



2011 방재기술컨퍼런스

기후변화, 댐건설 및 운영관리의 새로운 패러다임



- 일 시 : 2011년 10월 27일(목) 14:00~17:00
- 장 소 : 코엑스 3층 컨퍼런스홀 307호
- 주 최 :  소방방재청
- 주 관 :  사단법인 한국대담회 기술위원회

CONFERENCE PROGRAM

※ 진 행 : 고 덕 구 기술위 부위원장(K-water연구원)

시간계획	프로그램	비 고
14:00~14:05 (5)	개회사	최 계 운 국제협력부회장/인천대 교수
14:05~14:30(25)	발표 1	기후변화 대비 농업용 댐의 재해대비 추진전략 조 진 훈 팀장/한국농어촌연구원 수자원팀
14:30~14:55(25)	발표 2	4대강 보 관리의 새로운 패러다임 김 훈 박사/한국시설안전공단 재난예방팀
14:55~15:20(25)	발표 3	기후변화 대비, 댐운영 · 안전관리 방안 김 진 수 처장/K-water 댐·유역관리처
15:20~15:45(25)	발표 4	댐 비퇴사량 예측 및 활용에 관한 연구 윤 용 진 부사장/도화엔지니어링
15:45~16:00(15)	커피브레이크	
16:00~17:00(60)	종합토론	좌 장 : 백 운 일 기술부회장/대림산업 상무
		<ul style="list-style-type: none"> · 박 경 수 처장 / 한국수력원자력 수력처 · 이 관 호 처장 / 한국농어촌공사 시설안전처 · 안 상 로 박사 / 한국시설안전공단 도시철도팀 · 진 광 호 처장 / K-water 수자원개발처 · 안 태 봉 교수 / 우송대 · 이 희 만 부사장 / 도화엔지니어링 지반터널부

차 례

발 표 1

- 기후변화 대비 농업용 댐의 재해대비 추진전략 1
 - ➡ 조 진 훈 팀장/한국농어촌연구원 수자원팀

발 표 2

- 4대강 보 관리의 새로운 패러다임 27
 - ➡ 김 훈 박사/한국시설안전공단 재난예방팀

발 표 3

- 기후변화 대비, 댐운영 · 안전관리 방안 49
 - ➡ 김 진 수 처장/K-water 댐·유역관리처

발 표 4

- 댐 비퇴사량 예측 및 활용에 관한 연구 65
 - ➡ 윤 용 진 부사장/도화엔지니어링
-

발 표 1

기후변화 대비 농업용 댐의 재해대비 추진전략

조 진 훈 팀장/한국농어촌연구원 수자원팀

기후변화 대비 농업용 댐의 재해대비 추진전략

— 저수지 독높이기와 방조제 구조개선 중심 —



2011. 10. 27

한국농어촌공사 조 진 훈



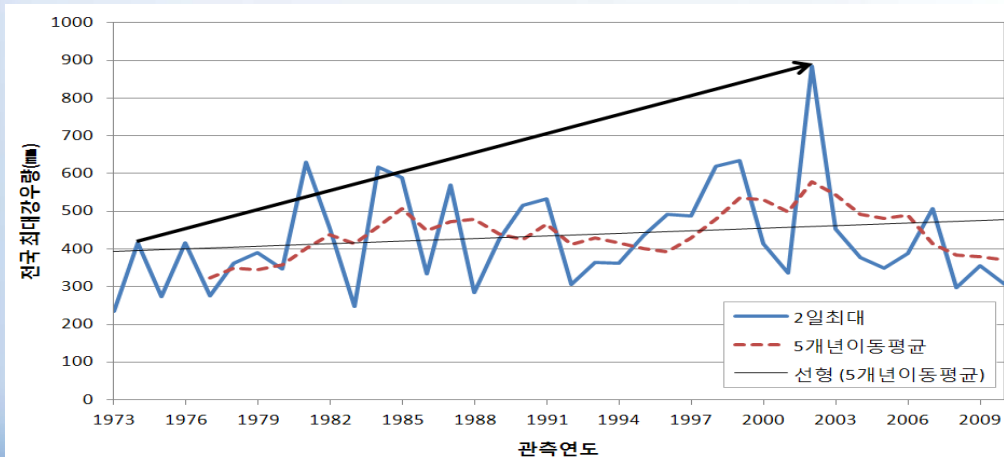
목차

- I 관측자료를 통해 본 기후변화추세
- II 미래기후의 예측
- III 기후변화로 인한 재해
- IV 농업용 수리시설 현황
- V 저수지 독높이기
- VI 댐 재개발사업
- VII 하구둑 구조개선
- VIII 맺는 말

I. 관측자료를 통해 본 기후변화추세

● 관측강우량의 지속시간별 변화추세(극값)

- 1시간강우량 : 1980년 이전 97.0mm → 2010년 128.0mm로 **32% 증가**
- 1일 강우량 : 1980년 이전 340.5mm → 2010년 870.5mm로 **156% 증가**
- 2일 강우량 : 1980년 이전 416.9mm → 2010년 884.5mm로 **112% 증가**



● 최근 30개년간 전국평균 확률강우량의 변화는 1980년 이전 대비 평균 33.5mm가 증가하였으며, **증가율은 11.2%임**

〈최근 30개년간 전국평균 확률강우량의 변화(20년빈도 2일연속최대)〉

구 분		~ '80	~ '85	~ '90	~ '95년	~ '00년	~ '05년	~ '10년	평균
확률강우량(mm)		299.1	331.6	329.9	324.8	337.7	339.1	336.6	332.6
1980년	증가량(mm)	-	32.5	30.8	25.7	34.6	40.0	37.2	33.5
대비	증가율	-	10.9	10.3	8.6	11.6	13.4	12.4	11.2

● '83년 이전 10년빈도, ' 83년 이후 20년빈도로 설계하였으나, 과거 기준 20년빈도 강우량은 **현재 기준으로 5~11년 빈도에 해당**

〈최근 20개년간 주요지점 확률강우량의 변화〉

구 분		포항	강화	영덕	대관령	구미	강릉	비고
20년빈도강우량	~1990	223.8	388.9	185.5	436.7	173.8	360.3	
	~2010	317.5	467.0	258.8	506.1	233.0	412.4	
	증가량	93.7	78.1	73.3	69.3	59.2	52.1	
현재기준 빈도		6년	9년	5년	11년	5년	11년	

2011년 호우시 배수개선 설계빈도(20년) 초과 사례

7~8월 집중호우 대비 설계강우량

시도	측후소	기상청(A)	설계강우량(최근 30개년)			비고
			20년(B)	A/B(%)	30년	
계	10					
서울	서울	472.5	427.2	111	462.9	30년빈도 초과
강원	춘천	427.0	393.1	109	426.6	"
전북	군산	392.5	304.9	129	331.7	"
	정읍	437.0	255.2	171	274.8	"
전남	순천	501.5	359.1	140	385.6	"
경북	영천	220.0	209.47	105	223.04	20년빈도 초과
	대구	290.0	264.41	110	284.35	30년빈도 초과
경남	밀양	274.0	268.26	102	287.83	20년빈도 초과
	진주	361.0	320.0	113	343.3	30년빈도 초과
	합천	313.5	261.03	120	282.39	"

침수피해 현황 파악 결과

최근 5년간 집중 호우로 인한 농경지 침수피해 면적 52천ha

구 분	계	2006	2007	2008	2009	2010
농경지	52,838	34,695	4,858	590	5,331	7,364

2011년 7월 집중 호우시 침수피해사례

구분	총계(ha)			조사설계중			시설운영중			사업시행중		
	계	벼	원예	계	벼	원예	소계	벼	원예	소계	벼	원예
침수 면적	21,438	20,513	928	4,444	3,942	505	11,824	11,521	303	5,170	5,050	120

침수피해 현황 파악

● 2011년 7월 집중호우시 침수피해 사례

위 치	전북 익산(군산측후소)	경남 진주(진주측후소)
강 우 량	392mm(20년빈도 326mm)	361mm(20년빈도 289mm)
기시설현황	내촌배수장, 봉동배수장	덕오배수장
침 수 면 적	119ha(벼: 92ha, 원예 : 27ha)	40ha(원예 : 40ha)
피 해 원 인	배수장용량 부족 및 이상강우	배수장용량 부족 및 이상강우
피 해 사 진		

관련자료 조사 및 검토 결과

● 확률강우량과 관측강우량 비교

- 분석자료

- * 장기간 확률빈도분석이 가능한 전국 61개 관측소(1973~2010년, 38개년)
- * 확률강우량 : 20년, 30년 및 50년빈도 2일(1990년 기준)
- * 관측강우량 : 48시간 연속 최대 강우량(최근 20개년, 1991~2010년)

빈도 구분	전국 평균 확률강우량	최근20개년(1991~2010년)		확률강우량의 관측 강우량 초과횟수
		초과관측소 수	관측강우량 초과횟수	
20년 2일	340.9	45	96	관측소당 1.6회
30년 2일	370.3	38	75	관측소당 1.2회
50년 2일	407.1	26	46	

II. 미래기후의 예측

예 측 과 정

기후변화에 따른 농업용수 영향평가 대상지구 선정



대상지구선정



대상 관측소 선정

지 역	강 원	경 기	경 남	경 북	전 남	전 북	충 남	충 북
관측소명	춘 천	수 원	진 주	포 향	여 수	전 주	서 산	청 주
CODE	101	119	119	138	168	146	129	131
DB시작년	1972	1967	1970	1967	1967	1967	1968	1967
DB종료년	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008
DB년수	37	42	39	42	42	42	42	42

대상 저수지 선정

지 역	강 원	경 기	경 남	경 북	전 남	전 북	충 남	충 북
저수지명	원 창	마 둔	남 성	마 북	대 포	백 석	고 풍	원 남
유역면적 (ha)	1,300	1,240	392	1,600	1,440	10,625	2,590	3,655
관개면적 (ha)	305	529	72	650	260	374	1,293	1,080
만수위 (El.m)	280.0	119.1	99.0	164.3	20.1	29.8	84.0	115.7
사수위 (El.m)	250.0	102.0	76.2	134.0	6.8	22.8	64.6	97.0
삼투량 (mm)	6.5	4.0	4.1	5.0	4.0	5.0	10.0	5.5
수로손실 (%)	20.0	10.0	15.0	15.0	15.0	10.0	10.0	15.0
유효 저수량 (천m³)	3,214	3,486	1,622	6,160	1,380	1,461	7,191	8,690

시나리오 선정

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 에 의해 2002년 작성

SRES (Special Report on Emission Scenario): 2002년 사회, 경제, 환경을 고려한 4가지 골격의 온실가스 배출시나리오 작성

● A - B 축 : 경제 (Economic) 지향 - 환경 (Environmental) 지향

● 1 - 2 축 : 지구적 (Global) 지향 - 지역주의 (Regional) 지향

A1 고성장 사회

- 시장의 이점을 활용, 전세계가 경제성장, 교육, 기술, 사회제도에 큰 혁신발생

A2 다원화 사회

- 다양한 사회구조나 정치 구조를 구축
- 세계의 경제나 정치가 지역화, 정체가정 온난화 가스 배출 고수준

B1 지속발전형 사회

- 낮은 인구성장, 고도경제 성장
- 온실 가스 배출량 (2100년 : 1990년 수준)

B2 지역공존형 사회

- 환경이나 사회에 높은 관심
- 지역의 문제와 공평성을 중시
- 하부에 기초를 둔 상향식 발전

IPCC
SRES Scenario

시나리오	CO ₂ 농도 (ppm)	기 온 (°C)
B1	550	1.8(1.1~2.9)
A1T	540	2.4(1.4~3.8)
B2	600	2.4(1.4~3.8)
A1B	720	2.8(1.7~4.4)
A2	830	3.4(2.0~5.4)
A1FI	970	4.0(2.4~6.4)

Driver	A1				A2	B1	B2
	A1C	A1G	A1B	A1T			
Population growth	Low	Low	Low	Low	High	Low	Medium
GDP growth	Very high	Very high	Very high	Very high	Medium	High	Medium
Energy Use	Very high	Very high	Very high	Very high	High	Low	Medium
Land-Use Changes	Low-Medium	Low-Medium	Low	Low	Medium/High	High	Medium
Availability of Conventional and Unconventional Oil and Gas	High	High	Medium	Medium	Low	Low	Medium
Pace of Technological Change	Rapid	Rapid	Rapid	Rapid	Slow	Medium	Medium
Direction of technological change favoring	Coal	Oil & gas	Balance	Non-fossils	Regional	Efficiency & dematerialization	dynamics as usual

GCM 선정

● IPCC AR4 23개 모델과 국립기상연구소 (METRI) ECHO-G 모델 구축

● AOGCM: 해양순환과 연관된 수백~수천년의 시간규모와 이에 따른 계산 요구량 때문에 현재 AOGCM 수평 분해능은 300~500km 정도로 간격이 넓음

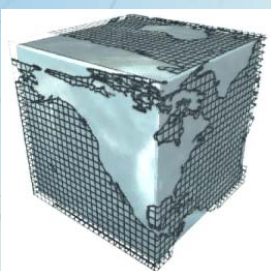
● 자료기간 : 1979~2100년 (총 130년)

- 20세기 기후모의 : 1979~2008년

- 21세기 B1, A1B, A2 시나리오 : 2009~2100년

● 주요변수

- 기온, 강수, 바람(u, v), 비습
(공기에 포함된 수증기 양) 등

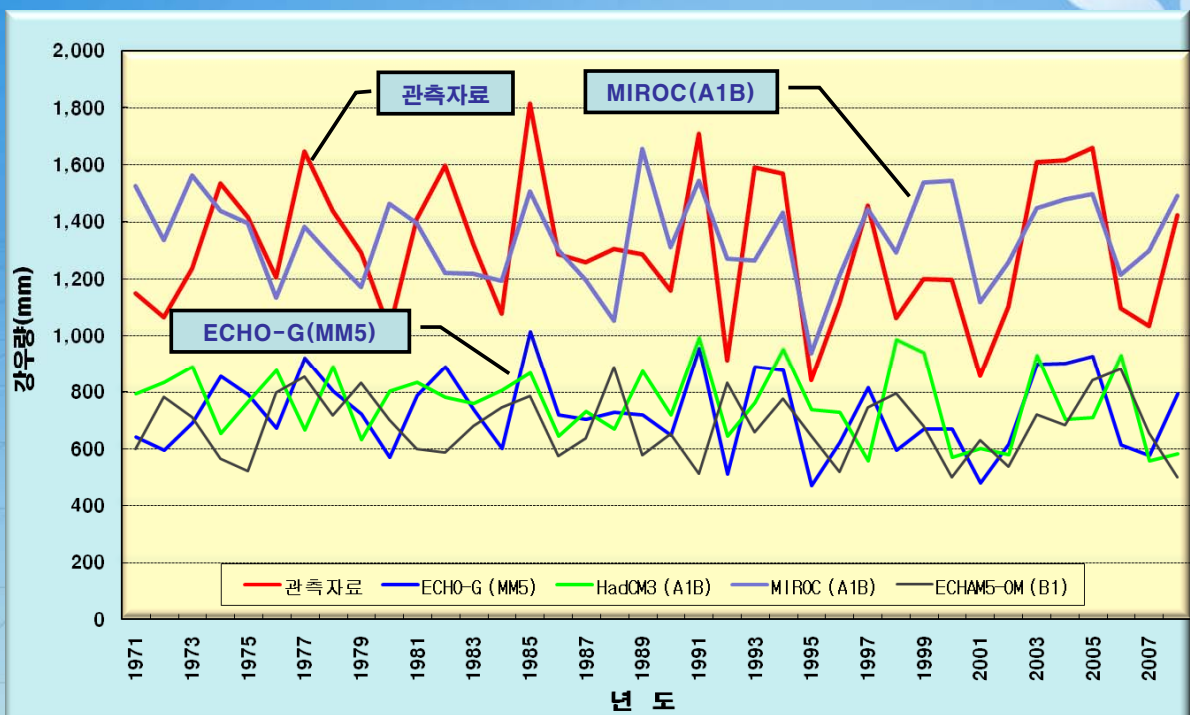


No	ID	Model (agency: version)	Country	Resolution	
				Atm	Ocn
1	a	BCC: CM1	China	128X96	128X96
2	b	BCCR: BCM2	Norway	128X64	360X180
3	c	CCCMA: CGCM3.1-T47	Canada	96X48	192X96
4	d	CCCMA: CGCM3.1-T63	Canada	128X64	256X192
5	e	CNRM: CM3	France	128X64	180X170
6	f	CSIRO: MK3	Australia	192X96	192X189
7	g	GFDL: CM2	USA	144X90	360X200
8	h	GFDL: CM2.1	USA	144X90	360X200
9	i	NASA: GISS-AOM	USA	90X60	90X60
10	j	NASA: GISS-EH	USA	72X46	360X180
11	k	NASA: GISS-ER	USA	72X46	72X46
12	l	LASG: GFOALS-G1.0	China	128X60	360X170
13	m	INM: CM3	Russia	72X45	144X84
14	n	IPSL: CM4	France	96X72	180X170
15	o	NIES: MIROC3.2_Hi	Japan	320X160	320X320
16	p	NIES: MIROC3.2_MED	Japan	128X64	256X192
17	q	MPIM: ECHAM5	Germany	192X96	360X180
18	r	MRI: CGCM2.3.2	Japan	128X64	144X111
19	s	NCAR: CCSM3	USA	256X128	320X395
20	t	NCAR: PCM	USA	128X64	360X180
21	u	UKMO: HADCM3	UK	96X73	288X144
22	v	UKMO: HADGEM1	UK	192X144	360X216
23	w	METRI: ECHO-G	Germany/Korea	96X48	128X117

GCM 이용 기상자료 분석

구 분	관측자료 (수원)	ECHO-G MM5 [A1B]	HadCM3			MIROC3.2		ECHAM 5-OM		
			[A1B]	[A2]	[B1]	[A1B]	[B1]	[A1B]	[A2]	[B1]
1979	1,292.9	721.9	631.7	610.0	447.1	1,170.2	1,241.7	881.0	1,179.3	832.7
1980	1,021.0	570.1	802.3	668.0	567.9	1,461.7	1,249.2	862.9	1,055.4	699.8
1981	1,411.4	788.1	833.1	667.9	589.7	1,395.2	1,268.9	922.3	1,101.3	599.9
1982	1,594.6	890.4	782.5	643.3	553.9	1,221.9	1,102.0	849.5	656.1	584.6
1983	1,321.2	737.7	760.8	713.7	538.5	1,216.4	1,295.6	943.4	1,191.6	681.4
1984	1,076.5	601.1	806.5	524.1	570.8	1,192.0	1,291.4	905.9	1,152.9	744.9
1985	1,814.2	1,013.0	868.7	578.2	614.9	1,505.4	1,254.2	835.3	1,061.9	784.5
1986 ~1999	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
2000	1,196.3	668.0	570.6	480.7	403.9	1,543.5	1,136.8	921.3	1,056.0	499.3
2001	858.0	479.1	599.5	465.4	424.3	1,117.9	1,354.9	814.7	1,245.3	630.1
2002	1,102.0	615.3	580.4	764.9	410.8	1,257.9	1,198.2	844.8	1,176.9	536.2
2003	1,607.5	897.6	931.8	702.3	659.5	1,447.2	1,465.1	1,068.3	1,151.7	721.2
2004	1,614.3	901.4	704.5	754.6	498.7	1,479.3	912.2	941.5	1,059.5	684.0
2005	1,659.6	926.7	710.7	564.9	503.1	1,496.7	1,344.9	620.3	890.6	841.7
2006	1,096.8	612.4	931.2	447.3	659.1	1,215.1	1,047.7	840.8	913.7	883.3
2007	1,032.8	576.7	557.9	466.5	394.9	1,297.7	1,236.4	731.0	1,051.0	654.9
2008	1,420.6	793.2	581.8	791.9	411.8	1,488.6	1,075.0	847.6	775.4	498.9
평 균	1,304.0	728.1	762.5	611.4	539.7	1,341.9	1,216.7	827.3	1,034.2	681.9

GCM 기상자료와 관측자료 비교

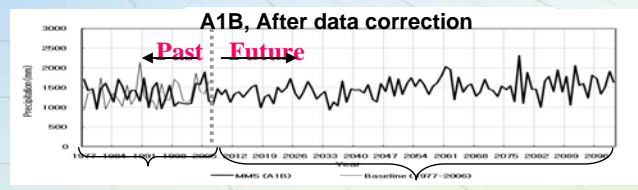
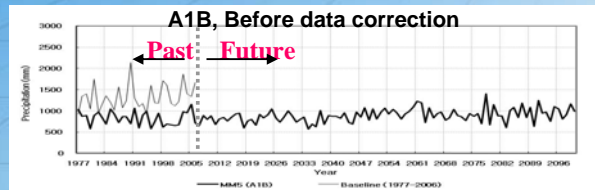


편이보정

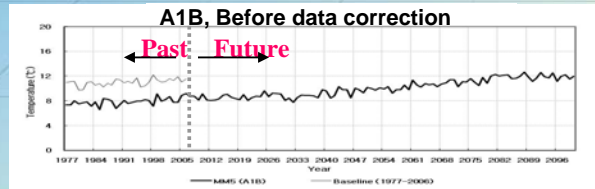
기후변화 시나리오별 강우량과 기온의 편이보정 값

GCM/RCM	MM5 (A1B)		MIROC3.2 (A1B)	
지역(관측소)	강우량	기온 [°C]	강우량	기온 [°C]
강원(춘천)	1.65	2.98	0.97	-1.21
경기(수원)	1.79	2.98	1.06	-1.63
경남(진주)	1.55	3.09	1.14	-2.40
경북(포항)	1.32	5.17	0.86	0.58
전남(여수)	1.39	3.43	1.09	-1.28
전북(전주)	1.54	3.69	1.07	-1.24
충남(서산)	1.76	1.60	1.04	-1.72
충북(청주)	1.58	3.06	0.94	-1.19

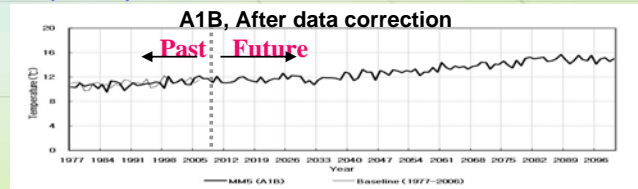
Precipitation



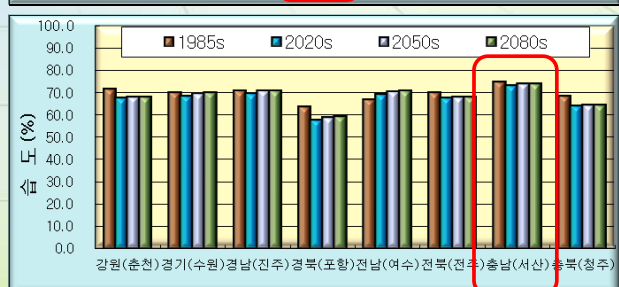
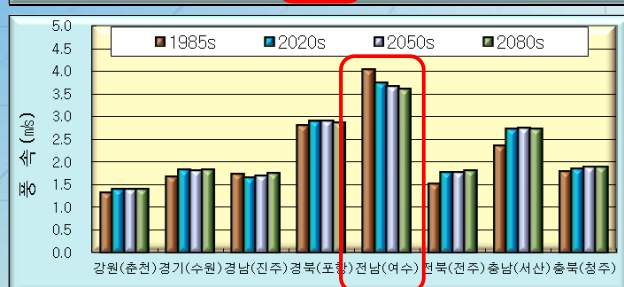
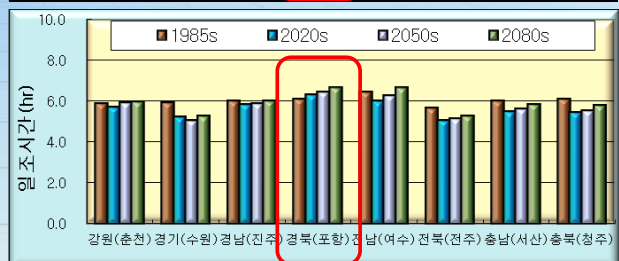
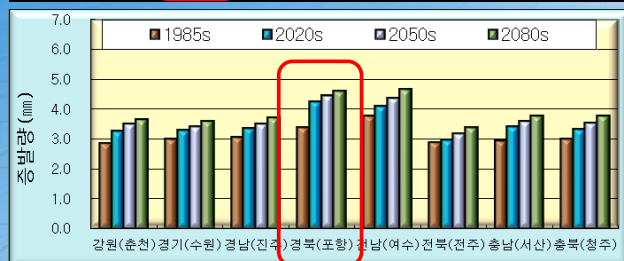
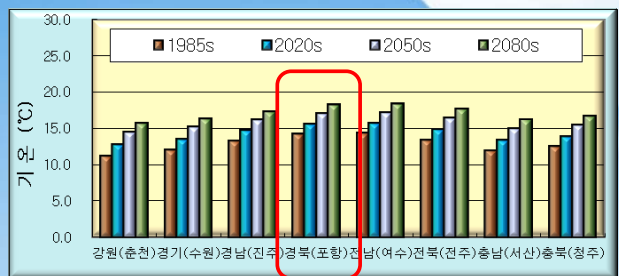
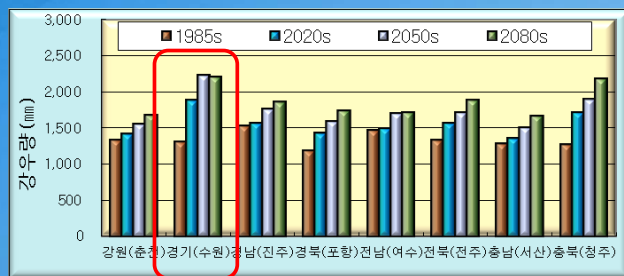
Temperature



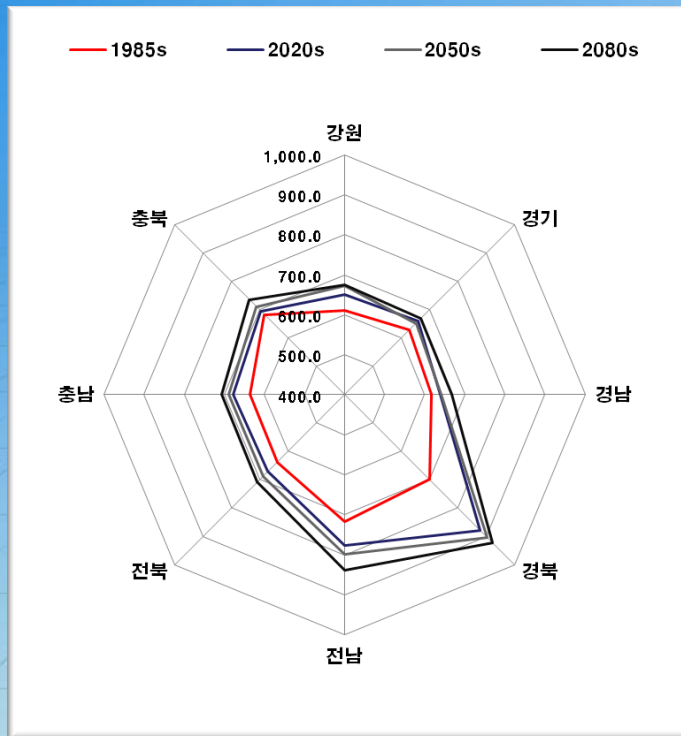
20th Century Simulations (20C3M) : 1979 - 2008 21th Century Simulations (A1B) : 2009 - 2100



미래기상자료 생성

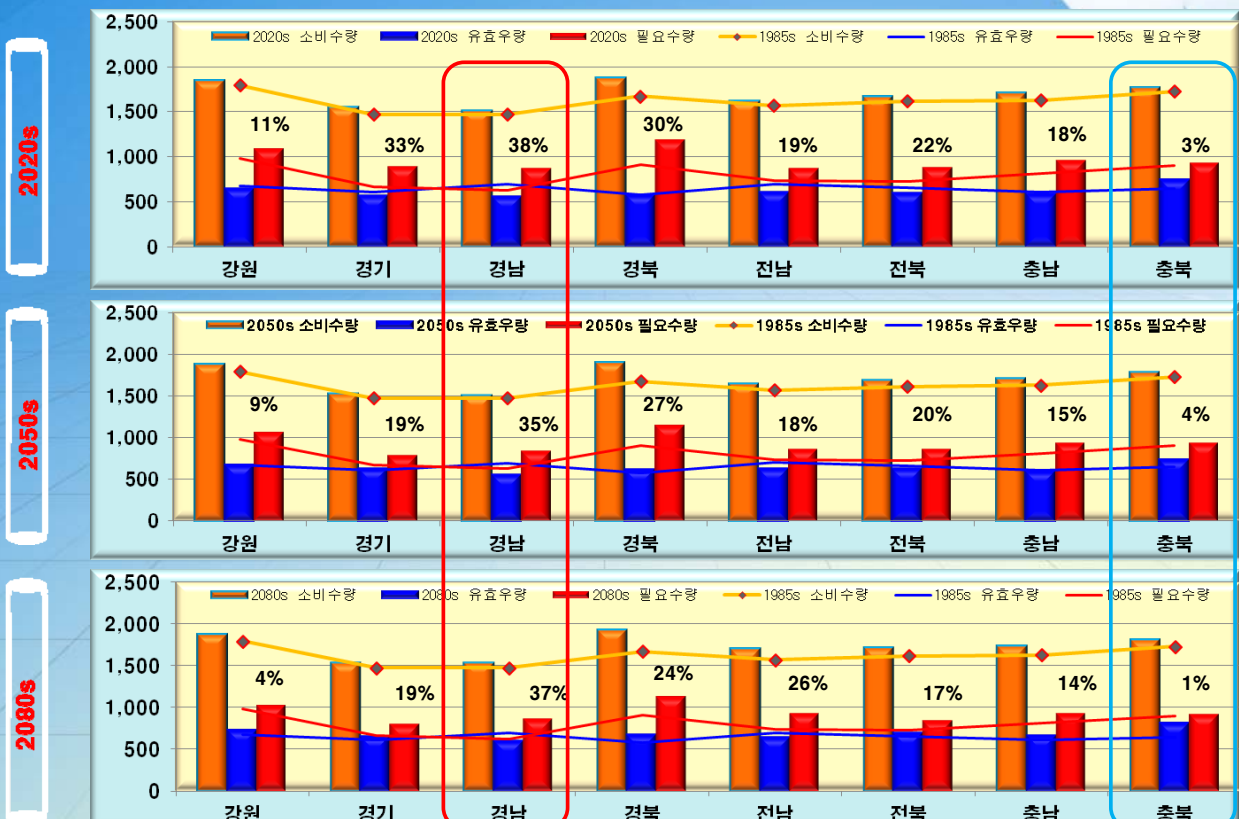


잠재증발산량 분석



지역	잠재증발산량			
	1985s	2020s	2050s	2080s
강원	610.8	650.1	672.5	674.8
경기	629.0	661.1	652.7	670.5
경남	617.4	638.6	640.7	667.3
경북	699.6	879.4	903.6	923.1
전남	717.9	777.8	799.5	839.2
전북	637.7	671.3	688.1	707.7
충남	635.6	678.8	688.7	706.6
충북	682.2	694.7	711.5	736.4

필요수량 분석



III. 기후변화로 인한 재해

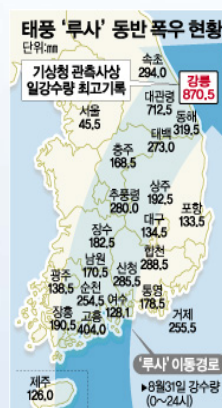
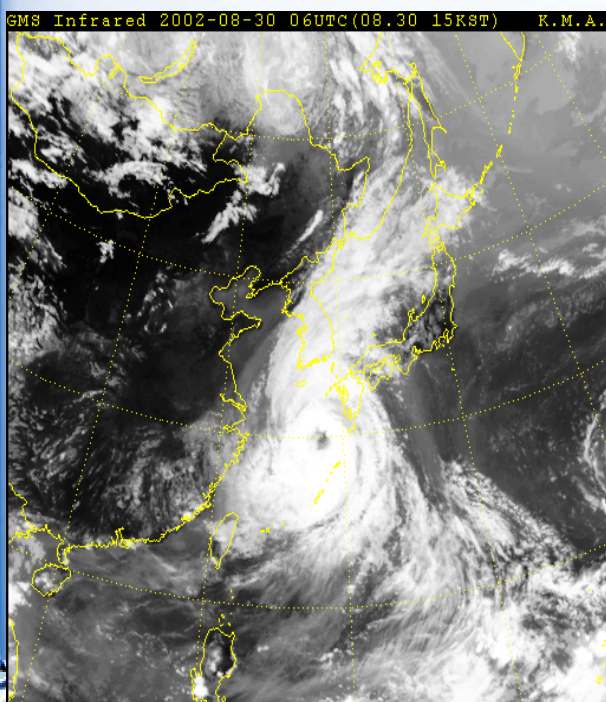
홍수피해 증가

- 과거 10년간 385회의 홍수가 발생하였으며, 이는 과거 대비 1.7배가 증가한 횟수임
- 홍수위험지수(인구 100만명당 사망자수) : **한국 6.86**, 영국 0.23, 일본 2.28
- 해마다 평균적으로 131명이 사망하고, 2조7천억원의 재산피해 발생
- 복구비용은 42±2천억원이 소요됨



- 19 -

- 2002년 태풍 루사 내습시 강릉지역에 일강우량 870.5mm가 내려 도시전체가 침수됨



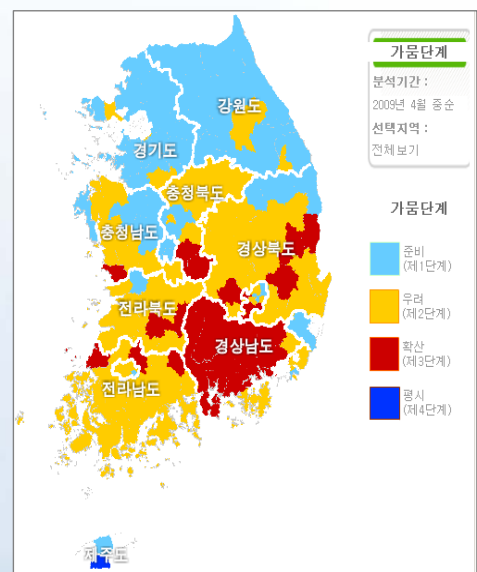
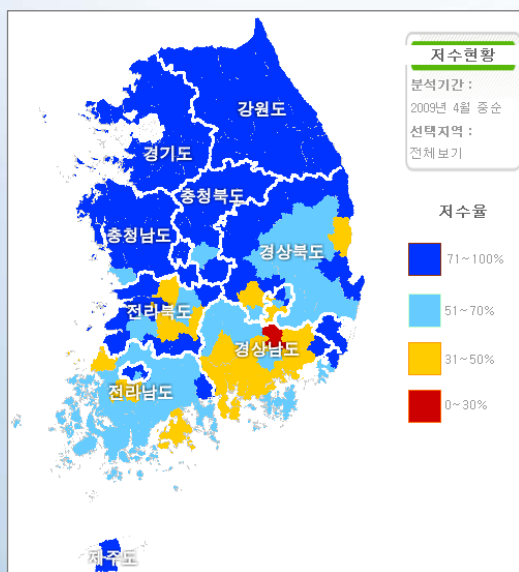
- 20 -

가뭄피해 증가

- 2008년 하반기부터 2009년 상반기까지 가뭄피해가 극심하였음
→ 전국 여러 지역에서 모내기를 하지 못한 경우 발생
- 이 당시 상당수의 소규모 저수지들이 말라버렸음



가뭄피해 증가



IV. 농업용 수리시설 현황

- 논 : 110만 ha (전체 국토면적 1,000만 ha의 **11%**)
- 농촌용수시설 : 총 68,461개소
 - 저수지 17,679개소 : 전체 관개면적의 57% 담당
 - 양수장 및 보 : 전체 관개면적의 19%와 11% 담당
 - 용수로 : 총 길이 62,271km (지구둘레의 1.6배에 해당)



농촌수리시설의 취약성

시설규모 영세

- 저수용량 확보 열악
- 저수지 88%가 저수용량 10만 m³ 미만 소규모

시설 노후화

- 재해대비 위험
- 전체시설 57% 설치 후 30년 이상 경과
- 저수지 94% 30년 이상

설계기준 미흡

- 홍수시 통수능력 부족
- 저수지 96% 100년 빈도 홍수량 기준 적용

농업수리시설피해

- 2002년 태풍 루사 (8.30~9.01) : 4,537개소, 4,639억원
- 2003년 태풍 매미 (9.12~9.13) : 3,194개소, 2,953억원

V. 저수지 독높이기

● 저수지 독높이기의 목적

- 저수지 추가저수공간을 홍수조절로 활용 하류하천 범람 방지
 - 호우시 하류하천 방류시기조정이 가능하여 하류 하천 범람을 방지
- 노후된 저수지를 보수, 보강하여 홍수·지진 등 재해대비능력 강화
 - 총대상 113개소중 30년 이상된 저수지가 73개 보수·보강
 - 안전진단 결과 보수·보강이 필요한 C등급이상 저수지 85개소(75%)
- 저수지 독을 높여 물그릇을 키워 우기때(6~9월) 월류하던 수자원확보
 - 부족한 농업용수는 물론 생활용수 등 장래의 물부족과 가뭄에 대비 (다목적 수자원 확보, 2.8억톤)
 - 하류하천 유지용수량을 공급하여 건천화 방지 및 지역 어메니티 증진

저수지 독높이기 사례

● 충북 보은 궁지구



시행전



시행후

● 경북 성주 **봉학지구**

내사저수지



시행전



시행후

● 경북 상주 **오태지구**

내사저수지



시행전



시행후

VI. 댐 재개발사업

섬진강 댐

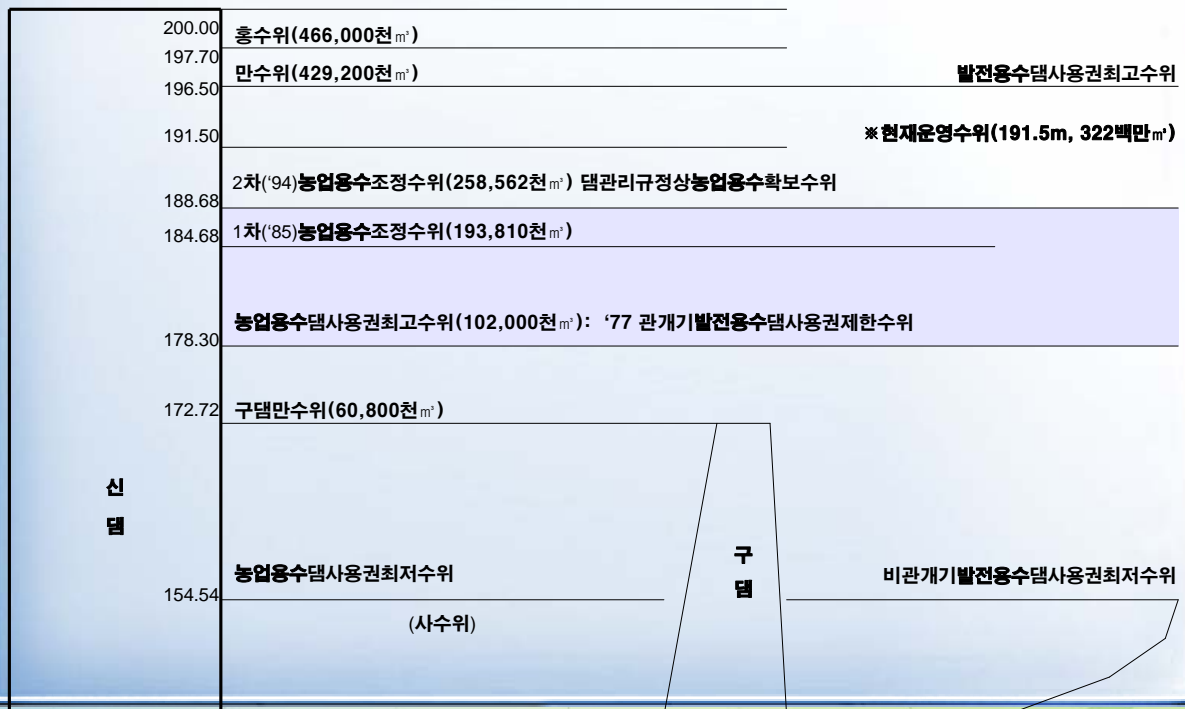
● 배경

- 섬진강댐은 5.16혁명이후 제1차 경제 5개년계획의 일환으로 1961년 8월에 착공하여 1965년 12월에 준공 됨
- 구댐(운암제)으로부터 하류 약 2.4Km 지점에 6.25전에 시공하다 중단한 것을 완성시킨 것으로써 중력식 콘크리트 댐으로 우리나라 최초로 완성된 다목적댐
- 제원 : 높이 64m, 총저수량 446,000,000 m³

● 시설개요

댐	발전	관개
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 댐관리자 : 한국수자원공사 ◦ 댐 형 식 : 중력식 콘크리트댐 (높이 64m, 길이 344.2m) ◦ 수 문 : Radial gate(15련) ◦ 저수면적 : 26.5 km² ◦ 총저수량 : 466백만 m³ (EL 197.7m, 계획홍수위) ◦ 홍수조절량 : 30.3백만 m³ ◦ 계획홍수량 : 2,543 m³/sec (100년), 2,767 m³/sec(200년) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사용권자 : 한국수력원자력 ◦ 발전용수 : 최대 26.39 m³/s ◦ 시설용량 : 14,400Kw × 2대 6,000Kw × 1대 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사용권자 : 한국농어촌공사 ◦ 총수혜면적 : 29,860ha(190.78백만 m³) ◦ 확보수위 : EL 188.68m (3월말 기준), 258.5백만 m³ ◦ 수위운영 : EL 191.5m (재개발후 EL 196.5m, 댐고 5m 증가, 활용가능수량 65백만 m³ 증가)

● 섬진강댐 수량도



● 섬진강댐 재개발사업

● 사업 개요

- 사업기간 : 2003~2010년
- 총사업비 : 2,550억원
- 주요내용
 - ▶ 비상여수로 설치 : 터널식 (D13.5m*2련, L1=674m, L2=624m)
문비 (11.5m*12.13m*4문)
 - ▶ 용수공급시설 설치 : 취수탑 1개소, 방류구 D1,500mm(L=32m)
- 추가 확보되는 수량 : 광양 및 여수지역의 생공용수로 공급 예정 (6,500만m³/년)
- 현재 재개발사업이 지연되고 있음

● 재개발 사업추진 지연 사유

- 기존 댐사용권자인 한국수력원자력과 한국농어촌공사는 동진강유역에 농업 및 발전용수로 전량공급되던 수량의 일부를 광양지역의 생공용수로 공급하여 농업 및 발전용수 부족 우려
- 추가 확보가능한 용수량의 타당성과 댐사용권 변경에 따른 보상방안에 관하여 이견

● 집중호우로 인한 위기 발생

○ 금년 8월 초순 섬진강댐 상류에 집중호우 발생

- 댐 설계최대홍수량 $3,268 \text{ m}^3/\text{s}$ 보다 $1,166 \text{ m}^3$ 많은 $4,434 \text{ m}^3/\text{s}$ 유입
- 댐수위가 계획홍수위(197.7m)을 1m 남긴 196.74m 까지 도달
(댐 건설 이후 최고수위에 도달)
- 호우와 방류로 댐 하류 임실, 순창, 남원, 곡성주민 2,100세대가 대피, 많은 재산피해 발생



VII. 하구둑 구조개선

영산강하구둑

○ 사업 목적 :

영산호와 영암호 배수갑문을 확장하여 홍수시 호소 내 홍수를 바다로 신속히
배제하여 영산강 주변 농경지($5,897\text{ha}$) 상습침수피해 방지



〈 영산강 상류 농경지 및 서호 양수장 침수전경 〉

● 사업개요

공 종	사업내역	
영산강 배수갑문 확장	시설 및 규모	- Gate : 240m→480m - 1 Bridge and control center
어도	형태	- Natural channel style
영암 배수갑문 확장	시설 및 규모	- Gate : 80m→410m - 1 Bridge and control center
연결수로 확장	시설 및 규모	- 15m→140m, L=5,622m - 3 Bridges
영암제수문 확장	시설 및 규모	- Gate: 30m→150m
금호제수문 확장	시설 및 규모	- Gate: 30m

- 예산 : 6,190억원
- 기간 : 2009 ~ 2012



영산강하구둑



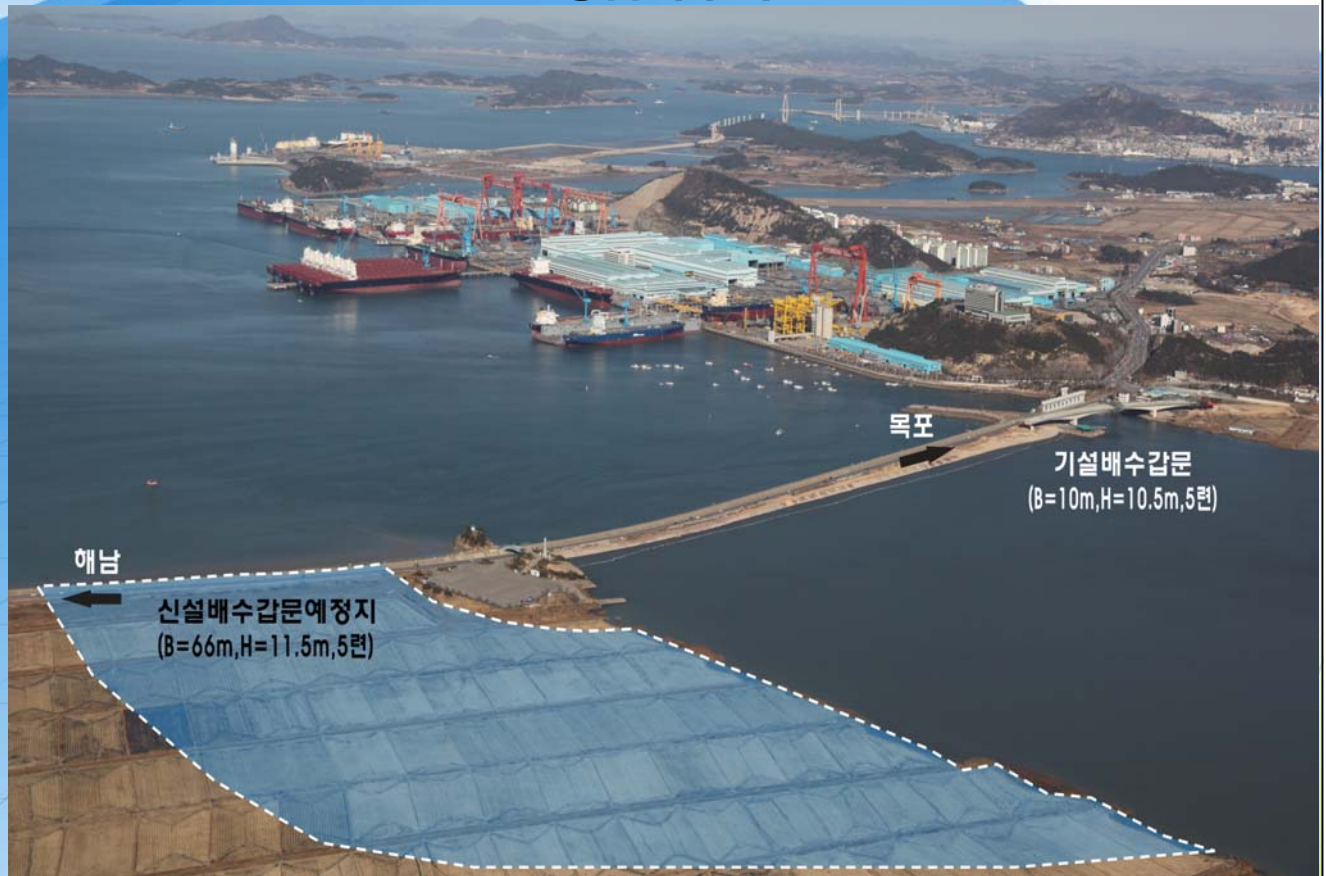


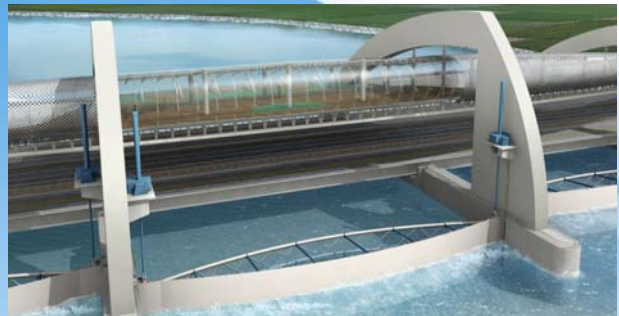
배수갑문 확장



도로확장

영암하구둑





연결수로





Youngam Control Gate



Geumho Control Gate

VIII. 맺는 말

- 기후변화로 인하여 강우의 극한 강도값이 점차 증가하고 있으며 이에 따른 재해규모가 증가하고 있음
- 장래의 재해대비를 위하여 기후변화 추이를 적정하게 예측하는 것이 중요함
- 전국에 17,000여개의 농업용 저수지가 있으나 상당수가 규모가 과소하고 노후화 되어 개보수가 필요함
- 이와 같은 필요성에 따라 4대강 사업에 일환으로 111개 주요 농업용댐에 대한 독높이기 사업이 진행중임
- 주요 강 하구에 설치된 하구둑의 경우 홍수량 증가로 통수능력의 확대가 요구되며, 이에 따라 주요 하구둑에 대한 구조개선사업이 추진되고 있음



발 표 2

4대강 보 관리의 새로운 패러다임

김 훈 박사/한국시설안전공단 재난예방팀

4대강 보 관리의 새로운 패러다임

2011년 10월 27일

한국시설안전공단
공학박사 : 김 훈

목 차

I 개 요

II Smart River 관리

III 4대강 보 통합관리

IV 국토해양 R&D 개발

V 결 론

1. 개 요

Green Health Monitoring

유비쿼터스

- 뜻 : '어디서나 동시에 존재하는 유/무선 통합 인터넷, 모바일 컨버전스 RFID/USN, BcN 등 정보기술(IT)과 결합된 '새로운 정보사회'
※ 활용 [갤럭시 폰]

Green Health Monitoring

- 첨단 센서 + IT 기술 + 정보통신 [로봇, 나노, BT] 융합 정보 콘텐츠 제공
※ 삶의 변화, 세계적 특화산업

□ Smart (IT + 통신 + 관리) 융합기술

과거 건설의 패러다임	Smart 융합기술의 활용
개별 시설 관리	⇒ 최적화, 효율성 높은 과학화된 종합 관리
관리주체별 부문별 안전대책	⇒ 국민적 안전의 총괄적 안전대책
경험적 안전대책	⇒ IT, 통신의 과학적 안전대책
비용개념의 안전대책	⇒ 투자개념의 안전대책
사후 수습 및 복구위주	⇒ 사전 예방위주
국지적 대응	⇒ 범지역적 대응
발생빈도가 큰 소규모 피해	⇒ 잦아지는 대형화, 다양한 피해
국가, 지자체에 의한 대응	⇒ 네트워크 구축의 총체적 대응
노동집약적인 인력투입	⇒ 조직,인력,예산 최적화

4대강 보 관리

4대강 관리(이수, 치수, 환경 등) Monitoring 기반구축

- ▶ 관리 항목별, 목표시스템(우선순위 설정)을 정해 시스템 구축

-무엇을, 어떻게 Monitoring 할 것인지?

☞ **센서 (광섬유), RFID/USN, CCTV, GPS , 기존 센서, #4949 등**

- 누가? 어떻게 ? 유지 관리할 것인지?

☞ **수익성**

- 하천관리(치수, 이수, 환경 , 수변공간, 지역개발 등) Monitoring 정보전달 방법?

☞ **Data 가공, 판단, 유선(광통신기반)/무선 (표준화 + 보안)**

- Service 내용은?

☞ **실시간 상황전파 시스템 (관련자 , 유관기관 즉각대처)**

2. Smart River 관리

●아리랏길 「Smart River」





- IT, 첨단기술
- 공사중 · 후 정보 수집 및 정보인프라, **하천종합정보관리체계 구축**
- 중복성 방지 및 범 부처별 연계사업 시너지 효과 제고

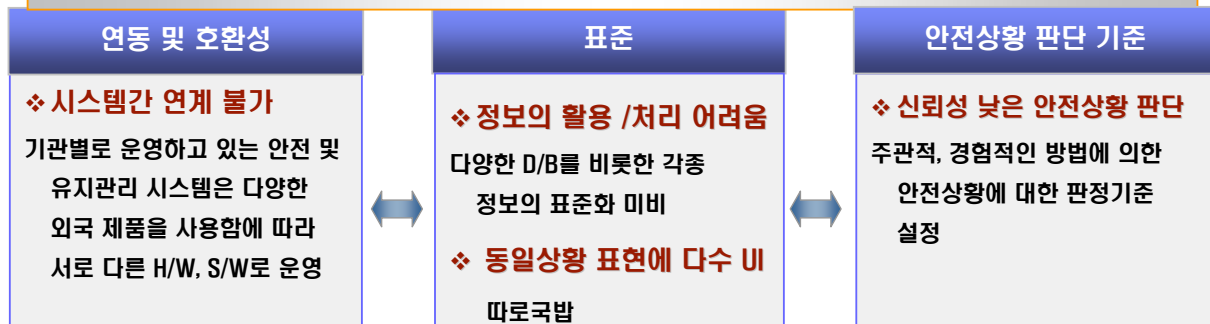


기후환경변화, 수질개선 및 하천 주변 환경 모니터링을 고려한

4대강 보 관리 통합네트워크

Green-Health Monitoring 시스템

현재의 댐, 보, 제방, 수질 및 환경, 시설물을 개별 관리형태
조직, 인원, 예산 낭비

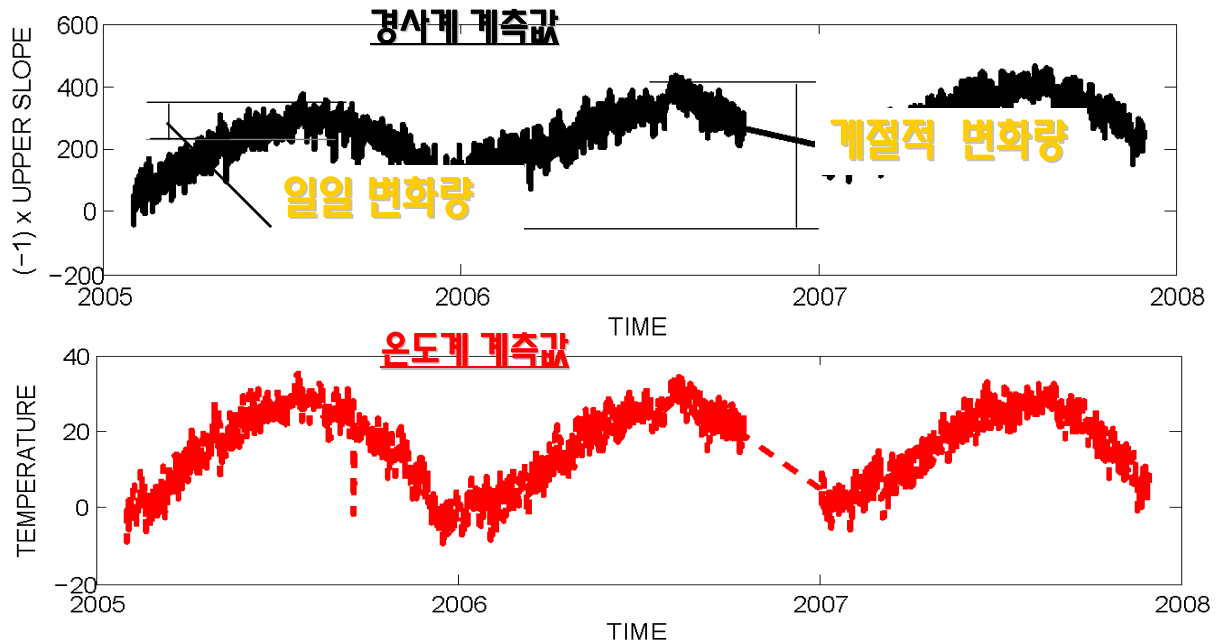


네트워크 응용기술 [창조적 Idea]

- 광섬유센서(FBG, BOTDA), 지능형 PZT센서, GPS, RFID/USN, CCTV
- 로봇 : 잠수로봇, 악천후시 접근이 어려운 지역
- BT : 수질 Monitoring
- 나노 : 신기술 첨단센서
- 무인항공기 : 홍수후 하상변동, 지형변화
- 통신 : 무선 네트워킹, 클라우드 컴퓨팅
- 보안
- S/W, H/W 통합 세계적 표준모델 KIT

Monitoring자료 분석/활용 - 경향성, 주기성, 전문가

- 일반적 관리기준 : 상한치와 하한치를 설정하고, 한계초과시 경고
- 안정해석 S/W, H/W 운영경험과 판단 능력



3. 4대강 보 통합관리

금강 6 부여보



□ 통합관리시스템 내용

❖ 시설물 (수위유지 시설, 소수력 발전설비, 인공습지 배수문 및

계측제어설비 등)이 통합관리센터(홍보센터) 에서 운영·관리할 수

있도록 시스템에 대한 설계 및 필요한 제반시설을 제공하여야 하며,

(4.1.8 세부설계기준 및 지침 / 전기 및 전자통신분야).

□ 16개 공구 검토

○ 통합관리시스템

▽ 16개 보 개별 구축으로 예산낭비, 효율적인 운영을 위한 표준화
및 통합적인 시스템 구축 미흡

- 상황실 구축 구조(보안), 자료 분석 (s/w), 상황전파
- 하드웨어, 상용소프트웨어 및 통신망

▽ 통합관리시스템 구축을 고려한 계측(수위계, 우량계, 기상관측 및
수질측정 등)의 경우 적정 설치 및 위치

※ 내구성 규명화 (10년~15년) 시급

공구별 계측기 설치

	보명칭	주요 계측기
한강	이포보	CCTV(무선: 16개소, 유선: 5개소), 초음파수위계(상하류 각 1개소), 강우량계(Tipping Bucket Type), 수질측정
	여주보	CCTV(6개 이상), 초음파수위계(상하류 각 1개소), 강우량계, 수질측정
	강천보	CCTV, 수위계, 강우량계, 풍향계, 온-습도센서, 수질측정
낙동강	함안보	CCTV, 초음파식 수위계, 강우량계, 수질측정, FBG(광통신 분야 센서)를 이용한 보의 안전 측정
	합천보	CCTV(9개소), 수위계, 강우량계, 수질측정, 제방(부착식경사계), 보(지중경사계, 구조물하중계)
	달성보	CCTV(15개소 이상), 초음파수위계(상하류 각 1개), 수질측정
	강정보	CCTV(21개소), 수위계(상하류 각 1개소), 기상관측설비(1개소), 수질측정(3개소)
	칠곡보	CCTV, 수위계(2개 신설, 왜관, 성주 보강), 기상관측 및 수질측정(1개소)
	구미보	CCTV(2개소 이상), 수위계(5개소), 기상관측 및 수질측정 설비(1개소)
	낙단보	CCTV(7개소), 수위계, 기상관측 및 수질측정 설비(1개소)
	상주보	CCTV, 수위계(2개소), 수질측정(2개소) 등, 보 기초부 계측(간극수압계)
금강	부여보	CCTV(10개 이상), 레이더식 수위계(상하류 각 1개소), 기상관측설비(기온, 습도, 풍향, 풍속 등), 수질측정
	금강보	CCTV(6개소), 수위계(상하류 각 1개소), 강우량계(1개소) 등, 기존 및 신설 구조물에 대한 계측 계획
	금남보	CCTV(5개소), 수위계(상하류 각 1개소), 강우량계(1개소) 등
영산강	죽산보	CCTV, 부차식수위계(상하류 각 1개소), 우량계(측정소 옥상), 수질측정(보상류)
	승촌보	CCTV(3개소), 수위계(5개소), 강우량계, 수질측정(1개소) 등, 하천제방경보시스템(지중경사계, 지중수위계, 간극수압계)

공구별 통신망 계획

* 대부분 인터넷 및 이동통신을 이용한 통신망 이중화를 채택

하천	보명칭	내부 송수신	외부 통신
한강	이포보	무선메쉬, CDMA	초고속 인터넷(KT), 이동통신망(CDMA)
	여주보	-	인터넷
	강천보	인터넷, 이동통신	인터넷, 이동통신
낙동강	함안보	인터넷(VDSL), VHS, 이동통신망(CDMA)	인터넷(VDSL), 이동통신망(CDMA)
	합천보	-	무궁화5호, 초고속인터넷(KT), K-water WAN
	달성보	인터넷, CDMA	인터넷, 이동통신
	강정보	무선메쉬, CDMA	인터넷
	칠곡보	무선메쉬, 광케이블(CCTV), CDMA	전용선로, 인공위성(?)
	구미보	유무선 인터넷(RS485)	인터넷, 이동통신
	낙단보	인터넷, CDMA	인터넷, CDMA
	상주보	F/O cable, CDMA, VHF	KT전용선, WAN, 인공위성
금강	부여보	광케이블(RCS-중앙제어실), VHF, CDMA	무궁화5호, 초고속인터넷(KT), K-water WAN
	금강보	RF/IF장치, 유무선 모뎀(KT)	RF/IF장치, 유선 modem, 무선망
	금남보	인터넷, 이동통신망	인터넷, 이동통신망
영산강	죽산보	근거리 : 광케이블원거리 : VHF(주), CDMA(보조)	무궁화5호, 초고속인터넷(KT), K-water WAN
	승촌보	인터넷, 이동통신망	인터넷, 이동통신망

검토 결과

(서버) 서버 스펙이 불명확, 트래픽 용량이 고려 안됨
 [계측기 및 하드웨어] 설치개수, 설치장소, 측정항목 등이 기준이 없음 (특히 내구연한)
 (상용 S/W) 제품 간 연계성 문제, (통신망) 망(임대망 또는 자가망) 사용방법에 따른 통신 유지관리

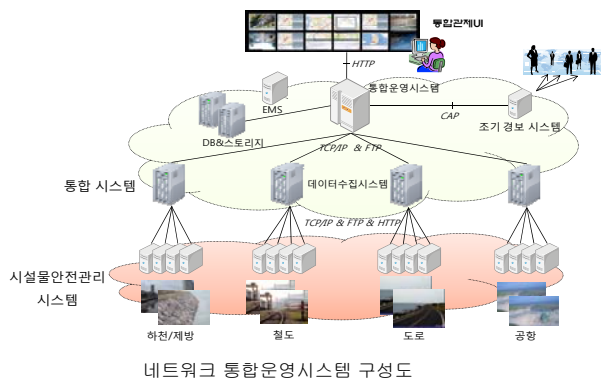
4. 국토해양 R&D 개발

네트워크 통합운영시스템(종합상황판)



- ❖ GIS정보를 이용한 시설물 위치정보
- ❖ 통합운영시스템 프로세서 정상/이상 작동여부
- ❖ 단위시스템 현황
- ❖ 이벤트 추이 현황
- ❖ 실시간 이벤트 현황
- ❖ 시설물 정보 표시
- ❖ 센서 정보 표시
- ❖ 센서 위치 및 계측 데이터 현황 표시
- ❖ CCTV표시

통합운영시스템 구성도



네트워크 통합운영시스템 구성도



네트워크 통합운영시스템 S/W 구성도

데이터수집시스템

- 단위시스템의 데이터
- 데이터 샘플링을 통한 데이터
- 통합운영시스템으로 가공된 데이터
- 단위시스템의 발생
- 수집된 데이터 분석을 통한

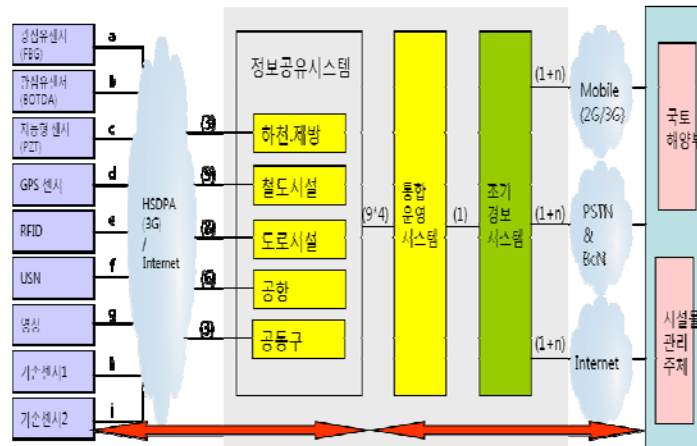
통합운영시스템

- 가공된 데이터의 수신 및
- 이벤트 수신 및 저장 관리
- 이벤트의 조기경보시스템으로의

운영관리시스템

- 데이터수집시스템과 통합운영시스템의 장애 및 통계 기능의 제공
- 시스템 이상 판단 및 관리의 편리성 제공

네트워크 연동 표준화 Process



표준화 필요구간	안전관리시스템 <-> 데이터수집시스템간	데이터수집시스템 <-> 통합운영시스템간	통합운영시스템 <-> 조기경보시스템간	조기경보시스템 <-> 유관부서간
표준	NISM Standard v1.23	자책규격	NISM_EA Standard V1.2 (CAP v1.1, Soap v1.2)	국내 통신 표준규격

CAP(Common Alerting Protocol) 1.1

- 국제 표준 규격 : Common Alerting Protocol (CAP)
- 재난정보를 **다양한 매체**를 사용하여, 다양한 **기관들** 간에 교환하기 위한 XML 스키마를 기반으로 하는 공통 메시지

NISM Standard v1.23

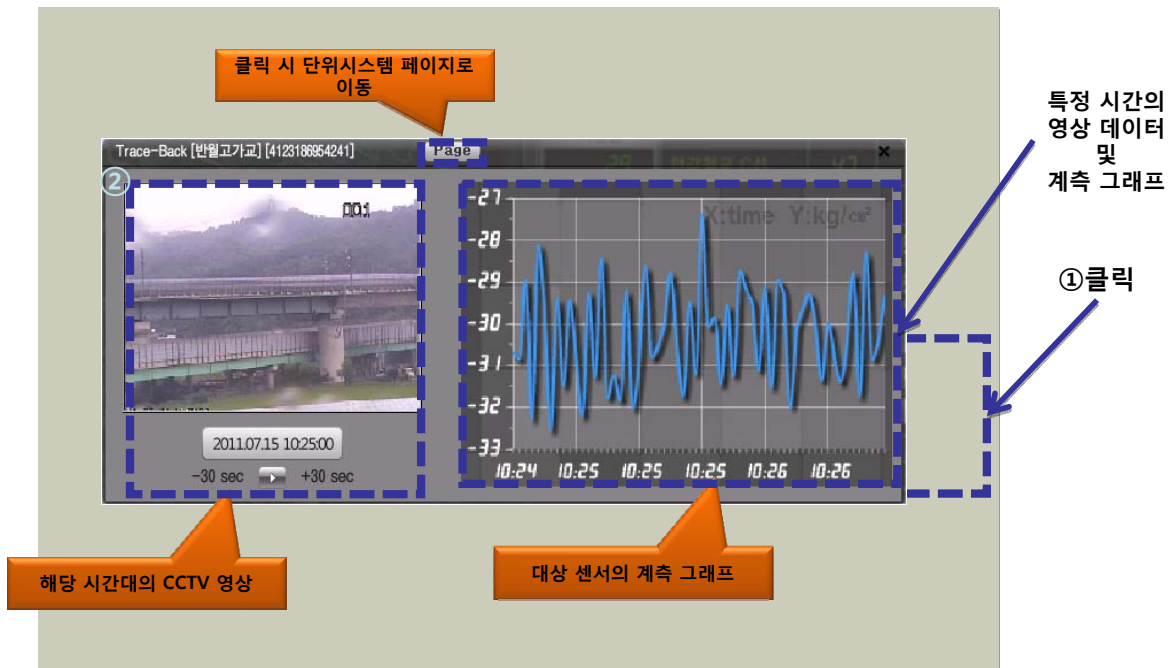
- 자체 표준 규격으로 시설물 안전관리 네트워크 하의 안전관리시스템과 데이터수집시스템의 연동을 위하여 개발 : National Infrastructure Safety Management Standard (NISM Standard)
- **센서 측정값을 전달**하기 위한 데이터 표준화와 센싱 데이터 수집/시작/중지/주기 변경 등의 **제어** 기능, Trace-Back을 위한 과거 데이터 요청/전송 기능 및 알람 **이벤트 보고** 기능

주요 개발 기능

기능	목적	개발
정보 추적 기능 (Trace-back)	영상 이력 데이터의 제공을 통해 현재 상황 및 추이 판단을 지원	표준화: ·시설물 별 영상 이력 데이터 조회를 위한 표준화 규격 정의 데이터 연동 : ·영상 이력 데이터 연동 ·시설물별 영상 이력 데이터 조회 기능 ·통합운영관리 UI의 데이터 표출
통합운영UI 추가	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 등급 및 관리자 권한에 따른 제한적 정보 관리 ▪ 단위 시스템의 수집율로 경보 이벤트 발생 	UI 표출 ·수집율에 따른 경보 이벤트의 UI 표출 ·실시간 평가 시스템에 의한 경보 이벤트의 UI 표출 ·경보 이벤트에 대한 전파 처리 상황의 UI 표출 관리자 별 권한 ·각 단위 시스템 별 독립적인 권한 부여 ·관리자의 등급에 따른 제한적인 권한 부여
운영관리기능 (EMS)	데이터수집시스템과 통합운영시스템의 장애 및 통계 기능의 제공을 통해서 시스템 이상 판단 및 관리의 편리성 제공	정보 제공 ·관리를 위한 정보(구성, 상태, 장애, 통계, 로그) 제공 ·정보의 관리 기능(검색, 삭제, 저장) 제공 제어 및 감시 ·데이터수집시스템 및 통합운영시스템의 실시간 감시 ·H/W, S/W의 등록 및 삭제, 동작 제어

경보 추적 기능

경보 추적(Trace-Back)기능은 단위시스템의 **이벤트 발생 시점의 영상**을 확인



운용관리기능(EMS)

구성관리

•H/W 구성(Network Interface, HDD 등) 및 프로세스 정보 관리

상태관리

•H/W(CPU, MEM, HDD) 상태 및 사용자, 프로세스의 상태 관리

장애관리

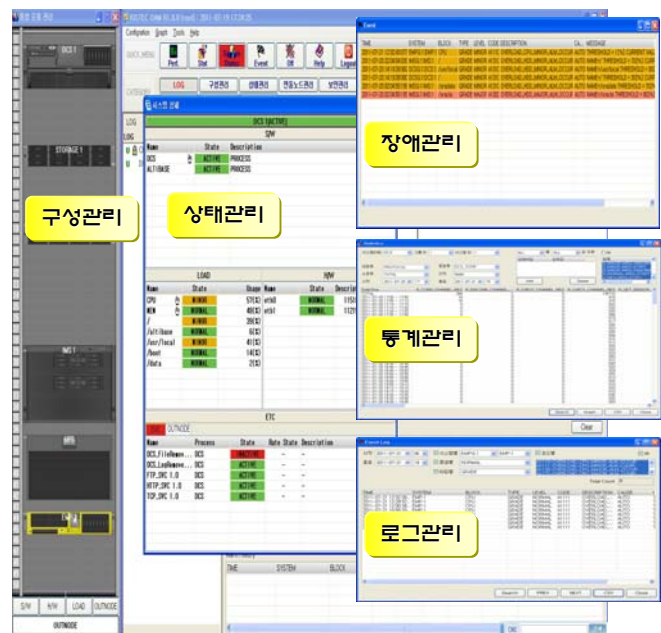
•H/W(CPU, MEM, HDD) 와 프로세스의 장애 발생 통보
•가시, 가청 알람 기능

통계관리

•시스템 H/W의 CPU, MEM, HDD 등의 사용률 통계
•프로세스의 장애 통계

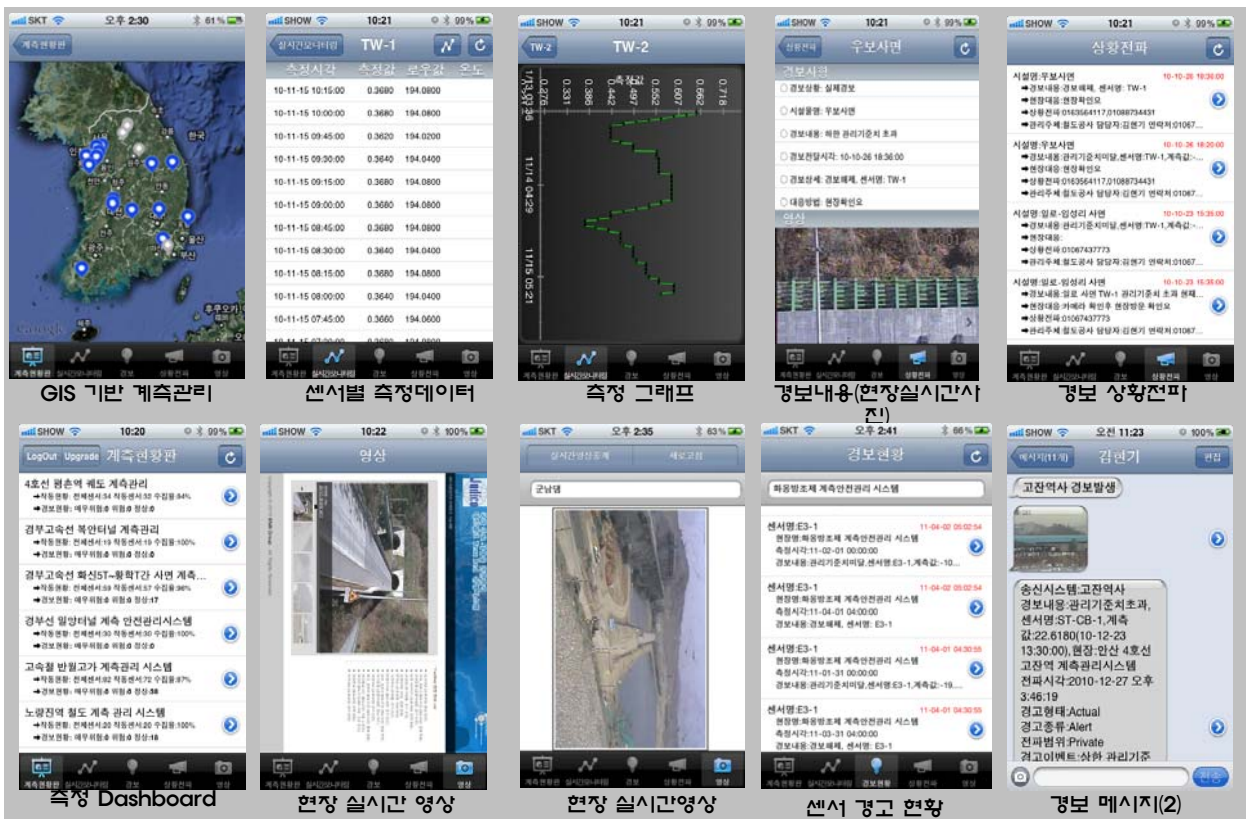
로그관리

•H/W(CPU, MEM, HDD) 와 프로세스 상태 이상 시 발생 시간, 대상, 이상원인 등의 정보 저장



운용 관리 화면

스마트폰 상황보고/전파



영상정보 시스템



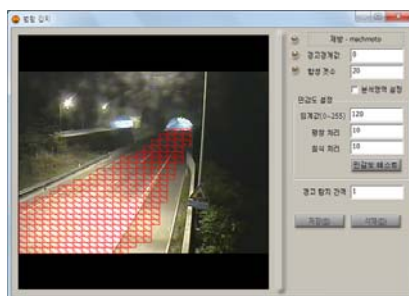
관리자 로그인 (admin / xxxx)



영상분석 S/W 메인화면



재난감시 영상 View (1~16분활)



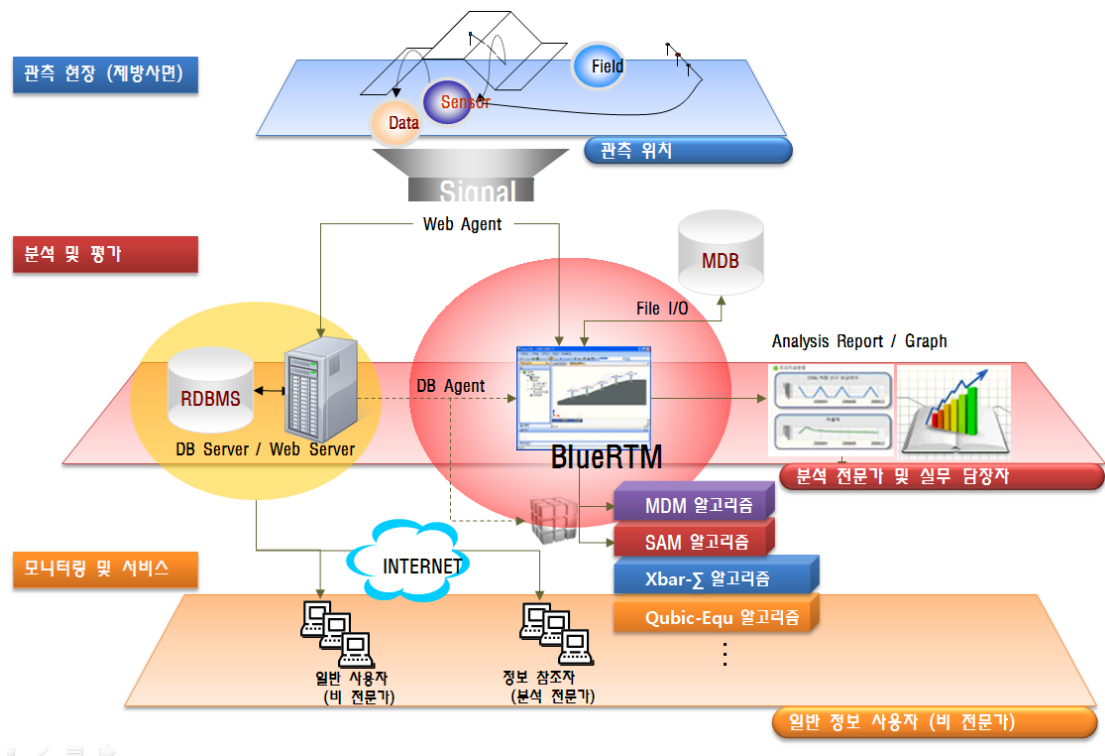
분석 관심영역 설정/Parameter설정



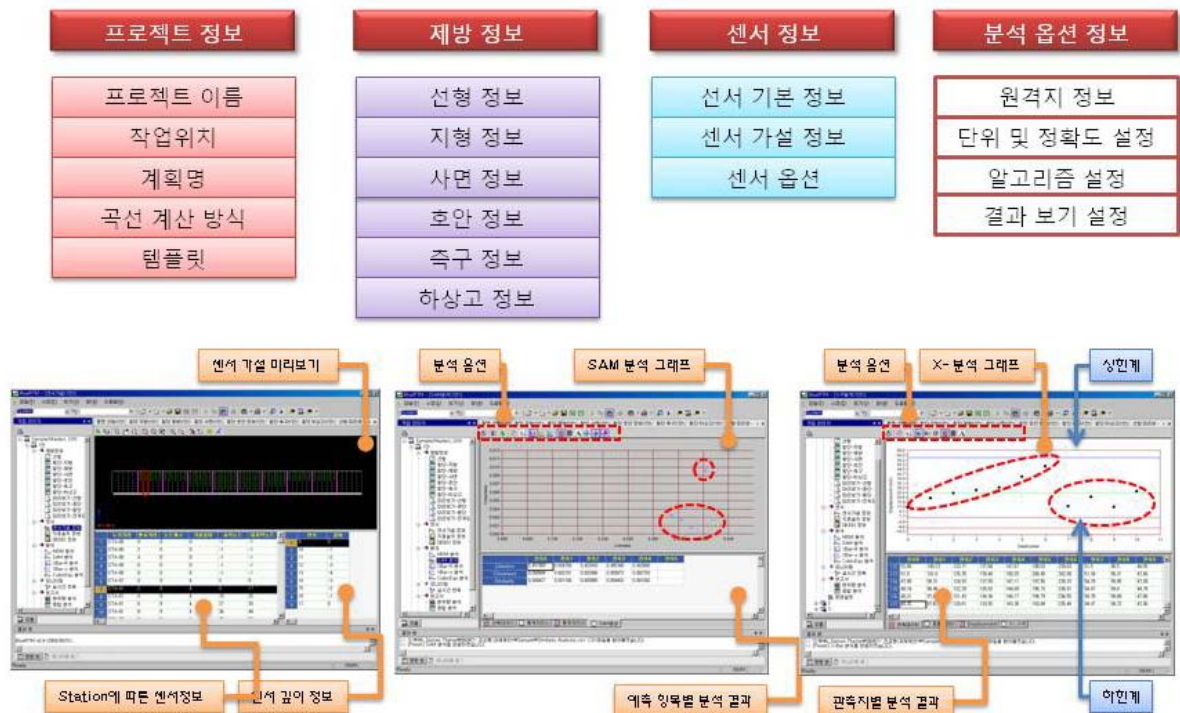
Wibro, HSPA, Wifi 등 모바일 통신 네트워크 활용

- 휴대가 간편한 무선 영상 전송 솔루션

제방 안전성 평가 s/w 개발



S/W 구성



시연

◆ 종합상황실 전경



전국 시범구축 시설물 현황, 계측기 작동상태, 계측자료, 경보상황



사면 모니터링 (영상지도, 계측기 모니터링, 등급별 경보)



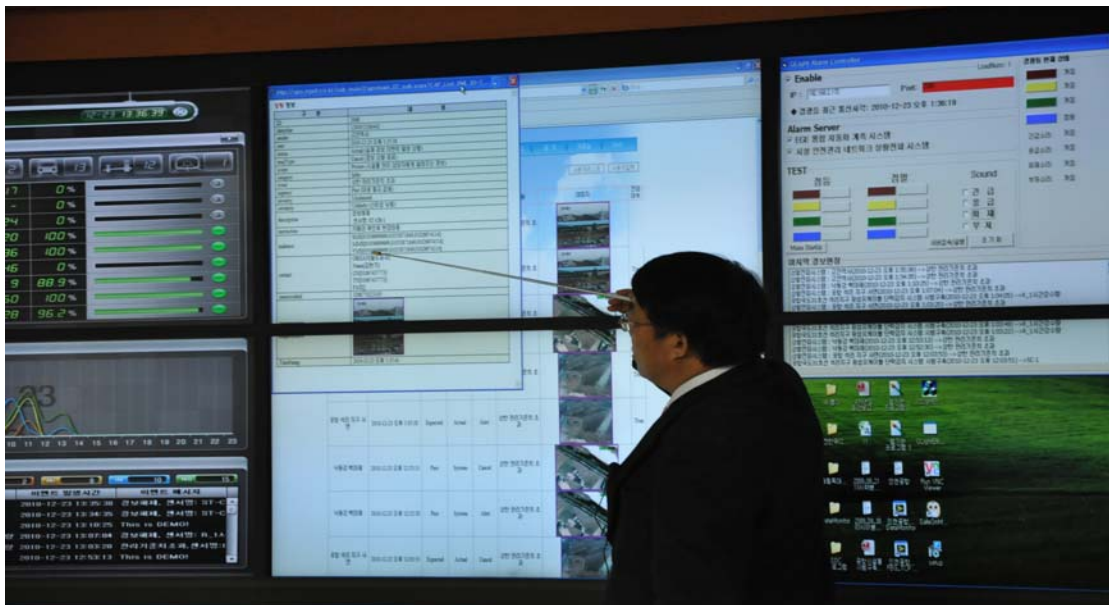
고잔 지하철 역사 (영상지도, 계측기 모니터링, 등급별 경보)



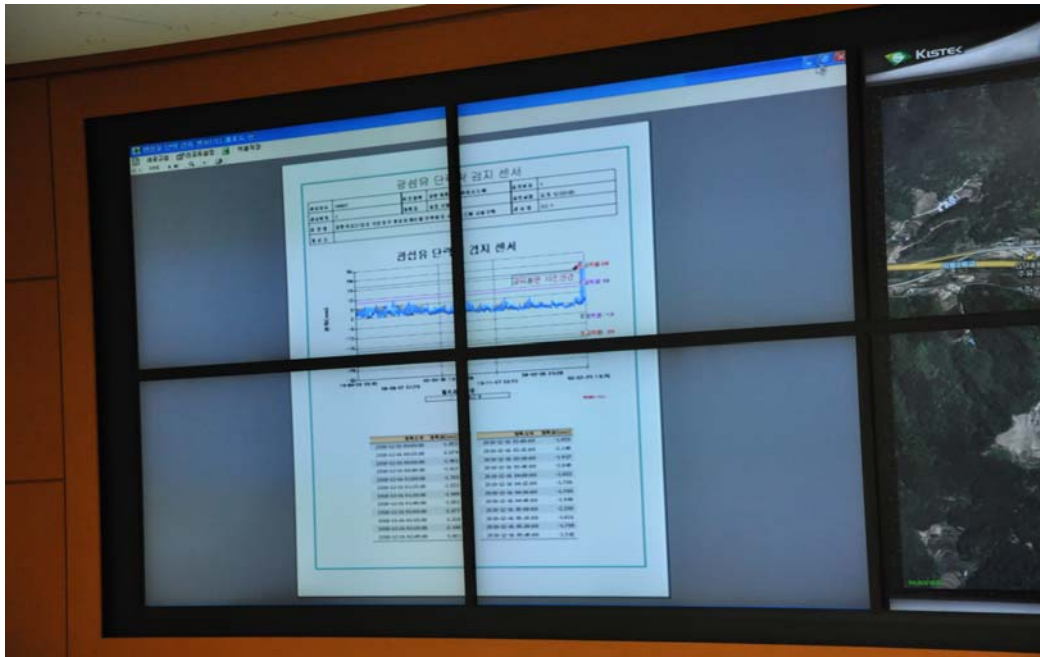
**실시간 영상자료, 모니터링 (월간,주간,일간,분 등 계측간격조정)
※ 현장 촬영 Portable 영상장비 개발**



**계측 이력자료 및 상황전파
(일반사항, 초기값 설정, 검증, 이상값 상황전달 방법 및 대상자)**



계측자료 분석 실시간 e-Report



스마트폰 구현 실시간 계측모니터링, 경보 및 영상



5. 결 론

● 기술수준(선진국 대비 : 발표자 판단)

☞ 계측/센서 (70점) + IT 및 통신 기반(95점) + 응용(100점)

● 4대강 보 관리

☞ 시설물 안전 및 유지관리

※ 계측, IT , 통신의 세계적 표준화 Vision(성장동력)

대국민 홍보

□ 4대강 보 관리는 세계적 수준의 IT + 통신 융합
(국토해양부 R&D 과제 : 언제든지 활용할 수 있는 기술개발 완료)

○ 경제적인 효과

– 사업지역 안전 및 유지관리 실시간 Monitoring의 효율성 증진
(재해/재난 예방, 시설물 수명 연장, 조직/인력/운영 최소화)

○ 국민 홍보

– 관리의 과학화, 국민 신뢰감 증진, 기후환경변화 대응
세계적인 기술수준의 IT + 통신기술이 활용되는 최첨단 Project

발 표 3

기후변화 대비, 댐운영 · 안전관리 방안

김 진 수 처장/K-water 댐·유역관리처

기후변화 대비, 댐운영 · 안전관리 방안

'11. 10. 27

K-water 댐 · 유역관리처장 김진수

댐에 미치는 위협요인은 매우 다양

Climate change
기후변화

가뭄 & 홍수 & 강우강도↑

수위 급변동, 탁수, 퇴사

Dam aging
댐 노후화

20년이상 13개댐

제체 피로도

지 진

주변국 : 강진 빈발

한반도 : '80(16회)

→'09(60회)

Earthquake

**댐 하류
인구증가**

잠재피해규모

Floodplain population



댐 안전 위협요인 지속 증가 → **잠재 위험** ↑

한반도, 지진의 안전지대?

"5년 내 한반도 큰 지진 올 수 있다"...기상청 경고

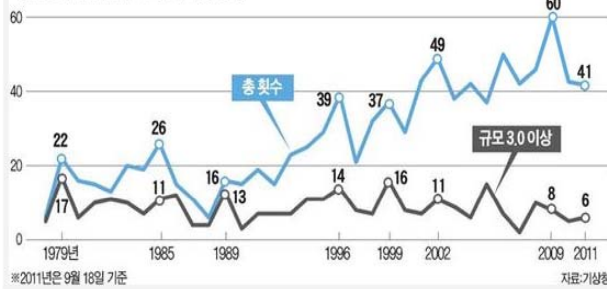
기사전문

SNS댓글 0

입력: 2011-09-18 17:51 / 수정: 2011-09-20 04:30

진도 6 이상 댐 도시 마비...대책 서둘러야
백두산 화산도 폭발 조심...연구인력 급파

최근 30년간 한반도 지진발생 횟수



Zipingpu 댐 지진 피해
중국 산서성 대지진(M=8.0)

"한반도 더이상 지진안전지대 아냐"..2000년대 폭발 증가

기사입력 2011-09-23 09:57

[칼럼] 라식수술을 목요일에 하면 어떨까?
- 라식검사를 목요일에 하면 좋더라!

2000년대 들어 국내 지진 발생횟수가 폭발적으로 늘어 더이상 한반도가 지진 안전지대가 아니라는 지적이다.

이에 따라 지진 피해에 대비한 국민행동 매뉴얼 보급 및 건물 안전 점검 등 관련 대책 강화가 시급하다는 주장이다.

종합

한반도 `흔들`, 올해 지진발생 1.4배...규모 4.1 최고

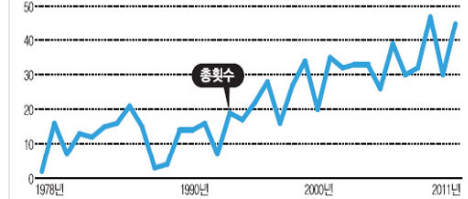
기사입력 2011.10.06 17:31:00 | 최종수정 2011.10.06 17:41:57

기사

나도 한마디

[이벤트] 다양한 이벤트가 언제나 한가득

국내 지진 발생(1~9월) (단위:회)



CONTENTS



기후변화, 댐 운영 · 관리 위협요인



대처방안



제언

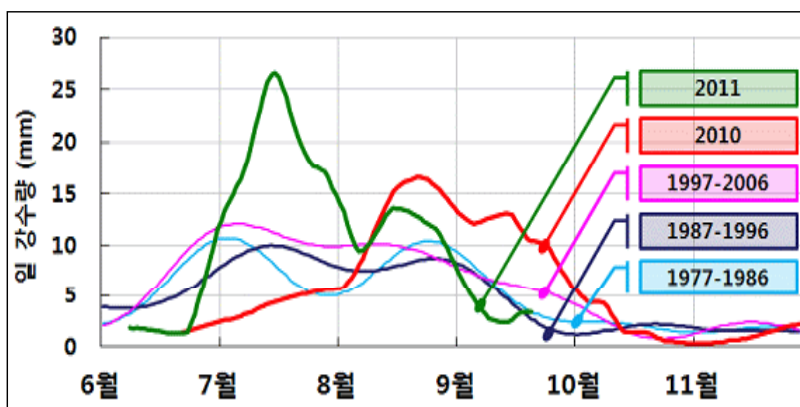
1. 기후변화, 댐 운영 · 관리 위협요인

물관리 어려움

기후변화, 댐 운영 · 관리 위협요인

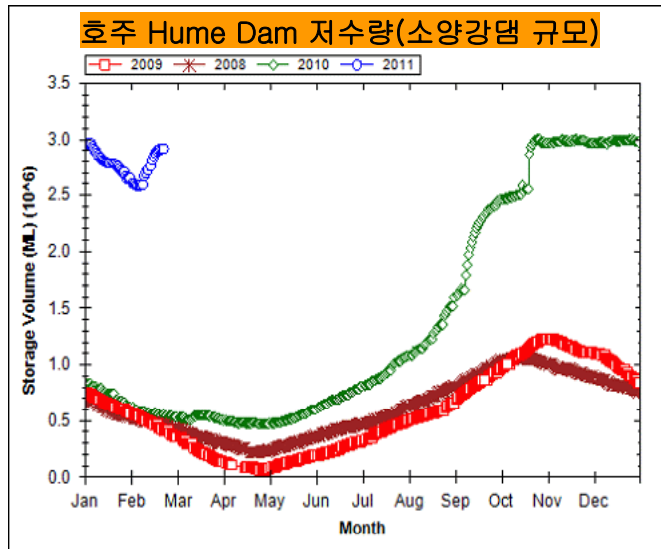
최근 강우패턴 큰 변화

- ✓ 강우량 총량↑, 강도↑ (폭우와 가뭄 빈도 증가)
- ✓ 연간 강우패턴 쌍봉 → 단봉



유출 불규칙 → 물(댐)관리 어려움 증대

극한 기상 반복(호주)



대가뭄(2000년대 초~2010년)

- ✓ 1,000년 빈도, 쿼츠랜드 3 황폐화
- ✓ Hume dam 저수율 0% 기록('09년)



대홍수(2011년 초)

- ✓ 사망 25, 실종 61, 피해액 130억불



→ 가뭄, 홍수 반복의 극단적 상황에 대비 필요

극한 기상 반복(강원지역)



영서 집중호우('06.7월)

- ✓ 시간당 최고 80mm
- ✓ 산사태 870개소
- ✓ 7개군 특별재난 지역 선포



태백 가뭄('08.10월~'09년초)

- ✓ 강수량 예년평균 54%, 유입량 22%
- ✓ 제한급수 : 87일
- ✓ 피해액 : 약 980억원



춘천 집중호우('11.7월)

- ✓ 시간당 최고 45.6mm
- ✓ 산사태 사망 13명

→ 수자원시스템 재검증 필요

❖ 댐 월류 등 안전 위협



연천댐 붕괴

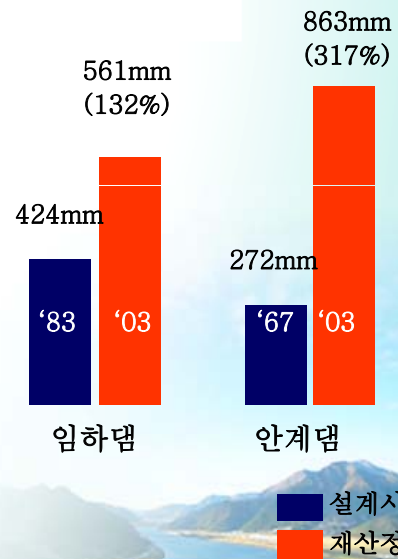
- ✓ 1996년 호우
- ✓ 3일간 700mm, 하루 최대 400mm



인도네시아 Citu Gintung 댐 붕괴

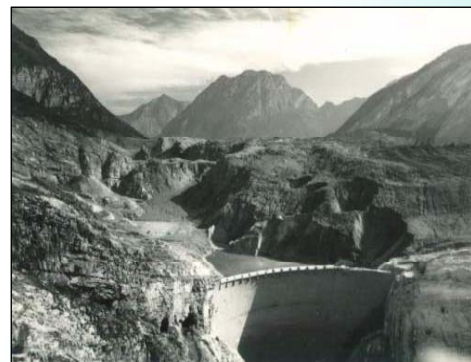
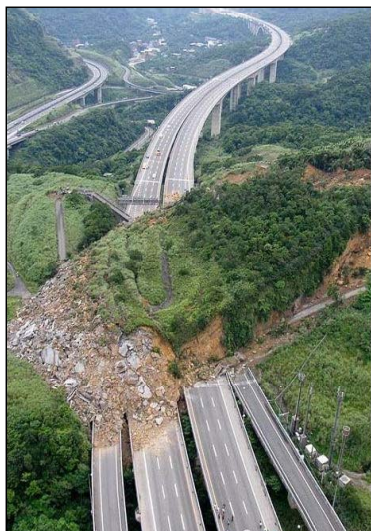
- ✓ 2009년 3월 27일
- ✓ 자카르타 외곽
- ✓ 원인 : 집중호우, 댐 노후화
- ✓ 97명 사망 130여명 실종

<PMP 변화 例>



→ 증가하는 강우량, 10년 후의 PMP는?

❖ 댐 및 주변 사면 산사태로 댐안전 위협

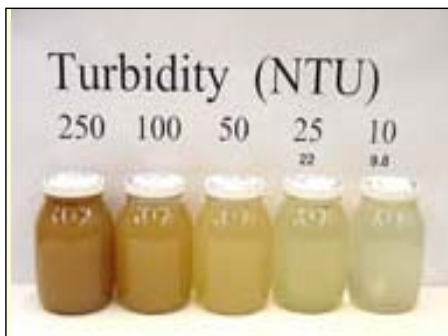


Vajont 댐 상류 산사태(Italy, 1963)

- ✓ 2억7천만m³ 댐내로 유입(110km/hr)
- ✓ 댐내 쓰나미로 하루 2500여명 사망
- ✓ 원인 : 강우로 약해진 지반 활동

→ 댐 체 주변 + 저수지 사면까지 관리필요

❖ 댐으로 다량의 탁수 유입, 방류 장기화



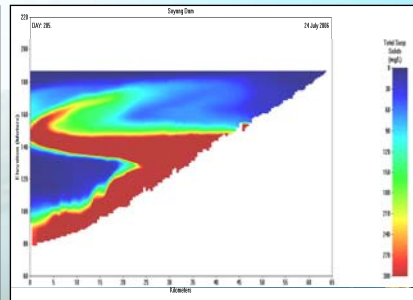
- ✓ 임하댐('02~'03) 315일 (댐내최고 1,221NTU)
- ✓ 용담댐('05) 32일 (댐내최고 595NTU)
- ✓ 소양강댐('06) 226일 (댐내최고 328NTU)



탁수발생



댐상류 고령지 채소밭(소양강댐)



✓ 탁수로 인한 피해

어업 · 경관 저해



어획량 · 관광객 감소

생태계 영향



하류 하천 수서환경변화

정수처리 장애



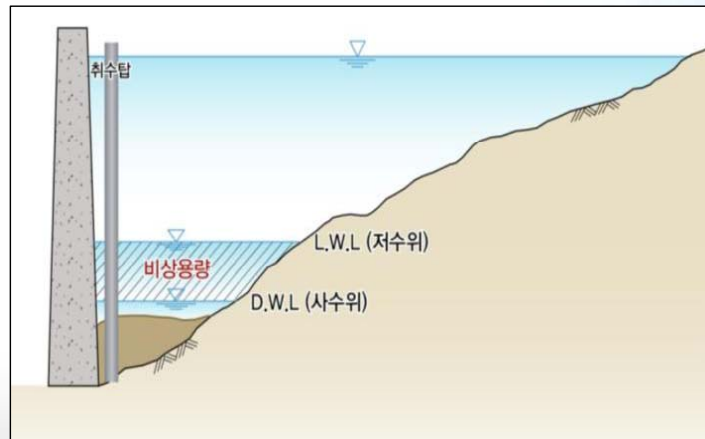
정수처리곤란 및 비용증대

❖ 댐 사용연한 및 기능 감소

✓ 댐의 활용기간(100년) 이내 사수위 초과 → 용량저하로 댐 기능 감소

*사수용량 초과시 댐 기능(홍수조절 및 용수공급) 저하 방지를 위해 준설 등 용량 회복 필수

*그러나 수중 준설시 탁질 상승으로 물공급 및 생태계 악영향 우려, 비용 과다



2. 대처방안

1. 재난대비 댐 안전성 확보 강화

대처방안

극한 홍수 발생 대비 기존댐 시설보강

✓ 23개 댐 대상, 총 사업비 2.1조원을 투입 <치수능력증대사업> 2015년까지 완료

완료 (10)	공사중(7)	설계중(1)	미착수(5)
광동, 영천, 수어, 연초 달방, 구천, 합천, 대암 소양강, 보령	대청, 임하, 섬진강 안동, 주암, 밀양 운문	운문	충주, 선암, 남강 안계, 사연

※ 여수로 성능 개선 ↑ (신설, 기존여수로 구조개선 또는 확장)

※ 댐 여유고 확보 (Parapet Wall)



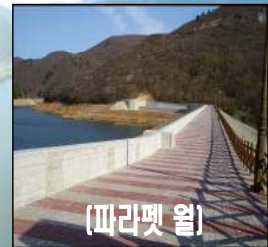
[보조여수로]



[여수로 신설]



[기존여수로 확장]



[파라펫 월]

1. 재난대비 댐 안전성 확보 강화

대처방안

대규모 지진 대비, 감시·위기대응 체계 강화

✓ 댐 지진 위기대응 시스템

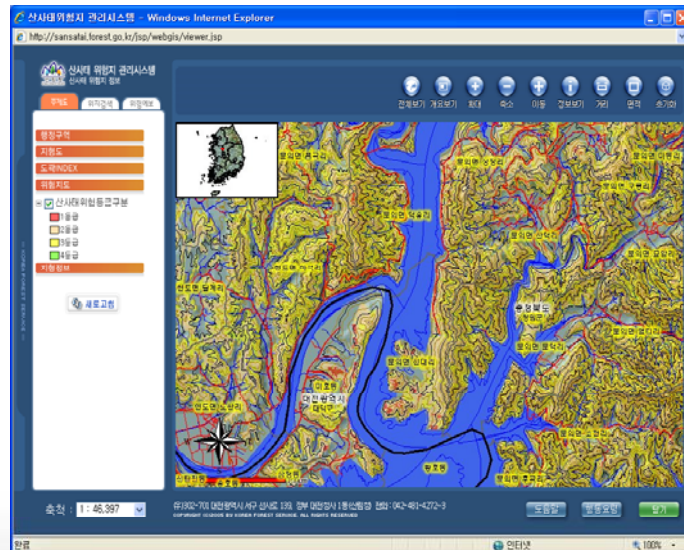


✓ 댐 지진감시시스템(DEMS)



산사태 발생 대비, 경보 시스템 추진

- ✓ 지질, 지형 뿐만 아니라 실시간 강우 상황까지 포함
- ✓ 댐체 인근 + 댐 저수지 인근 사면까지 포함



산사태 위험지 관리시스템 예 (산림청)

매설계기 내구연한 도래 대비, 댐계측 강화

- ✓ (댐체변위) 외부변위 자동측정시스템
- ✓ (누수량) 지하수위 자동측정시스템 도입(댐하류 지하수위로 누수량 대체)



<댐 외부변위 측정시스템 개요>

1. 재난대비 댐 안전성 확보 강화

대처방안

터널 안전성 확보

- ✓ (기존) 통수, 안전성 우려로 터널 안전진단 및 보수보강 소극적
- ✓ (개선) 터널 안전진단 방안 및 붕괴시 비상대처방안 수립

기존댐의 성능개량을 통한 기능 고도화

- ✓ 노후화가 심한 댐을 위주로 한 전반적인 성능개량 추진

댐 위험도 평가를 통한 안전업무 고도화

- ✓ 경제성을 고려한 댐 보수보강 의사결정 기법
- ✓ 미국, 호주, 유럽 등 선진국 보편화, 중국도 전략적으로 도입 추진

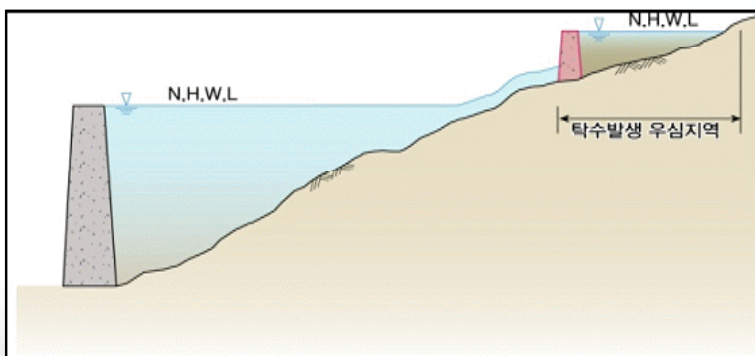
2. 퇴사 및 탁수 저감 보조댐 건설

대처방안

탁수저감 보조댐(다양한 유역대책과 병행시행)

- ✓ 기존 댐 저수구역 外 탁수발생원 직하류에 설치, 댐내 탁수유입 근원적 차단
- ✓ 30일 이내 댐 방류 탁도 30NTU 이하 목표
- ✓ 가장 우수한 효율 (80%)

【탁수저감 보조댐 개념도】



【유역대책】

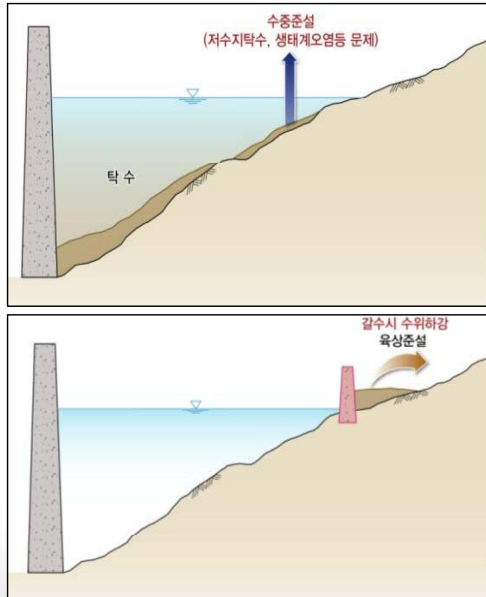


2. 퇴사 및 탁수 저감 보조댐 건설

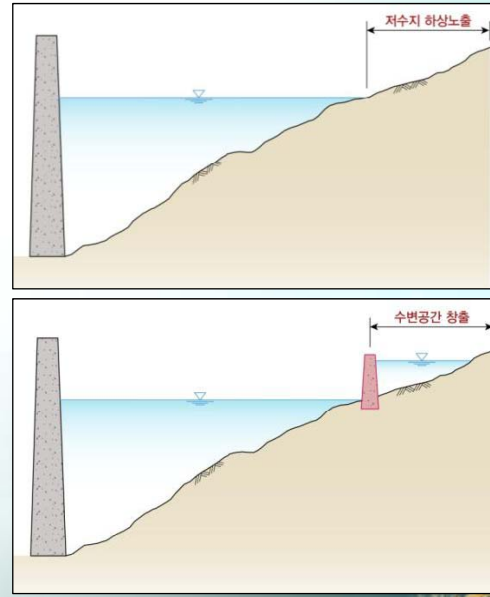
대처방안

퇴사저감 보조댐

- ✓ 기존 댐 유입부에 설치, 댐내 과도한 퇴사를 방지하여 댐의 활용기간 연장
- ✓ (부가기능) 댐 유입부 상시 수위제정으로 수면활용 및 수변공간 창출 가능



[설치전]



[설치후]

3. 지속적인 물그릇 확보

대처방안

기존댐의 고도화

- ✓ 수계 내 댐군(다목적, 수력발전, 농업용) 연계운영 및 다목적화를 통한 이치수 효율화
- ✓ 기존댐에 대한 재평가 확대



정확한 강우예측으로
<댐수위 탄력적 운영>



신개념의 안정적 물그릇 확보

✓ 다목적 저류지 도입

*하류하천 건천화 방지, 국지적 기후변화 대응, 지역의 수환경 및 어메니티 제공

다목적 저류지 주요기능		비 고
◦ 홍 수 방 어	국지적 홍수에 대한 저류	
◦ 하천환경 개선	지류 유지유량 공급으로 건천화 방지	
◦ 가 물 극 복	극한 가뭄시 비상용수 공급	
◦ 수 질 개 선	지류하천 맑은 물 확보로 수질개선	
◦ 탁 수 방 지	토사유실 방지로 탁수저감	
◦ 소 방 용 수	산불 화재시 소방용수 활용	
◦ 지하수 함양	지류하천 지하수 저하 예방	
◦ 호수 수변공간 제공	경관이 수려한 숲속의 호수 개발	
◦ 관 광 자 원	호수수변 어메니티를 활용한 녹색관광	
◦ 수상 레포츠	레저 사업(낚시 등), 수상스포츠, 요트 등 여가 공간 창조	
◦ 신재생에너지 생산	소수력, 풍력, 태양광 등 에너지 생산	
◦ 독창적인 댐	지역 스토리텔링·예술·이벤트가 있는 세상에 하나뿐인 댐	
◦ 지역가치 상승	친환경 이주단지 건설로 지가상승	
◦ 지역개발 유도	지역 경제를 활성화하는 新투자자원	

3. 제언

✓ **기후변화**는 댐의 운영·관리에 미치는 다양한 요인 중 가장 위협적

✓ **기후변화**로 인한 물순환 변화로 가뭄과 홍수 등 극한 사상이 빈발하고 있으며, 전반적인 시설물 안정성 강화 및 수자원 시스템의 재평가 필요

감사합니다

Did you know?

262 million people were affected
by climate disasters in 2004,
more than 98 per cent of them
in developing countries

아십니까?

2004년, 2억 6천만 명이 **기후 관련 재난**으로 고통을 받았고,
그 중 98% 이상이 가난한 나라 사람들을.....



발 표 4

댐 비퇴사량 예측 및 활용에 관한 연구

윤 용 진 부사장/도화엔지니어링

댐 비퇴사량 예측 및 활용에 관한 연구

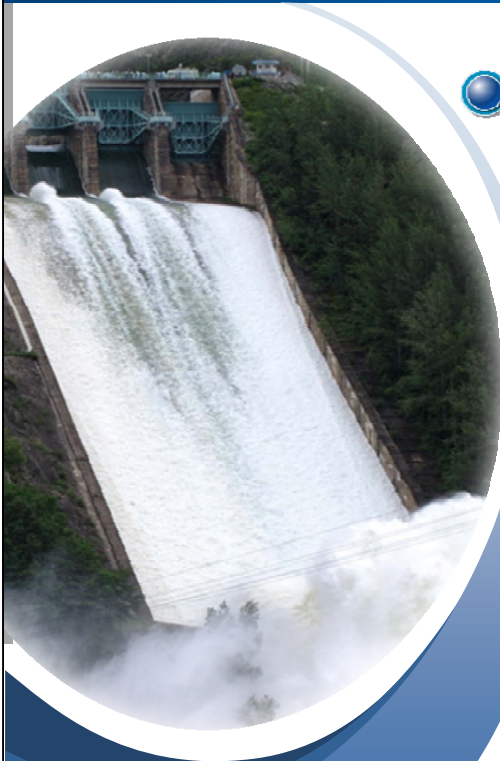
2011. 10. 28

윤 용 진

DOHWA 주식회사 도화엔지니어링

목차

2/21



● 서 론

- 연구 배경
- 연구 목적
- 연구 범위

● 본 론

- 댐설계기준
- 댐의 퇴사량
- 기존 비퇴사량 산정공식
- 비퇴사량 산정공식 개발 및 활용

● 결 론 및 향 후 과 제

- 결 론
- 향 후 과 제

서론

서론

4/21

● 연구 배경

- 댐은 수자원의 안정적인 공급뿐만 아니라 홍수 피해 저감 등 이수 및 치수적인 문제를 완화하는 기능을 담당
- 최근 환경에 대한 관심 증가 및 댐 건설시 야기되는 환경파괴 등에 의해 신규 댐 건설은 점점 더 어려워짐
- 기존 댐의 경우 퇴사로 인해 저수용량 감소, 하상 상승 등 각종 문제 발생
- 합리적이고 체계적인 퇴사 계획의 수립과 관리를 위하여 정확한 퇴사 예측이 요구됨
- 수자원의 효율적 관리의 중요성이 대두됨에 따라 저수지의 퇴사량 예측의 정확성이 요구됨

● 연구 목적

- 실측자료를 바탕으로 한 **다목적댐의 퇴사량 예측공식 개발이 필요**
- 기존 퇴사량 예측 공식의 검토 및 개발 공식과의 비교를 통한 퇴사량 공식의 예측 정확도 향상

● 연구 범위

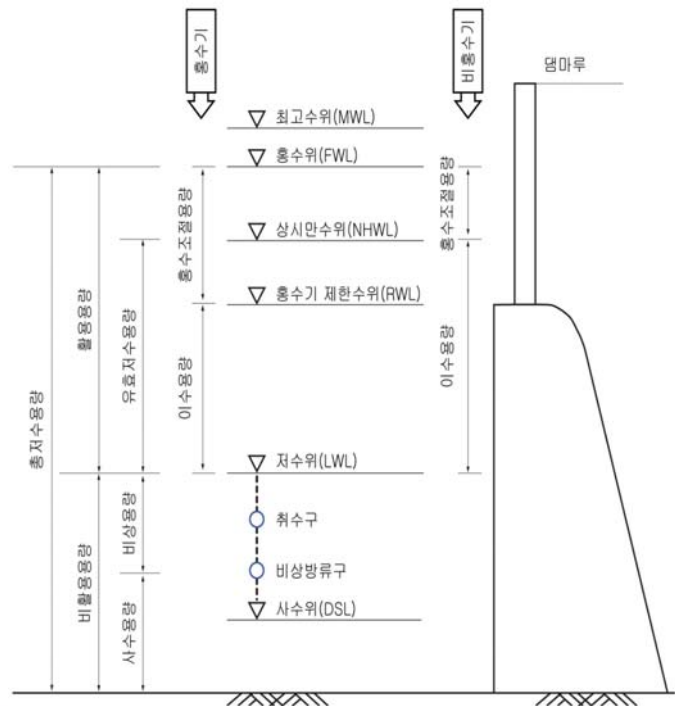
- 퇴사에 영향을 미치는 유역인자의 선정
- 유역인자와의 상관성을 검토 및 다중회귀분석을 통한 다목적댐의 비퇴사량 추정식을 제안
- 제안된 공식에 의한 비퇴사량과 기존식을 이용한 비퇴사량 및 설계시 적용한 비퇴사량을 비교, 검토
- 향후 활용방안 제시

● 수위에 의한 구분

- 사수위(Dead Water Level)
 - 유사의 퇴적으로 인하여 저수 기능이 상실되는 상한표고
 - 댐의 물리적 수명을 고려하여 100년간의 퇴사량 기준
- 저수위(Low Water Level)
 - 정상적인 저수지 운영에서 사용되는 가장 낮은 수위

● 용량에 의한 구분

- 사수용량(Dead Storage)
 - 사수위 경계로 퇴사로 이용이 불가능한 아랫부분
- 비상용량
 - 가뭄과 같은 비상시 이용이 가능한 윗부분



댐의 퇴사량

● 저수지내 퇴사

- 댐의 축조를 통해 생성된 저수지 내에 퇴적되는 토사를 지칭
- 퇴사로 인한 저수용량 감소를 대비하여 댐 설계단계에서 손실용량을 감안한 저수지 설계가 필요
- 유사량과 퇴사량의 관계

$$V_s = EQ_s \quad V_s : \text{년간퇴사량}, E : \text{토사포착효율}, Q_s : \text{전유사용적}$$

- 비유사량과 비퇴사량
 - 수계내 총 유사량과 퇴사량을 각각 유역면적으로 나눈 값
 - 일반적으로 비유사량 비퇴사량을 산정하여 사용
- 비퇴사량의 추정
 - 실측에 의한방법, 통계적 경험방법, 모형에 의한 방법으로 추정

기존 댐 비퇴사량 산정 근거

- 소규모 농업용 저수지의 퇴사량 조사 결과를 인용
- 주변 지역의 유사량 자료를 인용
- 국외(일본)의 퇴사량 자료를 인용하여 재산정

유역	댐이름	설계비퇴사량	산정 근거
한강	소양강댐	500 m ³ /km ² /yr	북한강 청평저수지 퇴사량 기록을 인용하여 산정
	충주댐	1,000 m ³ /km ² /yr	소양강댐 1차 퇴사량 조사 결과 인용
낙동강	안동댐	133 m ³ /km ² /yr	낙동강 예산 수위관측소의 유사량 조사자료 인용
	임하댐	300 m ³ /km ² /yr	
	합천댐	695 m ³ /km ² /yr	
	남강댐	450 m ³ /km ² /yr	낙동강 왜관 수위표 지점의 평균유사량 및 퇴사율(48%)적용
금강	대청댐	300 m ³ /km ² /yr	
섬진강	섬진강댐	500 m ³ /km ² /yr	
	주암댐	400 m ³ /km ² /yr	

설계비퇴사량 vs 실측비퇴사량

유역	댐이름	실측비퇴사량		설계비퇴사량	차이	비고
		경과년도	비퇴사량			
한강	소양강댐	11년	1,039 m ³ /km ² /yr	500 m ³ /km ² /yr	▲539 m ³ /km ² /yr	연차별 감소
		22년	930 m ³ /km ² /yr		▲430 m ³ /km ² /yr	
		34년	914 m ³ /km ² /yr		▲414 m ³ /km ² /yr	
	충주댐	12년	1,099 m ³ /km ² /yr	1,000 m ³ /km ² /yr	▲99 m ³ /km ² /yr	
		23년	853 m ³ /km ² /yr		▽147 m ³ /km ² /yr	
낙동강	안동댐	8년	201 m ³ /km ² /yr	133 m ³ /km ² /yr	▲88 m ³ /km ² /yr	
		16년	361 m ³ /km ² /yr		▲228 m ³ /km ² /yr	
		28년	109 m ³ /km ² /yr		▽24 m ³ /km ² /yr	
	임하댐	6년	680 m ³ /km ² /yr	300 m ³ /km ² /yr	▲380 m ³ /km ² /yr	설계비퇴사량적용
		17년	300 m ³ /km ² /yr		—	
	합천댐	14년	639 m ³ /km ² /yr	695 m ³ /km ² /yr	▽56 m ³ /km ² /yr	
	남강댐	6년	350 m ³ /km ² /yr	450 m ³ /km ² /yr	▽100 m ³ /km ² /yr	
금강	대청댐	11년	114 m ³ /km ² /yr	300 m ³ /km ² /yr	▽186 m ³ /km ² /yr	
		26년	616 m ³ /km ² /yr		▲316 m ³ /km ² /yr	
섬진강	섬진강댐	18년	459 m ³ /km ² /yr	500 m ³ /km ² /yr	▽41 m ³ /km ² /yr	
	주암댐	13년	469 m ³ /km ² /yr	400 m ³ /km ² /yr	▲69 m ³ /km ² /yr	

비퇴(유)사량 추정 방법

- 소규모 관개용 저수지의 자료를 사용한 경험 공식에 대한 연구가 주를 이룸
- 대규모 저수지의 측정자료 부족으로 관련연구가 부족함
- 주요 공식의 사용인자 및 내용

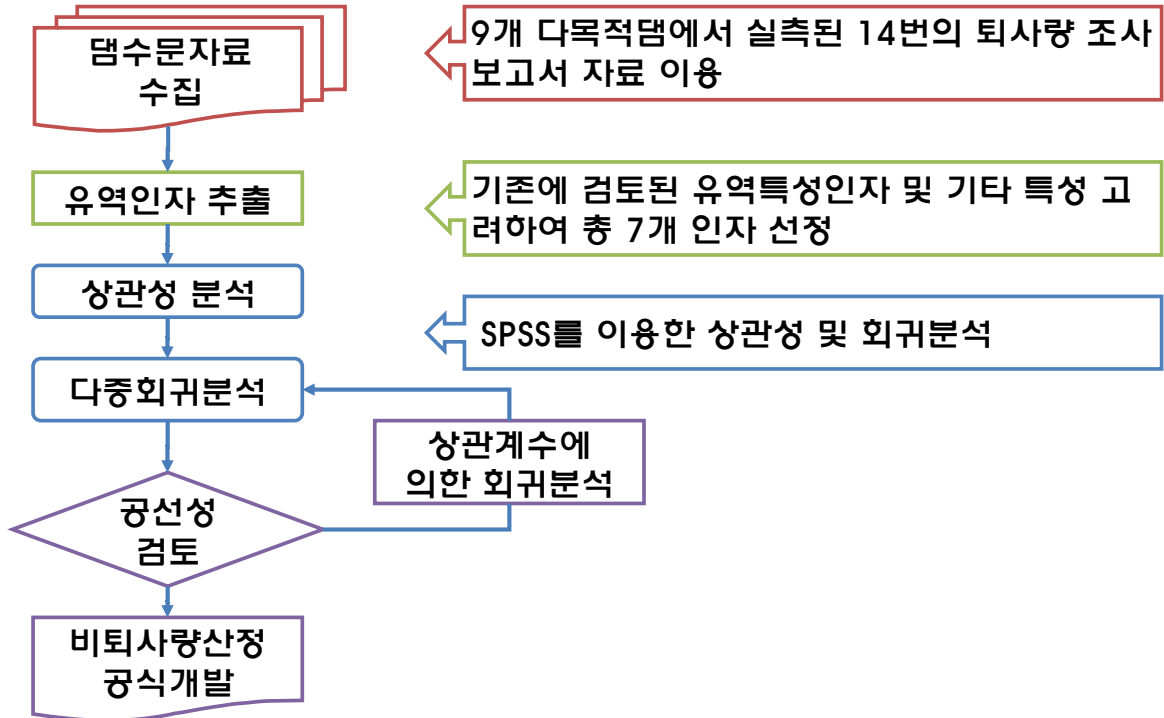
공식명	사용인자	비고
류희정과 김시원 공식 (1976)	계획저수량, 연평균강수량, 유역평균경사	삼교천내 9개소 저수지 자료이용
새마을 공식 (1978)	유역면적, 초기저수량	건설부(1978)에 의해 수행된 새마을 수문조사사업의 결과물
윤용남 공식 (1982)	유역면적, 저수지 포착률	저수지 포착률을 고려한 회귀모형식 제안
안상진·이종형 공식 (1984)	유역형상계수, 유역평균경사 저수지퇴적기간, 저수지포착률	삼교천, 영산강, 남강에 대한 공식분류
서승덕 공식 (1988)	유역경계 종연장, 유로연장	전국 122개 저수지 퇴사자료이용 지역별, 저수지 제방표고별 공식 제안
건설교통부 공식 (1988)	수계밀도, 강우침식도, 하상재료	중규모 유역의 비유사량 추정식과 소규모 유역의 비유사량, 비퇴사량 식을 제안

공식에 의한 비퇴사량 vs 실측비퇴사량

- 류&김 공식의 경우 모든 댐에서 실측값보다 2~10 배 이상 큰 값을 나타냄
- 공식에 사용된 인자값에 따라 공식별 유사한 패턴을 제시하고 있음
- 공식에 의한 추정값과 실측비퇴사량과 사용되는 인자에 따라 과다 또는 과소 비퇴사량을 추정함

유역	댐이름	실측비퇴사량		공식에 의한 비퇴사량			
		경과년도	비퇴사량	류&김	윤용남	건설부	새마을
한강	소양강댐	11년	1,039	1,820	263	1,333	443
		22년	930				
		34년	914				
	충주댐	12년	1,099	1,093	206	365	205
		23년	853				
낙동강	안동댐	8년	201	1,719	292	528	474
		16년	361				
		28년	109				
	임하댐	6년	680	1,181	287	1,173	327
		17년	300				
	합천댐	14년	639	1,681	324	2,520	526
	남강댐	6년	350	746	227	1,221	175
금강	대청댐	11년	114	911	216	275	189
		26년	616				
섬진강	섬진강댐	18년	459	1,494	333	641	485
	주암댐	13년	469	1,241	305	343	369

● 비퇴사량 산정공식 개발 흐름



● 유역특성 인자 선정

- 유역인자 중 Burns[1979]의 유사량 추정에서 제시된 인자를 고려
 - 에너지 : 강우, 유출
 - 장 소 : 지질, 토양, 지형, 하천, 상류지역 침식
 - 노 출 : 식생, 토지이용
- 성격이 비슷한 [강우,유출], [식생, 토지이용] 단일화
- 정량화를 위해 범용토양유실공식(USLE)의 R, C, K 값을 이용
- 선정된 유역인자 (총 7개)
 - 유역면적 (A)
 - 토양침식인자(K)
 - 하천밀도 (D)
 - 유역평균경사(S)
 - 강우침식도 (R)
 - 하상재료입경(M)
 - 식생피복인자 (C)

회귀분석

- 1개의 종속 변수에 대하여 2개 이상의 독립변수의 상관관계를 분석
- 회귀모형 검토
 - 독립변수의 종류와 개수에 따라 모형식의 신뢰도가 달라지기 때문에 모든 경우의 수에 대한 회귀 모형 검토
 - 다중 회귀 분석 실시한 127개 회귀 모형 중 변수 2,3,4,5,6,7 개 선택
 - 전반적으로 결정계수가 높고 양호한 값을 나타냄
 - 7변수 모형의 결정계수가 가장 큼, 5변수 모형의 수정결정계수가 가장 큼

변수 개 수	모형식	R	R ²	R _a ²	R _a ² - R _a ²
2	$V_r = 123879.7 K^{4.224} M^{-0.801}$	0.842	0.709	0.656	0.053
3	$V_r = 43954.16 A^{0.464} S^{-2} M^{-0.855}$	0.864	0.746	0.669	0.077
4	$V_r = 5636376.56 A^{0.306} C^{-1.072} S^{-3.901} M^{-0.72}$	0.890	0.792	0.700	0.092
5	$V_r = 7063175542.62 D^{1.715} K^{5.446} C^{-3.654} S^{-7.198} M^{-0.846}$	0.933	0.870	0.789	0.081
6	$V_r = 2128139045.98 R^{1.69} K^{5.067} C^{-3.81} S^{-7.899} M^{-0.854}$	0.938	0.879	0.776	0.103
7	$V_r = 1218989598.92 D^{1.432} R^{-0.547} K^{3.179} C^{-3.273} S^{-7.966} M^{-0.911}$	0.948	0.899	0.781	0.118

비퇴사량 산정 공식 제안

- 국내 다목적댐의 퇴사량 추정을 위해
 - 7개의 유역인자와 실측된 비퇴사량과의 상관관계를 비교
 - 다중회귀분석을 통하여 적합성을 판단한 비퇴사량 추정식 제안

$$V_r = 5636376.56 A^{0.306} C^{-1.072} S^{-3.901} M^{-0.72}$$

- 사용하기 간편한 간략식 제안
 - 유역인자 중 산출과정이 복잡한 (식생피복인자)를 제외
 - 상대적으로 산정하기 쉬운 인자를 이용한 간략한 비퇴사량 추정식 제안

$$V_r = 43954.16 A^{0.464} S^{-2} M^{-0.855}$$

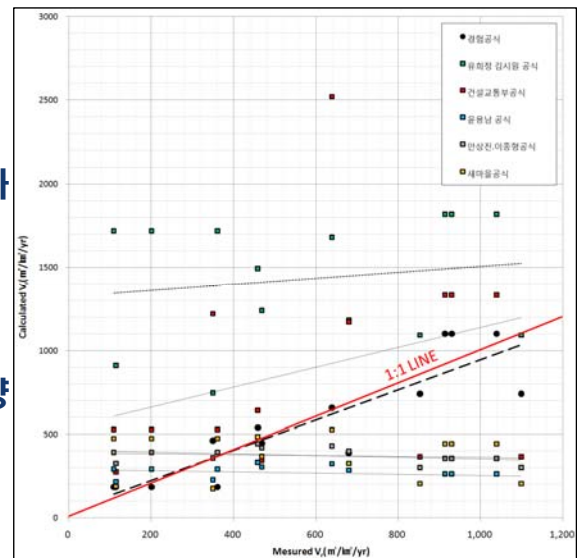
산정공식에 의한 비퇴사량 vs. 실측비퇴사량

유역	댐 이름	실측비퇴사량		산정된 공식에 의한 비퇴사량	차이	비고
		경과년도	비퇴사량			
한강	소양강댐	11년	1,039 m ³ /km ² /yr	1,101 m ³ /km ² /yr	▽623 m ³ /km ² /yr	연차별 감소
		22년	930 m ³ /km ² /yr		▽171 m ³ /km ² /yr	
		34년	914 m ³ /km ² /yr		▽187 m ³ /km ² /yr	
	충주댐	12년	1,099 m ³ /km ² /yr	741 m ³ /km ² /yr	▲358 m ³ /km ² /yr	
		23년	853 m ³ /km ² /yr		▽112 m ³ /km ² /yr	
낙동강	안동댐	8년	201 m ³ /km ² /yr	185 m ³ /km ² /yr	▲16 m ³ /km ² /yr	
		16년	361 m ³ /km ² /yr		▲176 m ³ /km ² /yr	
		28년	109 m ³ /km ² /yr		▽76 m ³ /km ² /yr	
	임하댐	6년	680 m ³ /km ² /yr	389 m ³ /km ² /yr	▲291 m ³ /km ² /yr	설계비퇴사량적용
		17년	300 m ³ /km ² /yr		▲89 m ³ /km ² /yr	
	합천댐	14년	639 m ³ /km ² /yr	657 m ³ /km ² /yr	▲18 m ³ /km ² /yr	
	남강댐	6년	350 m ³ /km ² /yr	463 m ³ /km ² /yr	▲113 m ³ /km ² /yr	
금강	대청댐	11년	114 m ³ /km ² /yr	185 m ³ /km ² /yr	▲71 m ³ /km ² /yr	과다 산정
		26년	616 m ³ /km ² /yr		▲431 m ³ /km ² /yr	
섬진강	섬진강댐	18년	459 m ³ /km ² /yr	540 m ³ /km ² /yr	▽81 m ³ /km ² /yr	
	주암댐	13년	469 m ³ /km ² /yr	447 m ³ /km ² /yr	▲22 m ³ /km ² /yr	

비퇴사량 산정공식 활용

공식별 추정값 vs. 실측비퇴사량

- 제안된 공식이 1:1선에 가장 근접하여 추정 정확도가 높음
- 새마을공식, 운용남공식, 안상진·이종형 공식은 유사한 양상을 보이며 비퇴사량이 500 m³/km²/yr 이상에서 과소 산정됨
- 건설교통부 공식, 유희정·김시원공식은 측정값보다 다소 과다 산정하는 경향이 있음
- 공식개발에 사용된 자료의 유역인자가 다르기 때문에 댐 성격에 맞는 공식 선택이 요구됨



결 론 및 향 후 과 제

결 론

20/21

- 국내 다목적 댐의 퇴사조사 자료를 이용하여 댐에 적용가능한 비퇴사량 공식 제안

$$V_r = 5636376.56A^{0.306}C^{-1.072}S^{-3.901}M^{-0.720}$$

- 기존공식들에 비해 개발 공식의 정확도가 높음
 - 기존 공식 중 새마을공식, 윤용남공식, 안상진 · 이종형 공식은 유사하게 추정하며 $450 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{yr}$ 이상의 구간에서 과소 추정
 - 류희정과 김치원공식은 과다추정, 건설교통부 공식은 특정 유역에서만 적용가능
- 유역인자 중 비퇴사량과 상관도 높은 인자는 하상토입도(M)로 입경이 증가할 수록 비퇴사량이 줄어듦
- 개발공식의 민감도를 분석한 결과 비퇴사량은 사용된 유역인자 중 유역평균 경사에 가장 민감하며 유역면적에 둔감한 영향을 보임

- 비퇴사량의 실무적용을 통한 효율적인 사수위 결정
 - 하천의 유사량 자료가 부족한 지역의 비퇴사량 산정 공식 이용이 요구
 - 댐 설계를 위한 사수위 결정 시 과다 또는 과소 산정되는 오류 수정 필요
- 기존 댐의 퇴사량을 조사하여 공식보완의 지속성 확보
 - 정확한 퇴사량 조사 자료의 지속적인 측정
 - 기존댐의 지속적인 퇴사량 조사를 통한 공식보완이 필요
- 댐 사용에 대한 지속기간 미고려
 - 퇴사량 조사 성과를 보면 댐 사용기간이 늘어남에 따라 비퇴사량이 지속적으로 감소됨
 - 향후 보다 많은 자료 취득 통하여 지속시간에 대한 고려에 의한 사수용량 결정 필요