

미래지향적 **충남가뭄** 대응체계

김 성 준

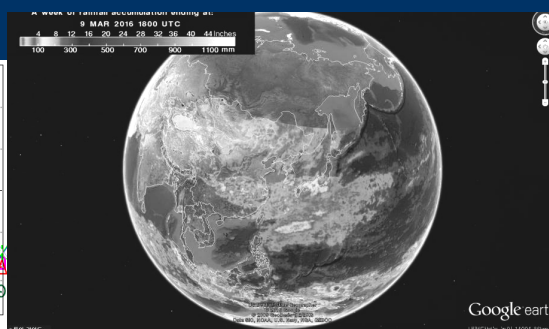
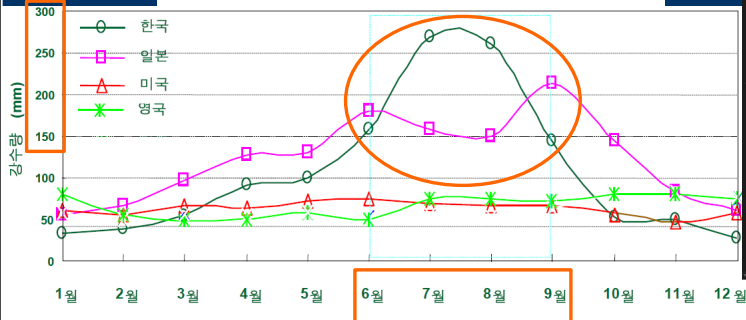
건국대학교 사회환경시스템공학과



건국대 지구정보공학연구소



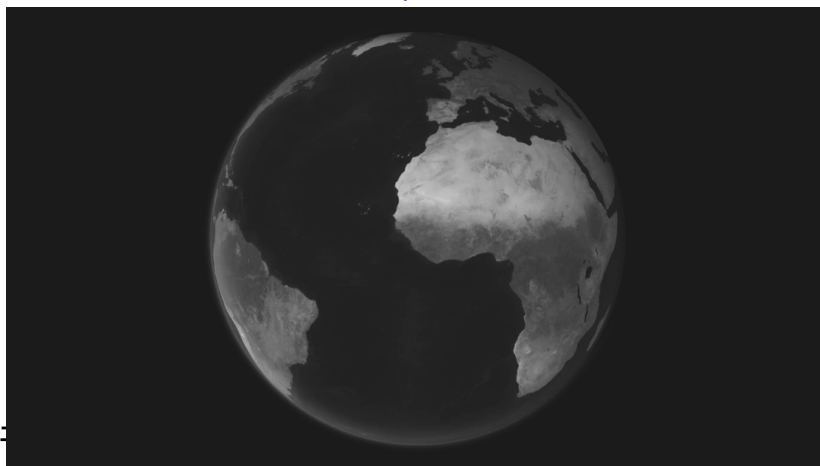
일반적인 연중 강수의 분포특성



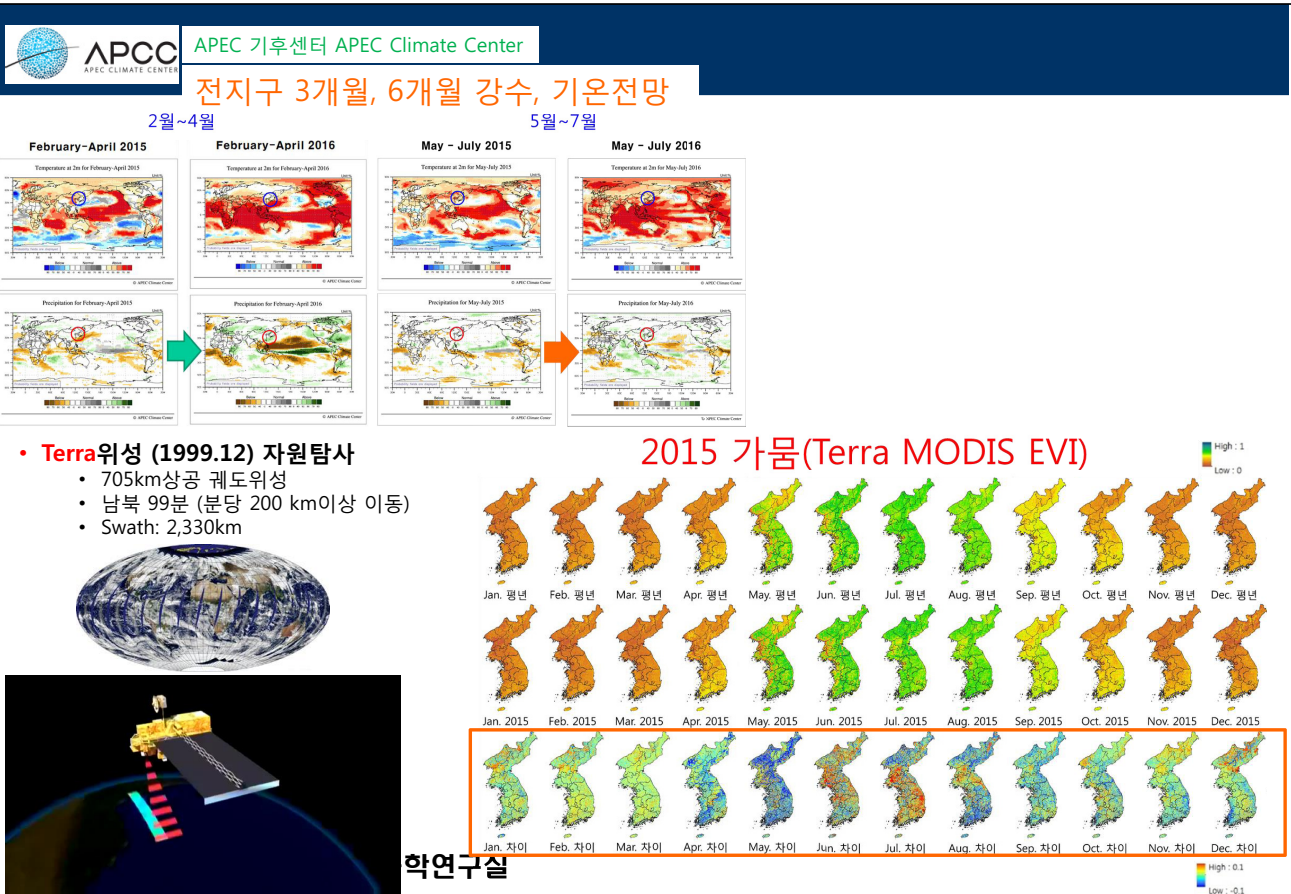
Flood Forecasting System

GPM (Global Precipitation Measurement)

운영고도 407km (253miles)
 시 간 매 3시간 간격
 센 서 GMI, DPR
 운영국 미국(NASA),
 일본(JAXA)
 관측대상 전구 강수량
 발사일 2014. 2. 27
 수신시작 2014. 9. 2



건국대 지구정보공학연구소



국민소득 3만불 시대의 가뭄대응 현실

1967-1968



현재



가뭄의 파급력

2015.3.31 4.5mm 강우량
2015.11.7~9 강우



자료: 기상청

작년 가을 초미세먼지 주의보

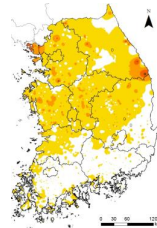


천고마비의 계절에
높고 맑은 하늘은 어디 가고
미세먼지만 뿌영게



구실

2015년 12월
저수부족율



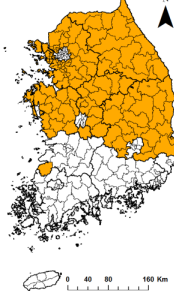
2015년
빅데이터
현장체감가뭄

호흡기질환
폐질환 증가

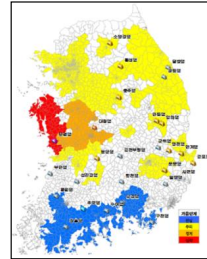
2016년 2월 현재
농업용저수지
저수율



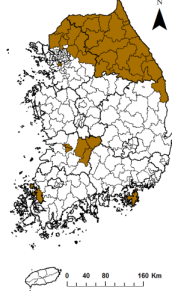
농작물
누적피해



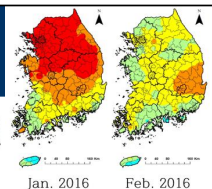
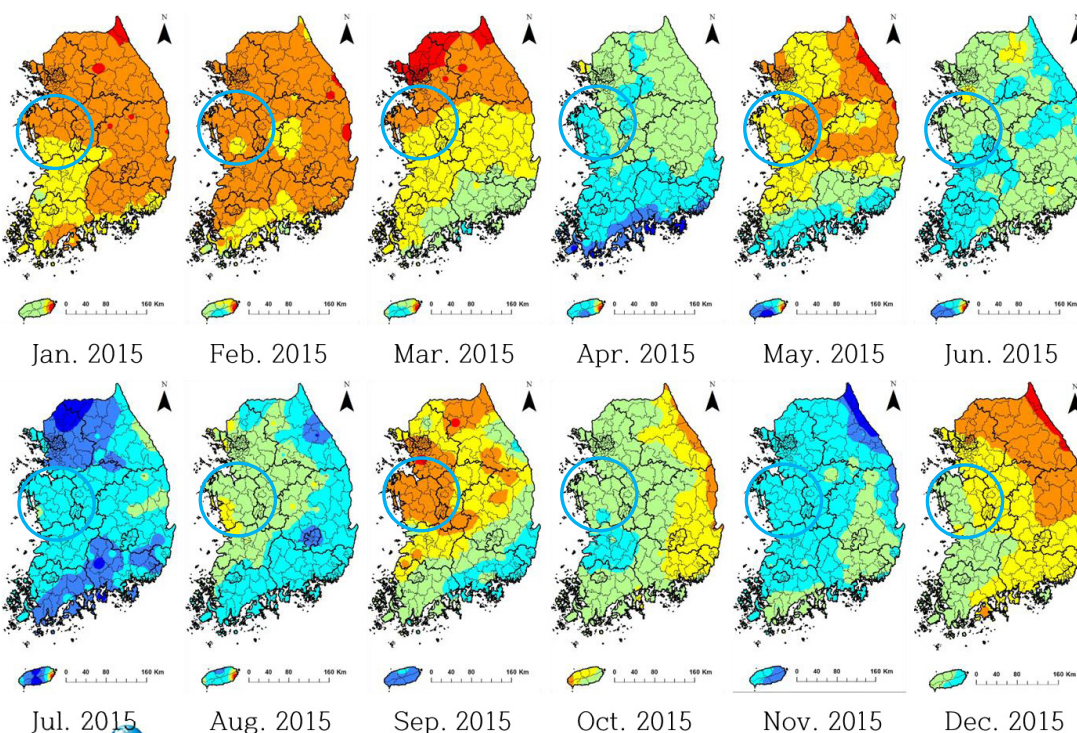
다목적댐
제한급수



하천수질
누적피해



2015년 월 강수량

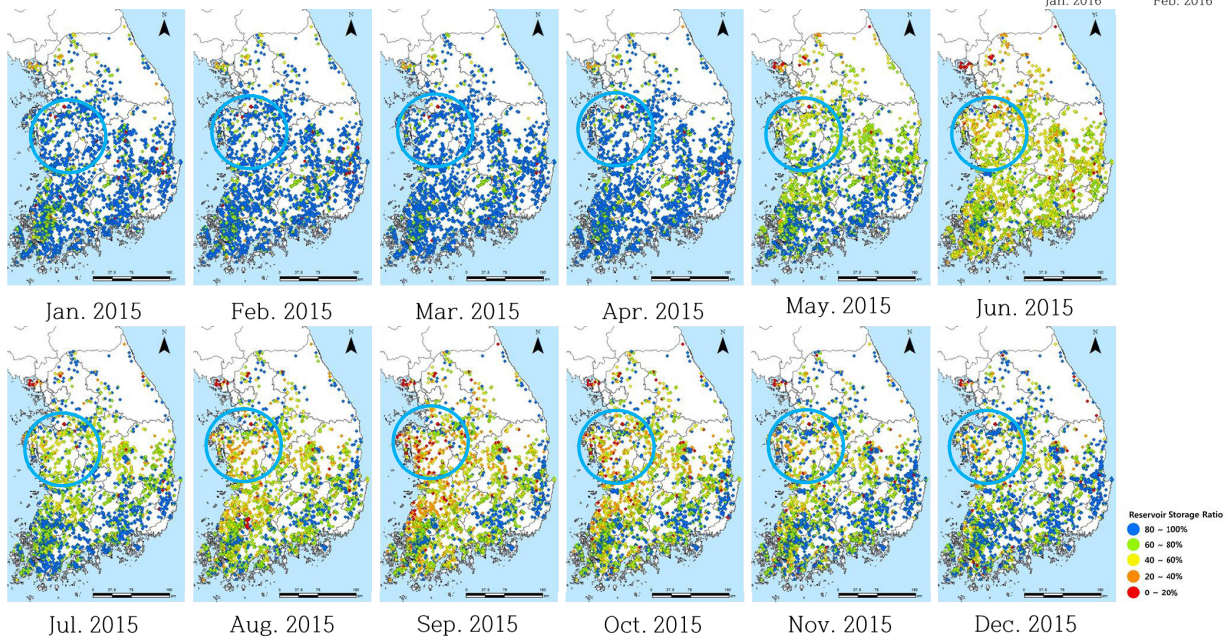


월 강수량
(mm)



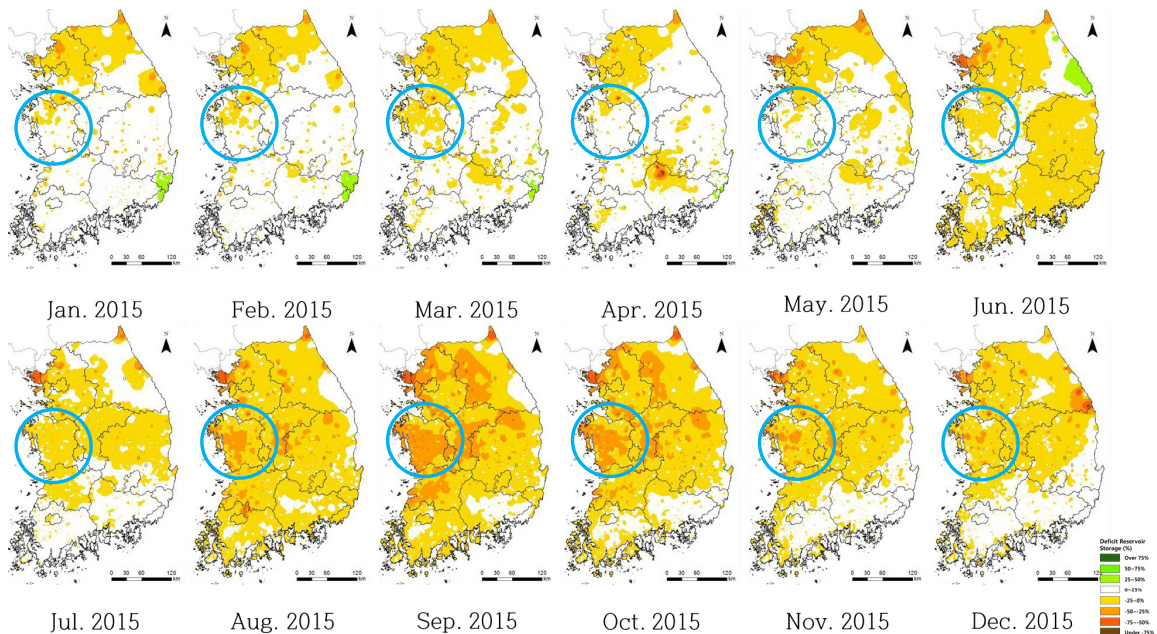
건국대 지구정보공학연구소

2015년 농업용 저수지 저수율



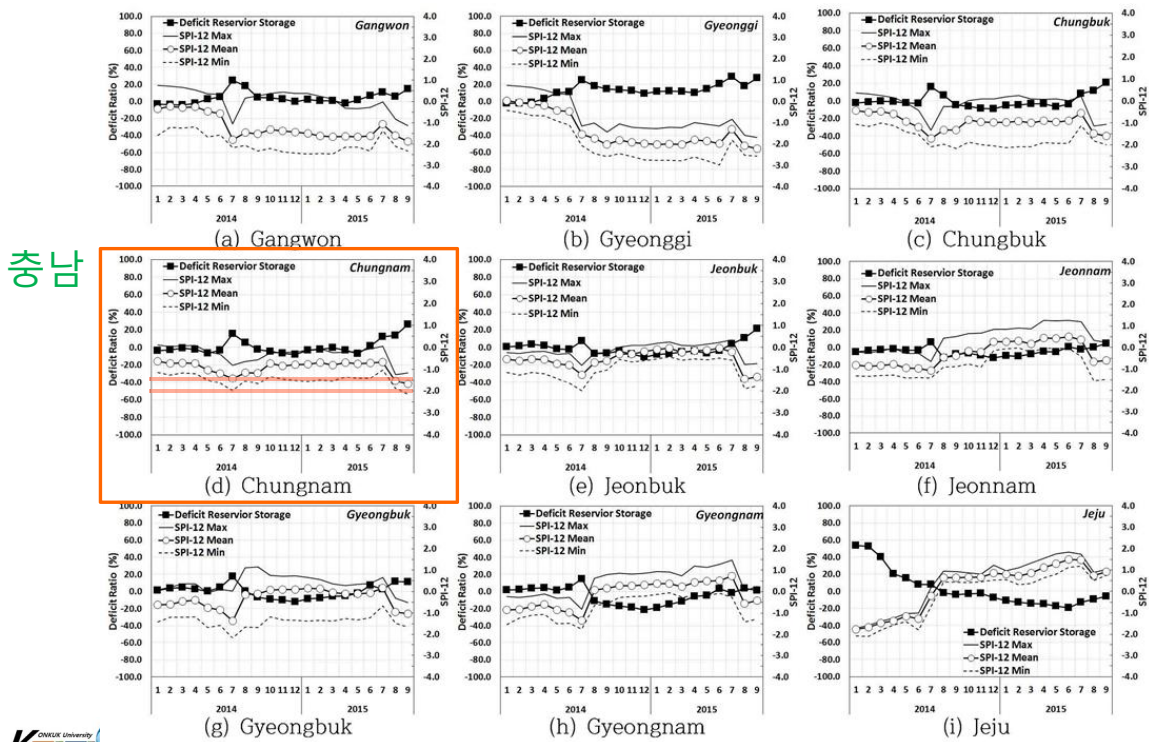
건국대 지구정보공학연구소

2015년 농업용 저수지 저수 부족율



건국대 지구정보공학연구소

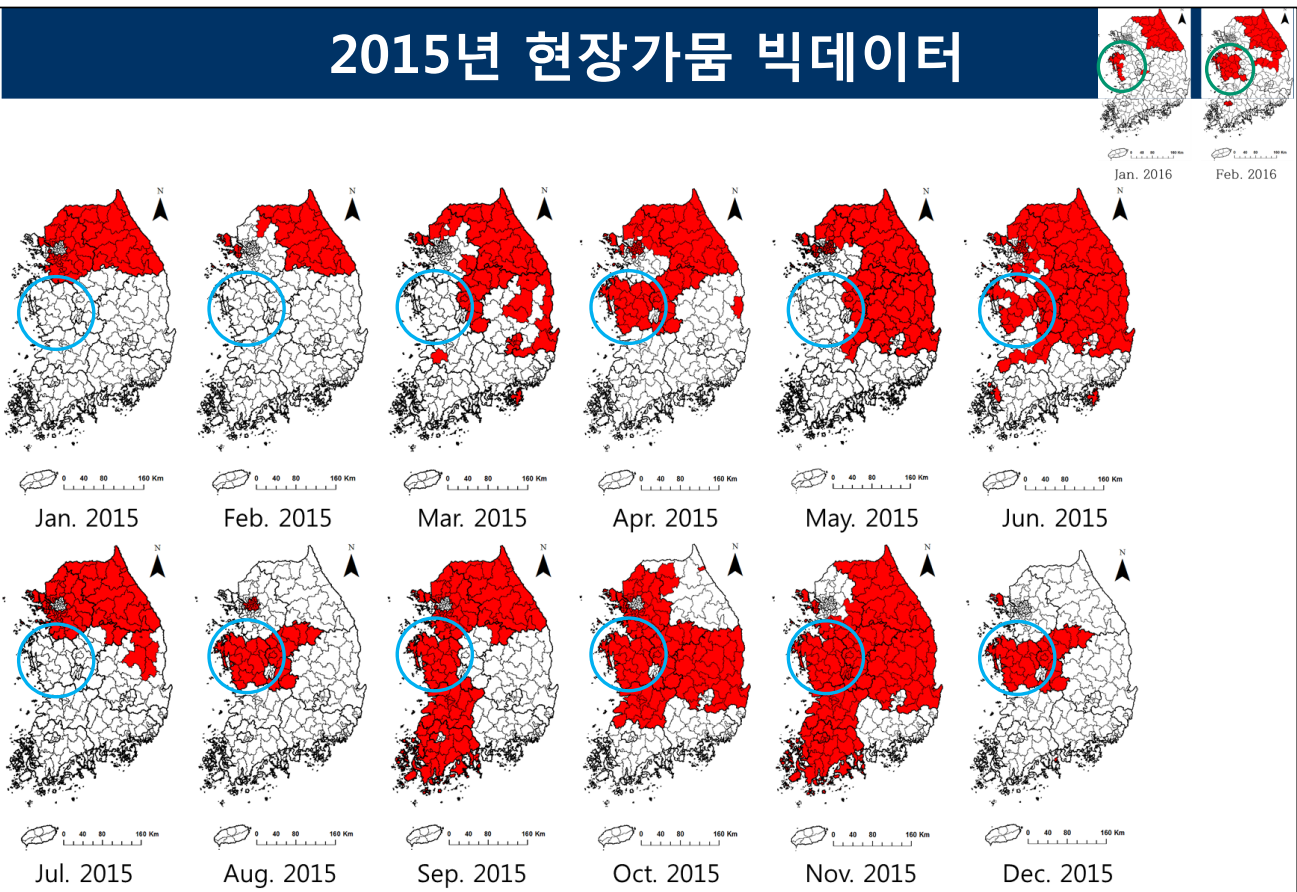
기상학적 가뭄 (SPI)



충남

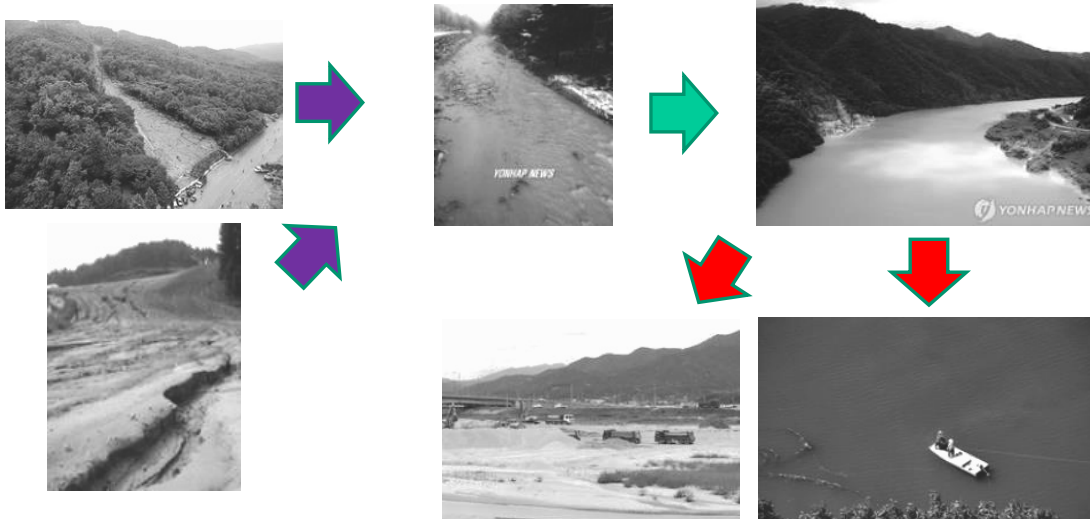
KEEL Chungnam University Earth Information Engineering Lab. 건국대 지구정보공학연구소

2015년 현장가뭄 빅데이터



가뭄 후 큰비

- 약해진 흙 - 대규모 산사태, 토양유실, 저수지 붕괴 -
- 댐수질 흙탕물 - 녹조 - 가뭄시 준설효과 급감 (1차원적 가뭄대책)



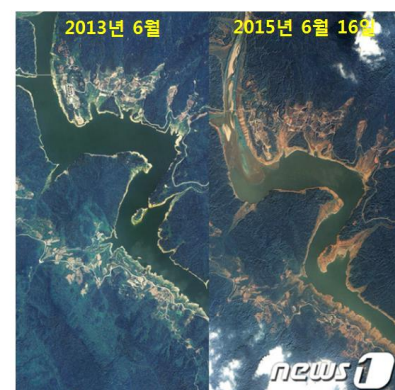
2014-2015 가뭄과 우리나라 수자원시스템

- 중부지방, 2년 연속가뭄에 소양, 충주댐 바닥위기 경험
- 수도권 2천만명 제한급수 위기직전까지
- 우리나라 가장 큰 저수용량댐, 2년 한계 보여줘



저수위	172.80 EL.m	157.41 EL.m	152.30 EL.m
저수량	1414.9 백만m ³	886.3 백만m ³	750.0 백만m ³

소양호: 다목적 실용위성 아리랑 3호, 한국항공우주연구원 제공

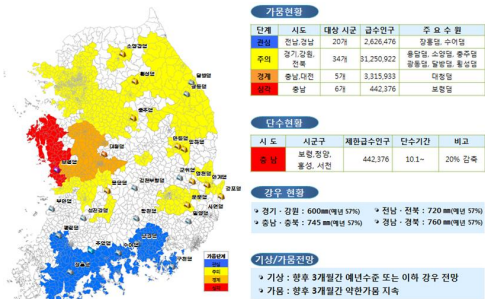


저수위	169.2 EL.m	115.0 EL.m
저수량	1275.0 백만m ³	633.1 백만m ³

충주호: 다목적 실용위성 아리랑 3호, 한국항공우주연구원 제공

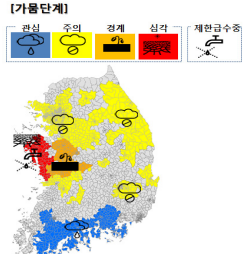
2015 가뭄영향. 아직 진행중

- 보령댐(총저수용량: 116.9백만m³)은 아직 정상 공급능력(3월23일 현재 저수율 24.1%)에 못미쳐
- 작년 대한민국 수립이래 초유의 사태발생



지역명

국토교통부/K-water
가뭄예경보체계 구축중



기온현황					
시도	시군구	관망장	관측인구	일사량	
충청	충청남	충청남	3,429	1,170.0mm	
수원	일시	가평산상	22.30	충청남	
보령	'16.10.5	충청남	22.30	'16.10.02	(한로 102일)

제천현황					
제천금수	비상조수 지체현황				제천금수기간
20% 감조율	물차	병발	금급량	(예상)	
	28	65	234m ³ /일	'16.10.8~	
제천금수방법	일부 시·군·단수				물량 조출입식

양기현황			
현재날씨	강우율 (mm)		예년대비%
	설시	일부	연일제
맑음	기온 24℃	습도 50%	2 5 50 65

도수로공사 완공

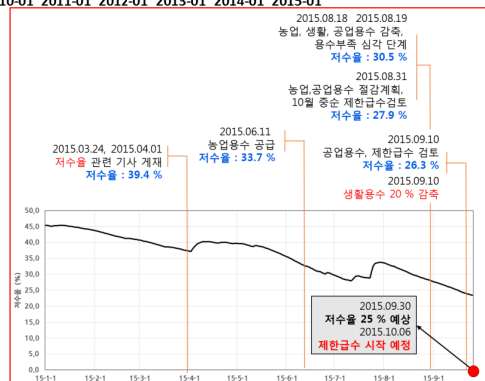
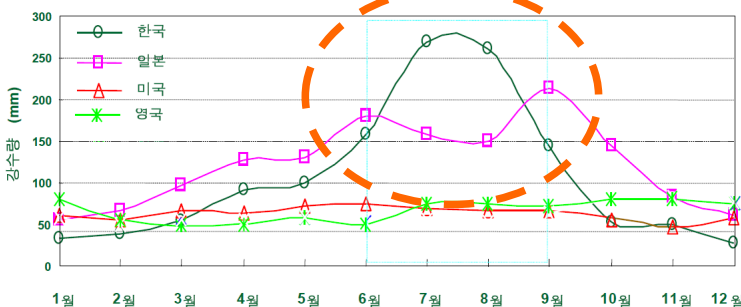
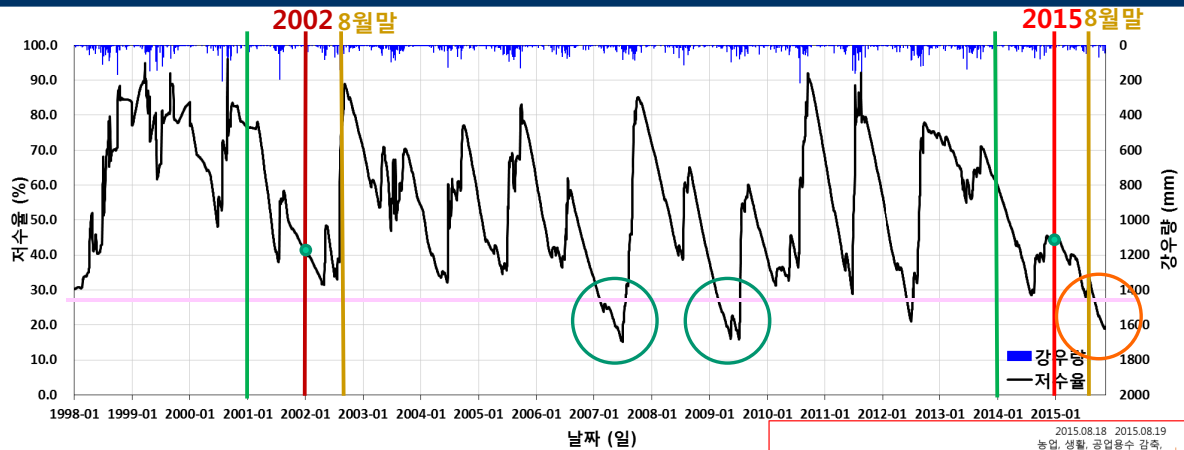
- 2016. 2.22
- 공사비 640억
- 제한급수 132일, 공사 3개월 만에
- 하루최대 11만5천m³
- 415/ (전국평균 335/)
- 28만~34만명 혜택
- 연 4200만m³



공주보 ~ 예당저수지 농촌용수 이용 개편사업



사업 목적: 공주보 여류 수량을 상습 가뭄 피해 지
역의 농업용으로 공급
극한 가뭄(재해) 예방 차원에서 예당 저수지 농업
용수 공급
시설 용량: 21만8000m³/일
사업 기간: 2015년 11월~2017년 12월



2016 봄, 여름 전망

2월~4월

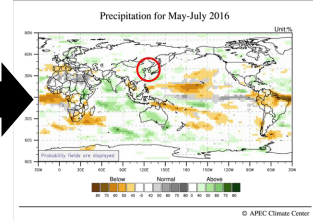
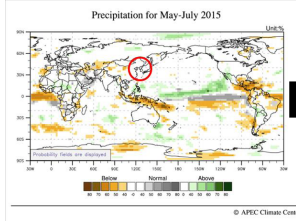
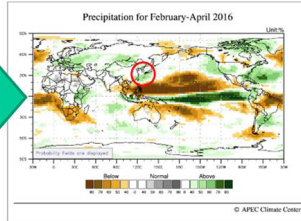
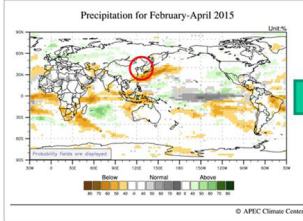
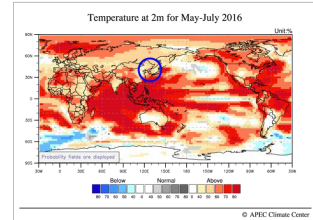
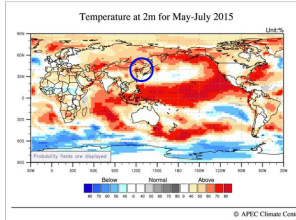
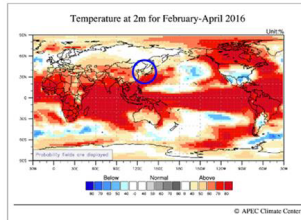
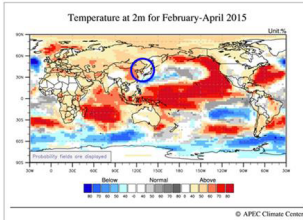
5월~7월

February-April 2015

February-April 2016

May - July 2015

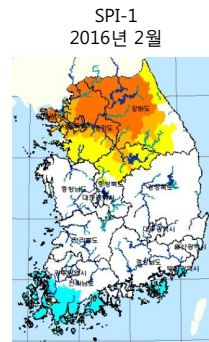
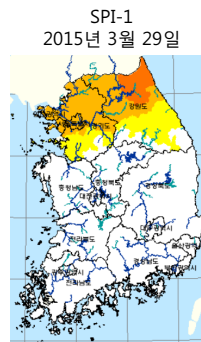
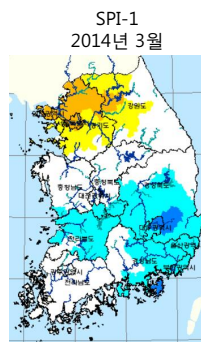
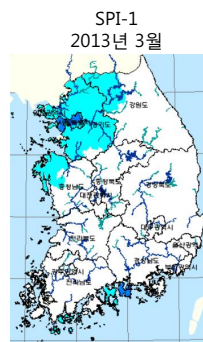
May - July 2016



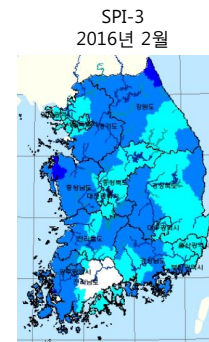
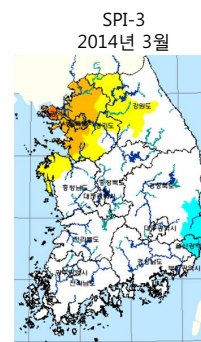
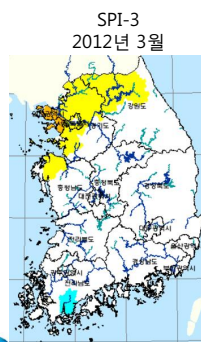
건국대 지구정보공학연구소

2016 봄가뭄 (3월~5월)

1개월
(눈)



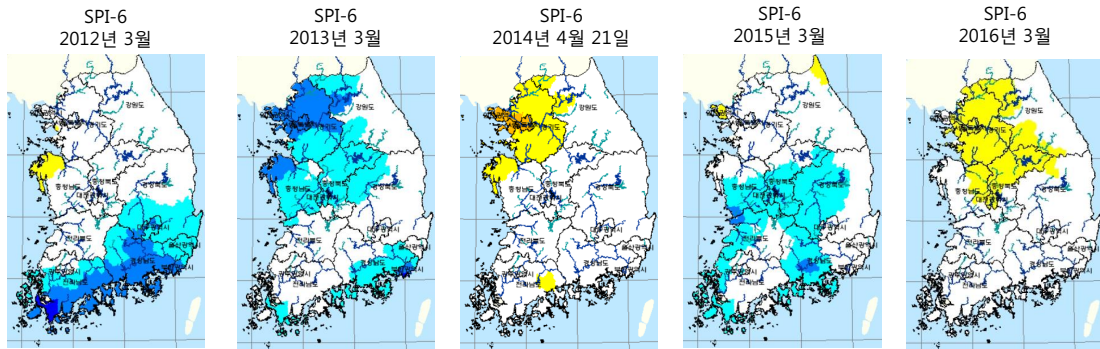
3개월



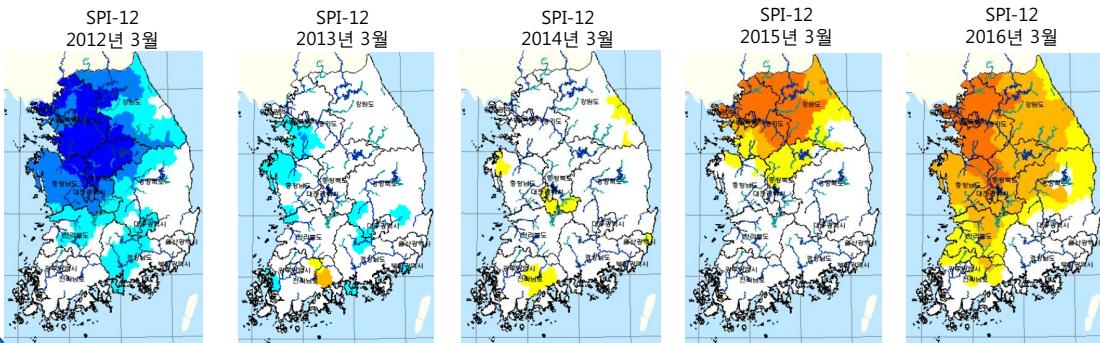
건국대 지구정보공학연구소

2016 봄가뭄?

6개월



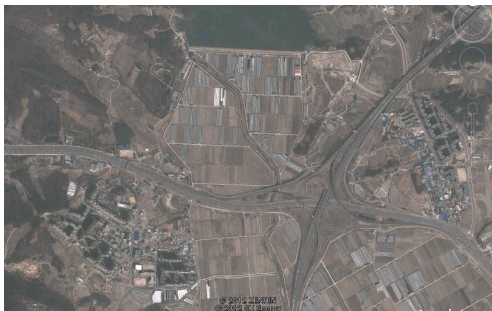
12개월



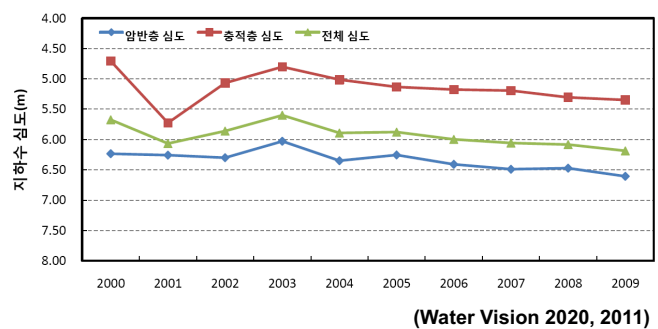
지표수 고갈에 지하수 마저

- 2015년 가뭄에 채소는 풍년. 이유는 시설재배. 막대한 지하수 이용
- 지하수위 저하는 차기 가뭄에 매우 취약. 가뭄 악순환
- 지하수는 국가수자원의 마지막 보고임을 인식해야
- 지하수관리시스템 구축- 체계적 모니터링, 평가, 제도 필요

무분별 늘어나는 비닐하우스



지하수위 매년 저하 중

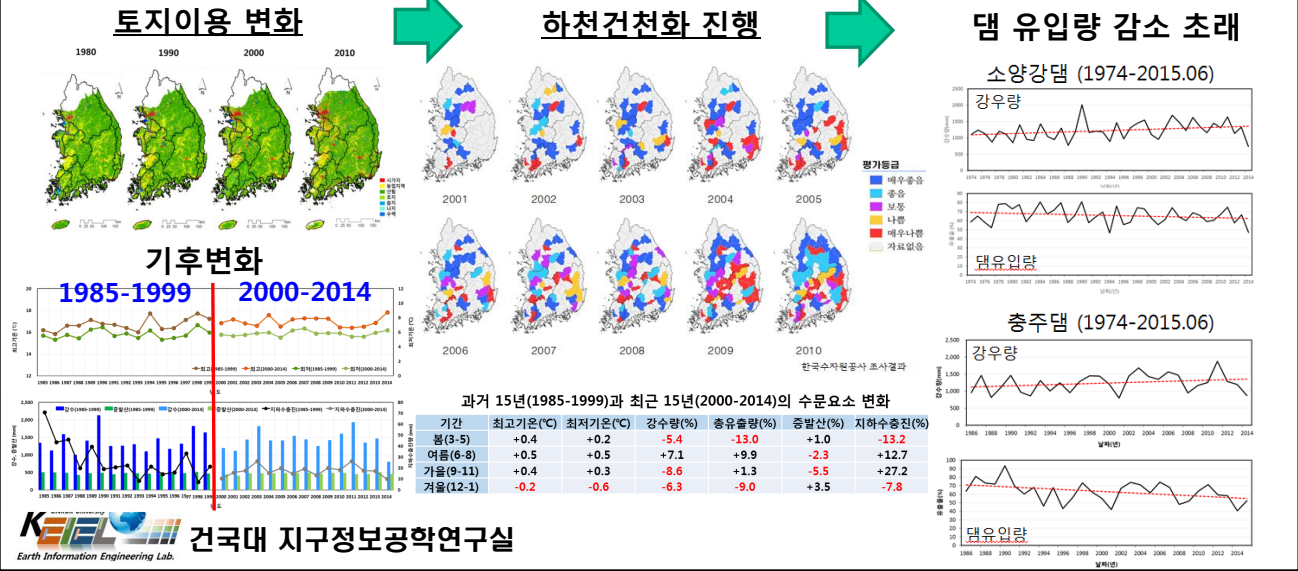


지하수위 변동량 (2011년 기준)



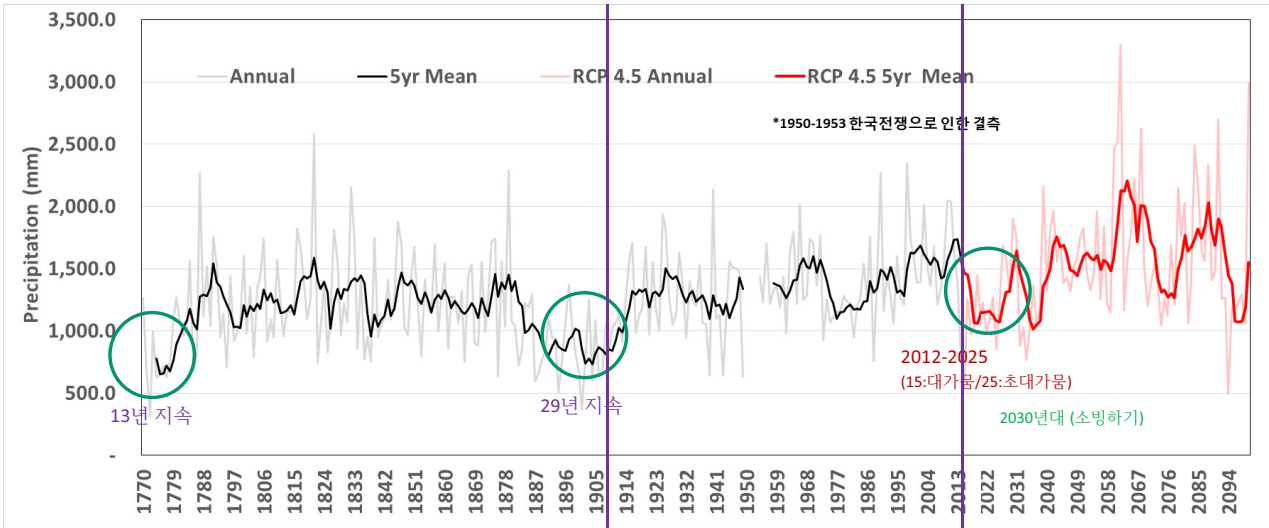
전 국토가 말라가고 있다

- 연강우량은 느는데, 담유입량은 매년 감소
- 지난 50여년간 국토개발로 하천건천화 원인
- 봄, 가을 기온상승 (최근 15년 동안 0.4도 상승). 기후변화 원인. 가뭄가속화
- 울창한 숲- 녹색댐. 가뭄 때는 없는 토양수분도 짝 빨아당겨 몇 개월 버팀
- 건조, 산불 유발



그럼 **미래**는? 지금부터 대비필요

(서울) 측우기+기상대+기후변화 전망자료 (1770 – 2100) RCP 4.5 / 5년 이동평균



측후기 자료: 서울대 대기과학과/ 건기연 김승 제공



건국대 지구정보공학연구실

앞으로 가뭄대응 어떻게?

Int. J. Environ. Sci. Technol. (2015) 12:1201–1210
DOI 10.1007/s13762-014-0717-6

Artificial Intelligence

ORIGINAL PAPER

Application of several artificial intelligence models and ARIMAX model for forecasting drought using the Standardized Precipitation Index

A. Jalalkamali · M. Moradi · N. Moradi

Received: 29 March 2014/Revised: 17 October 2014/Accepted: 10 N
© Islamic Azad University (IAU) 2014

Abstract Drought is among the most important natural disasters influencing different aspects of human life. In recent decades, intelligent techniques have shown to be highly capable of modeling and forecasting nonlinear and dynamic time series. Hence, the present study aimed to



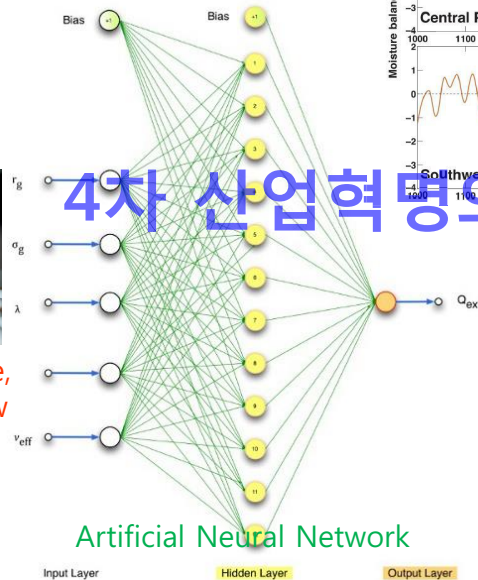
Drought somewhere,
sometime, somehow



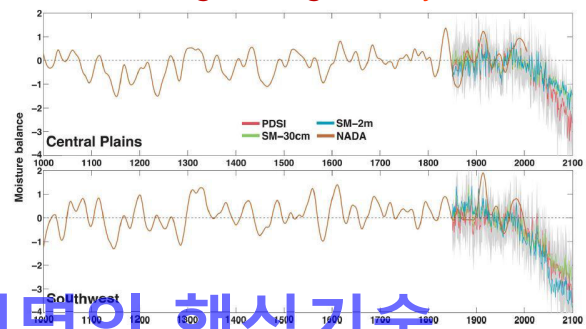
A. Jala
Depart
Kerma
e-mail:

M. Mo
Water
Kerma

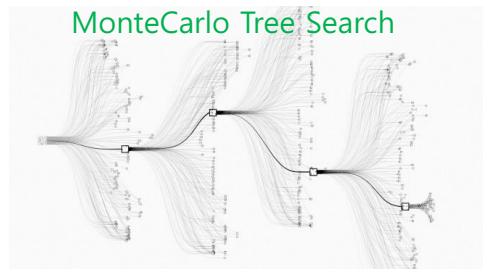
N. Mo
Islamic



Mega Drought Study

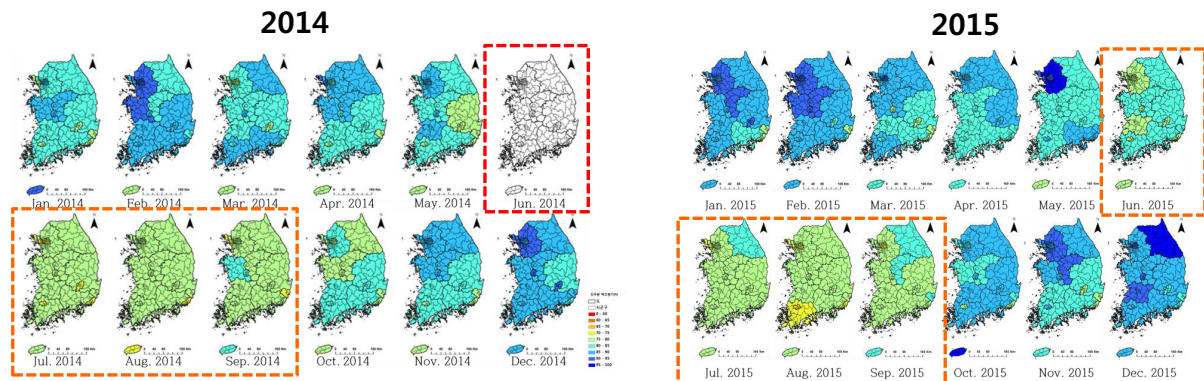


MonteCarlo Tree Search



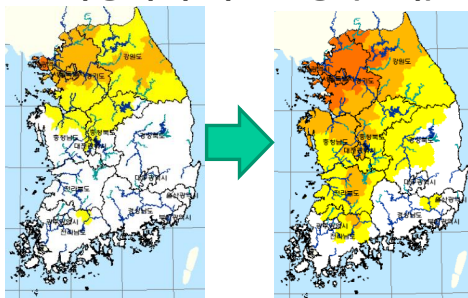
기상예측 능력향상이 최우선 (기상청 역할)

- 1년~1개월
- 예측에 기반해서, 사전대비. 예경보 체제 가동이 열쇠
- 기상청 1개월 예보능력 올려야 (현재, 봄: 80~90%, 여름/가을: 70~80%)

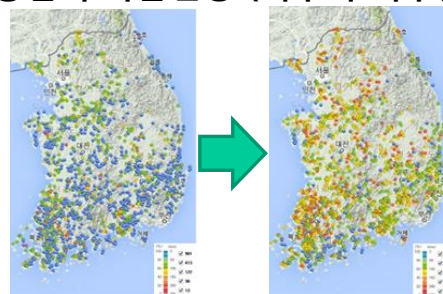


기상예측에 따른 분야별 가뭄전망이 다음 (기관의 몫)

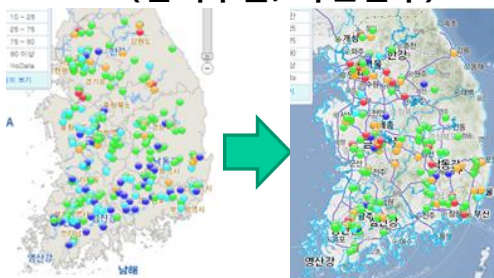
기상학적 가뭄전망 (전파)



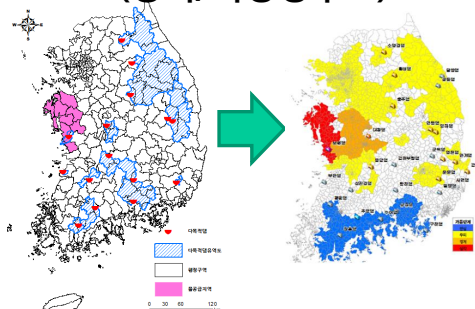
농업적 가뭄전망 (저수지 저수율)



수문학적 가뭄전망
(댐저수율, 하천갈수)



물공급 가뭄전망
(광역/지방상수도)



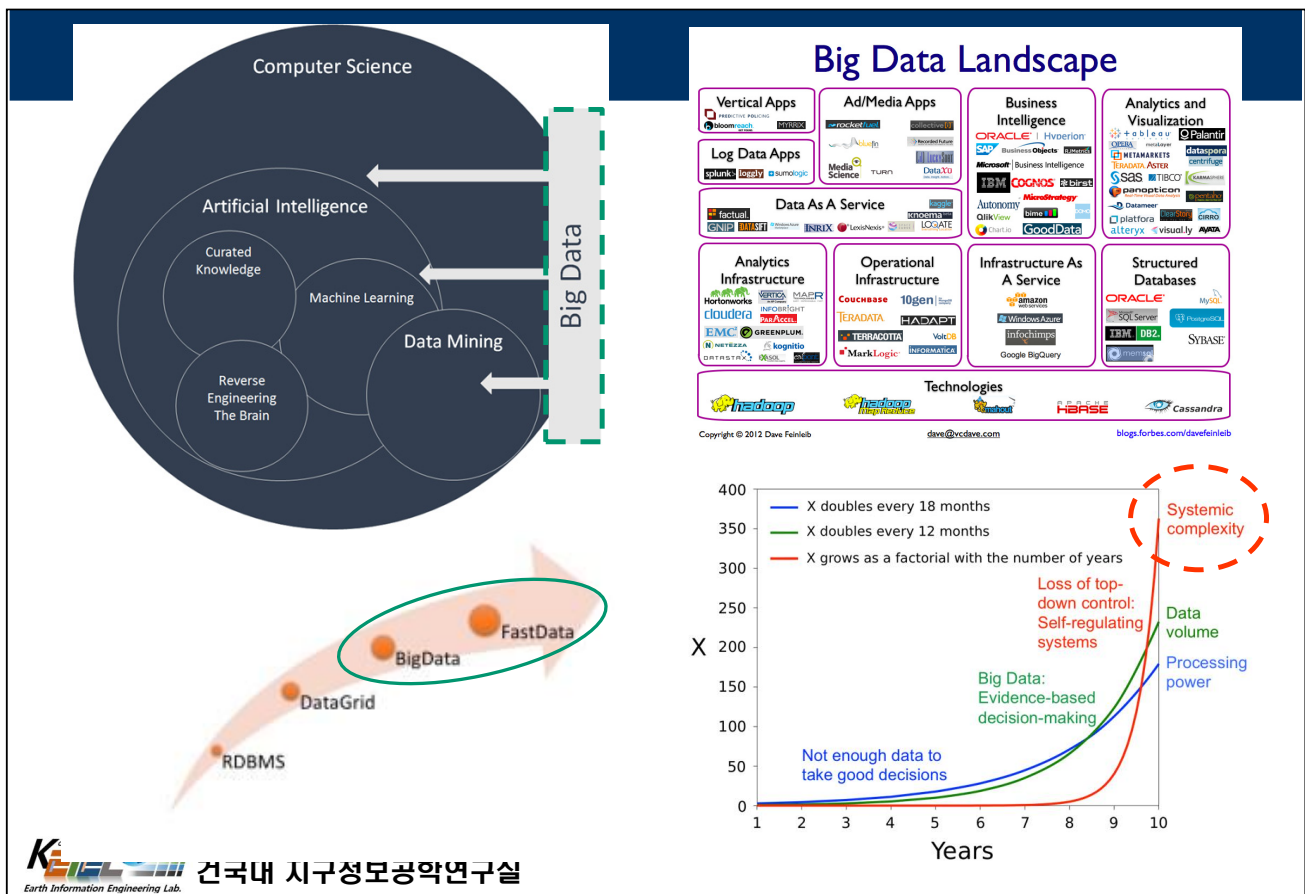
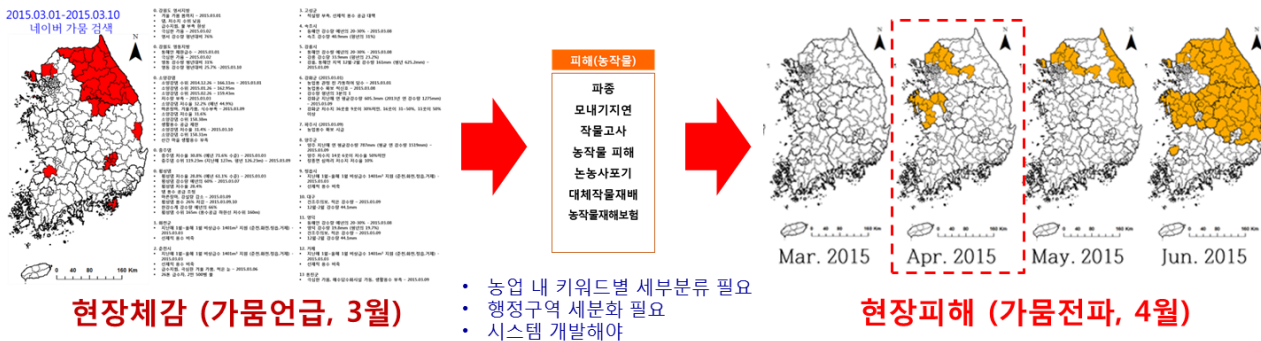
사회경제적 측면에서의 현장체감형 가뭄지수

• 현장체감형 가뭄의 정의

- 기상학적으로 가뭄이 꽤 진행되어, 농업, 수자원, 사회경제 분야별로 가뭄에 대한 국민의 실질적인 체감, 직접적인 피해와 관련된 일련의 현실적 전파가뭄

• 빅데이터 기반 현장가뭄 정보

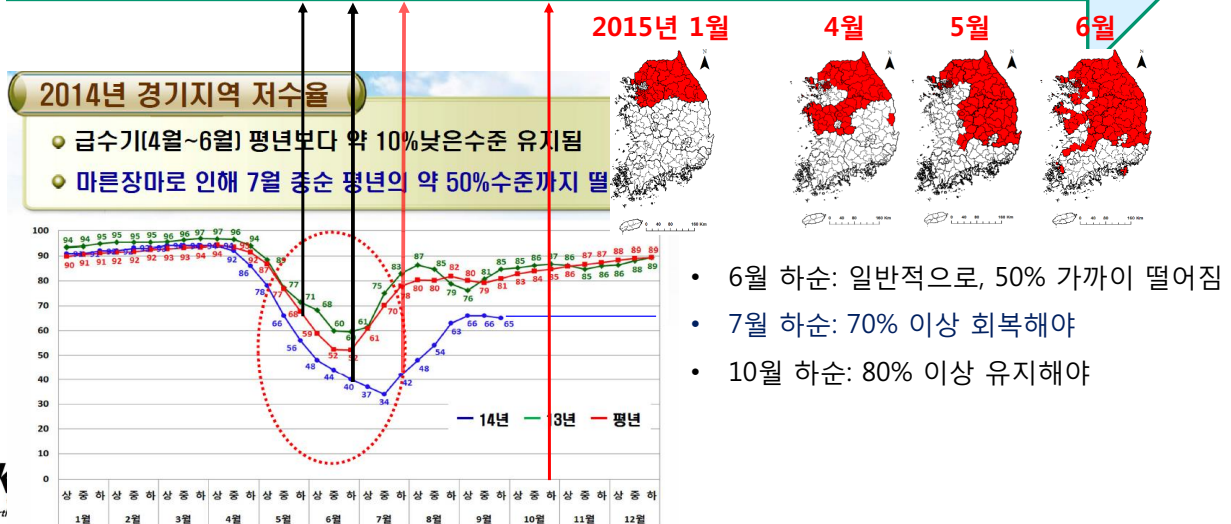
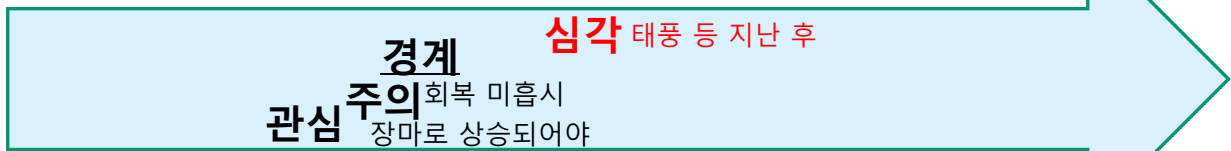
- 매스컴, SNS, 인터넷 기반의 실시간 현장모니터링 및 현장노출 가뭄정보



농업수자원 가뭄대응의 Golden Time은 언제?

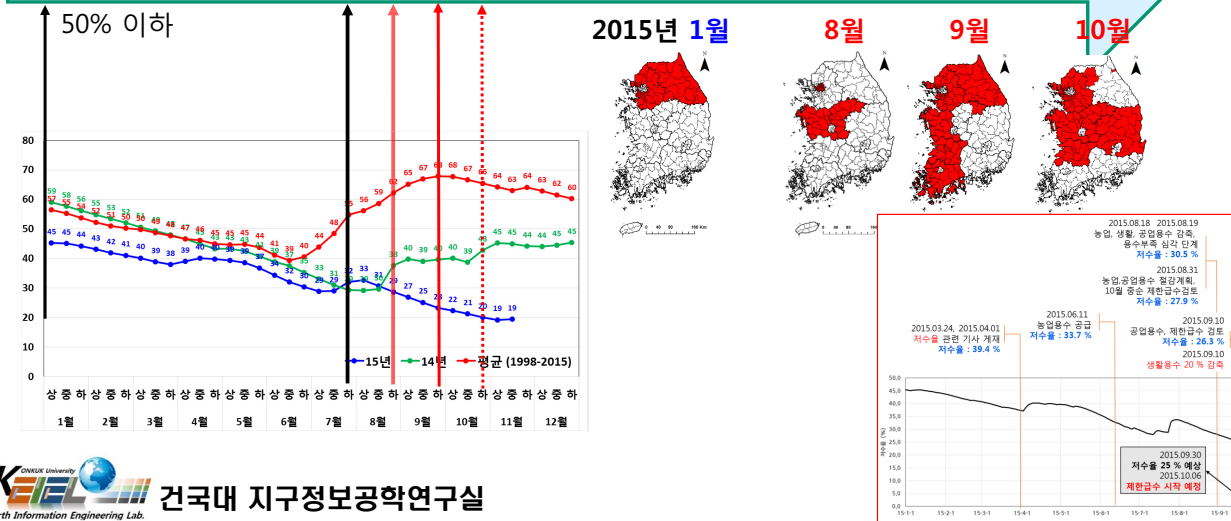
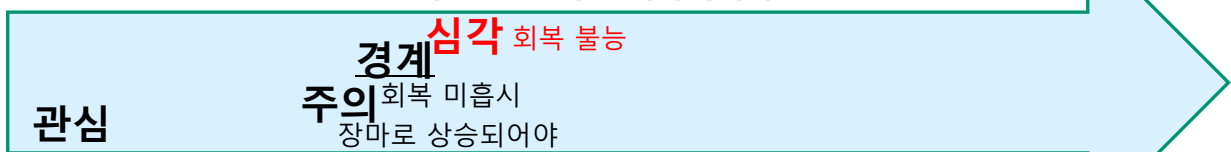
평년 저수율을 기준으로, '하강/상승 기울기'로 사전예측해야

7월 하순 2/3 이상 회복되어야



다목적댐 가뭄대응의 Golden Time은 언제?

8월 하순 50% 이상 회복되어야



현장체감 **가뭄**과 기관정보와의 교감체계 구축 필요

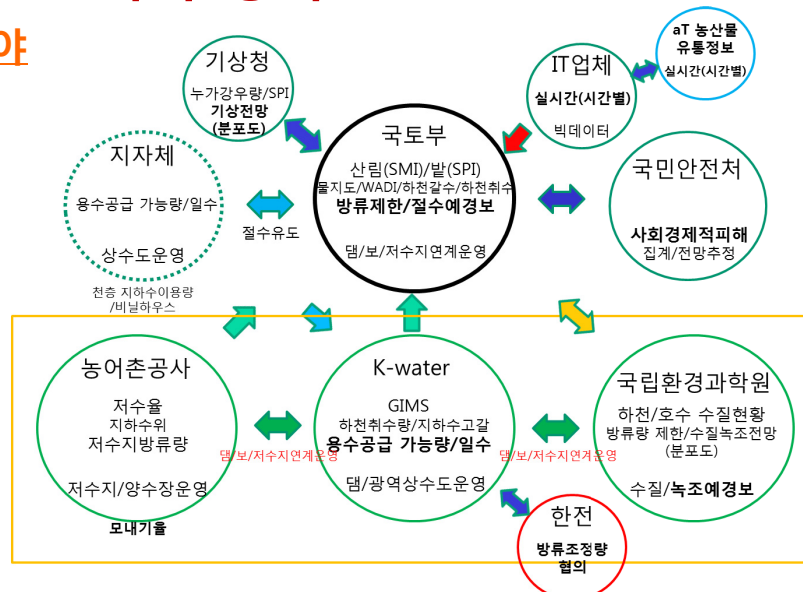
- 홍수는 단시간 큰 물 모이고, 가뭄은 장기간 마른 물 번지는 **재해현상**
- 홍수는 보이는 데에서 진행되지만, 가뭄은 진행되어도 잘 안 보이고 또 얼마만한 가뭄인지 모르는 게 문제
- **현장체감가뭄을 보이게 만드는 것이 빅데이터**
- **'홍수에서 수문곡선'이 '가뭄에서는 빅데이터 현장체감가뭄'**
- 현장체감가뭄 빅데이터로 '내가 겪는 가뭄정보'로 지식화해서, 궁극적으로는 생활의 **지혜**로 이어지게 승화시켜야
- 거미줄 수평 물흐름 정보시스템 구축해서, 물이 가는 지역, 안가는 지역, 실시간 관리해야
- 나 ➡ 상수도 ➡ 정수장 ➡ 취수장 ➡ 댐 ➡ 유역 (지식, 지혜)



건국대 지구정보공학연구소

정부기관 가뭄정보와 지자체 가뭄정보간의 실시간 연계운영은 선제적 가뭄대응의 핵심

- 가뭄 정부협의체에서 표준정보 공유, 연계활용, 상호협력을 통해 신속한 의사결정 내려야
- **각 기관은 각자 영역에 대해서는 가뭄시 업무 효율성 높여야**



가뭄 전사이클에 대한 대응체계 구축

- '국가가뭄경감센터' 운영
- 센터에서 가뭄 전 사이클 표준정보 생산
- 기관간 표준 가뭄정보로 효율적 대비, 대응

국가 가뭄정보분석센터

기획평가팀	정보분석팀	위성활용팀	물환경정보팀
<ul style="list-style-type: none"> 가뭄정책수립 및 국가 지지체 대책 수립 지원 가뭄 협의체(官, 産, 學) 구성·운영 가뭄판단기준 표준화 가뭄예방 및 대응 가이드라인 개발 가뭄예측 기술 개발 가뭄영향 평가 및 보고서 작성 가뭄홍보 및 교육 훈련 	<ul style="list-style-type: none"> 가뭄정보 현장조사 수집, 분석, DB 구축 및 품질관리 전국 가뭄 모니터링 시행 및 정보제공(국민, 정부, 지자체) 전국 가뭄 지도 제작 가뭄 모니터링 시스템 개발, 운영 가뭄전망 및 예경보 분석 및 정부지원 홍수 예경보 정보제공 	<ul style="list-style-type: none"> 가뭄 예경보를 위한 기상전망 기반구축 수자원위성 국가 사업화 주관 수자원/재난위성 탑재체 기획 위성영상 활용 기술개발 수문인자 추출/제공시스템 구축 영상연계 가뭄평가체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 물환경 분야 정보 수집·관리·공유 물환경(수질, 녹조, 수생태, 오염원) 모니터링 및 전망 물환경 모니터링 시스템 구축, 운영 가뭄영향 평가 (물환경분야) 물환경 가뭄대책 지원

정보공유



건국대 지구정보공학연구소

이것도 국가가뭄경감센터의 몫

- 협의체 의사결정자료들도 DB화 해야
- 가뭄은 사회경제적 피해산정 평가가 매우 중요
- 차기 가뭄에 피해 최소화 위한 지식 데이터베이스
- 빅데이터 및 (농작물) 재해보험 자료 등으로 모으고 분석



건국대

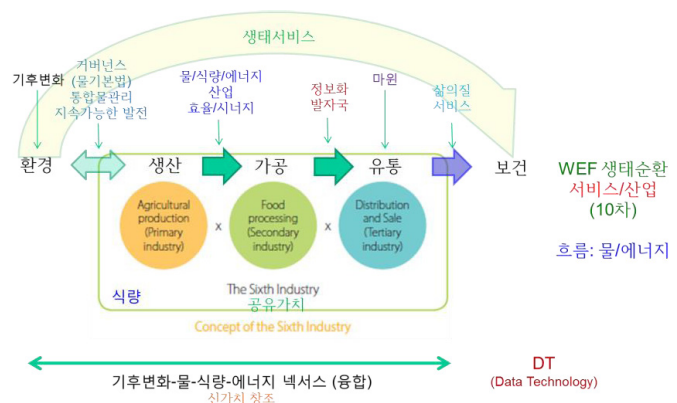
국가가물경감센터의 가물대응효과는 얼마?

- 센터는 가물 전에 사전대비(적응, 완화), 예경보, 체계적인 사전 및 현장대응을 하기 위한 조직의 일부
- **Soft 영역** (위험관리에 해당)
 - 가물 피해를 **최소 30%이상 경감**할 수 있을 것으로 확신
 - 지금부터 단계별로, 3년 후에는 정상적 가동 추정 (예경보가 핵심)
 - 협의체 의사결정 지원- 각 기관별 운영, 기관간 연계운영 (조직적 적응/대응)
- **Hard 영역** (맞춤형 가물완화를 위한 정책들)
 - **신규댐 개발**: 지금 시작해도 10년, 환경과 대치문제
 - **해수담수화**: 10만명 이상 대규모 시설화 수준으로, 관건은 생산단가, 900원 이하로
 - **지방상수도 유수율 제고**: 지금의 60~70%를 90% 이상으로, 재원은 물값, 물이용 부담금
- **건강한 유역관리(가물대응의 최상책)**: 계곡, 소하천에 365일 물 흐르게 돌려놔야
 - 효과 보려면, **최소 30년(한세대)** 바라봐야
 - **국가적 철학 필요**

Earth Information Engineering Lab.

충남지역 가물극복을 위한 대안들

- 하천건천화 장기적 안목에서 방지대책 착수해야
 - 지하수 관련 법, 제도, 행정 정비
 - 생활, 공업, 농업(시설재배)
- 기존 댐재개발, 신규댐 개발 적극 검토해야
 - 보령댐 용량평가(보강), 지천댐 등 검토 필요
- 해수담수화 적극 도입해야
 - K-water, 기업 세금감면 등
- 기존 간척담수호 친환경 수자원화 투자해야
 - 비점원오염 대책시행
 - 다목적화, **수원의 다변화**
- 생활속 물절약체계 갖춰야
 - 빗물저장장치
 - 용수 재이용 순환체계
 - 물의 가치, 수자원의 가치인식



KIEEL Earth Information Engineering Lab. 건국대 지구정보공학연구소

가뭄대응 다양한 **현장과학기술** 실행해야

- **현재 우리나라 1년 증발산 손실량 544억톤 (42%)**
 - 1%가 5.44억톤
 - 기후변화로 최소 5% (64.9억톤) 증가 전망
 - 숲가꾸기 최적화, 토양침식방지 피복화 (수자원은 토지자원/토양자원으로부터)
- **전국 시설재배 수막용수 지하수이용량 6.9억톤**
 - 전체 지하수 이용량의 18% (총 904.7 km², 논: 235.5 km², 밭: 669.2 km²)
 - 겨울철 하루에 200~300톤/동 규모
 - 빗물저장장치, 순환 재함양기술(지질자원연구원) 보급 서둘러야
- **전국 노지작물 절수관개 시설화 효과 큼 (약 50% 용수절감)**
 - 가뭄에 속수무책 (총: 7,358.7 km², 채소: 2,963.0 km², 식량: 1,838.7 km², 과수: 1,629.4 km², 특용: 927.6 km²)
 - 절수관개시설 (Drip, Sprinkler) 갖추도록 지원해야
- **세탁기 절수기술/절수습관 1.3억톤**
 - 우리나라 가구수 1,800만, 한달에 4번 줄이면
 - 세탁 1회 270만톤 (평균 150 리터/1시간)



Earth Information Engineering Lab.

실행의 조건

- **물관련법**. 조선시대에 머물러 있는 듯
 - 특히, 수리권 문제
- **물기본법**. 가뭄대응을 위해 필요가 아니 필수
- **물기본법** 하에서, 각 지자체별 맞춤형 수자원장기종합계획 수립 및 시행권한 있어야
- 이제, **통합 물관리**를 통한 가뭄, 홍수재해 등 관리체제 갖춰야 할 시대 되었음



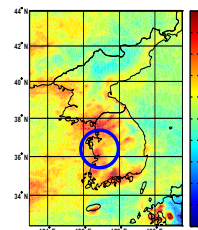
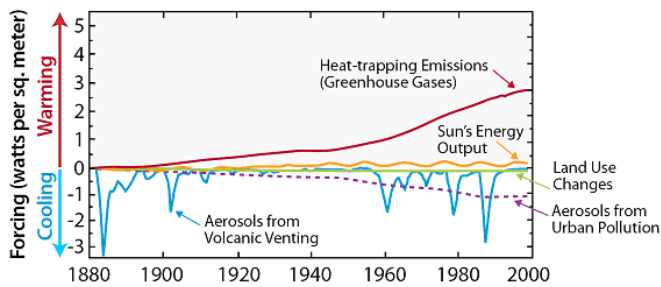
건국대 지구정보공학연구실

• 신기후 국가수자원시스템 체제구축 서둘러야

- 기후변화로 1850~1900 보다 2015년 현재 지구기온 1도 증가
- 현재 2도 증가로 급속도로 진행 중
- 우리는 지금 무서운 속도로 '우리가 알지 못하는 영역'에 진입하고 있는 중

가뭄. 뭉쳐야 극복할 수 있습니다.

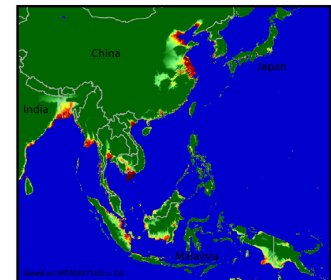
Global Climate Drivers



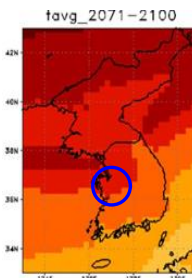
미래강우강도

미래해수면상승
(서해 피해 커)

Sea Level Risks - Southeast Asia



Height Above Sea Level (m)



미래기온