확인할 수 있다. 특히 주목할 점은, 한강수계 댐군 홍수조절 연계운영 시스템이 적용된 2007년 이후로, 유역평균 강우량이 1984~2002년 기간보다 큰 경우도 한강대교 연 최고 수위가 현저히 낮게 나타난다는 점이다. [그림 11]이 시사하는 바는 다목적댐 시설과 저수지 연계운영 기술이 복합적으로 한강의 홍수위 저감에 기여하였다는 사실이다.

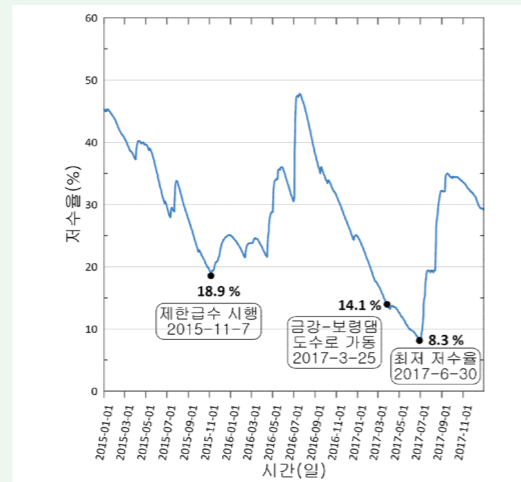


[그림 11] 한강대교 연 최고 홍수위의 변화  
\*출처: Lee et al. (2017)

## 2. 갈수기의 단계별 저수지 운영에서 위험회피 용수공급 조정기준으로

### 2.1 2013년 댐 저수의 용도별 우선 순위

가뭄은 수개월에서 수년에 걸쳐 지속되는 기상 현상으로서, 물 이용 측면에서 장기간 피해를 초래할 수 있다. 대표적인 사례로 2014년부터 2017년까지 지속된 보령댐 지역의 가뭄을 들 수 있다. 한편, 한국수자원공사의 2013년 ‘댐 관리규정’ 제7조 제2항은 이상갈수 시 댐 저수의 용도별 공급 우선 순위를 다음과 같이 규정하고 있다. “이상갈수 시에는 댐의 저수를 생활용수, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수, 환경개선용수, 발전용수의 순으로 공급한다.”



[그림 12] 2015-2017년 보령댐 일 저수율 변화와 주요 운영 조치

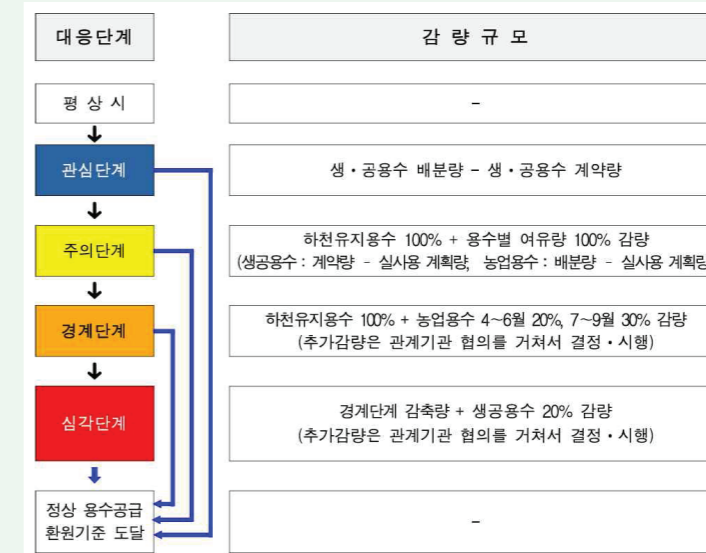
이 규정에 따르면, 댐 저수지 운영자는 댐 저수율, 강수량, 물 수요량 등의 정보를 바탕으로 이상갈수 여부를 판단하고, 용수를 우선순위에 따라 공급하는 방식으로 운영하고 이해할 수 있다.

이와 같은 서술형 용수공급 규칙 아래에서, 2014~2017년 가뭄 기간 동안 충남 서부권의 광역 생활·공업용수 공급은 심각한 어려움을 겪었다[그림 12]. 이러한 경험은 과학적 기법에 기반한 저수지 운영 기술의 개발 필요성을 제기하는 계기가 되었다.

### 2.2 저수지의 위험회피 용수공급 조정기준

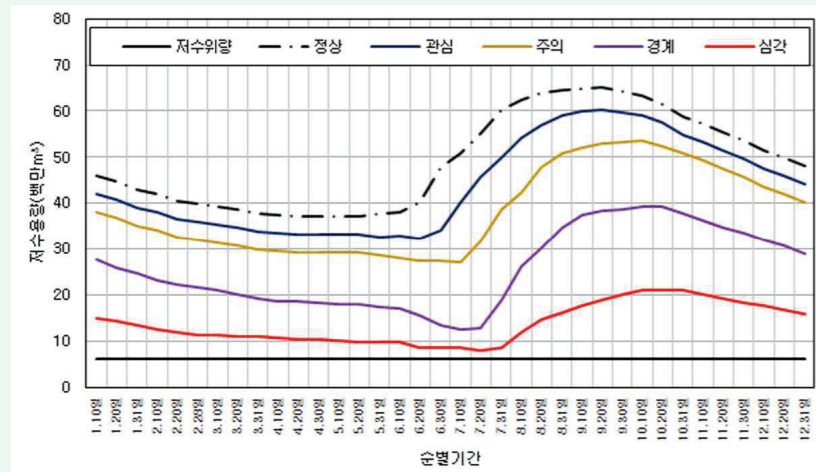
2014~2015년 기간에 우리나라에 발생한 심한 가뭄은 과학적 용수 감량공급 기법의 제도화를 촉진하였다. 이에 따라 한국수자원공사는 가뭄 시 저수지 용수의 안정적 공급을 위하여 2015년에 ‘용수공급 조정기준’을 개발하였다(한국수자원공사 2018). 용수공급 조정기준은 가뭄 단계를 관심, 주의, 경계, 심각한 네 단계로 구분하고, 다목적댐 및 용수공

급 전용댐을 대상으로 순(旬) 단위의 용수 감량공급 실행 저수량과 각 단계에 상응하는 용수공급 감축량을 제시한다. [그림 13]은 다목적댐의 용수공급 조정 체계를 나타낸다.



[그림 13] 다목적댐의 용수공급 조정 체계  
\*출처: 한국수자원공사(2018)

‘용수공급 조정기준’의 가뭄 단계별 감량공급 실행 저수량 산정 방법은 Lee(2018)에 상세히 기술되어 있으며, 그 주요 절차를 요약하면 다음과 같다. 감량공급 실행 저수량은 각 가뭄 단계에 대응하는 용수공급량에 대하여, 특정 연도의 특정 순(旬)에 정상적인 용수공급이 가능할 확률이 95 %가 되도록 설정한 단계별 기준 저수량이다. 다시 말하면, 각 순마다 장기간 평균적으로 5 %의 용수공급 부족을 허용하는 기준이다. Lee(2018)는 이를 “이수안전도 95 %를 반영하여, 475개 연도의 모의 운영에 해당하는 경우가 다음 해 1월 10일에 저수위(低水位)에 도달하지 않도록 운영될 수 있는 당해 연도 1월 10일 시점의 최저저수량”으로 설명하고 있다. 또한 감량공급 실행 저수량은 연속된 500년의 저수지 유입량 모의 자료를 1년 단위로 구분한 뒤, 각 연도의 입력 자료를 독립적으로 적용한 저수지 모의 운영을 500회 수행하여 결정된다(진영규 등, 2021). 용수공급 조정기준은 용수를 사전에 감량 공급함으로써 가뭄 기간에 상대적으로 많은 저수량을 확보하도록 하는 기준으로서, 가뭄 위험을 회피하기 위한 저수지 운영 방식이라 할 수 있다. [그림 14]는 보령댐의 사례이다.



[그림 14] 보령댐의 용수공급 조정기준  
\*출처: 한국수자원공사(2018)

### 3. 댐과 관련된 기후변화 적응 과제

#### 3.1 시설별 설계 홍수량 불균형의 과제

필자는 1985~1993년의 대학원 석·박사 과정 동안 다음과 같은 의문을 가졌다. “서구 문헌에 따르면, 하류 지역에 큰 영향을 줄 수 있는 댐의 설계는 유입 홍수량으로 가능최대 홍수량(PMF: probable maximum flood)을 사용하는 것으로 되어 있는데, 왜 소양강 다목적댐은 계획홍수량으로 가능최대홍수량보다 작은 200년 재현기간 홍수량을 채택하였을까?”

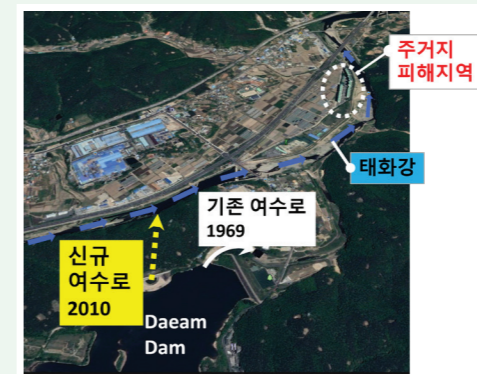
제1절에서 살펴본 바와 같이, 소양강댐과 충주댐에는 준공 후 오래 지나지 않은 1990년 홍수 때 계획홍수량에 상당하는 규모의 홍수가 유입되었다. 더욱이 우리는 지구 기후변화에 따라 홍수 규모가 증가할 수 있음을 인식하게 되었다. 이러한 경험과 인식을 반영하여, 계획홍수 유입량을 가능최대홍수량으로 대체하고 그에 상응하는 방류능력을 확보하기 위하여 (대부분의) 다목적댐에 여수로가 추가 설치되었다. 이러한 변화를 통하여 필자는 과거의 의문을 더 이상 갖지 않게 되었다.

다목적댐의 여수로 추가 건설로 댐의 홍수 방류 능력과 안전성은 향상되었다. 한편, 댐 하류 하천의 홍수 방어 능력이 이에 상응하여 향상되지 않으면 하류 지역에 홍수 피해가 발생할 수 있다. 예를 들어, 2016년 태풍 차바가 울산 지역을 통과할 때 대암댐 하류의 태

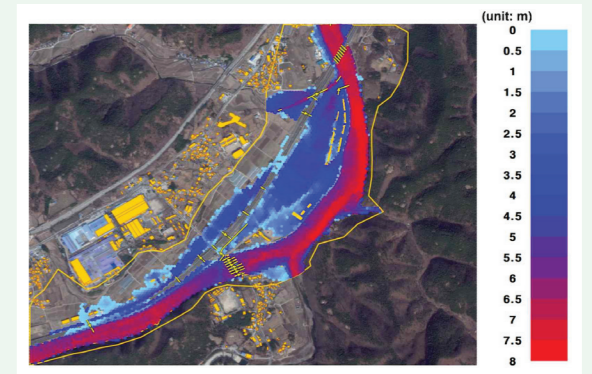
화강이 범람하여 인접 주거지가 침수되었고 인명 피해도 발생하였다.

당시 대암댐에는 수문(gate)이 없는 여수로가 추가 설치된 상태였으며[그림 15], 댐은 월류 위험 없이 홍수를 안전하게 방류하였다. 이 사례는 댐과 하류 하천 시설의 설계 홍수 대응 능력에 차이가 있을 경우 수해가 발생할 수 있음을 보여준다.

구체적으로 보면, 대암댐은 가능최대홍수량을 소통할 수 있도록 시설이 보강된 상태에서 과거보다 큰 규모의 홍수 방류가 가능하였다. 반면, 하류 태화강 제방은 설계 홍수량이 100년 빈도 홍수량 수준인 상태에서 500년 빈도를 초과하는 호우가 발생하였고, 하천 유량이 설계 홍수량을 초과함에 따라 태화강이 주거지역으로 범람하였다[그림 16]. 이 사례와 같이 댐과 하류 하천의 홍수 대응 능력 간 불균형은 수해를 초래할 수 있으므로, 이러한 시설 간 위험 불균형을 완화하는 것이 하나의 과제가 될 수 있다.



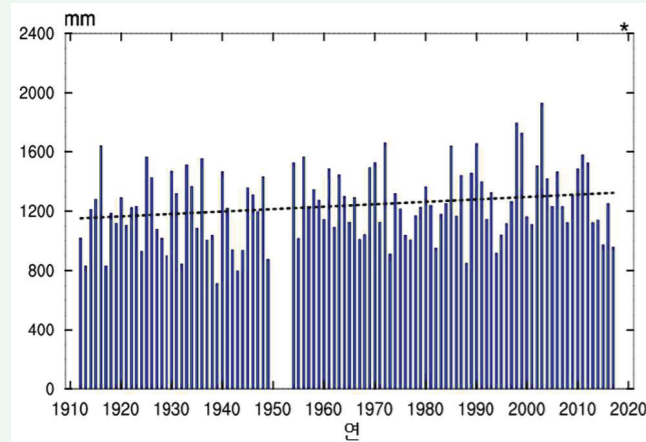
[그림 15] 태화강 범람 지역 시설 현황



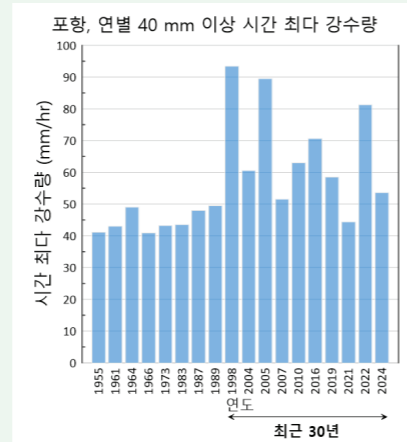
[그림 16] 태화강 범람 지역의 모의 최대 침수심  
\*출처: 울산광역시 울주군, 한국수자원학회 (2017)

#### 3.2 홍수에 대한 댐의 안전성 강화

기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)가 20세기 말에 발간한 보고서를 보면, 산업혁명 이후의 지구 평균기온 증가는 약 0.65 °C로 제시되어 있다. 그로부터 약 30년이 지난 현재, 산업혁명 이후의 지구 평균기온 증가는 약 1.1 °C로 보고되고 있다. 이는 20세기 말에 예측되던 기후변화가 현실로 나타나고 있음을 보여준다. 기후변화는 강수 특성의 변화와 밀접하게 관련되는데, [그림 17]은 한반도의 연 강수량이 100여 년에 걸쳐 증가하는 경향을 보이고 있음을 나타낸다. 또한 포항의 기상관측 자료[그림 18]를 보면, 최근 30년의 시간 최다 강수량이 이전 기간에 비하여 증가하였음을 확인할 수 있다.



[그림 17] 한반도의 연 강수량(1912 ~ 2017년)  
\*출처: 국립기상과학원(2018)



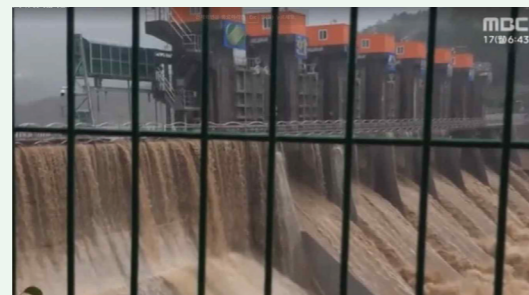
[그림 18] 포항의 시간 최다 강수량

앞서 대부분의 다목적댐은 가능최대홍수량에 대하여 댐의 안전이 확보되도록 시설이 보강되었음을 언급하였다. 이와 같은 관점에서, 농업용 저수지와 수력발전댐에 대해서도 홍수에 대한 안전성을 강화할 필요가 있다. [그림 19]는 2022년 태풍 힌남노 당시 경주시 왕신저수지 제체의 하류 사면이 깎인 모습을 나타낸다. 전국에는 약 17,000개의 농업용 저수지가 있으며, 일반적으로 농업용 저수지의 계획홍수량은 200년 빈도 홍수량의 1.2배로 설정되어 있다. 최근 들어 계획홍수량을 가능최대홍수량으로 상향 적용한 농업용 저수지는 수십 개 수준에 불과하므로, 농업용 저수지의 홍수 안전성을 지속적으로 강화할 필요가 있다.

[그림 20]은 수력발전댐인 괴산댐을 홍수가 월류하는 2023년의 모습을 보여준다. 괴산댐의 월류는 1980년과 2023년에 발생하였다. 다행히 괴산댐은 콘크리트 중력식댐 형식이어서 월류에 대한 구조적 저항성이 큰 편이다. 그러나 미국 오로빌 댐의 여수로 붕괴 사례를 고려하면, 극한 홍수 시 괴산댐의 안전을 자명한 것으로 간주하기는 어렵다.



[그림 19] 경주시 왕신 저수지의 사면 깎임(2022)  
\*출처: 우태욱 (2022).



[그림 20] 43년 만의 괴산댐 월류  
\*출처: 이승준 (2023)

현재 기후변화는 이미 진행되고 있으며, 한반도에 20세기에 비하여 강한 강도의 강우가 더욱 빈번하게 발생하고 있다. 이에 따라 홍수의 규모와 위험도 증가하는 경향을 보인다. 이러한 상황에서 우리나라의 모든 댐에는 기후변화 적응이라는 과제가 부여되어 있다.

참고문헌

- 국립기상과학원 (2018). 한반도 100년의 기후변화. 17.
- 국토교통부 (2014). 한국의 홍수통제 40년사. 199.
- 건설교통부 한국수자원공사 (2006). 한강수계 댐군 홍수조절 연계운영 시스템 구축 보고서. 360-361.
- 우태욱 (2022). 태풍 힌남노...붕괴 위험에 처한 경주 왕신저수지. 매일신문, 2022. 9. 6.
- 울산광역시 울주군, 한국수자원학회 (2017). 울주군 반천현대아파트 일원 수해영향분석 최종보고서. 4-72.
- 이승준 (2023). 43년 만의 '월류' 괴산댐, 수위 낮아졌지만... MBC 뉴스투데이, 2023. 7. 17.
- 진영규, 정택문, 이상호 (2021). "다목적댐의 가뭄 대비 용수공급 조정기준과 혼합 정수계획법에 의한 용수 감량 공급 기준의 비교 및 분석." 한국수자원학회 논문집, 54(6), 443-452.
- 한국수자원공사 (2018). 댐 운영 실무편람. IV-537-IV582.
- Lee D. (2018). Water supply adjustment guideline for single-purpose dam against drought. Thesis, Kyungpook National University, Republic of Korea.
- Lee, S., Kang, T., and Lee, K.S. (2017). "An operational model of a reservoir system simulation for real-time flood control in the Han River Basin." Journal of Flood Risk Management, 10, 499-510.
- Ministry of Construction (1971). Reconnaissance report water resources study Han River Basin.
- Nippon Koei (1973). Report on operation and maintenance manual for Soyang Gang multipurpose dam project. 17.