



# 극한호우 대응 농업용저수지 안정성 강화



허준 책임연구원  
한국농어촌공사



심규현 선임연구원  
한국농어촌공사



이달원 교수  
충남대학교 지역환경토목학과

## 1. 머리말

기후변화의 가속화로 우리나라 농업용저수지 관리 환경은 과거와 비교할 수 없을 만큼 급속히 변화하고 있다. 평균 강수량의 증가보다 더 심각한 문제는 비의 내리는 방식이 바뀌고 있다는 점이다. 시간당 50~100 mm 이상의 국지성 집중호우가 반복되며, 과거 설계강우량을 전제로 구축된 중소형 농업용저수지는 더 이상 현재의 홍수 조건을 감당하기 어려운 상황에 직면하고 있다. 특히 과거 수리시설 확충이 집중되던 시기에 만들어진 중소형 농업용저수지는 설계 기준의 한계, 장기 사용에 따른 노후화 등 여러 요인이 복합되면서 자연재해에 대한 구조적 취약성이 빠르게 드러나고 있다.

최근 수년간 반복된 제체 월류, 하류 사면 유실, 취수시설 손상 사례는 이러한 취약성이 현실적 위협으로 이어지고 있음을 보여준다. 실제로 중소규모 저수지는 유역면적 대비 집중유출량의 급격한 증가에 취약하고, 제체의 여유고와 여수로의 방류능력이 부족한 경우가 많아 극한호우 시 월류 위험이 크게 높아진다. 이와 같은 재해는 단순한 구조물의 손상을 넘어, 농경지·주거지 침수, 농업생산기반시설 파괴, 지역경제 위축 등 광범위한 피해로 확산 될 수 있다.

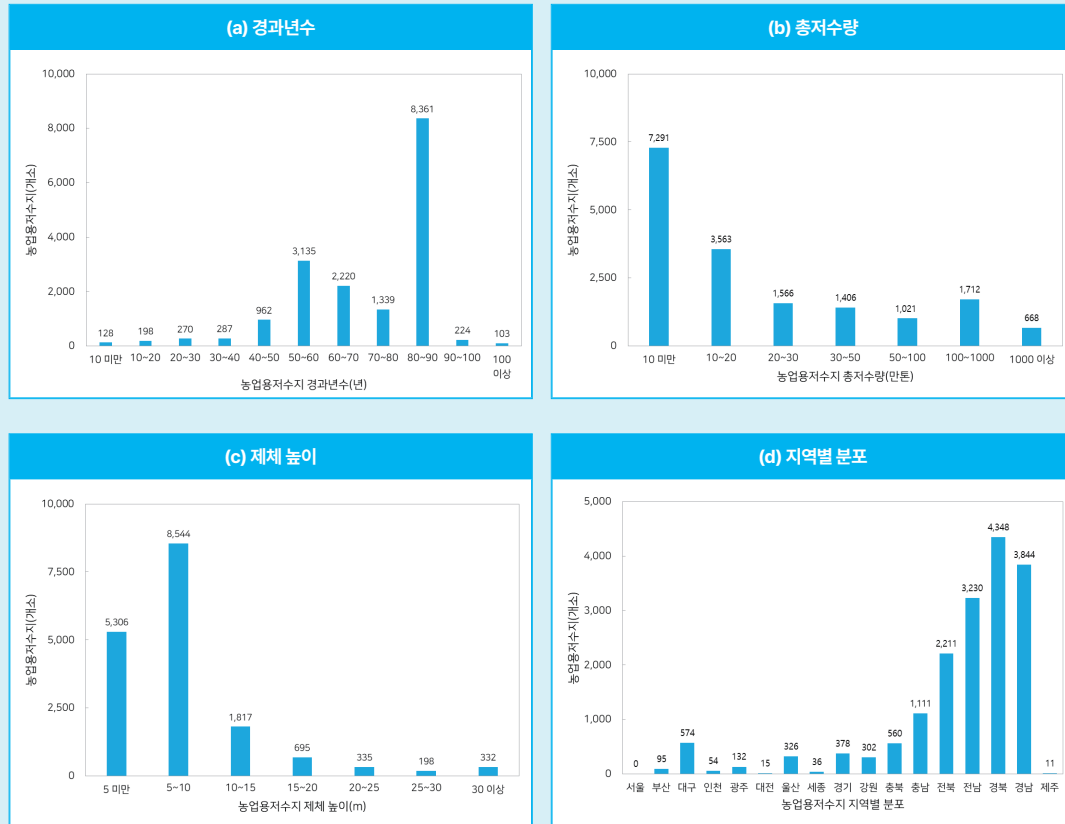
이러한 현실 속에서 한국농어촌공사가 추진하고 있는 농업기반시설 치수능력확대사업은 중소형 노후 저수지의 홍수 대응능력을 현대화하는 핵심 정책으로 주목받고 있다. 여수로 확장, 비상방류체계 구축, 제체 안정성 향상, 스마트 모니터링 도입 등 구조·운영상의 다양한 개선사업을 통해 저수지의 안전성을 단계적으로 강화하고 있다. 또한 제체 월류 붕괴 방지를 위해 도입되는 월류유도수로, 하류사면 보강 등은 단순한 노후 보수 차원을 넘어, 기후위기 시대에 적합한 재개발 및 성능개선 전략으로 발전하고 있다.

본 특집기사는 이를 바탕으로, 기후변화 시대 중소형 농업용저수지가 직면한 구조적 위험을 분석하고, 치수능력확대사업과 최신 보강 공법을 중심으로 중소형 저수지의 재개발 및 성능개선 방향을 제시하고자 한다. 앞으로의 저수지는 용수 공급 중심의 전통적 기능에서 나아가, 홍수 조절지역 안전·기후적응 인프라로 진화해야 한다. 이러한 전환을 위한 해법을 모색하는 것이 본 기사의 목적이다.

## 2. 농업용저수지 현황

농업생산기반시설통계연보(2024)에 의하면 농업용저수지는 17,227개소로 전국적으로 분포하고 있다. 50년 이상 경과한 저수지가 15,279개소로 전체의 89.3%를 차지하고 있다. 총저수량 측면에서는 10만 톤 미만의 소규모 저수지가 7,291개소로 압도적으로 많아 전체 저수지의 대부분을 차지한다. 반면, 총저수량 1,000만톤 이상의 대규모 저수지는 668개소로 조사되었다. 농업용저수지 제체 높이는 5~10 m인 저수지가 8,544개소로 가장 높은 비율을 보이며, 이는 총저수량 현황과 마찬가지로 소규모 저수지가 다수임을 뜻

받침한다. 제체 높이가 30 m 이상인 저수지는 332개소로, 매우 적은 비중을 차지한다. 농업용저수지의 지역별 분포를 보면 경상북도 4,348개소로 가장 많이 분포하고 있으며, 다음으로는 경상남도 3,844개소, 전라남도 3,230개소 순으로 분포하고 있다.

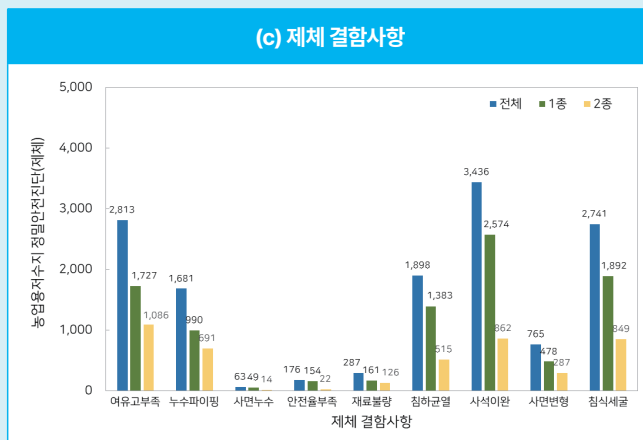
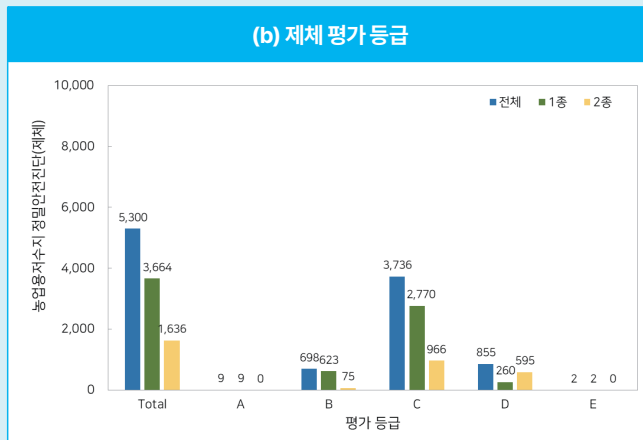
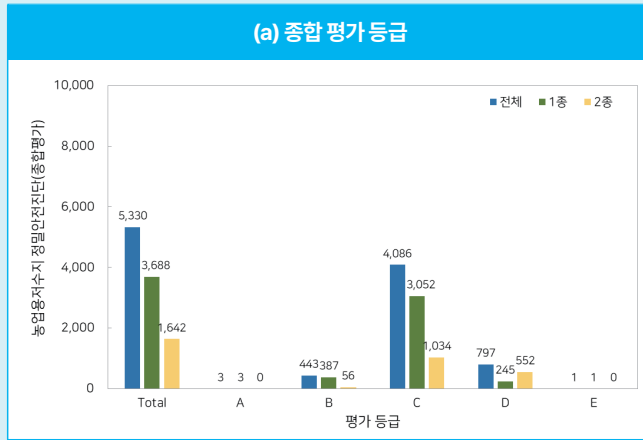


[그림 1. 농업용저수지 현황]

한국농어촌공사가 1995년부터 2024년까지 수행한 농업용저수지 정밀안전진단 결과를 분석한 바, 전체 5천여 건의 진단 사례 중 종합평가에서 D등급 이하로 판정된 저수지는 총 798건, 약 15.0%에 달하는 것으로 나타났다. 이는 주요 부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 검토해야 하는 상태로 규정되는 등급으로, 농업용저수지의 상당수가 구조적 노후화와 기능 저하가 진행된 상태임을 보여준다. 이러한 결과는 장기간 운영된 흙댐 기반 저수지에서 침식, 균열, 누수 등이 복합적으로 발생하여 전체적인 안전성이 저하되고 있음을 의미한다. 상대적으로 규모가 작은 2중 저수지의 D등급 이하는 552건 33.6%로 안전성이 더 취약한 것으로 분석되었다.

제체만을 대상으로 분석한 경우 D등급 이하로 평가된 사례는 총 857건으로 전체의 16.1%를 차지하였다. 제체는 저수지 운영의 핵심 기능을 담당하는 구조물이지만, 장기간 사용에 따른 내부 공동화, 누수, 세굴 등의 현상이 누적되면서 안정성 저하가 두드러지게 나타났다. 시설 규모별로 살펴보면 1중 시설물의 D등급 이하는 262건으로 7.1% 수준이었으나, 상대적으로 규모가 작은 2중 시설물에서는 D등급 이하 비율이 595건 36.4%에 이르러, 취약성이 더욱 큰 것으로 분석되었다. 이는 설계 기준의 차이, 구조적 특성 등 다양한 요인에 의해 소규모 제체의 노후가 빠르게 진행된 결과로 해석된다.

제체의 세부 결함 유형을 분석한 결과, 사석이완 결함이 24.9%를 차지하는 것으로 나타났다. 여유고 부족이 2,813건(20.3%), 침식세굴이 2,741건(19.8%)으로 뒤를 이었다. 농업용저수지 규모별로 1중 저수지 제체는 사석이완, 침식세굴, 여유고 부족 순으로 결함이 나타났지만, 2중 저수지 제체의 결함은 여유고 부족, 사석이완, 침식세굴 순으로 나타났다.



[그림 2. 농업용저수지 제체 정밀안전진단]

### 3. 농업기반시설 치수능력확대사업

최근 수십년 간 전 세계적으로 기후변화가 가속화되면서, 우리나라도 기존의 설계 기준을 상회하는 극한호우와 예측 불가능한 집중호우가 빈번하게 발생하고 있다. 이는 농업용수 공급이라는 본연의 목적을 넘어선, 치수(治水) 안정성이라는 새로운 과제를 농업용저수지에 안겨주고 있다. 이에 따라 한국농어촌공사는 저수지 하류부 주민의 안전을 최우선으로 확보하고, 농업생산기반시설의 기능을 유지하기 위해 치수능력확대사업을 안전 강화 방안으로 추진하고 있다. 사업 추진의 시대적 배경은 다음과 같다. 첫 번째, 기존 설계 기준을 초과하는 강우량과 장기간의 장마, 국지성 집중호우의 빈발은 저수지 월류 및 붕괴의 위험을 증대시켰다. 과거 2002년부터 2020년 사이에 중·소규모 저수지 다수가 붕괴되어 많은 재산 피해가 발생한 사례는 이러한 위험을 단적으로 보여 준다. 두 번째, 기후변화에 대응하여 댐 및 저수지의 설계 홍수량 기준이 가능최대홍수량(PMF)을 적용하도록 상향 조정되면서, 기존 시설의 보강이 필수적인 과제가 되었다.

치수능력확대사업의 궁극적인 목표는 저수지 시설물의 홍수 대응 능력을 근본적으로 강화하여, 극한 홍수에도 안전하게 홍수를 배제하고 하류 지역의 인명 및 재산피해를 선제적으로 예방하는 것이다. 즉, 저수지의 기능을 용수 공급 뿐만 아니라 홍수 조절 측면까지 확장하는 데 있다.

대상 시설 선정 기준은 초기에는 유역면적 2,500 ha, 저수용량 500만톤 이상의 대규모 저수지를 우선 대상으로 선정하여 2013년부터 사업을 시행해 왔다. 2024년까지 36개 저수지의 보강을 완료하였으며, 수문학적, 지형학적, 구조학적 특성을 종합적으로 검토, 하류부 피해 위험이 막대할 것으로 예상되는 중·소규모 저수지로 그 대상을 확대하고 있다.

사업의 기술적 특징은 보조 여수로 신설 및 확장으로 기존 물넘이 시설의 방류능력이 부족한 저수지에 추가 여수로로 설치하거나 폭·높이를 확장하여 홍수시 신속한 배제가 가능하도록 개선하는 것이다. 또한, 비상수문을 설치하여 사전 홍수예보와 연계한 선제적 방류가 가능하다.

대표적인 사례로 전라남도 영광군 불갑면 불갑저수지 치수능력확대사업이다. 1926년 준공된 농업용저수지로 유역면적 4,680 ha, 총저수량 1,740만톤 규모이며, 영광 지역 농경지의 절반 이상에 용수를 공급한다. 총 사업비는 약 731억원이 투입되었으며, 2018년 본격 착수하여 2024년에 준공하였다.

사업에서는 기존 물넘이 외에 길이 약 40m의 여수로 1개를 새롭게 설치하였다. 특히 국내 최초로 피아노 건반형 물넘이 공법을 농업용저수지에 적용하였다. 이 공법은 선형 물넘이에 비해 동일 폭 대비 방류능력이 2~3.5배 이상 높으며, 제반 비용이 적다는 장점이 있다. 이로써 불갑저수지는 기존 초당 약 438톤이던 방류능력이 최대 약 1,706톤까지 확대되어 방류능력이 약 4배 향상되었다. 비상수문이 2련이 설치되었으며, 방류수로 약 393 m가 새롭게 조성되었다. 이러한 방류체계 개선은 홍수시 저수지 수위를 효과적으로 제어하고 월류 위험을 낮추기 위한 운영여유 확보를 위한 구조적 조치이다.

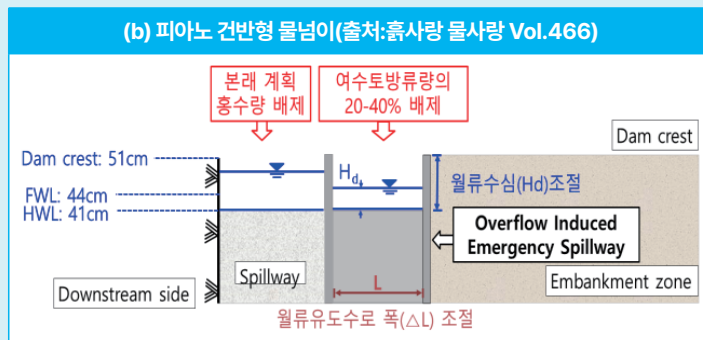
한국농어촌공사에서는 관리 저수지 중 농어촌정비법(제20조)에 따른 비상대처계획(EAP) 수립대상 저수지 중 치수능력 증대 등 시설보강이 이루어졌거나 추진 중인 저수지를 제외하고 극한 홍수인 PMF 발생시 제체를 월류하는 저수지를 선정하여 치수능력 확대사업을 추진하고 있다.



[그림 3. 불갑저수지 치수능력확대사업]

## 4. 농업용저수지 제체 월류 대응

한국농어촌공사 농어촌연구원은 농림축산식품부의 농업기반 및 재해대응기술 연구개발사업을 통해 중소규모 농업용저수지에 적용이 가능한 제체 붕괴 방지 기술 개발 연구를 수행하였다. 극한호우로 인한 저수지 수위의 급속한 상승으로 제체 위로 물이 넘칠 위험성이 높은 저수지에 월류유도수로의 크기를 결정하는 기술 개발이 주요 내용이다.



[그림 4. 월류유도수로 모형 및 조건]

월류유도수로의 규모를 결정하기 위해서는 여수도 방수로에서의 방류량에 따라 결정되어진다. 월류유도수로는 여수도에서 처리할 수 없는 방류량을 한시적으로 처리하여 저수지 제체 전체가 붕괴되는 것을 방지하는데 목적이 있으므로 규모를 크게 하는 것은 비경제적이고 안정성에도 문제가 있다.

방류시설의 규모는 저수지 규모와 하류지역 홍수피해 정도를 고려하여 결정하되 최소한 1~3일 내에 홍수기 제한수위(유효저수량의 70~80% 수준에서 설정)까지 낮출 수 있는 규모로 설치한다. 따라서 여수도 전체방류량의 어느 정도를 월류유도수로에서 처리할 것인가를 분석하여 월류유도수로 폭(L)과 월류유수심(Hd)을 합리적으로 결정해야 한다.

연구개발 과제에서는 월류유도수로 실험 조건을 홍수위를 기준으로 하여 여수로 계획홍수량(홍수위-만수위)의 20%, 40%를 유도수로에서 방류하는 방법과, 댐마루를 기준으로 하여 계획홍수량(댐마루-만수위)의 20%, 40%를 유도수로에서 방류하는 방법으로 구분하여 실험하였다. 수로 깊이는 월류유수심(Hd)의 변화에 따라 조절되고, 수로 폭(L)은 여수도 계획홍수량의 20~40%를 유도수로에서 방류할 수 있도록 방류량을 이론적으로 분석하고 모형실험으로 측정하였다. 월류유수심에 따른 방류량 변화를 실측치와 이론치를 비교하여 실측 방류량은 월류유수심이 증가함에 따라 지수적으로 증가하고 이론 방류량과 유사하게 나타나는 것을 확인하였다.

월류유도수로는 여수로에서 처리하지 못하는 이상홍수량을 한시적으로 방류하기 때문에 현장조건에 적합한 월류수로 폭, 월류유수심, 재료특성 등을 고려하여 적용한다면 저수지 전체 붕괴를 사전에 예방하는데 매우 효과적인 방법으로 판단된다.

## 5. 맺음말

기후위기 시대의 농업용저수지는 더 이상 단순한 농업용수 공급시설에 머무르지 않고, 지역사회의 안전을 지키는 핵심 기반시설로서 새로운 역할을 요구받고 있다. 이러한 배경에서 한국농어촌공사가 추진하고 있는 치수능력확대사업은 중소형 농업용저수지의 구조적 취약성을 근본적으로 개선하기 위한 중요한 대응 전략으로 평가된다. 불갑저수지 사례에서 확인되었듯이, 여수로 확장과 피아노 건반형 물넘이 도입, 비상수문 및 방류수로 확충은 단기간에 방류능력을 획기적으로 높여 월류 위험을 실질적으로 해소한다. 또한 월류유도수로와 같은 우회 방류 구조는 기존 여수로 개량이 어렵거나 제체 자체의 내월류 능력이 부족한 저수지에 효과적인 대안이 될 수 있다.

본 특집기사에서 살펴본 치수능력확대사업, 불갑저수지의 성공적 확장 사례, 그리고 월류유도수로·사면보강과 같은 기술적 접근은 중소형 노후 저수지가 극한호우에 대응하기 위해 반드시 갖추어야 할 핵심 요소임을 보여준다. 특히 중·소규모 저수지에서 나타나는 제체 결함, 여유고 부족, 방류능력 한계 등의 문제는 기존 방식의 보수만으로 해결하기 어려우며, 구조적 보강과 운영체계 개선이 병행된 '재개발·성능개선' 관점의 접근이 필수적이다. 앞으로는 기후적응형 설계기준 도입, 스마트 모니터링과 사전방류 체계의 고도화를 통해 농업용저수지의 안전성을 더욱 견고히 해야 한다. 이러한 변화가 이루어질 때 우리 농촌의 저수지는 극한기후 속에서도 지역사회와 농업기반을 지켜내는 진정한 기후탄력형 인프라로 자리매김할 것이다.