

농업용 물관리시설물에 대한

홍수예경보 발전방향



고 광 돈 ▶▶
한국농어촌공사 사업계획실 차장
kwangton@chol.com

1. 서 론

유엔정부간기후변화위원회(IPCC, 2007)에서는 지구표면온도가 지난 100년동안 $0.74 \pm 0.18^{\circ}\text{C}$ 상승하였고, 이러한 기온 상승은 우리나라가 속해 있는 북반구 고위도로 갈수록 더 크게 나타나고 있으며, 해양보다 육지가 더 빠른 온도 상승을 나타내고 있다고 발표하였다. 또한 지난 100년간 가장 더웠던 12개의 해는 모두 1983년 이후에 나타나고 있다. 이와 같은 기후변화에 따라 연간강수량의 변동 폭이 커지고 강우강도가 증대되어 홍수와 가뭄의 발생빈도와 규모가 점차 커질 가능성이 높아 과거 낮은 설계기준으로 축조된 물관리시설물 안전에 대한 대책 및 농촌지역의 홍수대응 대책이 필요한 상황이다.

농업용물관리 시설로는 저수지, 양수장, 양배수장, 배수장, 취입보, 집수암거, 관정, 방조제 등이 있으며 2008년 말 현재 시설물 수가 70,114개소에 달한다. 이는 시설물 수가 많은 만큼 홍수 대비가 어렵고 유지관리가 쉽지 않다는 것을 의미한다. 농업 부문에서 홍수방어와 관련이 있는 시설로는 저수지, 배수장이 있는데 저수지는 농업용수의 공급, 가뭄 및 홍수에

대한 치수기능을 수행하는 중요한 기반시설물로 농업 생산기반정비사업 통계연보(2008)에 의하면 한국농어촌공사 및 시군관리 농업용저수지는 전국적으로 17,649개소가 산재되어 있는 것으로 조사되어 있다. 그러나 다수의 농업용 저수지는 노후화 되어 있고, 홍수조절의 기능이 있는 다목적댐과는 달리 대부분이 자연 월류식 물넘이 구조로 되어있어 홍수조절 기능 및 홍수조절용량을 확보하는데 어려움이 있으며, 홍수조절기능이 있는 저수지는 29개소에 불과한 실정이다. 대다수의 저수지가 유역면적이 작아 호우발생 시 급격한 유입량 증가와 수위상승으로 저수지 자체의 비상상황을 발생시키며, 갑작스런 방류에 의해 하류지역의 홍수위험을 증가시키게 된다. 다목적댐의 경우 홍수예경보의 기준을 댐 하류의 하천기준점 수위로 설정하고 전력발전량 등 확보를 위하여 홍수시 제한수위로 방류량을 결정한다. 이와 달리 농업용저수지 홍수시 물관리 체계는 저수지 수위 기준으로 방류기준을 설정하고 관개용수 확보를 위하여 홍수제한 수위 및 예비방류 기준이 설정하고 있다.

배수장은 주로 하천변에 위치하며 농경지의 침수를 막는 중요한 역할을 하며 2008년 말 현재 시설물

수가 786개이며, 침수를 허용하지 않는 발작물 및 온실재배의 증가로 운영시에 민원이 많은 시설이기도 하다. 관정, 양수장, 취입보, 집수암거 등 시설은 그 수가 많지만 홍수 방어 효과가 미미한 실정이다.

본 고에서는 이와 같은 상황에서 농업분야에 대한 홍수관련 대책, 사업 소개 및 앞으로의 과제 그리고 홍수에정보의 나아갈 방향에 대하여 언급하고자 한다.

2. 농업분야에서의 홍수 관련 대책

2.1 농업분야에서 농업기반시설 현황 및 홍수 피해

수자원장기종합계획(2006)에 따르면 국내 수자원

총이용량은 337억 m^3 이며 이중 농업용수가 47%인 160억 m^3 을 사용하고 생활용수 76억 m^3 , 유지용수 75억 m^3 , 공업용수 26억 m^3 이다. 용수공급원을 살펴보면 저수지, 담수호가 56%를 차지하고, 양배수장 24%, 보 10% 등이다. 관개면적을 살펴보면 전국 수리담 848,276천ha의 농경지에 농업용수를 공급하고 있으며, 전국 농업용 물관리시설물은 저수지 17,649개소, 양배수장 7,267개소 그리고 취입보 등이 43,067개소이며 방조제가 1,591개소이다(농업생산기반정비사업 통계연보, 2008). 이러한 물관리시설물의 물을 농경지에 공급하는 용·배수로는 183,286km로, 우리나라 도로 총연장 10만3천km(2007년말)보다 더 길고, 산간 인근과 관리도로가 없는 곳에 있는 구간이 많아, 관리가 어려운 실정이다.

표 1. 물관리 시설별 현황

(단위 : 개소, ha)

구 분	전 국		한국농어촌공사 관리		시·군 관리	
	개소수	면 적	개소수	면 적	개소수	면 적
계	70,114	848,276	13,293	532,436	56,821	315,840
저수지	17,649	473,774	3,326	349,568	14,323	124,206
양배수장	7,267	202,086	4,018	168,588	3,249	33,498
취입보 등	43,607	172,416	5,801	14,280	37,806	158,136
방 조 제	1,591	-	148	-	1,443	-

※ 자료 : 농업생산기반정비사업 통계연보(2008)

표 2. 전국 농업용 용·배수로

(단위 : km)

구 분	전 국	한국농어촌공사 관리	시·군 관리
계	183,286	98,061	85,225
토 공	112,838 (62%)	58,431 (60%)	54,407 (64%)
구조물	70,448 (38%)	39,630 (40%)	30,818 (36%)

※ 자료 : 농업생산기반정비사업 통계연보(2008)

농업 물관리시설의 경과년수를 살펴보면 전체 물관리시설물의 57.2%가 설치된 지 30년 이상 경과한 상태로 저수지, 방조제 등 대다수가 노후화되어 대형 재해에 노출되어 있는 상황이다. 특히 50년 이상 경

과된 시설은 저수지의 경우 11,317개소로 64%에 이르며, 방조제의 경우 983개소로 62%이다. 이러한 시설들은 신속히 개보수하지 않을 경우 대형 홍수피해에 그대로 노출될 상황에 처해 있다.

표 3. 물관리 시설 경과 연수 현황

(단위 : 개소, %)

구 분	계	30년 미만 ('80년 이상)	30-50년 미만 ('60년~'79)	50년 이상 ('59년 이하)
전체시설	70,114(100%)	30,032(42.8)	21,303(30.4)	17,188(26.8)
저수지	17,649(100%)	983(5.6)	5,349(30.3)	11,317(64.1)
방 조 제	1,591(100%)	75(4.7)	533(33.5)	983(61.8)

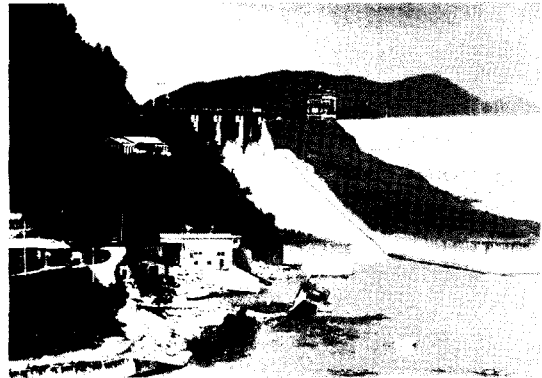
※ 자료 : 농업생산기반정비사업 통계연보(2008)

표 4. 저수지의 홍수량 기준별 개소수 내역

구분	~1971	1972~1981	1982~1986	1987~2004	2005이후
홍수량 기준	100년 빈도 또는 일 최대강우량의 1, 2위	100년빈도x1.2	100년 빈도x1.2	200년 빈도x1.2	- 200년빈도x1.2 - 피해규모가 큰 저수지는 가능최대홍수량 적용
비율	88.1%	7.2%	1.8%	2.6%	0.3%



(a) 동막저수지 물넘이 붕괴



(b) 성주댐 물넘이 피해

그림 1. 저수지 홍수 피해

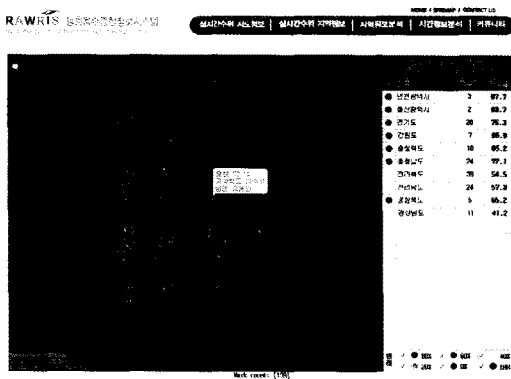
농업용 저수지의 경우 경과 연수에 따른 노후화와 더불어 설계시 적용된 홍수량이 중요하다. 표 4를 살펴보면 17,649개소의 저수지중 가능최대홍수량이 아니더라도 200년빈도×1.2 이상의 홍수를 견딜 수 있는 저수지가 2.9% 정도에 지나지 않음을 알 수 있다. 이에 이상기후에 의한 재해를 예방하기 위한 저수지 물넘이 확장 등의 사업을 강화 추진하여야 할 것이다.

농업분야 최근에 발생한 저수지 홍수피해를 살펴보면 2002년에 장현저수지, 동막저수지의 제당이 유실되었으며, 오봉(강원 강릉), 성주댐(경북 성주)는 붕괴위험 직면하기도 했다. 2004년에는 운정지(전남 광주) 제방붕괴 직면하여 긴급히 물넘이를 확장하여 위기를 모면하기도 하였다. 이들 저수지들은 설계 홍수량 기준이 200년빈도×1.2 이하로 설계된 저수지들로 홍수 피해 후 물넘이 확장 및 개보수가 이루어졌다.

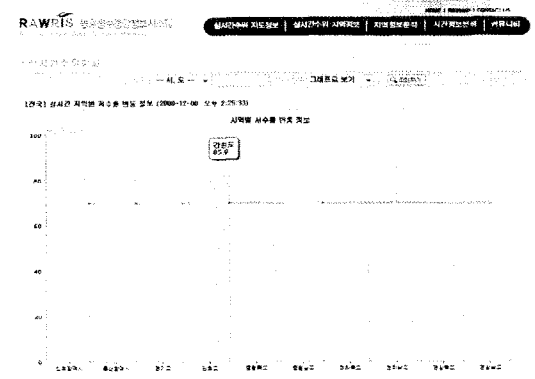
2.2 농업분야 홍수대책 관련 사업

홍수예경보를 위해서는 하드웨어적인 대책과 소프트웨어적인 대책이 필요하다. 하드웨어적인 대책은 농업용 물관리시설 자체의 개보수, 현대화 그리고 이를 관리하기 위한 계측 설비의 설치이며, 소프트웨어적인 대책은 수문분석, 홍수관련 대책, 치수관련 프로그램 개발 등이다.

농업분야에서는 2002년은 집중호우와 태풍 루사로 큰 홍수피해를 경험하였으며, 이를 계기로 100만톤 이상의 댐 및 저수지에 대한 EAP(비상대처계획)을 의무화하여 수립을 진행하고 있고, 수리시설의 설계기준을 강화하여 홍수배재 능력이 부족한 시설물에 대한 보강계획을 수립, 사업을 추진하고 있으며, 수해가 우려되는 지역의 저수지에 대하여 홍수대비 사전 수위조절이 가능하도록 비상 수문 등 방류시설을 설치·보강함으로써 홍수조절기능을 부여하는 등 농업용저수지에 대한 개선사업이 추진되고 있다. 이와 더불어, 농촌용수 물관리정보화 사업, 농촌용수 물관리자동화 사업, 저수지 수위계설치 사업, 저수지 수문량재조사 등을 시행중에 있다.



(a) 저수지 수위계 홈페이지



(b) 자동수위계 통계자료 화면

그림 2. 농업용 저수지 수위 서비스

2.2.1 하드웨어적인 홍수대책

가. 저수지 수위계 설치 사업

농업용 저수지는 전국 17,649개소로서 전체 농업용수 공급량의 약 56%를 담당하고 있으나, 실시간 수위계측기가 부착된 저수지는 전체 2%미만이며, 저수지에 대한 홍수경감 및 대책 수립을 위해서는 유입량, 방류량 및 저수량의 측정이 필요하다. 또한 저수지 뿐만 아니라 방조제, 양수장, 배수장, 용수로 등에 기본적인 계측시설의 설치가 절실히 필요한 상황이다

이 사업의 목적은 실시간 저수지수위계측기 설치에 의한 체계적이고 과학적인 저수위 관리로서 저수위, 저수량, 저수율 등의 자료를 실시간으로 획득함으로써 재해 상황 파악 및 대처가 가능하고 재해대책 수립을 위한 가뭄 및 홍수 예·경보 기초자료로 활용하고 있다.

전국 50만톤 이상의 주요 저수지 845개소에 우선적으로 수위계를 설치하고 있으며 전국적으로 300여개소의 농업용 저수지에 설치되어 있다. 저수지 수위자료는 농촌용수종합정보시스템(<http://rawris.ekr.or.kr>)를 통하여 대국민 서비스를 실시하고 있으며, 국토해양부, 환경부 등에는물관리유통시스템(WINS)을 통해 정보를 공유하고 있다.

저수지 수위는 인터넷을 통하여 검색가능 하며 다양한 분야에서 저수지 수위를 실시간으로 검색, 사용

할 수 있도록 시스템이 구축되어 있다.

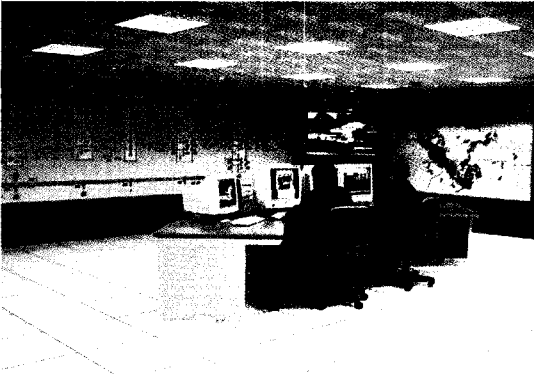
나. 농촌용수 물관리자동화 사업(TM/TC)

TM/TC 사업은 집중호우 빈발과 홍수피해 급증에 대하여 수리시설의 안전운영과 재해능력 강화를 위한 계측장비 설치 필요 및 농업·농촌인구 감소 및 고령화와 유지관리 인력의 감소 및 물관리비용의 절감을 위한 사업으로 전자, 통신, 컴퓨터, 제어공학, 관개공학 등 다양한 종합기술을 연계한 자동관리시스템을 구축하여, 물관리시설물을 실시간으로 원격감시제어가 가능하게 하는 사업이다. 전국적으로 40여 지구에 설치되어 있으며, 이 사업의 시행으로 열악했던 물관리시설의 개선이 이루어지고 있으나, 일부분은 시설물 자체의 토목구조물 및 전기, 기계, 통신 시설의 미비로 인하여 농업분야 적용에 시행착오를 겪고 있기도 하다.

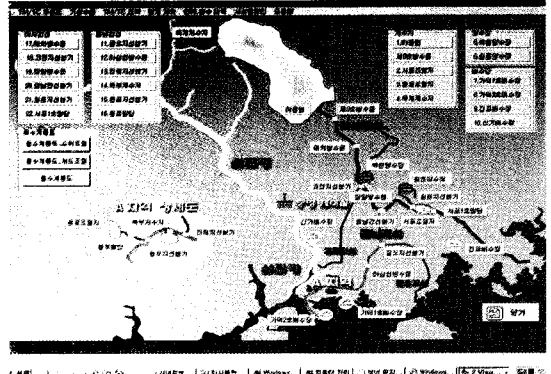
이 시스템의 설치로 실시간 물관리를 통한 가뭄, 홍수피해 경감 및 관개효율 개선에 의한 농업용수 절감 및 유지관리 개선효과가 기대되고 있다.

다. 물관리시설물의 현대화·개보수 사업

지금까지 농업용 물관리시설물은 원활한 영농활동을 위한 수단으로 운영·관리 되어왔으나, 최근 이상기후의 빈번한 발생으로 재해에 대처할 수 있는 시설



(a) 중앙관리소

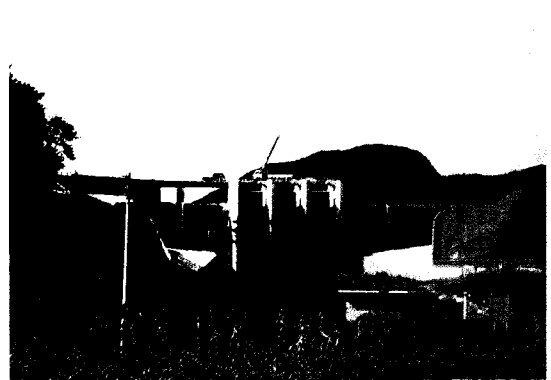


(b) 물관리프로그램

그림 3. 물관리지동화 사업(TM/TC)



(a) 흥림저수지 노후화된 취수탑



(b) 경천댐 물넘이 수문설치

그림 4. 취수탑 및 물넘이 개보수 전경

로서의 역할을 요구하고 있다. 그러나 이러한 시설들이 재해대비능력 향상을 위한 시설보강 및 현대화가 미흡하고, 노후시설이 많아 집중호우나 태풍 등 자연 재해에 취약하다. 또한 전체 물관리시설의 57%가 설치한지 30년 이상 경과되었으며, 저수지의 경우 이상 홍수대비 치수능력 부족으로 재해대응능력 취약하고 60%가 홍수배제능력이 부족하며, 배수장의 43%가 홍수 시 침수 우려가 있는 것으로 분석되고 있다.

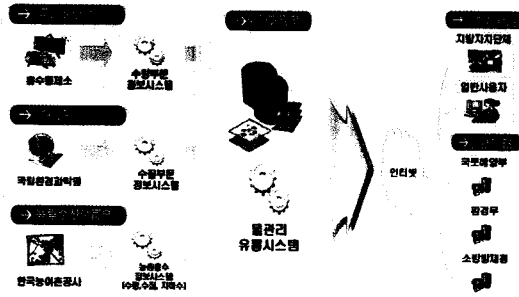
물관리시설물의 현대화·개보수 사업은, 최근 이상강우에 대비하여 재해대비능력을 강화하고, 안정적 용수공급기능을 유지하면서 환경친화적으로 정비하여 다원적 효용을 증진할 수 있도록 추진하고 있으며, 사업내용은 저수지 등의 시설물의 재해대비 능력을 증대를 위한 여수토 확장, 농업용수 손실 저감을

위한 토공수로의 구조물화사업 추진, 퇴적 등으로 저수량 감소된 저수지의 준설 등이다.

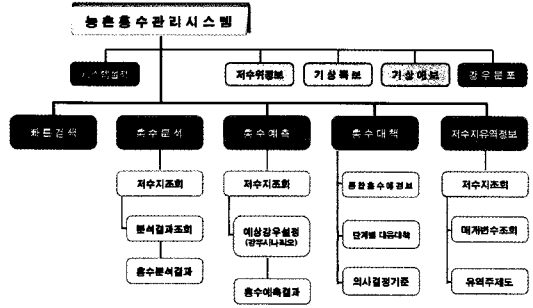
2.2.2 소프트웨어적인 홍수대책

가. 농촌용수 물관리정보화 사업

농촌용수 물관리정보화는 여러 기관에 산재되어있는 물관련 정보를 과학적이고 체계적으로 정리하여 자료의 생성·가공·분석·제공 등 일련의 모든 과정을 표준화하고, 수량·수질·농촌용수관련 정보를 중심으로 데이터베이스를 구축하여 공동으로 활용할 수 있는 시스템을 개발함으로써 정부 정책수립 등 물 관련 정보 사용자에게 제공하는 사업으로서 국무총리실 주관으로 관련부처(국토해양부, 환경부, 농림수산식품부 등)가 공동으로 참여하는 「물관리정보화 기본계획

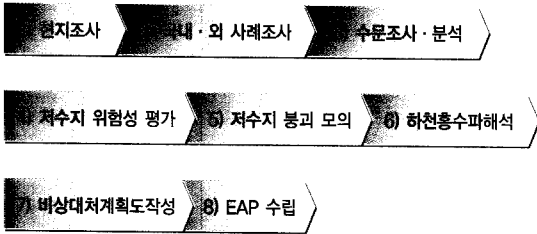


(a) 국가 물관리정보화 사업



(b) 농촌홍수관리시스템 구조

그림 5. 물관리정보화 및 농촌홍수관리시스템 구조



(a) EAP 수립절차



(b) 저수지 침수분석

그림 6. EAP 수립절차 및 침수분석 사진

획('99.12.30)에 따른 농림수산식품부 소관 “농촌용수 부문 물관리정보 통합시스템”을 구축하고 있다.

사업내용은 전국 517개 농촌용수구역별 물관리시설물, 유역특성, 하천 및 수자원 등 농촌용수 관련정보에 대한 현지조사 및 기초자료관리시스템 구축, 농촌용수 부존량, 수요·공급량, 가뭄 및 홍수, 수질 등 각종 수자원 분석 수행, 물관련 공동활용 대상자료에 대한 정보 공유 및 정부의 이수·치수·수질정책 수립을 위한 프로그램 개발을 포함하고 있다.

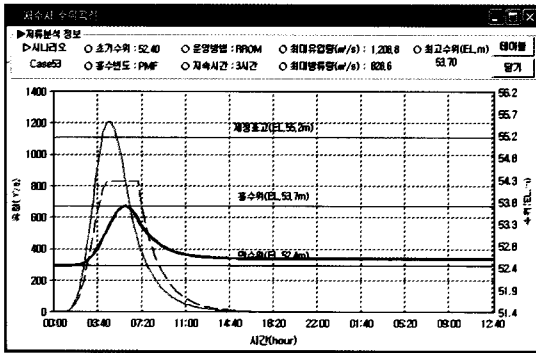
이 사업에서 농촌홍수관리시스템은 아래 그림과 같은 구조를 가지고 있으며 농업용저수지 및 하류하천의 홍수피해 경감에 기여할 것으로 기대된다.

나. 농업용 저수지 비상대처계획 수립(EAP)

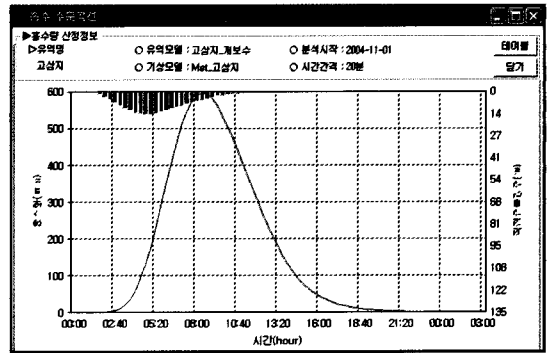
최근 기상이변에 따른 이상홍수 또는 지진 등에 의

해 저수지 붕괴와 같은 예기치 못한 비상상황 발생시 하류지역의 피해를 최소화하기 위한 비상대처계획(EAP)을 수립하는 사업으로, 강우량·유역(하천)특성 조사분석, 저수지의 안정성 평가, 가상시나리오 및 홍수피해 시뮬레이션, 홍수범람예측지도 작성, 비상대처계획작성 등의 내용을 담고 있다.

대상저수지는 총저수용량 100만^m³ 이상이면서 하류지역의 피해가능성이 높은 120개소의 저수지를 대상으로 하고 있으며, 최근 기상이변과 이상홍수에 대비한 농업용 저수지의 안정성 평가 및 진단, 천재지변에 대처한 현장중심의 유기적 비상대처계획 수립 및 비상대처계획에 근거한 유기적 협조체계와 교육·훈련으로 하류지역 피해 최소화 및 주민의 생명과 재산 보호하는 효과가 있을 것으로 기대된다.



(a) 저수지 수위 시뮬레이션



(b) 저수지 홍수 유입량 분석

그림 7. 저수지 수문량 분석

다. 저수지 수문량 재조사 사업

저수지 수문량 재조사 사업은 저수지 준공 후 최근의 이상강우 및 변화된 현지여건을 반영하여 과거 저수지 설계에 적용하였던 홍수량, 방류량 등 계획 수문량을 다시 검토하고, 저수지 방류시 하류 지역에 미치는 영향 검토하는 수문조사 사업으로 2004년부터 2010년까지 200개소 저수지에 대하여 실시하고 있다.

대상저수지의 선정은 댐 파괴로 인한 재해위험 가능성이 큰 저수지와 재해대비 물관리시설물 보강대책이 시급한 저수지로서 유효저수용량 100만³m 이상, 유역면적이 1,000ha 이상인 시설을 대상으로 하고 있다.

이 사업이 완료된 저수지들의 수문량은 저수지 안전성 평가 및 보강대책 수립을 위한 기초자료로 활용된다. 또한 농업용 저수지의 방류량을 고려한 하류 하천정비기본계획 수립, 기상이변과 이상홍수에 대비한 비상대처계획 마련, 댐 제방붕괴와 유실에 대비한 사전방류, 홍수조절계획 수립, 농업용 저수지 홍수방어 능력 분류 및 체계적 관리에 이용이 가능할 것이다.

3. 결론

홍수예경보를 위해서는 하드웨어적인 대책과 소프트웨어적인 대책이 필요하다. 하드웨어적인 대책은

농업용 물관리시설 자체의 개보수, 현대화 그리고 이를 관리하기 위한 계측 설비의 설치이며, 소프트웨어적인 대책은 수문분석, 홍수관련 대책, 치수관련 프로그램 개발 등이다.

농업분야에서는 기존 물관리시설의 노후화, 예산 부족 및 계측시설의 설치 미비로 GIS, 수치해석, 수문분석 등 최신의 소프트웨어적인 대책과 균형을 이루지 못하고 있는 상황이다. 홍수예경보시스템의 기본은 대상물관리시설 자체의 원활한 운영과 관련 자료의 계측이다. 또한 홍수의 조기탐지 및 감시시스템 구축으로 홍수의 효과적인 대응책 마련 및 시·군을 포함한 전국단위의 물관리 상황을 실시간 파악하여 효율성을 제고 할수 있는 수자원 네트워크 구축이 필요하다. 이를 위해서는 시설물의 현대화와 계측 및 운영을 위한 관측시스템의 구축이 우선되어야 한다. 농업분야에서의 계측시설 설치는 아직 많이 부족한 상태로 이에 대한 예산배정 확대 및 유지관리 대책 수립이 필요한 상황이다.

현재, 농업시설물의 홍수예경보 관련 사업 및 대책으로는 농촌용수 물관리정보화 사업, 농촌용수 물관리자동화 사업, 저수지 수위계 설치 사업, EAP, 저수지수문량재조사, 물관리시설물 현대화 개보수, 재해복구 사업 등이 추진중에 있으며, 이들 사업이 유기적으로 연결을 통한 운영이 아쉬운 상황이다. 이는 하드웨어와 소프트웨어가 조화를 이룬 시스템의 구축이 미비하고, 시스템 설치 및 운영을 위한 토목, 전

산, 계측 등 다양한 분야를 다룰 수 있는 전문가 양성이 부족하여, 계측·제어 시설의 내구성, 호환성, 경제성 및 유지관리까지 고려한 시스템의 설치가 이루어지지 않았기 때문이다.

마지막으로 농촌홍수에 대한 분석을 재검토할 필

요가 있다. 어느 수준까지 홍수대책을 세울 것인가에 대한 정치·경제적 합의가 필요하며, 일반 댐이나 도시의 홍수대책이 농촌지역에도 적정한가하는 검토와 연구가 필요하다. ☞

참고문헌

1. 농림부(2008), 농업생산기반정비사업 통계연보
2. 농어촌진흥공사(1994),물관리 제어방식 기술지침
3. 한국농촌공사(2007), 저수지 운영지원 시스템 사용자 설명서
4. 한국농촌공사(2007), 충남권역 저수지 비상대처계획
5. USBR(1991), Canal Systems Automation Manual Volume 1
6. USBR(1995), Canal Systems Automation Manual Volume 2
7. 한강홍수통제소, <http://www.hrfco.go.kr/>
8. 한국농어촌공사 농촌용수종합정보시스템, <http://rawris.ekr.or.kr>