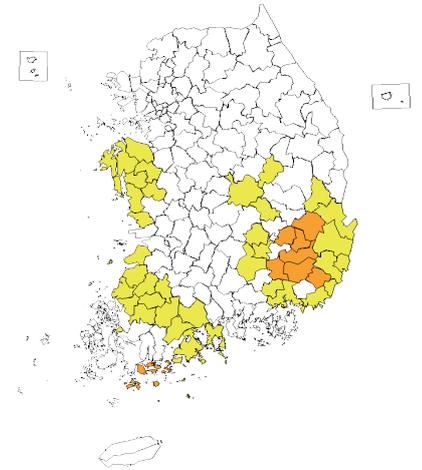


세상을 흐르게 하는 힘

2018년도 가뭄정보 분석 연간 보고서

Drought Information
Analysis Annual Report



목 차

제1장 머리말	3
제2장 가뭄정보 분석기반 구축	6
2.1 국가가뭄정보분석센터 일반현황	6
2.2 법제도 및 사업예산	7
2.3 가뭄 예·경보 업무기준 수립	8
2.4 가뭄 기초조사	10
2.4.1 조사체계	10
2.4.2 조사방법	10
2.4.3 조사항목	12
2.4.4 조사결과	13
제3장 수문 및 가뭄 정보	38
3.1 수문현황	38
3.1.1 강수현황	38
3.1.2 유출현황	40
3.1.3 댐 수문현황	42
3.2 가뭄현황	44
3.2.1 표준강수지수	44
3.2.2 파머지수	48
3.2.3 지표수 공급지수	50
3.3 언론 빅데이터 분석	52
제4장 가뭄 예·경보	58
4.1 가뭄 예·경보 체계	58

4.2 주간 가뭄 예·경보 현황	61
4.3 월별 가뭄 예·경보 현황	64
4.4 가뭄 예·경보 신뢰도	66
제5장 기술 고도화	72
5.1 가뭄분석 기술 고도화 추진계획 수립	72
5.2 가뭄 모니터링 및 예측 기술 고도화 (2차년도)	75
5.2.1 낙동강 유역 물수급 분석 체계 구축	75
5.2.2 확률기반 수문전망 기법 고도화	78
5.3 장기 기상전망 자료의 적정 시공간 스케일 도출에 대한 연구(2차년도) ..	79
5.3.1 적정 상세화 기법 조사·분석 및 적정 기법 선정	79
5.3.2 장기기상전망 자료기반 강우-유출모형 입력자료 생성 프로그램 개발 ..	81
5.4 인공지능 기반 지하수 공급지역 가뭄분석기법 개발	85
5.4.1 SGI(Standardized Groundwater Level Index)를 이용한 지하수 가뭄 모니터링 기법 개발	86
5.4.2 강수량과 지하수위 관측 자료의 시공간적 범위 설정	93
5.4.3 SPI와 SGI의 상관성 분석	96
5.4.4 인공신경망을 이용한 SPI-SGI 상관관계 학습	99
5.4.5 전국 시·군별 인공신경망 모형의 성능 평가	104
5.4.6 강수량 전망 값을 이용한 SGI 전망 프로세스	108
5.4.7 지하수 가뭄 모니터링 및 전망기법 시범평가	113
5.4.8 SGI를 이용한 지하수 가뭄 모니터링 및 전망기법의 고도화	118
5.5 가뭄 취약성 평가기법 개발	129
5.5.1 추진 배경	129
5.5.2 과업 개요	129

제6장 가뭄 시스템 및 서비스	133
6.1 지자체 가뭄 의사결정 지원체계 구축	133
6.1.1 구축 필요성	133
6.1.2 구축 방향	133
6.1.3 가뭄 종합 상황판 구축 기능	134
6.2 가뭄정보 분석시스템 운영 및 관리	138
6.2.1 가뭄정보 포털 유지관리 및 운영 현황	138
6.2.2 가뭄정보 포털 운영 성과관리	142
6.2.3 가뭄정보 포털 시스템 기능 개선 및 보완	143
6.2.4 가뭄정보 포털 성과	147
6.3 지역별 맞춤형 가뭄대책 수립 서비스	149
제7장 기술교류 선진화	153
7.1 국제적 업무협력	153
7.1.1 국제가뭄포럼(International Drought Forum)개최	153
7.1.2 M.O.M 및 MOU체결	159
7.2 국내외 학술활동	160
7.2.1 학술논문 및 학술발표회	160
제8장 결 언	168

표 목 차

표 2.1 2019년도 가뭄조사 및 모니터링 사업 예산	8
표 2.2 가뭄기초조사 조사절차	10
표 2.3 조사 체계도 및 기관별 역할	11
표 2.4 가뭄기초조사 조사항목	12
표 2.5 전국 시도별 상수도 보급현황	13
표 2.6 생활용수 전체 수원현황	14
표 2.7 시·도별 생활용수 수원현황	15
표 2.8 수원별 급수지역수	16
표 2.9 생활용수(광역 및 지방상수도) 급수량	18
표 2.10 전국 산업단지 현황	19
표 2.11 시도별 산업단지 현황	19
표 2.12 산업단지별 조성현황	20
표 2.13 공업용수 수원현황	20
표 2.14 수원별 산업단지 공급현황	20
표 2.15 공업용수별 산업단지 현황	21
표 2.16 공업용수 공급현황	22
표 2.17 생·공용수 수원현황	23
표 2.18 수원별 생·공용수 공급현황	24
표 2.19 시·도별 수원별 생·공용수 공급현황	25
표 2.20 시·도별 생·공용수 공급 댐·저수지 관리현황	26
표 2.21 지자체 관할 생공용수 댐·저수지 규모별 현황	26
표 2.22 시·도별 생·공용수공급 댐·저수지(지자체 관할) 현황	27
표 2.23 시·도별 한국농어촌공사 관할 생·공용수공급 댐·저수지 현황	27
표 2.24 시·도별 취수장 운영현황	29
표 2.25 시·도별 정수장 운영현황	30
표 2.26 지역별·수종별 지방 및 광역·공업상수도 생산량	31
표 2.27 시·도별 배수지 관리현황	32
표 2.28 전국 소규모수도시설(마을상수도, 소규모급수시설)	33
표 2.29 전국 소규모수도시설의 수원현황	34
표 2.30 2017년 비상급수 현황	35

표 3.1 2018년 전국 및 주요 유역 강수량 현황	38	표 6.3 가뭄정보포털 접속 현황 (IP 기준)	139
표 3.2 2018년 전국 및 주요 유역 유출량 현황	41	표 6.4 가뭄정보포털 접속 현황 (세션 기준)	139
표 3.3 금년도 다목적댐 수문현황	42	표 6.5 가뭄정보포털 메뉴별 접속 현황	141
표 3.4 금년도 용수댐 수문현황	43	표 6.6 사후성과 평가 방법	142
표 3.5 SPI 지수에 의한 가뭄의 분류	44	표 6.7 사후성과 평가 지표	142
표 3.6 PDSI 지수에 의한 가뭄분류	48	표 6.8 급수지원 현황 관리시스템 주요 기능	143
표 3.7 2018년 가뭄관련 언론보도 시도별 모니터링 결과	52	표 6.9 비상급수현황 조사 시스템 개선 현황	144
표 3.8 2018년 가뭄관련 언론보도 월별 모니터링 결과	53	표 6.10 가뭄기초조사 전산화 프로세스	146
		표 6.11 가뭄정보 포털 국콘텐츠서비스 인증 평가결과	148
표 4.1 가뭄 예·경보 판단기준	60		
표 4.2 2018년 가뭄 예·경보 대상 시군 현황	65	표 7.1 2018 국제가뭄포럼 주요일정	153
표 4.3 가뭄 전망 정확도 분석	66	표 7.2 기조강연 강연자 및 발표주제	154
표 4.4 월별 가뭄 전망대비 실적 현황	67	표 7.3 특별세션 주요발표내용 및 토론내용	155
		표 7.4 기술세션1 주요발표내용 및 토론내용	156
표 5.1 베이지안 ESP 기법에 의한 댐유입량 전망 정확도 평가 결과	78	표 7.5 기술세션2 주요발표내용 및 토론내용	157
표 5.2 강우-유출 모델별 주요 입출력 자료	82	표 7.6 2018년 출판 논문	160
표 5.3 전국 지하수 관측망	87	표 7.7 2018년 학술발표회 발표 논문	160
표 5.4 국가지하수관측망 현황	87		
표 5.5 월별 지하수위를 이용한 SGI 산정결과 예	92		
표 5.6 시·군별 지하수관측소의 티센면적 계수	94		
표 5.7 충청지역 시군별 SGI와 SPI 1~12의 상관계수	97		
표 5.8 인공신경망 학습을 위한 훈련자료 세트 예	100		
표 5.9 전국 167개 시군별 SGI 관측-예측 상관도 평가결과	105		
표 5.10 인공신경망 모델 분석을 통한 전국 167개 시군별 관측-예측 상관도	105		
표 5.11 NARX ANN 모형 분석에 의한 SGI 전망	110		
표 5.12 기존 256개 관측소에서 제외된 2개 관측소 현황	118		
표 5.13 예·경보 기준 변경에 따라 조정된 SGI 범위	120		
표 5.14 ANN 결과값과 목표값의 상관계수 산출 결과	125		
표 5.15 일자료 기반 167개 시군의 상관계수 및 월자료 기반 결과와의 차이	125		
표 5.16 연차별 가뭄 취약지도 구축계획	130		
표 6.1 가뭄정보 분석 시스템 필요 기술	138		
표 6.2 가뭄정보 포털 일일 점검현황	138		

그림 목 차

그림 2.1 국가가뭄정보분석센터 조직도	6
그림 2.2 가뭄조사 및 모니터링 사업 위탁기관 선정	7
그림 2.3 가뭄 예·경보 업무 흐름도	9
그림 2.4 조사 체계도 및 기관별 역할	11
그림 2.5 전국 생활용수 수원의 수(1수원 기준), 급수지역(읍면동) 비율	15
그림 2.6 시·도별, 수원종류별 급수지역 비율(1수원, 읍면동 기준)	16
그림 2.7 수원별 용수공급지역 현황도(읍면동의 1수원기준)	17
그림 2.8 농업용수 수원현황 및 수원별 공급현황	22
그림 2.9 산업단지별 농업용수 공급현황	22
그림 2.10 생·공용수 수원현황(1수원 기준)	23
그림 2.11 수원별 생·공용수 공급비율(광역·지방상수도)	24
그림 2.12 시·도별, 수원별 생·공용수(광역·지방상수도) 공급현황	25
그림 2.13 전국 생·공용수 공급 댐·저수지 위치도	28
그림 2.14 지역별·수종별 생·공용수(광역·지방상수도) 생산현황	31
그림 2.15 전국 소규모수도시설 현황(시설수, 인구수, 사용량)	34
그림 3.1 2018년 (a) 연강수량(mm)과 (b) 예년대비 연강수량 비율	39
그림 3.2 전국의 자연유출량 현황(2016년 1월 ~ 2018년 12월)	40
그림 3.3 금년도 다목적댐 저수량 및 강수량 변화	42
그림 3.4 금년도 용수댐 저수량 및 강수량 변화	43
그림 3.5 SPI3 지수에 의한 2018년도 가뭄현황	45
그림 3.6 SPI6 지수에 의한 2018년도 가뭄현황	46
그림 3.7 SPI9 지수에 의한 2018년도 가뭄현황	47
그림 3.8 PDSI 지수에 의한 2018년도 가뭄현황	49
그림 3.9 MSWSI 지수에 의한 2018년도 가뭄현황	51
그림 3.10 2018년 주요 가뭄관련 뉴스	54
그림 3.11 2018년 월별 가뭄관련 언론보도 분포도	55
그림 4.1 가뭄 예·경보 발령현황('18.3월 보도자료 기준)	58
그림 4.2 가뭄정보분석 체계도	59

그림 4.3 2018년 주간 가뭄 예·경보 발령지역	61
그림 4.4 2018년 국가 가뭄 예·경보 발령지역	64
그림 5.1 가뭄정보 분석기술 고도화를 위한 세부기술	73
그림 5.2 가뭄정보 분석기술 고도화를 위한 로드맵	74
그림 5.3 물수급체계구축을 위한 GIS 자료 수집·정리	76
그림 5.4 하천수 허가현황 자료 및 위치 정보	76
그림 5.5 임의 지점 자동 유역 추출	76
그림 5.6 농업용수 취수·회귀를 고려하기 위한 정보 수집 및 방법론	77
그림 5.7 오픈소스기반 금강유역 물수급 산정 모형 개발	77
그림 5.8 개선된 베이지안 ESP와 강우-유출 모형과의 연계 모듈 흐름도	78
그림 5.9 Quantile mapping 개념도	80
그림 5.10 GloSea5 통계적 상세화 기법 결과	81
그림 5.11 미래전망기간 TANK 모델 충주댐 유입량 전망 결과	82
그림 5.12 미래전망기간 ABCD 모델 충주댐 유입량 전망 결과	83
그림 5.13 미래전망기간 PRMS 모델 충주댐 유입량 전망 결과	84
그림 5.14 지하수 가뭄 모니터링 기법 개발 절차	86
그림 5.15 국가지하수관측소 위치도	88
그림 5.16 관측소 관측자료 시계열 자료 검토 예시	89
그림 5.17 지하수위의 정규화를 통한 SGI 산정과정	90
그림 5.18 각기 다른 대역폭 매개변수를 이용한 Kernel density estimate (KDE)	91
그림 5.19 목포용당 관측소의 월별 Kernel Density Function	92
그림 5.20 SPI와 SGI의 공간적 분석범위 설정	93
그림 5.21 시군별 평균 SGI 산정을 위한 지하수관측소 티센망	95
그림 5.22 SGI와 SPI1~12의 시계열(천안시)	96
그림 5.23 충청지역 26개 시군에 대한 SPI 1-12와 SGI의 상관도	97
그림 5.24 음성군의 SPI3와 SGI를 통한 가뭄 규모 비교	98
그림 5.25 Three layer perceptron model	100
그림 5.26 반복 훈련에 의한 인공신경망 학습과정	101
그림 5.27 목표 값과 출력 값의 오차분포도	102
그림 5.28 훈련, 검증 및 전체 자료에 대한 목표 값과 출력 값의 상관도	103
그림 5.29 목표 값 및 출력 값의 오차 시계열	103
그림 5.30 시군별 인공신경망 예측정확도(상관계수) 분포	104

그림 5.31 지하수 가뭄 모니터링 및 전망 프로세스	108
그림 5.32 SGI 1개월 전망을 위한 NARX ANN 모형 입력 데이터세트	109
그림 5.33 SGI 2~3개월 전망을 위한 NARX ANN 모형 입력 데이터세트	109
그림 5.34 시범평가 기간 동안의 SGI 월간분석 지도('18.2~'18.11)	117
그림 5.35 시범평가 기간의 SGI 분석에 따른 월간 예·경보 결과	117
그림 5.36 시군별 평균 SGI 산정을 위한 254개 국가지하수관측소 위치 및 티센망 ..	119
그림 5.37 기존 및 조정된 기준에 따른 가뭄 예·경보 결과 비교	121
그림 5.38 일단위 지하수위 관측자료	122
그림 5.39 월단위 자료를 이용한 커널밀도 산출	123
그림 5.40 일단위 자료를 이용한 커널밀도 산출	123
그림 5.41 SGI와 SPI의 비교결과 사례(음성군)	124
그림 5.42 취약성 평가 절차	129
그림 6.1 가뭄 종합 상황판 구축 방향	134
그림 6.2 가뭄 종합 상황판 구성도	134
그림 6.3 가뭄 종합 상황판(제공 화면)	135
그림 6.4 가뭄 종합 상황판(리포트 양식)	136
그림 6.5 가뭄 종합 상황판(의사결정지원)	136
그림 6.6 가뭄 정보 포털 월별 접속 현황	139
그림 6.7 내·외부 접속자 현황	139
그림 6.8 메뉴별 접속자 현황	140
그림 6.9 급수지원 실적 등록	143
그림 6.10 급수지원 현황 조회	143
그림 6.11 급수지원 현황 통계(목적별)	143
그림 6.12 급수지원 현황 통계(지역별)	143
그림 6.13 비상급수 조사·활용	145
그림 6.14 비상급수 등록 화면	145
그림 6.15 비상급수 전국 현황 통계	146
그림 6.16 가뭄기초조사 보고서 작성	147
그림 6.17 가뭄기초조사 보고서	147
그림 6.18 가뭄정보포털 메인화면(굿콘텐츠 인증)	147
그림 6.19 굿콘텐츠 서비스 인증서	147
그림 6.20 굿콘텐츠 우수상 수상	148

그림 6.21 '단비' 가뭄지원 서비스 체계도	150
그림 7.1 국제가뭄포럼 개최식	155
그림 7.2 Special Session 발표	155
그림 7.3 Technical Session1 발표	158
그림 7.4 Technical Session2 발표	158
그림 7.5 Open Session(홍보부스 운영)	158
그림 7.6 Technical Tour	158
그림 7.7 M.O.M 체결	159
그림 7.8 M.O.M 원문	159
그림 7.9 MOU 체결	159
그림 7.10 MOU 원문	159
그림 7.11 표준지하수지수(SGI)를 이용한 지하수 가뭄 모니터링	161
그림 7.12 표준강수지수, 표준지하수지수 및 인공지능경망을 이용한 지하수 가뭄 예측	162
그림 7.13 Evaluating the predictability of monthly and seasonal dam inflow by usin ensemble weather forecasts and hydrologic models	163
그림 7.14 표준지하수지수(SGI)와 인공지능경망을 이용한 미급수지역 가뭄 모니터링 및 전망기법 개발	164
그림 7.15 SGI(Standardized Groundwater Level Index)를 이용한 지하수 가뭄 모니터링기술 개발	165

부 록 목 차

1월 가뭄 예·경보	172
2월 가뭄 예·경보	181
3월 가뭄 예·경보	188
4월 가뭄 예·경보	195
5월 가뭄 예·경보	203
6월 가뭄 예·경보	210
7월 가뭄 예·경보	217
8월 가뭄 예·경보	223
9월 가뭄 예·경보	233
10월 가뭄 예·경보	239
11월 가뭄 예·경보	245
12월 가뭄 예·경보	251

제1장 머리말



제 1장 머리말

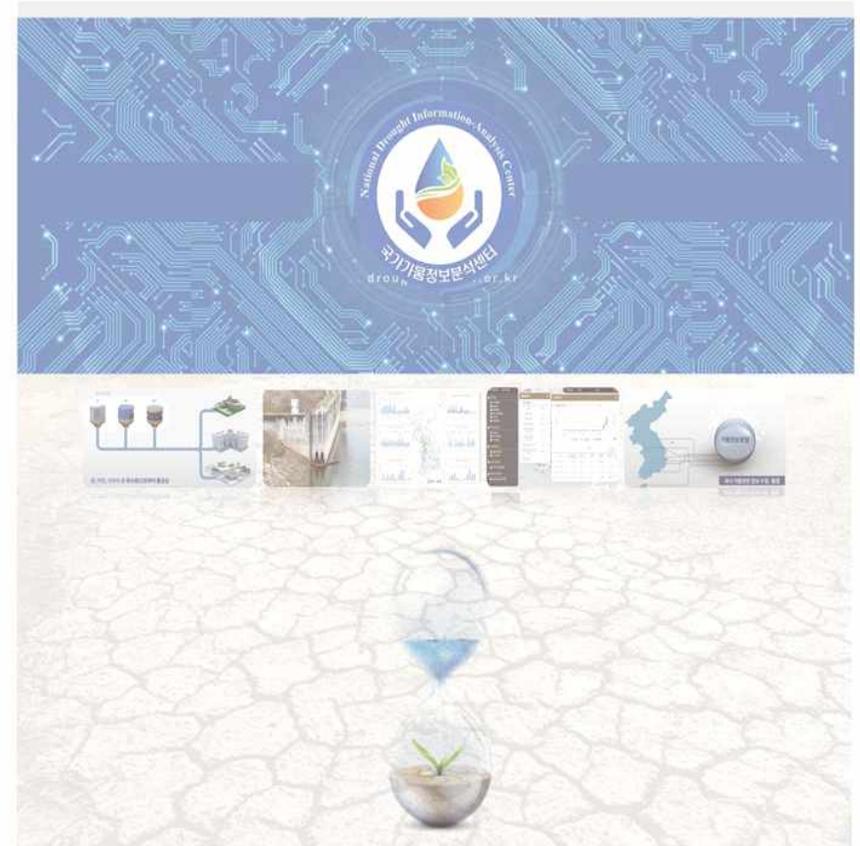
지구온난화, 엘니뇨, 라니냐 등 책에서만 등장해 우리와 상당한 거리가 느껴졌었던 기후 변화 현상은 이제 우리가 매년 체감할 수 있을 정도로 자주 발생하고 있으며, 가뭄도 이러한 현상들과 함께 빈번히 발생함에 따라 재해로서 우리 삶 깊숙이 영향을 주고 있다.

과거 우리나라에서는 약 7년의 주기로 크고 작은 가뭄이 발생해 상당한 피해를 받아왔다. 하지만 최근에는 매년 가뭄이 발생되고 있으며, 특히 2013년도부터 2018년까지 발생한 가뭄은 남부→중부→남부지방을 중심으로 발생한 것으로 연속성과 국지성을 나타내는 특징을 가지고 있다. 이러한 경향은 금년도에 극명하게 나타났는데, 2017년도부터 지속된 가뭄의 영향으로 올해 초 남부지방을 중심으로 극심한 가뭄이 발생하였고, 강원도 속초시의 경우 자체 수원인 쌍천지하댐의 급격한 수위저하로 인해 약 한 달간 제한급수를 실시하기도 하였다. 이후 3월 초 전국적으로 많은 양의 봄비가 내려 가뭄이 해소 되었으나, 7월 초 짧은 장마 이후 8월 말까지 폭염과 함께 강수가 발생하지 않아 남부, 제주 등에서 농업가뭄이 발생하여 피해를 겪기도 하였다. 이렇듯 최근 발생한 가뭄은 생활·공업·농업 등 광범위한 분야에 피해를 입히고 국지적으로 발생해 점점 더 예측과 대응이 어려워지고 있어 이를 해결하기 위해서는 보다 과학적인 분석 방법의 지속적인 개발과 예방을 위한 끊임없는 노력이 필요하다고 할 수 있다.

이러한 가뭄 피해를 저감하고 선제적 대응을 목적으로 2015년 11월 K-water내 설립된 국가가뭄정보분석센터(이하센터)는 그간 3년간의 운영을 통해 국가 가뭄 예·경보, 가뭄 기초조사 등 주요 업무에 대한 기틀을 마련하였으며, 기술 고도화를 통해 가뭄 정보의 신뢰도 향상을 도모하고 있다. 특히, 금년에는 2일간(5월 31일 ~ 6월 1일) 국내 최초로 가뭄 관련 국제 포럼을 개최하여, 미국, 태국 등 8개국 200여명의 해외 주요인사 및 국내·외 전문가 등과 각국의 가뭄 기술 및 정책 등을 교류 하였고, 가뭄 관리 선진기관인 美NDMC와 MOU를 체결하여 선진기술을 지속적으로 교류할 수 있는 기반을 마련하는 성과를 거두기도 하였다.

본 보고서에는 2018년도 가뭄과 관련된 기상·수문현상부터 센터가 수행한 모니터링 및 예·경보분석내용, 예·경보 정확도 향상을 위한 기술개발내용, 국민에게 가뭄관련 정보를 쉽게 제공하기 위한 서비스 제공사업 뿐만 아니라, 환경부, 행안부, 홍수통제소 등 관계부처 및 기관과의 협업내용, 해외 선진기술을 도입하고 해외진출 기반마련을 위한 다양한 활동까지를 총 6개 카테고리로 구성하여 수록하였다. 본 보고서가 2018년 국내 가뭄현황을 체계적으로 파악 분석하고 국가 가뭄피해를 최소화할 뿐만 아니라 나아가 세계적 수준의 가뭄관리 기술을 확보하는데 많은 도움이 되길 기대한다.

제2장 가뭄정보 분석기반 구축



제2장 가뭄정보 분석기반 구축

2.1 국가가뭄정보분석센터 일반현황

국가가뭄정보분석센터(이하 센터)는 2014~2015년 충남지역을 중심으로 발생한 심각한 가뭄에 따라, 2015년 9월 개최된 국가정책조정회의에서 센터의 설립을 결정하였다. 이후 2015년 11월 K-water 내에 센터를 설립하고 현재까지 국가 가뭄 예·경보, 가뭄정보 포털 구축 운영 등 가뭄관련 업무를 추진해 오고 있다.

금년도 센터는 K-water 기술정보본부 물정보종합센터에 편제되었으며, 센터장 및 전문직 3명을 포함한 전체 13명으로 구성·운영하였다.

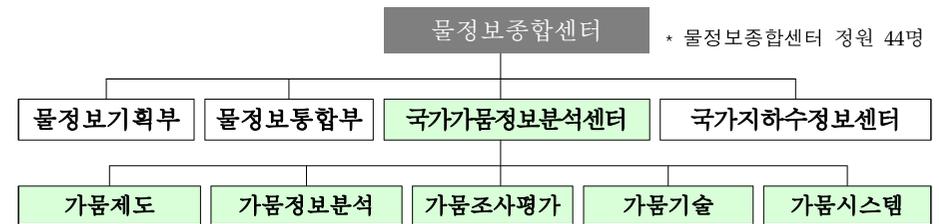


그림 2.1 국가가뭄정보분석센터 조직도

2016년 국가 가뭄 예·경보 시행과 센터의 운영을 위해 가뭄조사 및 모니터링 사업 예산을 반영하였으며, '17년도부터 국고 예산을 활용하여 가뭄 예·경보를 위한 조사, 분석, 연구 등 활동을 수행 중이다. 특히, 금년도인 '18년에는 작년 대비 40% 증가한 1,726백만원의 국고 예산을 확보('17년 1,226백만원), 가뭄 취약지도 작성 등 가뭄정보 분석·생산의 고도화를 가능케 하였다.

센터에서 수행중인 사업은 크게 가뭄 기초조사 및 연구, 가뭄 예·경보 운영의 2가지 항목으로 구성되며, 가뭄 기초조사 및 연구는 기초조사와 연구개발 2가지로 분류될 수 있다. 기초조사는 생활 및 농업용수 분야 가뭄분석 기초자료를 조사하고 검증하는 것으로, 전국 읍·면·동 단위의 수원·공급체계 조사, 용수공급시설 운영현황 및 관측시설 현황조사 등을 포함하고 있다. 연구개발은 가뭄 모니터링 및 예측 기술 고도화(2차년도) 과업으로, 용수공급시설 실적자료 기반 물 수급 체계 구축과 수문전망 기술 고도화로 가뭄예측 정확도 향상을 위해 추진된다. 가뭄 예·경보 운영은 전국 167개 시군(3,499개 읍면동 397개 수원) 대상 생활·공업용수의 가뭄 현황과 전망 분석을 통한 가뭄 예·경보를 시행하기 위한 분석, 검토 등의 활동을 포함한다.

금년도에 추진한 가뭄조사 및 모니터링 사업의 추진내용과 성과 등에 대해서는 보고서 각 절에서 세부적으로 기술하였다.

2.2 법제도 및 사업예산

2017년 7월 수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률이 시행되었고, 금년도는 이에 근거한 가뭄 조사 및 모니터링 사업의 시행을 위해 수자원법 제37조 및 동법 시행령 제38조에 의거 K-water가 금년 1월 12일 위탁기관으로 지정·고시되었다.

위탁받은 업무는 가뭄 기초조사 및 연구, 가뭄 현황·전망 분석, 가뭄 취약지도 작성에 관한 것이며, 위탁기간은 2018년 1월 1일부터 지정의 해지 또는 변경고시일 까지로 지정되었다. 자세한 내용은 아래 그림2.2와 같다.

그림 2.2 가뭄조사 및 모니터링 사업 위탁기관 선정

제 호	관 보	2018. 01. 12.(금요일)
고 시		
●국토교통부고시제2018-31호		
가뭄조사 및 모니터링 사업 위탁기관 지정		
「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」 제37조 및 같은 법 시행령 제38조에 따라 가뭄조사 및 모니터링 사업에 대한 위탁기관 및 위탁업무를 지정하고 다음과 같이 고시합니다.		
2018년 1월 12일 국토교통부장관		
1. 위탁기관 지정 목적		
○ 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」 및 같은 법 시행령 제정(‘17. 7. 18. 시행)으로 가뭄 상황조사의 실시 체계가 마련됨에 따라 이에 대한 업무를 위탁받아 수행할 기관을 지정하여 효율적이고 전문적으로 사업을 추진하기 위함		
2. 위탁기관		
가. 기관명 : 한국수자원공사		
나. 대표자 : 이학수		
다. 소재지 : 대전광역시 대덕구 신찬진로 200		
3. 위탁업무		
가. 가뭄 기초조사 및 연구		
○ 가뭄 예경보 분석을 위한 기초자료 조사·관리		
○ 가뭄 모니터링·예측 정확도 향상을 위한 연구·기술개발		
○ 국제 가뭄포럼 구성·운영 및 관계기관 업무협력 등		
나. 가뭄 현황·전망 분석		
○ 가뭄현황 모니터링, 주·월간 단위 가뭄 정보분석 및 예경보		
○ 가뭄 판단기준 개선 등 가뭄정보 분석 신뢰도 향상		
○ 가뭄정보 신뢰도 개선을 위한 학술활동		
○ 가뭄정보 포털 운영 및 유지관리 등		
다. 가뭄 취약지도 작성		
○ 가뭄 취약성 분석 및 평가기준 마련		
○ 가뭄취약지도 제작지침 수립		
4. 위탁기간		
○ 2018. 1. 1. 부터 지정의 해지 또는 변경 고시일 까지		

가뭄 조사 및 모니터링 관련 사업 예산은 ‘17년도 12.3억원에서 가뭄 취약지도 작성 내역이 반영되어 5억이 증가된 17.3억원으로 결정되었다. 금년도 사업은 1.31일에 계약이 체결되었으며, 총 17.3억원 전액을 사용하고 정산처리 되었다. 세부 사업내용 및 예산은 아래 표2.1과 같다.

표 2.1 2019년도 가뭄조사 및 모니터링 사업 예산

구 분	주 요 내 용	금 액
가뭄조사 및 모니터링 사업		17.3억원
가뭄기초조사·연구	- 생활 및 공업용수 분야 가뭄분석 기초자료 조사·검증 - 가뭄 모니터링 및 예측 기술 고도화 (2차년도)	4.9억원
가뭄현황·전망분석	- 생활 및 공업용수 분야 가뭄 정보분석 및 제공 - 가뭄 판단기준 수립·보완, 강우-유출 분석 등	7.4억원
가뭄 취약지도 작성	- 지역별 가뭄 취약성 분석·평가 기준 마련 - 가뭄취약지도 제작지침 수립	5.0억원

2.3 가뭄 예·경보 업무 체계

현재 K-water 국가가뭄정보분석센터에서 수행 중인 국가 가뭄 예·경보와 공사의 댐 가뭄대응 및 지자체별 상황을 연계하기 위해, K-water에서는 국가가뭄정보분석센터를 중심으로 내부적으로는 통합물관리처, 권역본부 물관리센터와의 협업과 외부적으로는 환경부·행안부·홍수통제소 등 관계부처와 전국 167개 시군의 가뭄 담당자와의 네트워크를 통해 체계적·효과적인 가뭄정보 분석 및 국가 가뭄 예·경보를 시행 중이다.

그림 2.3과 같이 공사 내 통합물관리처와 권역 물관리센터, 외부적으로는 환경부, 행안부, 홍수통제소 등의 정부부처와 지자체 저수지 및 하천을 관리하는 지자체 가뭄담당자와의 협조를 통해 가뭄정보를 생산 중이며, 이를 매주 공유 중이다. 또한, 월별로 댐-보 운영 계획 및 기상·수문 상황을 종합하여 월간 가뭄예·경보 생산 중이다. 가뭄센터에서 생산된 주간/월간 가뭄 예·경보 자료는 센터에서 운영 중인 가뭄정보포털(<http://drought.kwater.or.kr>)을 통해 공유 중이다.



그림 2.3 가물 예·경보 업무 흐름도

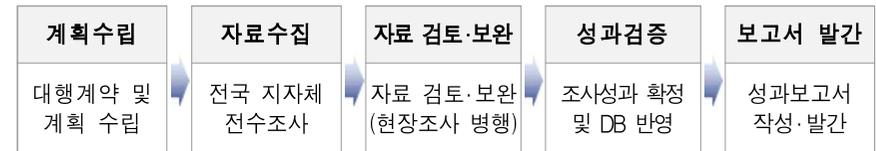
2.4 가물 기초조사

가물 기초조사는 국가 가물 예·경보 시행과 함께 신속한 가물 대응 의사결정 지원을 위해 전국 단위의 생활 및 공업용수 분야에 대한 가물분석 기초자료를 수집·조사하고 있다. 2.2장에서 언급한 것처럼 수자원법(수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률)의 제정 및 시행으로 가물 기초조사(예·경보)의 법적 근거를 확보하였고, 환경부 국고 대행(“가물조사 및 모니터링 사업”)으로 기초조사가 진행되었다.

2.4.1 조사체계

가물 기초조사를 보다 체계적이고 효율적으로 시행하기 위해 각 단계별 명확한 업무 프로세스를 정립하였다. “2018년 가물조사 및 모니터링 사업”의 대행계약 체결(’17.5.12)과 함께 ’18년 조사계획을 수립하였고, ’18년 3월에는 환경부 협조를 통해 전국 지자체를 대상으로 가물 기초자료 조사를 실시하였다. 조사를 본격 시행하기에 앞서서는 8개 道 단위의 지역별 설명회를 개최(128개 시·군, 약193명 참석)하여 보다 내실 있는 성과 도출을 위해 노력하였다.

표 2.2 가물기초조사 조사절차



2.4.2 조사방법

가물 기초자료의 조사방법은 전년도와 동일하게 간접조사(문헌조사 및 지자체 자료 수집조사)를 통해 실시하였고, 이 외에 자료의 정확성 제고를 위한 직접조사를 병행 실시하였다. 이를 위해 가물센터와 권역본부(한강·낙동강·금영섬) 협업을 통해 가물 우려·심화지역 등에 대한 현장조사를 시행하였다.

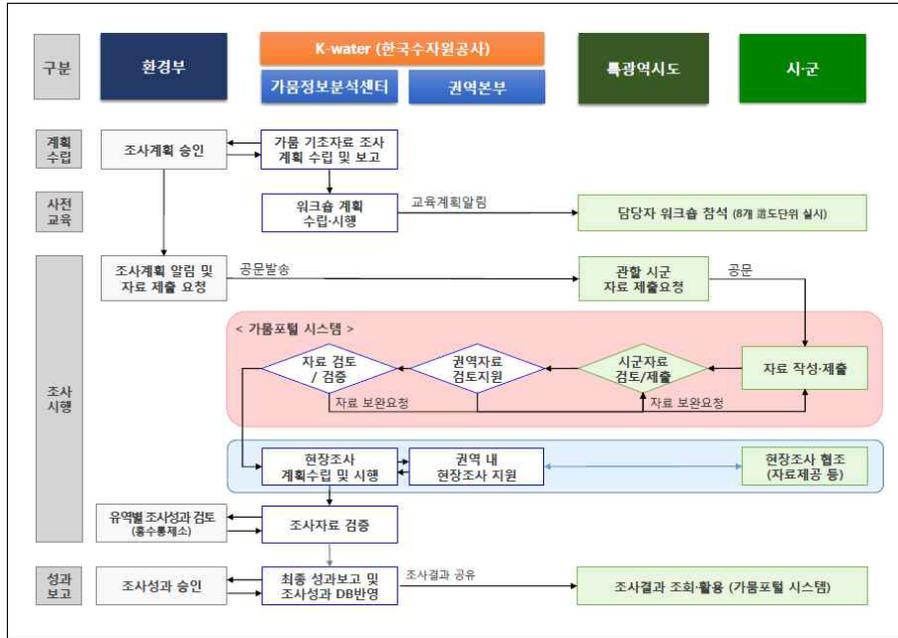


그림 2.4 조사 체계도 및 기관별 역할

표 2.3 조사 체계도 및 기관별 역할

구분	역할	
국토교통부	수자원 개발과	<ul style="list-style-type: none"> 가물 기초조사 총괄(예산, 대행계약 등) 가물 기초조사 계획 알림 및 협조요청(→특광역시도)
	홍수통제소	<ul style="list-style-type: none"> (수자원정보센터) 조사 계획 및 성과검토·검증 총괄 (관할 홍수통제소) 관할 유역내 가물 조사성과 검토·검증
K-water	가물정보분석센터	<ul style="list-style-type: none"> 가물 기초조사 계획수립 및 조사업무 주관 지자체 제출자료 검토·검증(현장조사 병행) 및 DB구축 가물 기초조사 워크숍·교육(지자체 담당자 등) 시행 가물 포털시스템 관리·운영 (http://drought.kwater.or.kr) 조사 결과보고(→국토교통부) 및 공유(지자체 등)
	권역본부	<ul style="list-style-type: none"> 권역내 가물 기초조사 자료 검토 및 현장조사 지원
지자체	특광역시·도	<ul style="list-style-type: none"> 산하 시·군 제출자료의 검토 및 오류사항 등의 보완요청(→시군)
	시·군 (167개)	<ul style="list-style-type: none"> 관할 행정구역(읍면동)의 가물 기초조사 시행 조사자료 작성 및 결과 제출 (가물정보분석시스템 활용)

2.4.3 조사항목

가물 기초조사는 전국 생활 및 공업용수에 대한 가물분석 기초자료에 대한 조사로 금년도 총 25개 항목(세부항목 40개)에 대해 조사를 실시하였다.

가물 기초조사는 전년도 조사자료(지역별 수원 및 용수공급체계)의 검증·개선에 대한 기초자료 현행화와 용수공급시설(취수장·정수장·배수지) 운영현황 등 신규 항목에 대한 조사를 시행하였다. 조사항목의 세부사항은 아래 표 2.4와 같으며, 가물예·경보 분석을 위한 기초자료 중 WINS 공유자료, K-water 생산자료 등 자료 취득이 가능한 정보 이외의 지자체 생산자료 등에 대하여 조사를 실시하였다.

조사된 정보는 자료 검증과 성과검토를 통해 실시간 가물예·경보 분석을 위한 기초자료로 제공되며, 가물포털 시스템을 통해서도 대국민 서비스를 제공 중이다.

표 2.4 가물기초조사 조사항목

구분	조사항목	가물조사 (항목수)	비고		
생용활수	기본현황	행정구역, 총인구, 급수인구(보급율)	○ (3)		
	용수이용량	월별 사용량(읍면동별)	○ (1)		
	공급체계	읍면동별 급수계통(1,2,3 수원별)	○ (1)		
공용업수	기본현황	산업단지 현황	○ (1)		
	용수이용량	용수이용량(수도,하천,지하수 등)	○ (1)		
	공급체계	산업단지별 급수계통(1,2,3 수원별)	○ (1)		
수원(水源)	하천	하천수위	관측소별 수위, 유량수위 유량관계	- -	
		사용량	하천수사용 허가정보, 계획/사용량	- -	
	댐·저수지	다목적댐	다목적댐 제원, 운영정보	- -	
		생공용수댐	K-water	댐 제원 및 운영정보	- -
			지자체	댐 제원 및 운영정보	○ (2)
	농업용댐	생공용수공급 저수지 제원 운영 계획현황	○ (1)		
기타	지하수	국가지하수관측망 자료(수위)	- -		
공공시설	광역상수도	취수장,정수장,배수장의 시설제원 및 운영정보(취수량,정수량 등)	- -		
	지방상수도	취수장,정수장,배수장의 시설제원 및 운영정보(취수량,정수량 등)	○ (3)		
미급수지역	마을/소규모 급수시설 전용상수도	일반현황(위체), 급수인구, 시설제원 및 운영현황(사용량)	○ (4)		
비상급수회귀수량	비상급수 현황	생공용수 제한/운반급수 현황	○ (2)		
	생공용수 회귀수량	하수처리장 제원 및 운영정보	○ (2)		

2.4.4 조사결과

가. 생활용수 일반현황

1) 상수도 보급현황

2017년말 기준, 전국 162개 지자체(특·광역시 7, 특별자치시 1, 특별자치도 1, 시·군 153개)의 3,499개 읍면동(행정동 기준) 중 3,369개(96.3%)가 광역 및 지방상수도 보급 지역이며, 전체인구의 96.8%인 약 51,062천명에게 상수도를 공급하고 있다.

미급수지역은 전년도 조사대비 6개소가 감소한 130개 읍면동으로 조사되었다.

표 2.5 전국 시도별 상수도 보급현황

구 분	급수지역 현황(읍면동 수)			수도 보급률 (천명, %)			비고
	전체	급수	미급수	총인구	급수인구	보급율	
전 국	3,499	3,369	130	52,727	51,062	96.8%	
서울특별시	424	424	-	10,125	10,125	100.0%	
부산광역시	205	205	-	3,520	3,520	100.0%	
대구광역시	139	139	-	2,497	2,495	99.9%	
인천광역시	150	143	7	3,011	2,974	98.8%	
광주광역시	95	95	-	1,485	1,484	99.9%	
대전광역시	79	79	-	1,529	1,528	99.9%	
울산광역시	56	56	-	1,178	1,160	98.4%	
세종특별자치시	17	17	-	281	262	93.1%	
경기도	560	557	3	13,142	12,881	98.0%	
강원도	193	176	17	1,559	1,401	89.9%	
충청북도	153	148	5	1,622	1,483	91.4%	
충청남도	207	195	12	2,168	1,838	84.7%	
전라북도	241	235	6	1,863	1,793	96.3%	
전라남도	297	279	18	1,899	1,693	89.1%	
경상북도	332	308	24	2,720	2,510	92.3%	
경상남도	308	270	38	3,449	3,238	93.9%	
제주특별자치도	43	43	-	678	678	100.0%	

* 총인구는 행정안전부 주민등록인구 통계자료를 기초로 산정함

* 급수지역 및 급수인구는 지방상수도 및 광역상수도 보급지역 기준이며, 마을상수도는 제외함

2) 생활용수 수원현황

전국 162개 지자체 읍면동별의 용수공급체계(수원-취수장-정수장-배수지)를 조사한 결과, 생활용수를 공급하는 수원으로 총 338개(중복제외)를 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 수원의 종류로 보면 다목적댐 18개(5.3%), 용수댐·저수지 142개소(42.0%) (K-water 12, 지자체 110, 농어촌공사 20개), 하천 133개소(39.6%), 지하수 40개소(11.8%), 기타 4개소(1.2%)로 구분된다.

표 2.6 생활용수 전체 수원현황(수원 개수)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지			하천	지하수	기타	
			소계	K-water	지자체				농촌공
2016년	337	16	139	12	109	18	134	44	4
	100.0%	4.7%	41.2%	3.6%	32.3%	5.3%	39.8%	13.1%	1.2%
2017년	338	18	142	12	110	20	134	40	4
	100.0%	5.3%	42.0%	3.6%	32.5%	5.9%	39.6%	11.8%	1.2%
증 Δ 감	1	2	3	-	1	2	-	Δ4	-

전년도 조사결과와 비교시 전체 수원은 1개소가 증가하였으며, 다목적댐은 김천 부항댐, 보현산댐이 반영되었다. 저수지는 2017년 평림댐 가뭄대책 일환으로 시행된 농어촌공사 수양제의 연계사업 및 남해군 노구정수장(신설)의 수원인 농어촌공사 노구저수지가 포함되었으며, 창원시 석동정수장(주수원 합천댐)의 보조수원인 성주 수원지가 반영되었다.

이외 지하수는 제주도의 지하수정수장 4개소는 마을상수도시설로서 제외되었다. 또한, 하천의 경우에는 강릉시 낙풍천(옥계취·정수장) 및 합천군 양천(삼가취·정수장)이 2017년 폐쇄되어 제외되었으며, 원주시 섬강(원주취수장) 및 아산호(아산정수장의 제2수원)를 생활용수 급수체계에 반영하였다.

3) 읍면동별 수원현황(1수원기준) 현황

용수급수체계는 조사단위인 읍면동별로 용수공급량 비중에 따라 제1,2,3수원을 조사하였으며, 1수원 기준으로는 총 261개(제1수원 기준, 중복제외)를 사용중이며, 시·도별 현황은 다음과 같다.

표 2.7 시·도별 생활용수 수원현황(1수원 기준, 수원 개수)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농촌공			
전 국 합 계 (중복 제외)	261	18	90	10	71	9	115	34	4
	100%	6.9%	34.5%	3.8%	27.2%	3.4%	44.1%	13.0%	1.5%
서울특별시	2	2	-	-	-	-	-	-	-
부산광역시	4	1	2	-	2	-	1	-	-
대구광역시	4	1	3	1	2	-	-	-	-
인천광역시	2	1	1	-	1	-	-	-	-
광주광역시	3	1	2	-	2	-	-	-	-
대전광역시	1	1	-	-	-	-	-	-	-
울산광역시	2	-	2	1	1	-	-	-	-
세종특별자치시	1	1	-	-	-	-	-	-	-
경기도	9	2	-	-	-	-	7	-	-
강원도	49	2	2	1	-	1	41	4	-
충청북도	17	2	1	-	1	-	6	8	-
충청남도	11	3	1	-	-	1	5	2	-
전라북도	18	3	6	-	2	4	8	-	1
전라남도	62	2	48	2	44	2	5	5	2
경상북도	58	5	10	4	6	-	40	3	-
경상남도	28	3	14	2	10	2	11	-	-
제주도	13	-	-	-	-	-	-	12	1

* 지하수의 경우에는 정수장을 기준으로 산정, 미급수지역은 제외됨

* 전년도 조사대비 4개소 감소하였으며, 지자체 저수지인 수원 광교, 제주 어승생 1,2저수지가 2수원 등으로 변경됨

전국 162개 지자체의 상수도 보급지역인 3,369개 읍면동에 대해 제1수원 기준으로 다목적댐(16개)에서 2,237개(66.4%), 하천(115개소)에서 602개(17.9%), 용수댐·저수지(90개)에서 456개(13.5%), 지하수에서 70개(2.1%), 기타 4개(0.1%) 읍면동에 용수를 공급 중이다.

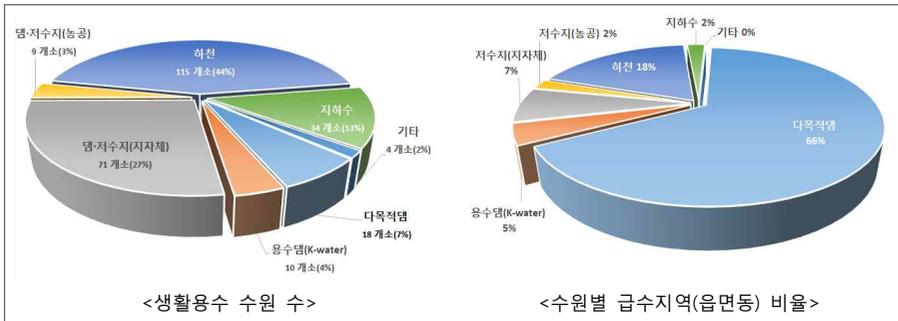


그림 2.5 전국 생활용수 수원의 수(1수원 기준), 급수지역(읍면동) 비율

표 2.8 수원별 급수지역수(1수원기준)(단위 : 읍면동 개수)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타 ¹⁾
			소계	K-water	지자체	농촌공			
전 국	3,369	2,238	456	143	243	70	601 (127)	70	4
	100.0%	66.4%	13.5%	4.2%	7.2%	2.1%	17.9%	2.1%	0.1%
서울특별시	424	424	-	-	-	-	-	-	-
부산광역시	205	77	25	-	25	-	103 (103)	-	-
대구광역시	139	87	52	38	14	-	-	-	-
인천광역시	143	142	1	-	1	-	-	-	-
광주광역시	95	35	60	-	60	-	-	-	-
대전광역시	79	79	-	-	-	-	-	-	-
울산광역시	56	0	56	21	35	-	-	-	-
세종특별자치시	17	17	-	-	-	-	-	-	-
경기도	557	513	-	-	-	-	44	-	-
강원도	176	32	27	9	-	18	113	4	-
충청북도	148	89	4	-	4	-	46	9	-
충청남도	195	176	2	-	-	2	13	4	-
전라북도	235	156	44	-	2	42	34	-	1
전라남도	279	146	110	32	72	6	14	7	2
경상북도	308	75	49	35	14	-	180	4	-
경상남도	270	190	26	8	16	2	54 (24)	-	-
제주도	43	0	-	-	-	-	0	42	1

* 1) 기타(4개소) : 여주시 삼산면(해수담수화), 영광군 낙월면(해수담수화), 원주군 운주면(계곡수), 제주 추자면(빗물 해수담수화)

2) 하천의 ()는 낙동강하굿둑 공급지역임

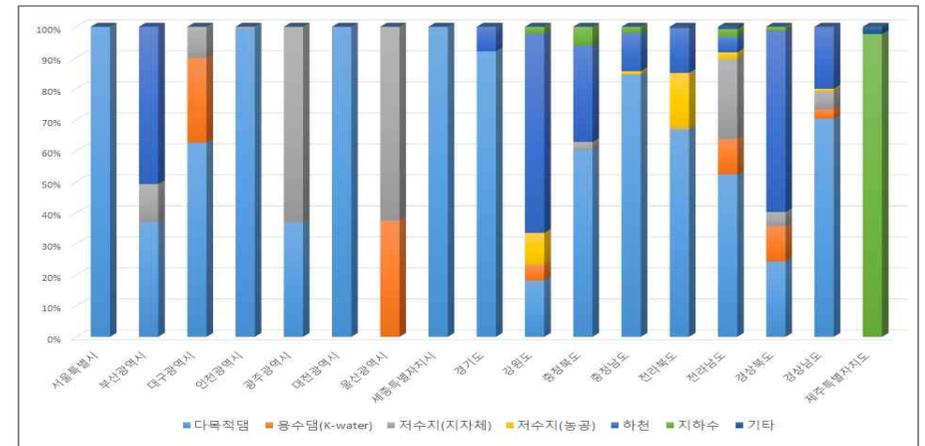


그림 2.6 시·도별, 수원종류별 급수지역 비율(1수원, 읍면동 수 기준)

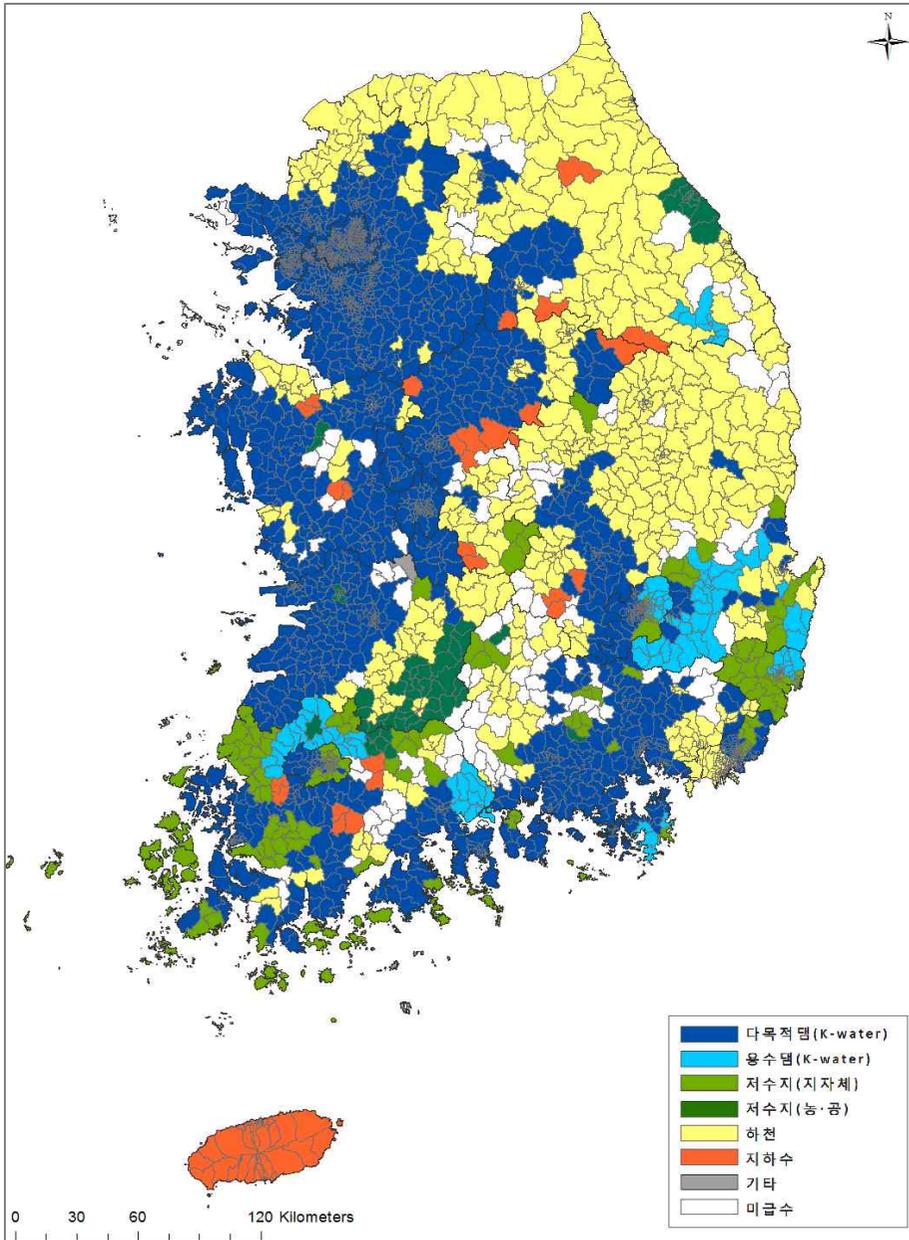


그림 2.7 수원별 용수공급지역 현황도(읍면동의 1수원기준)

4) 생활용수 급수량

전국 3,369개(미급수지역 제외) 읍면동의 광역 및 지방상수도 급수량은 연간 5,526.7 백만 m³/년, 일평균 15,143천 m³/일로 조사되었다.

표 2.9 생활용수(광역 및 지방상수도) 급수량

구 분	연간 총급수량 (백만 m ³ /년)	일평균 급수량 (천 m ³ /일)	비고
전 국	5,526.7	15,142	100.0%
서울특별시	1,068.9	2,929	19.3%
부산광역시	345.0	945	6.2%
대구광역시	265.7	728	4.8%
인천광역시	332.8	912	6.0%
광주광역시	149.0	408	2.7%
대전광역시	169.9	466	3.1%
울산광역시	113.0	310	2.0%
세종특별자치시	236.2	647	4.3%
경기도	1,299.5	3,560	23.5%
강원도	153.4	420	2.8%
충청북도	172.8	474	3.1%
충청남도	212.7	583	3.8%
전라북도	188.2	516	3.4%
전라남도	154.4	423	2.8%
경상북도	281.0	770	5.1%
경상남도	306.5	840	5.5%
제주도	77.5	212	1.4%

나. 공업용수 일반현황

1) 산업단지 현황

2017년말 기준, 「산업입지 및 개발에 관한 법률」에 따른 전국의 산업단지는 총 1,189개이며, 국가산업단지 44개, 일반산업단지 650개, 농공단지 468개, 도시첨단산업단지 27개이다. 전년도 1,157개 대비 32개소가 증가하였다.

표 2.10 전국 산업단지 현황(상위단지 기준)

구 분	합계	국가	일반	농공	도시첨단	비고
산업단지	1,189	44	650	468	27	

* (출처) 한국산업단지관리공단 및 산업입지정보센터(국토연구원) 자료 기준

국가산업단지 및 일반산업단지 중 2개 이상의 하위 산업단지로 구성되어 있는 산업단지를 고려하면, 전국의 산업단지는 총 1,236개(국가산업단지 69개, 일반산업단지 672개소, 농공단지 468개, 도시첨단 27개)이다. 본 과업에서는 산업단지별 수원 및 용수공급체계 등에 대해 총 1,236개 산업단지를 기준으로 조사하였다.

표 2.11 시도별 산업단지 현황

구 분	합계	국가산업단지	일반산업단지	농공단지	도시첨단	비고
전 국	1,236	69	672	468	27	
	100.0%	5.6%	54.4%	37.9%	2.2%	
서울특별시	3	1	2	0	0	
부산광역시	39	2	33	1	3	
대구광역시	22	1	17	2	2	
인천광역시	16	3	11	0	2	
광주광역시	14	3	9	1	1	
대전광역시	10	5	5	0	0	
울산광역시	27	2	21	4	0	
세종특별자치시	16	0	11	4	1	
경기도	177	10	159	1	7	
강원도	73	1	25	43	4	
충청북도	120	2	73	43	2	
충청남도	158	6	59	91	2	
전라북도	87	5	24	57	1	
전라남도	107	7	31	68	1	
경상북도	154	9	76	69	0	
경상남도	207	10	115	81	1	
제주도	6	2	1	3	0	

* 2016년 1,203개 대비 33개소 증가 (신규지정 42개, 지정해제 9개소)

「한국산업단지관리공단」의 산업단지 현황조사(2017년 4분기) 및 지자체 등의 조사 결과에서 전국 1,236개 산업단지 중 947개가 조성이 완료되어 가동 중에 있으며, 289개의 산업단지는 미개발 또는 조성 중으로 조사되었다.

표 2.12 산업단지별 조성현황

구 분	합계	국가산업단지	일반산업단지	농공단지	도시첨단	비고
전 국	1,236	69	672	468	27	
완 료(가동)	947	54	443	438	12	
조성중(미가동)	289	15	229	30	15	

* 조성중인 산업단지 개수에는 단지조성은 완료되었으나, 가동업체가 없는 산단을 포함

2) 산업단지별 수원 현황

가동 중인 947개의 산업단지의 수원(제1수원 기준)을 살펴보면, 총 168개(중복제외)의 수원을 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 수원의 종류로 보면 다목적댐 17개(10.1%), 용수댐·저수지 35개소(20.8%) 하천 65개소(38.7%), 지하수 44개소(26.2%), 기타(해수 및 재이용수 등) 7개소(4.2%)로 구분된다.

표 2.13 공업용수 수원현황(1수원 기준)

(단위 : 개소)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농촌공			
공업용수 수원 (중복제외)	168	17	35	10	18	7	65(3)	44	7
	100%	10.1%	20.8%	6.0%	10.7%	4.2%	38.7%	26.2%	4.2%

* 1) 하천의 ()는 하굿둑(낙동강하굿둑, 아산호, 영산강하굿둑(영산호))

산업단지별로는 다목적댐을 수원으로 사용하는 산업단지가 532개(56.2%) 가장 많았으며, 하천 259개(27.3%), 용수댐 및 저수지 102개(10.8%) 등의 순으로 조사되었다.

표 2.14 수원별 산업단지 공급현황(1수원 기준)

(단위 : 개소)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천 ¹⁾	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농촌공			
합 계	947	532	102	42	42	18	258(66)	47	7
	100%	56.2%	10.8%	4.4%	4.4%	1.9%	27.3%	5.0%	0.7%
국가산업단지	54	33	6	5	-	1	11(9)	2	2
일반산업단지	443	276	49	18	25	6	105(40)	8	5
도시첨단	12	8	1	-	1	-	3(1)	-	-
농공단지	438	215	46	19	16	11	140(16)	37	-

* 1) 하천의 ()는 하굿둑(낙동강하굿둑 31개, 아산호 32개, 영산강하굿둑(영산호) 3개) 공급지역임

3) 산업단지 용수사용량

산업단지의 용수사용량은 2017년 기준 가동 중인 947개의 산업단지에 공급된 수도 공급량(지방 및 광역·공업용수도)을 중심으로 조사하였다.

공업용수도시설을 통해 공업용수(침전수 또는 원수)를 공급받는 산업단지는 155개(지방 74개, K-water 81개)로 16.4% 수준이며, 대부분의 산업단지(743개, 78.5%)는 일반수도(광역 및 지방상수도)를 통해 용수를 공급 받고 있다. 이외의 산업단지(49개소, 5.2%)에서는 댐용수(하천취수) 및 지하수 등을 자체 취수하여 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

표 2.15 공업용수별 산업단지 현황

(단위 : 개소)

구 분	합계	공업용수도		일반수도		기타(자체취수)			기타
		K-water	지자체	광역	지방	댐용수	지하수	기타	
전 국	947	81	74	390	353	8	38	3	
	100%	8.6%	7.8%	41.2%	37.3%	0.8%	4.0%	0.3%	
국가산업단지	54	21	9	9	12	-	1	2	
일반산업단지	443	55	62	163	151	5	6	1	
도 시 첨 단	12	-	-	6	6	-	-	-	
농 공 단 지	438	5	3	212	184	3	31	-	

* 공업용수도 : 공업용수도사업자가 원수 또는 정수를 공업용에 맞게 처리하여 공급하는 시설

* 기타(자체취수) : 산업단지(입주업체)에서 공업용수를 자체 취수·처리하여 사용

산업단지의 공업용수도 공급량(침전수, 원수)은 K-water 수도연보 및 지자체 조사 자료를 기준으로 하였다. 일반수도에서 산업단지로 공급하는 정수 수량은 생활용수에 포함되어 있으며, 지자체의 요금정보시스템 등에서 생활용수와 공업용수 공급량의 명확한 구분이 어려운 실정이다. 이외 지하수의 사용량은 국가지하수정보센터의 「2017년 지하수 조사연보」의 공업용지하수관정 사용량 자료를 이용하였다.

2017년 기준 전국 산업단지의 용수사용량은 3,756천³㎥/일이며, 공업용수도에서 3,295천³㎥/일(침전수 1,603천³㎥/일, 원수 1,692천³㎥/일)을 공급하고 있다. 이외 다목적댐 용수 56천³㎥/일, 지하수 133천³㎥/일을 자체 취수하여 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 산업단지 용수사용량의 정확도 제고를 위해서 지속적으로 조사방법 등을 보완할 계획이다.

표 2.16 공업용수 공급현황

(단위 : 일평균, 천³㎥/일)

구 분	합계	공업용수도						일반수도(광역) ¹⁾		기타	
		소계		K-water		지방상수도		정수	댐용수	지하수	
		침전수	원수	침전수	원수	침전수	원수				
전 국	3,575.9	1,603.4	1,691.5	984.7	1,684.9	618.7	6.6	91.6	56.1	133.3	
	100%	44.8%	47.3%	27.6%	47.2%	17.3%	0.2%	2.6%	1.6%	3.7%	
국가산업단지	2,259.2	780.0	1,341.9	410.5	1,341.9	369.5	-	82.4	8.6	46.2	
일반산업단지	1,260.2	821.5	349.4	572.4	343.0	249.2	6.4	9.2	34.5	45.6	
도시첨단 ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
농공단지	56.6	1.8	0.2	1.8	0.0	0.1	0.2	-	13.0	41.4	

* 1) 일반수도(광역) 공급량은 광역상수도에서 산업단지내 업체에 직접 공급하는 공급량임.

2) 도시첨단사업단지는 일반수도에 의해 공급 중

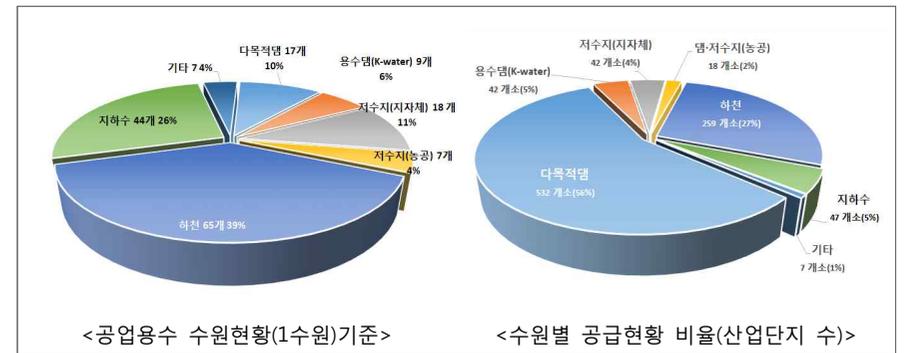


그림 2.8 공업용수 수원현황 및 수원별 공급현황

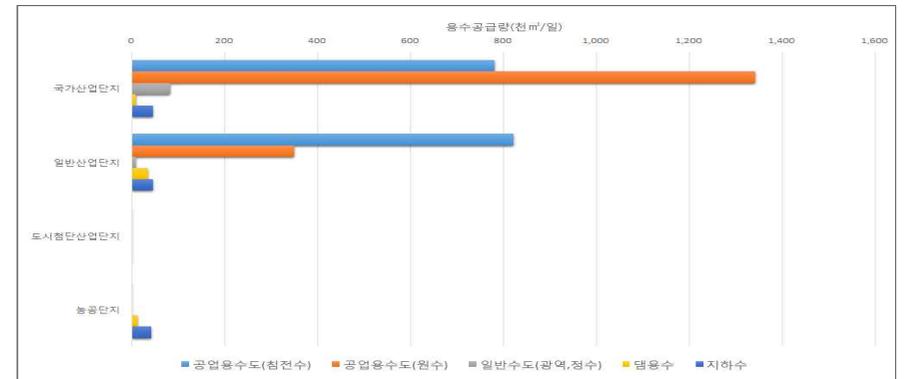


그림 2.9 산업단지별 공업용수 공급현황

다. 생·공용수 수원현황

1) 생·공용수 전체수원 현황

전국 162개 시·군 및 가동중인 947개 산업단지에 생·공용수를 공급하는 전체 수원(1,2,3수원)은 총 397개(중복제외)이며, 다목적댐 18개(4.5%), 용수댐·저수지 144개(36.4%), 하천 146개(36.6%), 지하수 78개(19.6%), 기타 11개(2.8%)로 구분된다.

표 2.17 생·공용수 수원현황(전체 수원의 수)

구분	합계	다목적 댐	용수댐·저수지				하천	지하 수	기타 ¹⁾
			소계	K-water r	지자체	농촌공			
전국 (중복제외)	397	18	144	13	111	20	146	78	11
	100.0%	4.5%	36.3%	3.3%	28.0%	5.0%	36.8%	19.6%	2.8%
합계	522	35	186	23	134	29	206	84	11
생활용수	338	18	142	12	110	20	134	40	4
공업용수	184	17	44	11	24	9	72	44	7

* 1) 해수담수화(여수, 영광, 제주), 계곡수(완주), 해수이용 산업단지 4개소, 재이용수 사용 산업단지 3개소

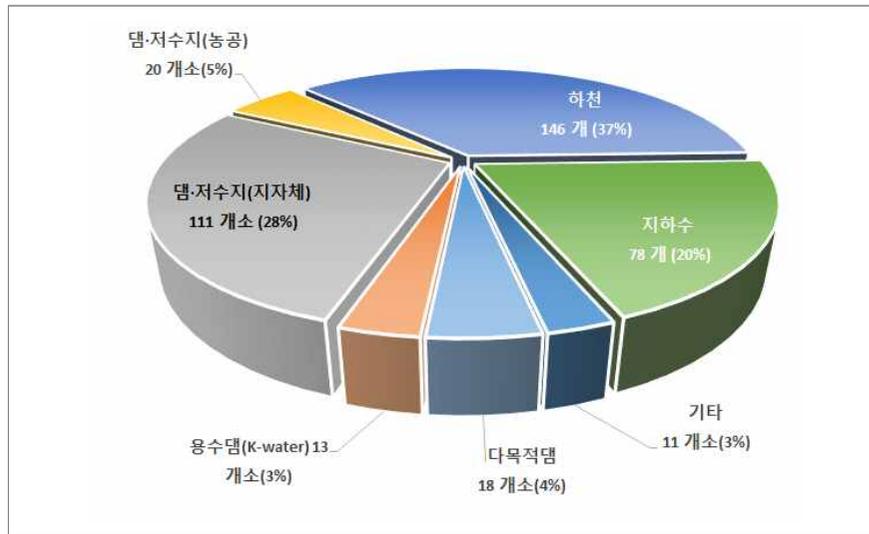


그림 2.10 생·공용수 수원현황 (1수원 기준)

2) 수원별 생·공용수공급(광역·지방상수도) 현황

수원별 생·공용수 공급량은 지방 및 광역·공업상수도의 수원별 취수량을 기준으로 산정하였다. 2017년 기준 일평균 21,548천m³/일(연간 총공급량 7,887백만m³)을 공급하였으며, 지방상수도에서 10,493천m³/일(48.7%), 광역·공업용수도에서 11,055천m³/일(51.3%)을 담당하였다.

수원 종류별로는 다목적댐 16,783천m³/일(77.9%), 하천 2,554천m³/일(11.9%), 용수댐·저수지 1,835천m³/일(8.5%), 지하수 372.1천m³/일(1.7%) 순으로 공급하고 있는 것으로 조사되었다.

표 2.18 수원별 생·공용수 공급현황

(단위 : 천m³/일)

구분	합계	다목적 댐	용수댐·저수지				하천	지하 수	기타
			소계	K-water	지자체	농촌공			
전국	21,548.2	16,782.7	1,834.6	736.0	860.9	237.7	2,553.8	372.1	5.0
	100.0%	77.9%	8.5%	3.4%	4.0%	1.1%	11.9%	1.7%	0.0%
지자체 (지방상수도)	10,492.9	6,770.2	1,101.9	35.4	860.9	205.6	2,243.7	372.1	5.0
	100.0%	64.5%	10.5%	0.3%	8.2%	2.0%	21.4%	3.6%	0.0%
K-water (광역·공업용수도)	11,055.3	10,012.5	732.7	700.6	-	32.1	310.1	-	-
	100.0%	90.6%	6.6%	6.3%	-	0.3%	2.8%	-	-

* 하천에는 하굿둑공급량 952.9천m³/일 포함(낙동강하굿둑 829.8(지방), 영산호 및 아산호 123.1(광역))

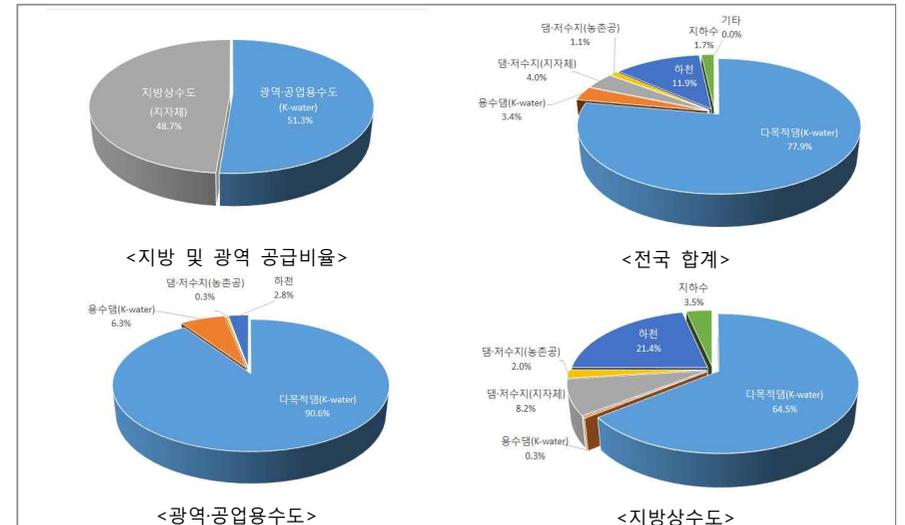


그림 2.11 수원별 생·공용수 공급비율(광역·지방상수도)

표 2.19 시·도별 수원별 생·공용수(광역·지방상수도) 공급현황
(단위 : 천m³/일)

구분	합계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농촌공			
전국	21,548.2	16,782.7	1,834.6	736.0	860.9	237.7	2,553.8	372.1	5.0
서울특별시	3,091.2	3,091.2	-	-	-	-	-	-	-
부산광역시	1,099.2	381.8	100.2	-	100.2	-	617.2	-	-
대구광역시	743.4	692.9	50.5	-	50.5	-	-	-	-
인천광역시	501.8	500.0	0.3	-	0.3	-	-	1.5	-
광주광역시	303.8	-	303.8	-	303.8	-	-	-	-
대전광역시	567.5	567.5	-	-	-	-	-	-	-
울산광역시	626.4	339.9	286.5	100.3	186.2	-	-	-	-
세종특별자치시	-	-	-	-	-	-	-	-	-
경기도	5,539.6	5,300.8	13.5	-	13.5	-	224.6	0.7	-
강원도	693.7	164.3	120.7	46.5	-	74.2	404.9	3.7	-
충청북도	1,435.3	1,290.8	4.2	-	4.2	-	134.2	6.1	-
충청남도	536.4	196.8	19.3	-	-	19.3	316.7	3.6	-
전라북도	954.1	725.3	129.3	-	1.9	127.5	99.4	-	-
전라남도	1,531.9	1,367.5	122.5	26.9	88.8	6.8	38.1	3.4	0.4
경상북도	1,717.4	665.8	600.5	522.7	72.3	5.5	448.6	2.6	-
경상남도	1,844.8	1,497.9	74.5	39.6	30.1	4.8	270.1	2.2	-
제주도	361.5	-	8.6	-	8.6	-	-	348.4	4.5

* 광역·공업용수도(K-water)의 취수시설의 소재지를 기준으로 산정함

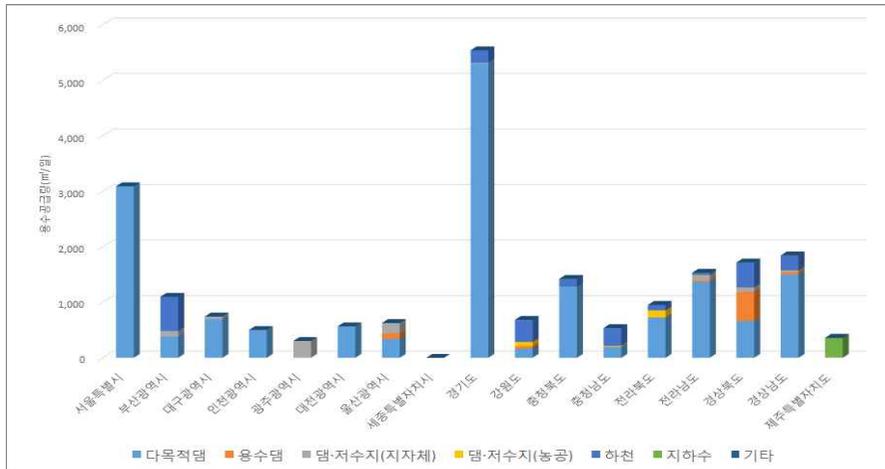


그림 2.12 시·도별, 수원별 생·공용수(광역·지방상수도) 공급현황

3) 지자체 관할 댐·저수지 현황

2017년말 기준, 42개 시·군에서 지방상수도의 수원으로 사용하고 있는 생·공용수공급 댐·저수지는 총 112개이며, 전년도 조사결과 대비 변경이 없는 것으로 조사되었다.

도시지역이 많은 전남지역이 65개소(58.5%), 경남지역이 20개소(18.0%)로 전체의 77%를 차지하고 있으며, 전남 신안군은 16개소, 전남 완도군은 11개소, 경남 남해군은 11개소, 전남 진도군은 8개소를 관리 중이다.

112개소의 댐·저수지 중 98개소(87.5%)가 평상시 생공용수 공급에 활용되고 있으며, 14개소(12.5%)는 예비수원으로 가뭄 등으로 물부족 발생시 사용되는 수원으로 조사되었다.

표 2.20 시·도별 생·공용수 공급 댐·저수지 관리현황

구분	합계	강원	경기	충북	충남	경북	경남	전북	전남	제주	광주	대구	부산	울산	인천
시·군(수)	42	1	3	1	-	5	8	2	16	1	1	1	1	1	1
저수지(개소수)	112	1	4	1	-	7	21	2	65	2	3	2	2	1	1
운영	98	1	3	1	-	7	19	2	54	2	3	2	2	1	1
예비	14	-	1	-	-	-	2	-	11	-	-	-	-	-	-

* 강원도(강릉시)의 쌍천지하댐을 포함한 수치임

대부분(89개소, 79.5%)이 총저수용량 1백만m³이하의 소규모 저수지이며, 112개 저수지의 총 저수용량은 250.7백만m³이다.

표 2.21 지자체 관할 생공용수 댐·저수지 규모별 현황

구분	합계	1,000천m ³ 이상	500~1,000천m ³	100~500천m ³	100천m ³ 이하	비고
저수지(수)	112	23	19	51	10	9개소는 제원정보 없음

표 2.22 시·도별 생·공용수공급 댐·저수지(지자체 관할) 현황

구 분	댐·저수지 수 (개)	총저수용량 (천 m ³)	일평균 공급량 (2017년, 천 m ³ /일)	비고
전 국	112	250,673	860.9	
서울특별시	-	-	-	
부산광역시	2	20,014	100.2	
대구광역시	2	14,569	50.5	
인천광역시	1	231	0.3	
광주광역시	3	101,964	303.8	
대전광역시	-	-	-	
울산광역시	1	21,530	186.2	
세종특별자치시	0	-	-	
경 기 도	4	4,783	13.5	
강 원 도	1	-	-	
충 청 북 도	1	900	4.2	
충 청 남 도	-	-	-	
전 라 북 도	2	645	1.9	
전 라 남 도	65	41,766	88.8	
경 상 북 도	7	37,803	72.3	
경 상 남 도	21	5,869	30.5	
제 주 도	2	600	8.6	

4) 농업용저수지의 현황(생공용수 공급)

한국농어촌공사에 관리중인 20개의 농업용 댐·저수지가 지자체로 생공용수를 공급하고 있는 것으로 조사되었으며, 전년도 조사대비 2개소(장성군 수양제, 남해군 노구저수지)가 증가하였다.

표 2.23 시·도별 한국농어촌공사 관할 생·공용수공급 댐·저수지 현황

구분	합계	강원	경기	충북	충남	경북	경남	전북	전남	제주	광주	대구	부산	울산	인천
저수지	20	1	-	-	2	2	3	5	6	-	-	-	-	-	-
운영중	17	1	-	-	2	2	3	5	4	-	-	-	-	-	-
예비	3	-	-	-	-	-	1 ¹⁾	-	2	-	-	-	-	-	-

* 1) 경남 남해군 예비 1개소는 노구저수지(노구정수장)로 '18년부터 용수공급중

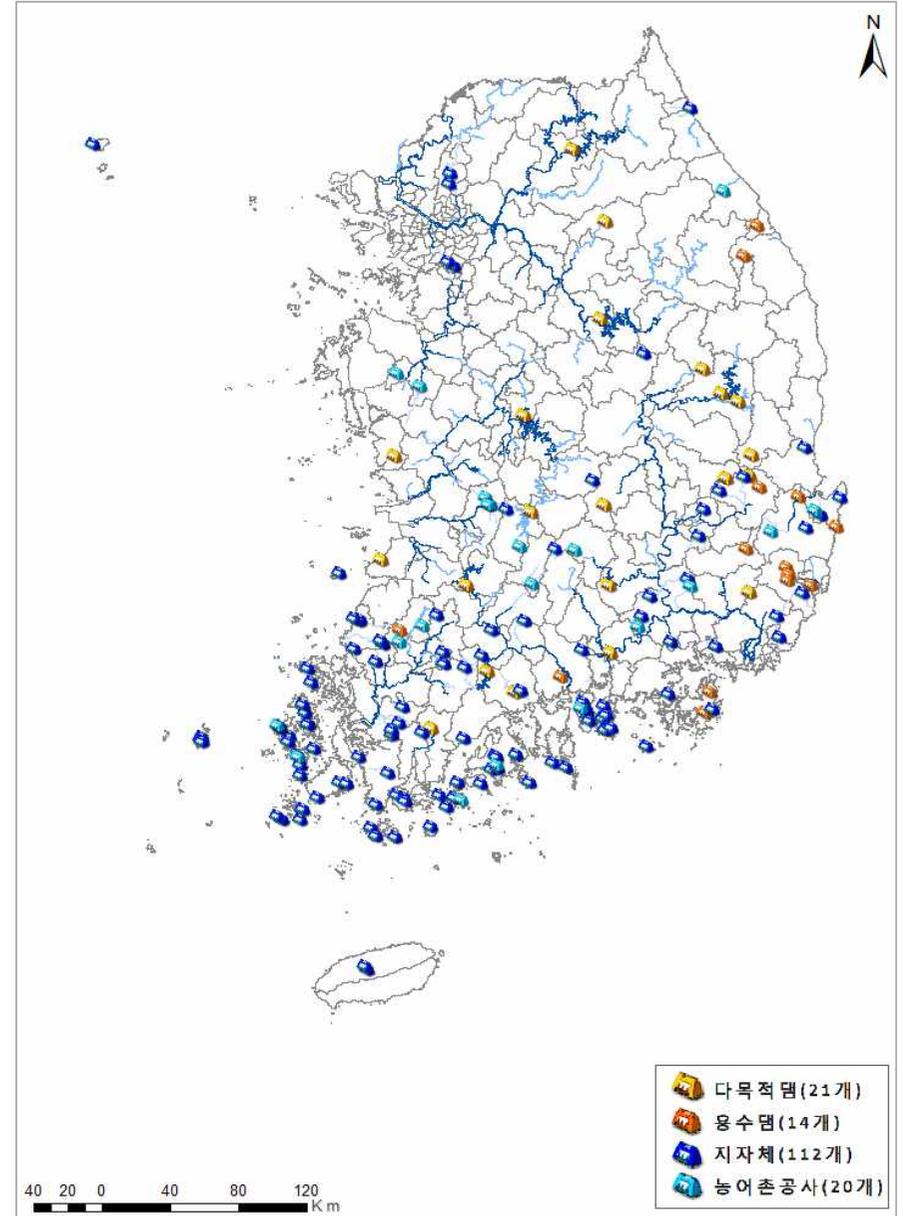


그림 2.13 전국 생·공용수 공급 댐·저수지 위치도

라. 용수공급시설 운영현황

1) 취수시설 현황

2017년 지방 및 광역·공업용수도의 가동 중인 취수시설 472개소이며, 총 시설용량은 36,676천m³/일이다. 일평균 21,548천m³/일을 취수하였고, 지역별로는 서울특별시 2,990천m³/일(13.9%), 부산광역시 1,099천m³/일(5.1%), 경기도 958천m³/일(4.5%)순으로 많은 것으로 조사되었다.

표 2.24 시·도별 취수장 운영현황

구 분	시설 개소수 (개)	시설용량 (천m ³ /일)	일평균 취수량 (천m ³ /일)		비고
			취수량	취수률	
전 국	472	36,676.4	21,548.2	100.0%	
지 자 체 (지방상수도)	433	19,067.0	10,482.4	48.7%	
서울특별시	4	6,160.0	2,990.1	13.9%	
부산광역시	4	2,913.8	1,099.2	5.1%	
대구광역시	5	1,289.0	743.4	3.4%	
인천광역시	4	704.2	501.8	2.3%	
광주광역시	3	360.0	303.8	1.4%	
대전광역시	2	1,350.0	567.5	2.6%	
울산광역시	1	270.0	186.2	0.9%	
세종특별자치시	-	-	-	0.0%	
경 기 도	28	1,459.6	958.4	4.4%	
강 원 도	71	879.0	557.6	2.6%	
충 청 북 도	22	220.4	246.1	1.1%	
충 청 남 도	10	96.4	45.0	0.2%	
전 라 북 도	21	296.0	198.0	0.9%	
전 라 남 도	71	260.6	191.2	0.9%	
경 상 북 도	86	1,037.6	766.1	3.6%	
경 상 남 도	48	1,339.2	776.9	3.6%	
제 주 도	53	431.1	361.5	1.7%	
K-water (광역·공업용수도)	39	17,609.4	11,055.3	51.3%	

* '17년 가동 중인 취수시설 기준(운휴 29개소 및 폐쇄 18개소, 가동준비 중 1개소는 제외함)

2) 정수장 현황

지방 및 광역·공업용수도의 가동 중인 정수시설은 476개소로 총 시설용량은 30,225천m³/일이며, 2017년 일평균 19,407천m³/일을 공급하였다. 지방상수도에서 13,435천m³/일(69.2%), 광역·공업용수도에서 5,972천m³/일(30.8%)을 생산하여 공급하였다.

표 2.25 시·도별 정수장 운영현황

구 분	시설 개소수(개)			시설용량(천m ³ /일)			일평균 공급량(천m ³ /일)			비고
	합계	일반 수도	공업용 수도	합계	일반 수도	공업용 수도	합계	일반 수도	공업용 수도	
전 국	476	462	30	30,224.7	27,356.1	2,868.6	19,407.0	17,694.0	1,713.1	100%
지 자 체 (지방상수도)	434	424	19	21,341.5	20,112.4	1,229.1	13,434.6	12,824.7	609.9	69.2%
서울특별시	6	6	-	4,800.0	4,800.0		3,186.4	3,186.4		16.4%
부산광역시	4	4	1	2,251.0	1,899.0	352.0	1,114.7	1,048.2	66.5	5.7%
대구광역시	6	5	1	1,540.0	1,340.0	200.0	921.6	812.4	109.1	4.7%
인천광역시	7	7	-	1,958.1	1,958.1		1,014.7	1,014.7		5.2%
광주광역시	3	3	-	700.0	700.0		489.2	489.2		2.5%
대전광역시	4	3	1	1,290.0	1,200.0	90.0	626.3	592.8	33.4	3.2%
울산광역시	3	3	-	770.0	770.0		350.3	350.3		1.8%
세종특별자치시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
경 기 도	43	40	6	2,979.6	2,714.1	265.5	2,146.0	1,946.5	199.5	11.1%
강 원 도	71	71	1	786.3	776.3	10.0	529.0	527.6	1.3	2.7%
충 청 북 도	21	20	1	310.2	307.2	3.0	238.0	238.0		1.2%
충 청 남 도	11	11	-	116.1	116.1		60.6	60.6		0.3%
전 라 북 도	21	19	3	288.7	150.7	138.0	190.3	122.7	67.5	1.0%
전 라 남 도	80	80	-	713.3	713.3		422.7	422.7		2.2%
경 상 북 도	87	85	5	1,128.5	957.9	170.6	913.7	781.3	132.4	4.7%
경 상 남 도	50	50	-	1,366.3	1,366.3		815.5	815.5		4.2%
제 주 도	17	17	-	343.5	343.5		415.7	415.7		2.1%
K-water (광역·공업용수도)	42	38	11	8,883.2	7,243.7	1,639.5	5,972.4	4,869.2	1,103.3	30.8%

* 시설 개소수의 합계는 일반수도(정수)와 공업용수도(침전수)를 함께 운영하는 경우 1개의 시설로 산정

* '17년 가동중인 취수시설 기준(운휴 33개소 및 폐쇄 26개소, 가동준비중 1개소는 제외함)

수종별로 살펴보면, 정수(일반용수)는 17,819천m³/일, 침전수(공업용수)는 1,713천m³/일을 생산·공급하였다.

표 2.26 지역별·수종별 지방 및 광역·공업상수도 생산량

(단위 : 천m³/일)

구 분	합계			지방상수도			광역 및 공업용수도			비고
	소계	정수	침전수	소계	정수	침전수	소계	정수	침전수	
전 국	19,531.9	17,818.8	1,713.1	13,559.5	12,949.6	609.9	5,972.4	4,869.2	1,103.3	100.0%
	100.0%	91.2%	8.8%	69.4%	66.3%	3.1%	30.6%	24.9%	5.6%	
서울특별시	3,150.4	3,150.4		3,150.4	3,150.4					16.1%
부산광역시	1,112.5	1,046.0	66.5	1,112.5	1,046.0	66.5				5.7%
대구광역시	917.5	796.3	121.3	905.4	796.3	109.1	12.1		12.1	4.7%
인천광역시	1,015.6	1,015.6		1,015.6	1,015.6					5.2%
광주광역시	489.2	489.2		489.2	489.2					2.5%
대전광역시	565.6	532.2	33.4	565.6	532.2	33.4				2.9%
울산광역시	577.4	350.3	227.1	350.3	350.3		227.1		227.1	3.0%
세종특별자치시	80.8	74.5	6.3	46.5	46.5		34.3	28.0	6.3	0.4%
경 기 도	4,639.1	4,188.7	450.3	2,181.1	1,981.6	199.5	2,458.0	2,207.2	250.8	23.8%
강 원 도	638.7	637.4	1.3	529.0	527.6	1.3	109.7	109.7		3.3%
충 청 북 도	677.3	567.4	110.0	238.1	238.1		439.2	329.3	110.0	3.4%
충 청 남 도	1,047.8	746.4	301.4	74.7	74.7		973.1	671.7	301.4	5.4%
전 라 북 도	893.6	713.5	180.2	190.2	122.7	67.5	703.4	590.8	112.7	4.6%
전 라 남 도	789.4	773.8	15.6	547.6	547.6		241.7	226.2	15.6	4.0%
경 상 북 도	1,313.3	1,114.8	198.5	929.9	797.5	132.4	383.4	317.3	66.1	6.7%
경 상 남 도	1,208.0	1,206.7	1.3	817.7	817.7		390.3	389.0	1.3	6.2%
제 주 도	415.7	415.7		415.7	415.7					2.1%

* 광역 및 공업수도는 지역별 공급량을 기준으로 산정

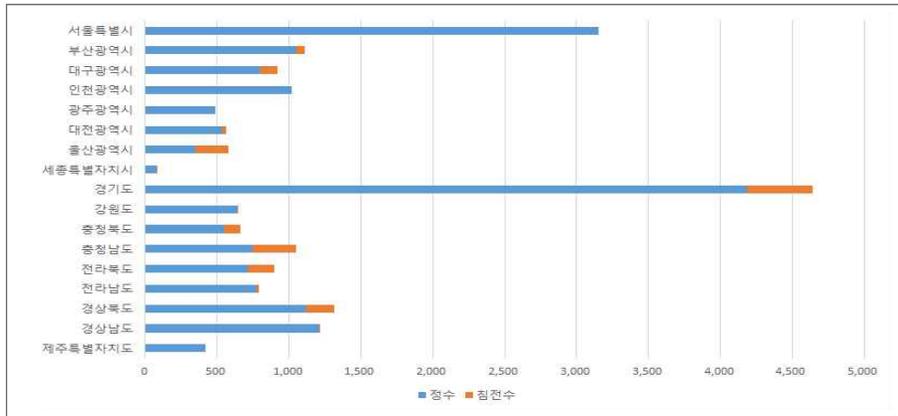


그림 2.14 지역별·수종별 생·공용수(광역·지방상수도) 생산현황

3) 배수지 현황

급수구역 조사단위인 읍면동별 급수체계(수원 - 취수장 - 정수장 - 배수지)의 배수지를 중심으로 조사하였으며, 총 2,043개소, 총 시설용량은 11,007천m³이다. 전년도 1,893개소(10,924천m³) 대비 150개소가 추가적으로 조사 되었다.

표 2.27 시·도별 배수지 관리현황

구 분	합 계		시설용량 5천m ³ 이상		시설용량 5천m ³ 이하		비고
	개소 (수)	총시설용량 (천m ³)	개소 (수)	시설용량 (천m ³)	개소 (수)	시설용량 (천m ³)	
전 국	2,043	11,007.2	533	9,264.0	1,510	1,743.2	
서울특별시	100	2,416.0	46	2,324.5	54	91.5	
부산광역시	73	524.8	33	435.6	40	89.2	
대구광역시	54	494.3	34	459.8	20	34.5	
인천광역시	33	647.3	23	630.0	10	17.3	
광주광역시	17	258.7	12	248.0	5	10.7	
대전광역시	34	63.9	2	14.3	32	49.7	
울산광역시	26	246.1	19	220.8	7	25.3	
세종특별자치시	14	60.1	4	43.6	10	16.5	
경 기 도	249	2,915.5	171	2,764.6	78	150.8	
강 원 도	169	329.5	18	164.4	151	165.0	
충 청 북 도	132	385.4	26	276.0	106	109.4	
충 청 남 도	127	505.9	29	347.9	98	157.9	
전 라 북 도	129	494.2	30	397.4	99	96.8	
전 라 남 도	304	524.8	25	313.1	279	211.7	
경 상 북 도	279	437.3	19	202.0	260	235.4	
경 상 남 도	264	569.3	31	352.9	233	216.4	
제 주 도	39	134.2	11	69.2	28	65.0	

* 생활·공업용수 급수체계(1~3수원)를 중심으로 조사되어, 지자체에서 관리중인 전체 배수지 현황과는 차이가 있음

마. 소규모수도시설 현황(마을상수도, 소규모급수시설)

1) 일반현황

광역 및 지방상수도 이외의 시설인 소규모수도시설(1)은 2017년말 현재 총 15,126개소로 마을상수도는 6,031개소, 소규모급수시설은 9,095개소이다. 급수인구는 총 1,216천명이며 일평균 사용량은 537.7천m³/일이다.

2016년말 대비 지방상수도 및 광역상수도 보급 등으로 전년도(15,330개소) 대비 204개소(마을상수도 137개, 소규모급수시설 67개소)가 감소하였다.

표 2.28 전국 소규모수도시설(마을상수도, 소규모급수시설)

(단위 : m³/일)

구 분	합 계			마을상수도			소규모 급수시설		
	개소	인구(명)	사용량	개소	인구(명)	사용량	개소	인구(명)	사용량
전 국	15,126	1,216,450	537,713	6,031	750,813	353,350	9,095	465,637	184,362
서울특별시	-	-	-	-	-	-	-	-	-
부산광역시	49	6,801	3,336	32	5,703	2,750	17	1,098	586
대구광역시	33	2,510	1,753	14	1,553	1,078	19	957	675
인천광역시	278	38,301	13,984	143	26,221	9,221	135	12,080	4,763
광주광역시	13	1,083	227	9	974	170	4	109	57
대전광역시	34	1,235	-	4	411	-	30	824	-
울산광역시	277	30,976	8,749	151	23,165	6,466	126	7,811	2,283
세종특별자치시	157	14,593	16,598	82	9,930	11,745	75	4,663	4,853
경 기 도	708	73,641	27,136	479	59,732	21,754	229	13,909	5,383
강 원 도	1,297	90,205	40,008	414	51,179	20,215	883	39,026	19,793
충 청 북 도	1,641	107,902	30,586	422	49,104	12,803	1,219	58,798	17,783
충 청 남 도	1,826	183,505	82,603	888	122,717	52,660	938	60,788	29,943
전 라 북 도	858	58,794	18,754	274	30,268	9,310	584	28,526	9,443
전 라 남 도	1,942	160,061	53,626	909	103,320	32,509	1,033	56,741	21,118
경 상 북 도	3,011	215,000	73,852	916	116,895	33,861	2,095	98,105	39,992
경 상 남 도	2,922	231,843	72,177	1,214	149,641	44,486	1,708	82,202	27,691
제 주 도	80	-	94,324	80	-	94,324	-	-	-

1) 1. 마을상수도 : 지방자치단체가 100명 이상 2,500명 이내의 급수인구에게 정수를 공급하는 일반수도로서 1일 공급량이 20m³ 이상 500m³ 미만인 수도 또는 이와 비슷한 규모의 수도로서 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)가 지정하는 수도를 말함

2. 소규모급수시설 : 주민이 공동으로 설치·관리하는 급수인구 100명 미만 또는 1일 공급량 20m³ 미만인 급수시설 중 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)가 지정하는 급수시설을 말함

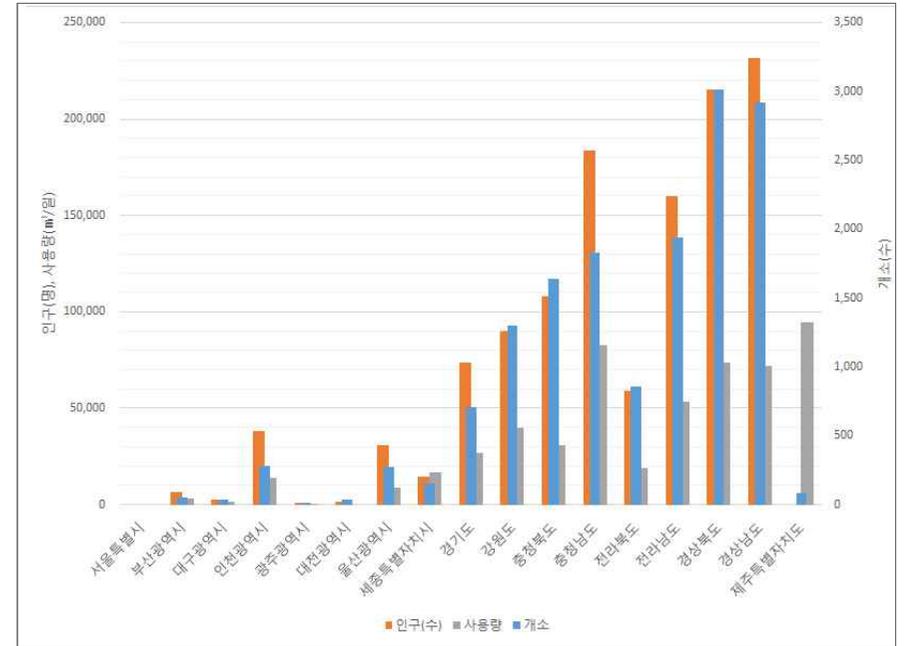


그림 2.15 전국 소규모수도시설 현황(시설수, 인구수, 사용량)

2) 소규모수도시설 수원현황

미급수시설의 수원으로는 지하수 12,181개소(80.5%), 계곡수 2,143개소(14.2%), 지하수와 계곡수 318개소(2.1%)를 사용 중에 있으며, 이외 용천수, 복류수, 하천수, 호소수, 해수 등을 이용하고 있다.

표 2.29 전국 소규모수도시설의 수원현황

구 분	합계	지하수	계곡수 (지표수)	지하수+ 계곡수	용천수	복류수	하천수	호소수	해수	비고
합 계	15,126	12,181	2,143	318	264	168	18	13	21	
	100.0%	80.5%	14.2%	2.1%	1.7%	1.1%	0.1%	0.1%	0.1%	
마을상수도	6,031	5,160	568	149	61	66	6	11	10	
소규모급수시설	9,095	7,021	1,575	169	203	102	12	2	11	

바. 비상급수현황(운반, 제한급수)

2017년 가뭄 발생으로 인해 비상급수는 21개 시·군 183개 지역(제한급수 4, 운반급수 176, 제한급수와 운반급수 병행 3)에서 발생되었으며, 피해인구는 약 40천명이다.

가뭄에 취약한 소규모수도시설 등의 비상급수(운반·제한)현황에 대한 상시 모니터링을 통한 효율적인 대응체계 마련을 위해 '19년에는 비상급수현황조사시스템을 운영할 계획이다.

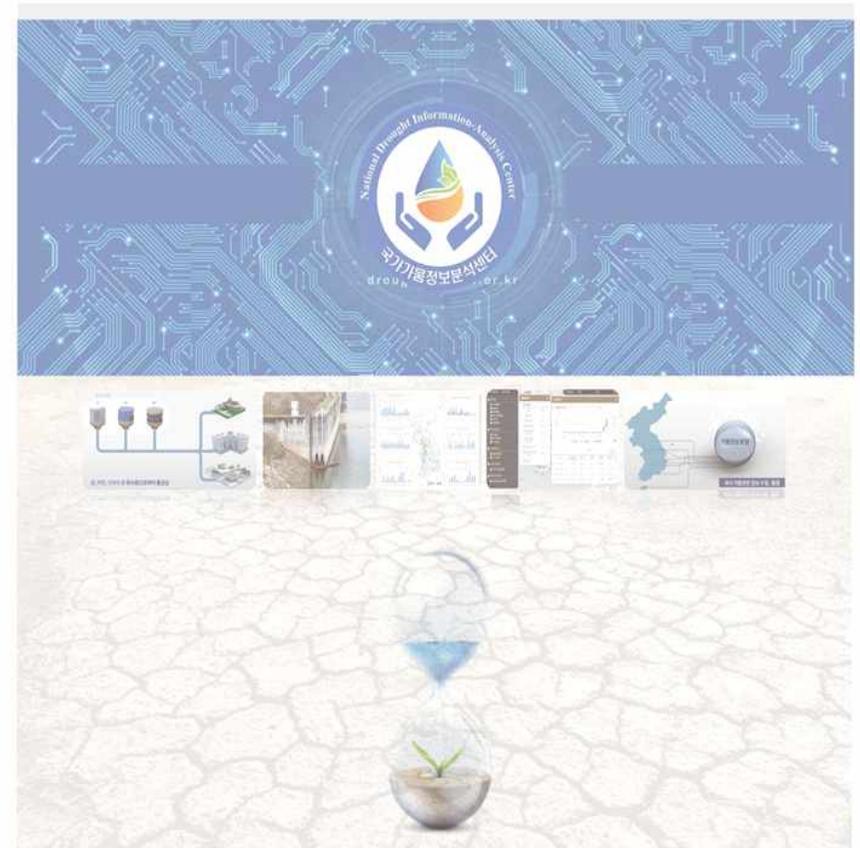
표 2.30 2017년 비상급수 현황

(단위 : 시군/지역 : 개, 피해인구 : 명)

구 분	합 계			제한급수			운반급수			제한+운반급수			비 고
	시군 (수)	지역 (수)	피해 인구										
전 국	21	183	39,809	3	4	8,050	20	176	23,708	3	3	8,051	
서울특별시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
부산광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
대구광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
인천광역시	1	20	4,144	-	-	-	1	20	4,144	-	-	-	
광주광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
대전광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
울산광역시	1	2	70	-	-	-	1	2	70	-	-	-	
세종특별자치시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
경 기 도	4	97	4,912	-	-	-	4	97	4,912	-	-	-	
강 원 도	3	30	469	-	-	-	3	29	435	1	1	34	
충 청 북 도	1	5	155	-	-	-	1	5	155	-	-	-	
충 청 남 도	3	8	6,412	-	-	-	3	8	6,412	-	-	-	
전 라 북 도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
전 라 남 도	3	4	16,067	2	3	8,050	-	-	-	1	1	8,017	
경 상 북 도	3	9	-	-	-	-	3	9	-	-	-	-	
경 상 남 도	1	7	-	1	1	-	1	5	-	1	1	-	
제 주 도	1	1	7,580	-	-	-	1	1	7,580	-	-	-	

* 합계의 시군(수)는 중복된 시군을 제외한 수치임

제3장 수문 및 가뭄 정보



제3장 수문 및 가뭄 정보

3.1 수문현황

3.1.1 강수현황

우리나라 전역의 면적강수량을 산정하기 위해 환경부, 기상청, K-water가 관리하고 있는 TM 강우관측소의 자료를 사용하였다. 면적강수량 산정을 위한 자료로 환경부 424개 지점, 기상청 ASOS(Automated Surface Observing System) 95개, AWS (Automated Weather Station) 590개 지점, K-water 181개 지점, 총 1,290개 지점에서 관측된 일 강수량 자료를 이용하였다. 이는 작년에 활용하던 669개 지점에 621개 지점을 추가한 것으로 해안 및 도서 지역의 관측소까지 포함하고 있다.

유역별 면적강수량은 티센법(Thiessen method)을 이용하여 지점에 대한 유역별 티센 계수를 산정한 후 월별로 강수량을 산정하고, 그 평균값을 계산하였다. 이러한 방법으로 2018년 1~12월의 전국 면적강수량을 계산한 결과 1, 2, 6, 7, 9월에 예년('66~'17) 이하의 강수가 발생했으나 나머지 달에는 예년 이상의 충분한 강수가 발생하여 연강수량은 예년 대비 113.8%를 기록하였다. 올해는 연강수량의 약 70%가 발생하는 6,7,9월을 제외한 나머지 달에 예년 이하의 강수를 기록하였지만, 3-5월, 10월에 많은 강수가 발생하여 연강수량이 예년 이상을 기록하는 양상을 보였다.

표 3.1 2018년 전국 및 주요 유역 강수량 현황 (단위 : mm, %)

월	전국			한강	낙동강	금강	섬진강	영산강	임진강	동해안	서해안
	평균('66~'17)	2018년	평균대비 (%)								
1	25.1	17.1	68.1	7.0	19.1	20.0	34.6	41.0	3.9	11.0	17.8
2	32.3	28.8	89.1	23.1	28.7	31.4	24.7	27.9	10.7	44.5	29.4
3	49.8	92.6	186.0	49.8	115.5	92.7	123.2	123.6	30.1	109.8	79.5
4	84.4	128.6	152.4	124.1	128.7	132.1	137.5	137.1	112.7	136.2	125.1
5	93.5	138.7	148.4	204.3	98.3	102.6	102.9	94.9	223.1	110.2	122.6
6	143.5	126.1	87.8	108.7	115.7	104.5	199.6	187.2	127.6	76.2	121.9
7	288.8	186.3	64.5	209.2	174.6	207.7	159.1	84.5	176.9	229.3	176.4
8	263.1	321.3	122.1	356.0	293.7	351.1	430.5	348.5	437.2	327.2	237.1
9	142.1	123.8	87.1	99.2	127.5	129.2	140.3	147.2	54.6	149.4	84.7
10	51.3	146.7	286.1	104.4	166.6	133.3	145.1	145.8	74.9	247.7	139.6
11	45.0	47.7	105.8	59.7	29.6	44.6	40.8	47.4	52.7	57.7	59.3
12	23.7	24.7	104.2	18.0	24.6	33.2	30.5	31.1	7.6	22.1	24.1
합계	1214.8	1382.2	113.8	1363.7	1322.4	1382.4	1569.0	1416.1	1311.8	1521.4	1217.3

중권역별 면적누가강수량과 평균대비 면적누가강수량의 비율을 도시해 보면, 서해안 및 내륙 일부 지역을 제외하고 전국적으로 예년 이상의 강수량이 발생했음을 알 수 있다. 예년 이하의 강수가 발생한 지역도 예년대비 80% 이상으로 2017년의 극심한 강수부족 상황에 비해 올해는 대체로 가뭄 상황을 해소할 수 있는 수준의 강수가 발생하였다.

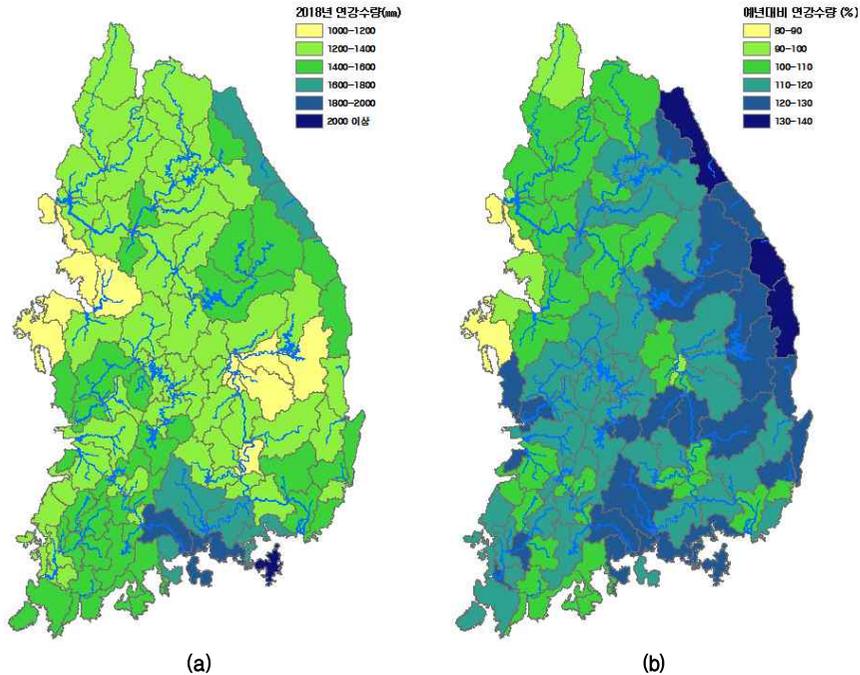


그림 3.1 2018년 (a) 연강수량(mm)과 (b) 예년대비 연강수량 비율(%)

3.1.2 유출현황

우리나라의 경우 환경부와 K-water 등에서 많은 수위 관측소를 운영하고 있다. 그러나 장기간에 걸쳐 적용할 수 있는 수위-유량 관계곡선식을 보유하고 있는 지점들은 일부일 뿐만 아니라 수위-유량 관계곡선식의 신뢰성도 양호한 상황은 아니다. 이와 같이 하천에 대한 충분한 관측자료가 없을 경우 유역의 상황이 유사한 다른 하천 유역의 유출량 및 강수량 자료를 사용하여 유출량을 산정하고 있으나, 실제 강우량에 대한 유출현상보다 면적에 의한 비율이 높은 영향을 미칠 수 있어 과대 또는 과소 추정될 수 있는 한계가 있다.

따라서 현재 상황에서 한강, 낙동강, 금강 및 영산섬진강 유역의 장기간의 자연유출량 자료를 수위-유량 관계곡선에 의해 산정하는 것은 자료의 가용성 부족 및 신뢰성 면에서 적용이 어려우므로, 일단위 강우-유출모형인 토양수분 저류구조 Tank 모형(Sugawara et. al., 1984)을 이용하였다.

자연유출량 산정 방법은 제주도를 제외한 전국을 수자원단위지도의 113개 중권역으로 나누어 유역의 융적설을 고려한 토양수분 저류구조 Tank 모형에 의해 각 중권역별로 유출량을 산정하였다. 모의기간은 2018년 1월 1일부터 12월 31일까지이다. 금년 자연유출량의 크기를 비교하기 위하여 2016년 1월 1일부터 2018년 12월 31일까지 월별 자연유출량을 그림 3.2에 나타내었다.

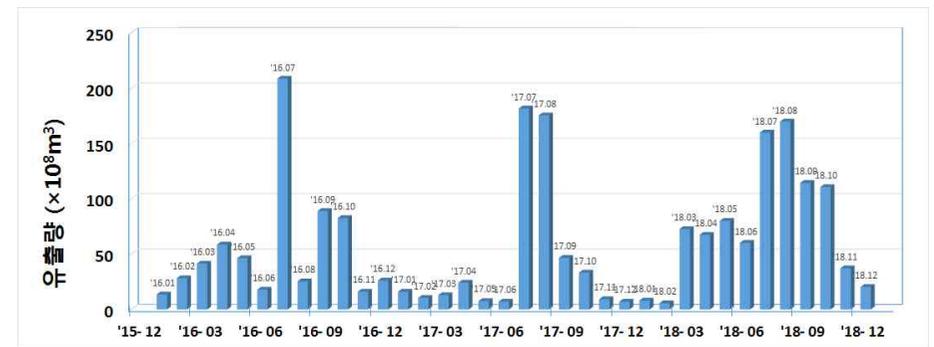


그림 3.2 전국의 자연유출량 현황(2016년 1월 ~ 2018년 12월)

2018년 1~12월까지의 전국 유출량은 전국의 예년 평균('66 ~ '17) 강수량의 약 114%에 해당하는 강수량으로 인해 평균 대비 약 116.5%를 기록하였다. 2018년에는 연간 유출량의 약 70%가 발생하는 6~9월의 유출량이 예년에 약간 못 미치는 수준이었으나, 3~5월, 9~12월의 유출량이 100~300% 수준으로 발생하면서 예년 이상의 연간 유출량을 기록하는 양상을 보였다.

2018년 1월부터 12월까지의 전국 및 주요 유역의 자연유출량을 표 3.2에 나타내었다. 표에서 전국은 113개 내륙 중권역의 유출량 합을 의미하며, 한강 등 6개 유역은 본류유역의 유출량 합을 의미한다. 전국적으로 12월말까지 발생한 자연유출량은 약 905억 톤으로 추정되며, 이는 '67년부터 '17년 까지 평균 유출량 776억³의 약 116% 수준이었다. 월별 최소값은 약 5억톤으로 2월에 발생하였고, 최대값은 약 169억톤으로 8월에 발생하였다.

표 3.2 2018년 전국 및 주요 유역 유출량 현황 (단위 : ×10⁸ m³)

월	전국			한강	낙동강	금강	섬진강	영산강	임진강	동해안	서해안
	평균('67~'17)	2018년	평균대비(%)								
1	13.1	8.0	61.3	1.44	1.48	1.16	0.61	0.47	0.41	0.24	0.61
2	17.7	5.5	31.2	1.03	1.14	0.68	0.30	0.28	0.33	0.24	0.40
3	31.4	72.6	230.9	17.13	16.72	5.88	3.45	2.79	1.75	8.95	3.71
4	42.8	67.4	157.4	17.82	13.92	6.41	3.32	2.56	3.50	6.77	4.41
5	43.8	80.0	182.6	33.31	8.57	4.19	2.34	1.85	11.88	6.47	4.29
6	61.8	60.1	97.2	12.56	10.82	4.51	5.14	3.10	4.40	1.76	3.97
7	192.0	159.8	83.2	43.93	33.07	15.85	7.34	3.63	10.21	15.05	10.00
8	183.5	169.7	92.5	45.62	32.40	15.60	12.74	6.07	21.06	17.20	7.26
9	113.8	114.2	100.3	26.69	22.57	14.28	6.27	4.93	5.91	9.26	4.02
10	36.5	110.5	303.1	17.86	30.09	7.91	5.35	3.69	2.39	17.65	5.65
11	23.7	37.1	156.9	13.18	4.47	3.16	1.17	0.82	3.26	5.06	2.55
12	16.7	20.3	121.6	5.50	3.41	2.38	0.89	0.76	1.00	1.38	1.39
합계	776.8	905.2	116.5	236.1	178.7	82.0	48.9	31.0	66.1	90.0	48.3

3.1.3 댐 수문현황

금년 초(1월 1일) 다목적댐의 총 저수량은 61.3억³으로 예년(63.9억³)보다 2.6억³ 가량 적었다(예년의 96.0%). 1년간 예년 대비 114.8%의 강수로 인한 유입, 특히 홍수기 이후에 발생한 강수로 11월 15일에 금년 최대인 96.3억³의 저수량을 기록하였다. 예년 수준의 여름철 강수와 여름철 이후(9~12월) 예년을 웃도는 강수의 영향으로 저수량이 지속적으로 증가하여 12월 말 기준 총 저수량은 예년(64.5억³)의 141.6% 수준인 91.3억³을 확보하였다. 12월 말 현재 모든 댐에서 저수상황이 예년대비 100~150% 수준으로 충분한 저수량을 확보하고 있어 가뭄 '정상' 단계를 유지하고 있다.

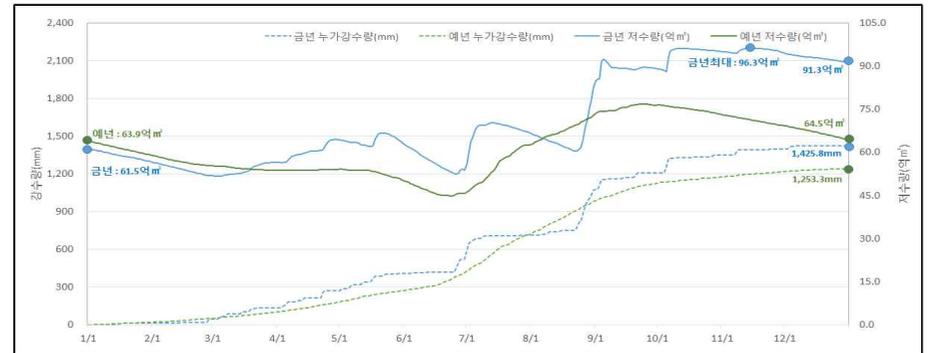


그림 3.3 금년도 다목적댐 저수량 및 강수량 변화

표 3.3 금년도 다목적댐 수문현황

<단위 : 저수량·유입량(억³), 대비(%), 강수량(mm)>

구 분		소양	충주	횡성	안동	임하	합천	남강	밀양	군위	김천부항	용담	대청	섬진	주암	주암	부안	보령	장흥	전국
		금년	예년	대비	금년															
저수량 (1.1)	금년	17.8	13.0	0.6	5.4	2.5	2.7	1.0	0.2	0.1	0.2	3.6	9.3	1.4	1.3	1.3	0.2	0.3	0.4	61.3
	예년	15.6	14.1	0.5	6.2	2.5	3.9	1.2	0.4	0.2	0.3	4.1	7.7	1.9	2.3	1.3	0.3	0.6	0.8	63.9
	대비	114.5	91.8	121.9	87.7	100.4	70.3	83.8	48.2	69.9	67.6	88.1	120.1	74.1	54.3	96.0	50.5	60.9	52.1	96.0
저수량 (12.31)	금년	18.7	21.5	0.7	9.3	3.8	5.9	1.8	0.6	0.3	0.4	6.7	11.1	3.2	3.3	2.0	0.3	0.8	1.0	91.3
	예년	15.7	14.0	0.5	6.2	2.4	3.9	1.2	0.4	0.2	0.3	4.3	7.8	1.9	2.2	1.4	0.3	0.6	0.9	64.5
	대비	118.6	153.3	154.8	149.9	153.5	150.6	145.6	134.8	143.1	143.7	154.8	142.2	167.2	144.8	138.4	118.5	139.8	105.7	141.6
강수량 (1.1~12.31)	금년	1,358	1,431	1,365	1,293	1,100	1,380	1,779	1,675	1,106	1,409	1,493	1,330	1,448	1,612	1,581	1,562	1,675	1,563	1,425.8
	예년	1,212	1,211	1,413	1,129	982	1,299	1,500	1,433	881	952	1,372	1,171	1,307	1,411	1,538	1,341	1,357	1,407	1,242.0
	대비	112.0	118.2	96.6	114.6	112.0	106.3	118.6	116.9	125.5	148.1	108.8	113.5	110.8	114.2	102.8	116.5	123.5	111.0	114.8
유입량 (1.1~12.31)	금년	21.1	50.6	1.2	9.8	6.2	6.1	22.4	0.9	0.4	0.6	7.7	19.9	6.1	6.5	1.2	0.4	1.5	1.3	163.9
	예년	21.7	51.0	1.7	9.8	6.4	6.4	21.2	0.9	0.3	0.3	7.3	23.7	5.4	6.5	1.3	0.4	1.3	1.4	167.0
	대비	97.3	99.3	73.4	100.2	96.0	95.1	105.7	109.3	149.3	180.4	104.9	83.9	111.6	99.7	93.3	99.3	119.1	93.9	98.2

금년 초(1월 1일) 용수댐의 총 저수량은 1.4억³m³으로 예년(2.1억³m³)보다 0.7억³m³ 가량 적었다(예년의 67%). 1년간 예년 대비 124%의 강수로 인한 유입, 특히 홍수기 이후에 발생한 강수로 10월 6일에 금년 최대인 3.7억³m³의 저수량을 기록하였다.

금년도 용수댐 유역에 내린 강수량은 예년(1,256mm)의 124%로 유입량은 예년의 119% 수준을 기록하였다. 용수댐은 12월말 기준으로 저수량 2.7억³m³을 확보하여 예년(2.0억³m³) 대비 134.4% 수준에 달하였다. 12월 말 기준 모든 용수댐의 수문상황이 양호하여 가뭄 '정상' 단계를 유지하고 있다.

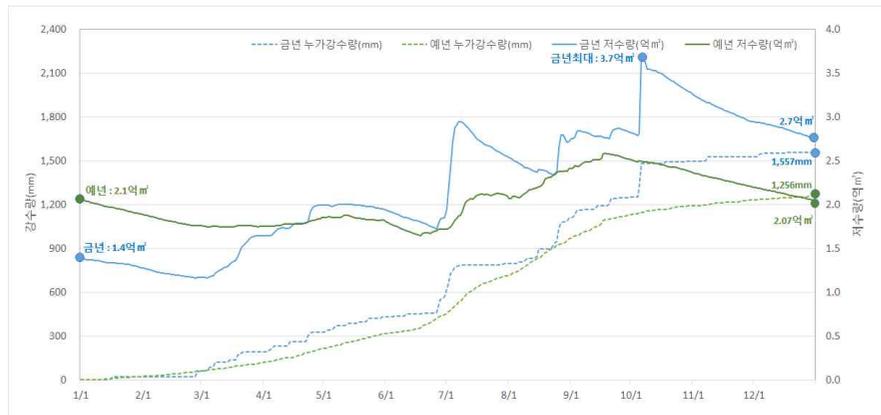


그림 3.4 금년도 용수댐 저수량 및 강수량 변화

표 3.4 금년도 용수댐 수문현황

<단위 : 저수량(백만³m), 유입량(억³m), 대비(%), 강수량(mm)>

구분	광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평립	계	
저수량 (1.1)	금년	7.83	5.38	44.40	12.65	0.74	18.35	4.05	5.30	5.76	1.43	3.43	7.60	18.14	3.08	138.10
	예년	7.72	5.75	38.04	10.47	1.74	79.88	12.98	10.75	5.91	1.40	2.29	6.82	15.88	6.15	205.77
	대비	101.4	93.4	116.7	120.8	42.2	23.0	31.2	49.3	97.5	102.4	149.6	111.4	114.2	50.1	67.1
저수량 (12.31)	금년	9.02	6.88	67.86	11.83	2.26	104.96	26.97	6.18	5.90	1.43	3.69	8.09	12.75	7.08	274.90
	예년	7.69	5.69	38.89	10.79	1.60	76.55	14.21	10.45	5.86	1.40	2.33	6.91	16.23	5.91	204.50
	대비	117.3	120.9	174.5	109.7	141.6	137.1	189.8	59.1	100.7	102.2	158.1	117.1	78.5	119.7	134.4
강수량 (1.1~12.31)	금년	1,584	1,503	1,356	1,047	1,457	1,546	1,562	1,599	1,613	1,613	1,825	2,479	2,195	1,501	1,557
	예년	1,249	1,301	1,096	1,126	1,175	1,207	1,243	1,322	1,402	1,321	1,540	1,847	1,838	1,307	1,256
	대비	126.8	115.6	123.7	93.0	124.0	128.1	125.6	121.0	115.1	122.1	118.5	134.2	119.5	114.8	124.0
유입량 (1.1~12.31)	금년	1.19	0.37	1.60	0.07	0.03	2.43	0.39	0.43	0.57	-	0.09	0.19	0.68	0.14	8.13
	예년	0.83	0.23	1.30	0.04	0.02	2.05	0.30	0.43	0.60	-	0.11	0.14	0.61	0.14	6.83
	대비	143.1	158.9	123.3	165.9	123.8	118.7	127.0	98.6	94.7	-	80.4	142.2	111.5	100.0	119.0

3.2 가뭄현황

가뭄은 다양한 지수분석방법으로 분석이 가능하다. 일반적으로 SPI(표준강수지수), PDSI(파머지수), MSWSI(지표수공급지수)가 주로 활용되며, 가뭄센터에서는 일단위로 SPI, PDSI, MSWSI 지수 분석값을 2017년 1월부터 일단위로 산정하고 이를 포털에 제공하고 있다.

3.2.1 표준강수지수

SPI 지수(McKee et. al., 1993)는 기상학적 가뭄지수로 가장 일반적으로 활용되는 평가방법이다. 특정한 시간에 대한 계산 단위를 3, 6, 9, 12개월 등과 같이 설정하고, 시간단위별로 강수 부족량을 계산하여 각각의 용수공급원이 가뭄에 미치는 영향을 산정하는 방식이다. 이렇게 특정 시간단위로 산정된 SPI 지수는 각 시간단위에 따라 여러 분야에 활용 가능하다.

가뭄분석 시스템을 통해 지속기간 3개월(SPI3), 6개월(SPI6), 9개월(SPI9)에 대해 2016년 1월부터 일단위로 분석을 진행하였으며, 표 3.5는 SPI에 의한 가뭄의 분류를 도시한 것이다.

시스템에서는 기상학적 가뭄상황을 다양하게 살펴보기 위해서 지속기간 3개월(SPI3), 6개월(SPI6), 9개월(SPI9)에 대해 일단위로 분석을 진행하였으며, 표 3.5는 SPI에 의한 가뭄의 분류를 도시한 것이다.

표 3.5 SPI 지수에 의한 가뭄의 분류

가뭄지수의 범위	수분상태	가뭄지수의 범위	수분상태
2.0 이상	극한습윤	1.5 ~ 2.0	심한습윤
1.0 ~ 1.5	보통습윤	-1.0 ~ 1.0	정상상태
-1.5 ~ -1.0	보통가뭄	-2.0 ~ -1.5	심한가뭄
-2.0이하	극한가뭄		

분석 대상지점은 기상청에서 관리하고 있는 관측소중 남한 내륙의 64개 관측소 자료를 활용한 결과이다. 이들 관측소의 일 강수량 자료를 이용하였고 IDW 기법으로 공간보간하고 최종적으로 시군 단위로 평균하여 도시하였다. (그림 3.5~3.7).

2018년 SPI3는 1월 강원도 동부 일부지역, 경상북도 지역과 9월 인천 경기지역을 제외하고 가뭄상황이 없었던 것으로 나타났다.

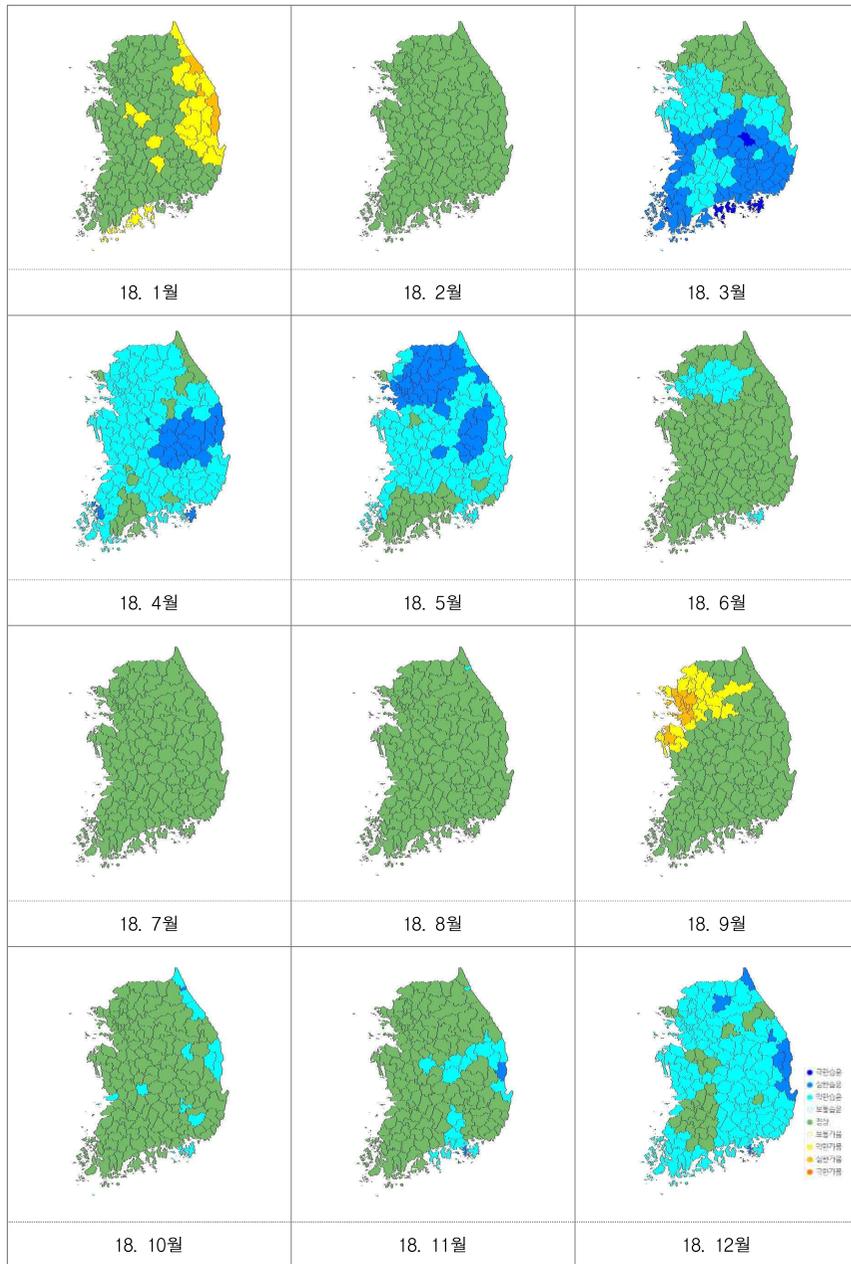


그림 3.5 SPI3 지수에 의한 2018년도 가뭄현황

SPI6의 경우는 2월 중부지역에 가뭄상황을 나타낸 것을 제외하고 전기간에 걸쳐 정상상을 나타내었다.

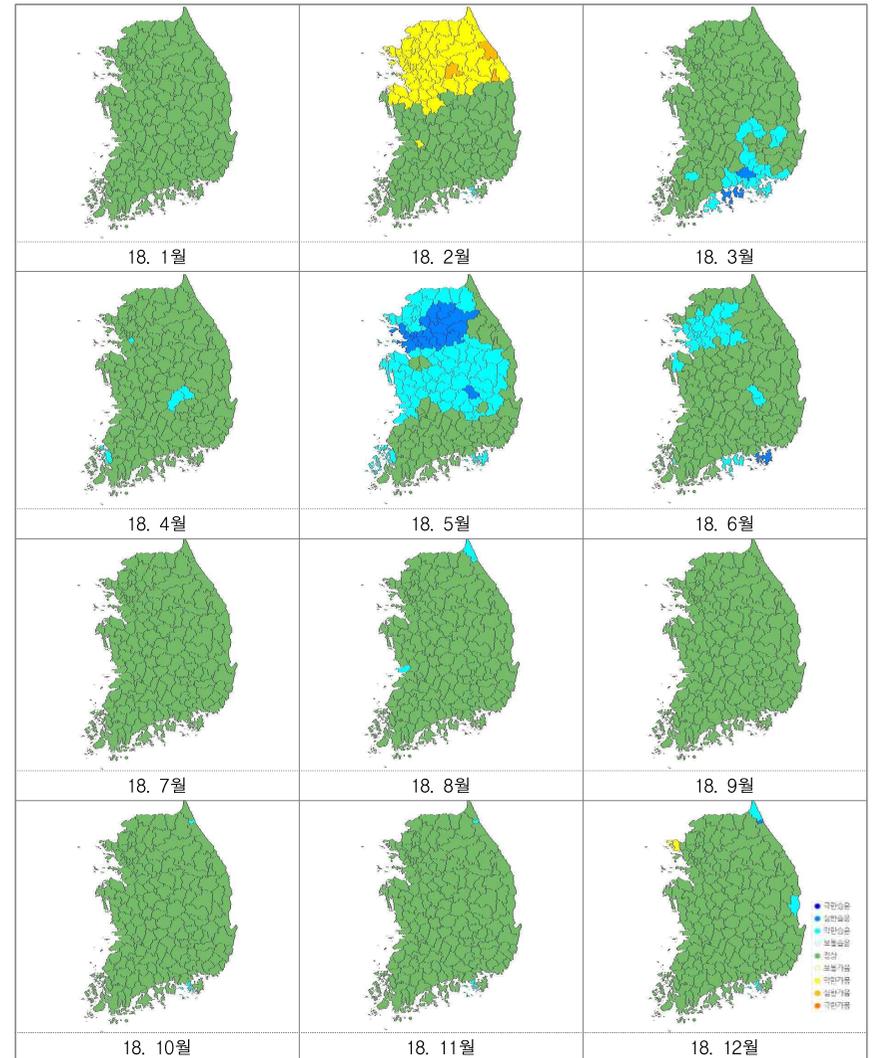


그림 3.6 SPI6 지수에 의한 2018년도 가뭄현황

SPI 9의 경우는 1월 남부지역에 가뭄이 발생하였다가 서서히 줄어들어 3월부터 대부분 지역이 정상상태를 나타내었다. SPI 3, 6, 9의 가뭄현황에서 알 수 있듯이 기상학적으로는 2018년도에 가뭄을 거의 겪지 않은 것으로 나타났다.

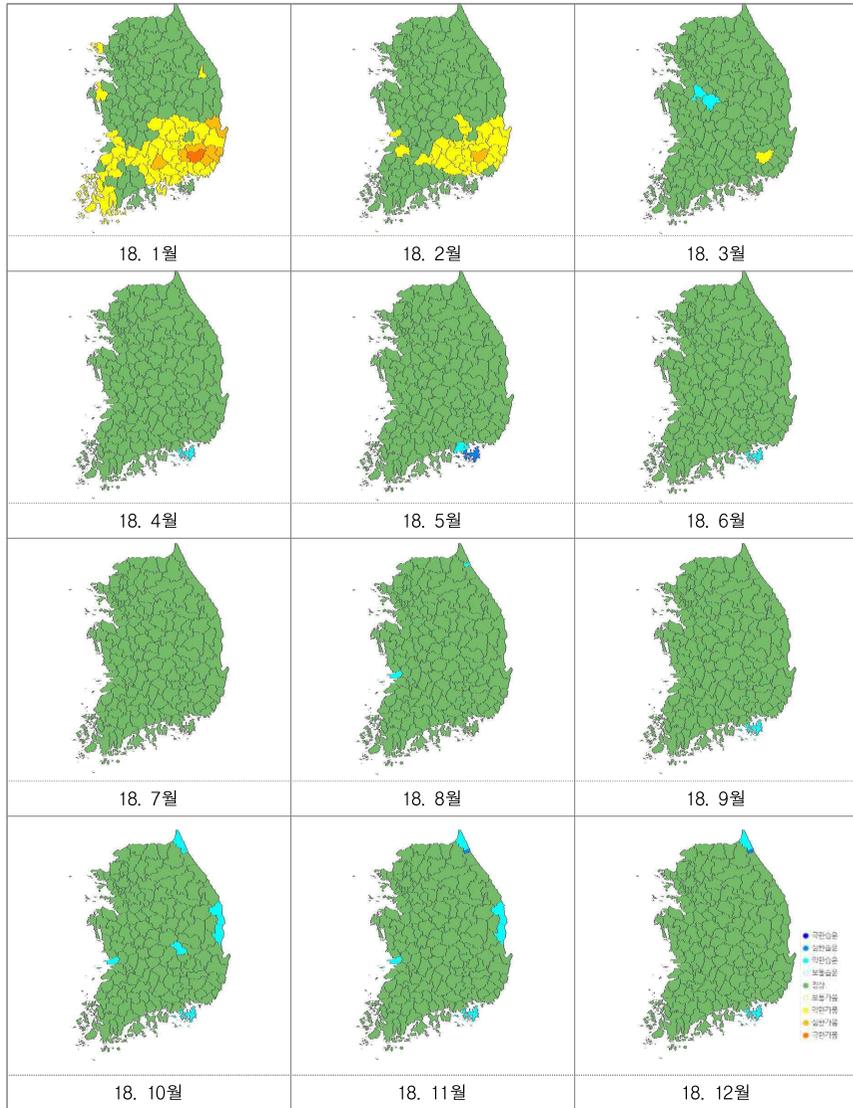


그림 3.7 SPI9 지수에 의한 2018년도 가뭄현황

3.2.2 파머지수

PDSI는 기후가 상이한 두 지역에 대한 지역적인 편차를 고려함으로써 시간과 공간의 일관된 비교를 통해 얻어지는 가뭄지수로 개발되어 세계적으로 널리 사용되고 있는 가뭄지수이다.

Palmer(1965)는 가뭄을 “장기간의 이상 수분부족”이라 정의하였으며, 이상 수분부족은 “정상적인 기후에서 현저하게 벗어난 비정상적인 수분부족 기간”이라 정의된다. 이러한 PDSI 지수는 수문학적 가뭄지수로 가뭄 정의를 통해 Palmer는 가뭄의 심도를 수분부족량과 수분부족기간의 함수로 나타내었다. 또한 PDSI 지수는 기후가 상이한 두 지역에 대한 지역적인 편차를 고려함으로써 시간과 공간의 일관된 비교를 통해 얻어지는 가뭄지수로 개발되어 세계적으로 널리 사용되고 있는 가뭄지수이다.

PDSI지수는 강수량, 기온 뿐 만아니라 유효토양수분량과 일조시간 등의 자료를 사용해서 Thornthwaite와 Mather(1955)의 월열지수법(Monthly heat index method)으로 차이를 계산함으로써 수문편차를 계산한다. 즉, 강수량과 기온 자료뿐 만아니라 지역적 유효토양수분량에 근거하여 산정된 잠재량들로부터 증발산량, 함양량, 유출량 및 손실량을 포함하여 물수지 방정식의 모든 기본적인 사항들이 결정된다. 하지만 수문편차만을 이용하여 가뭄의 심도를 비교하는 것은 적절하지 않을 수 있기 때문에 시공간적 편차를 보정하기 위해 기후특성인자를 계산하여 최종적으로 PDSI지수를 산정하는 방식이다.

PDSI에 의한 가뭄의 단계는 표 3.6과 같다. 이들 관측소의 일 강수량 자료를 이용하였고 최종적으로 IDW 기법으로 공간보간하고 이를 다시 전국 시도단위로 평균하여 도시 하였다. 그림 3.8과 같이 가뭄도를 작성하였다.

표 3.6 PDSI 지수에 의한 가뭄분류

가뭄지수의 범위	수분상태	가뭄지수의 범위	수분상태
4.0 이상	극한습윤	3.0 ~ 4.0	심한습윤
2.0 ~ 3.0	보통습윤	1.0 ~ 2.0	약한습윤
-1.0 ~ 1.0	정상상태	-2.0 ~ -1.0	약한가뭄
-3.0 ~ -2.0	보통가뭄	-4.0 ~ -3.0	심한가뭄
-4.0 이하	극한가뭄		

PDSI의 경우는 SPI와는 다르게 2018년도 전국적으로 가뭄의 영향을 받은 것으로 나타났다. 1월에 중부지역을 중심으로 한강, 금강 유역에서 극한 가뭄이 폭넓게 발생

하다가 5월에 가장 심각했던 것으로 나타났으며 이후 완화되는 것으로 나타났으나 전국적으로 정상상태로 진행되지는 못했던 것으로 나타났다.

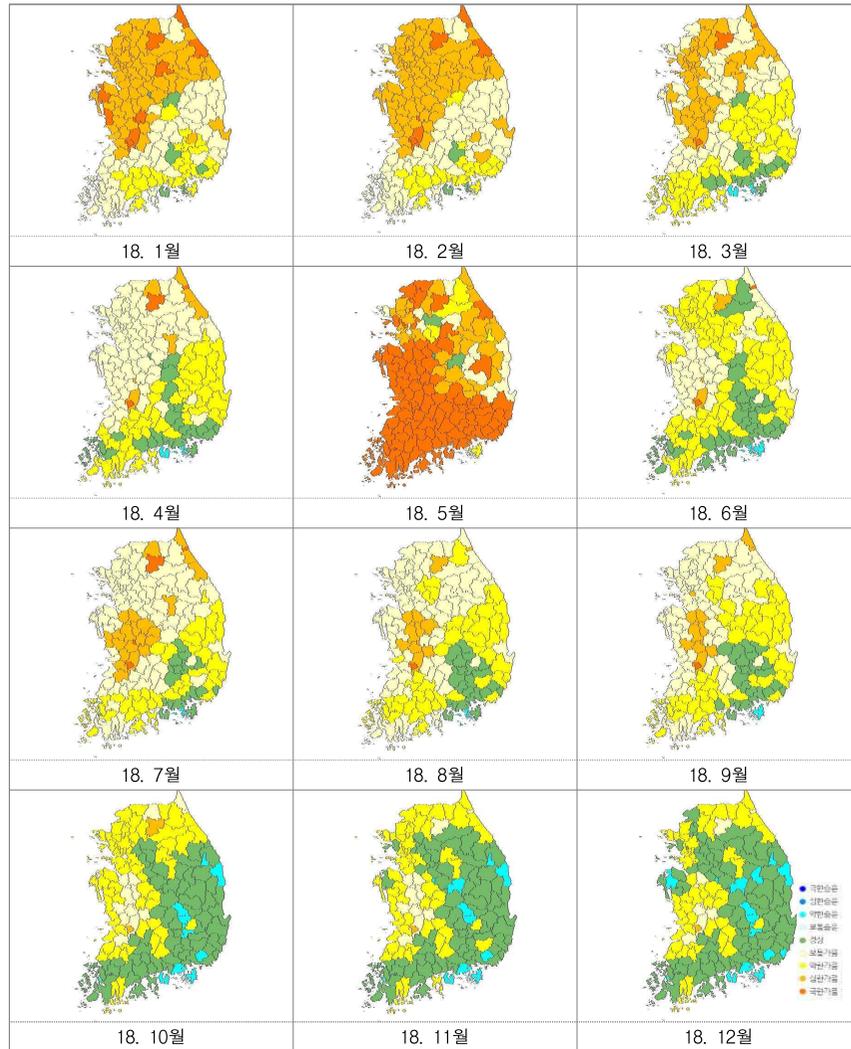


그림 3.8 PDSI 지수에 의한 2018년도 가뭄현황

3.2.3 지표수 공급지수

지표수 공급지수(MSWSI)는 수문학적 가뭄지수인 SWSI를 보완한 지수로서 지하수 위 인자를 고려하여 지표 및 지표하 수문특성을 반영할 수 있는 장점이 있다. MSWSI는 전국을 32개 유역으로 분할한 MSWSI 유역 단위로 계산된다. 각 유역별로 선정된 입력자료들의 월별 통계치(평균, 표준편차)를 계산한 후, 특정 월의 자료와 평균, 표준편차를 이용하여 비초과확률을 계산한다. 입력 인자별 월별 평균치를 이용하여 해당 월의 가중치를 계산한 후, 이를 앞서 계산된 비초과확률과의 MSWSI 계산식에 따라 최종적인 MSWSI값을 산정하게 된다. 가중치의 산정은 월별 통계자료를 이용하여 계산되는데, 자료가 존재하지 않는 월일 경우 존재하지 않는 자료를 제외한 나머지를 이용하여 계산된 가중치를 사용하여 가뭄지수를 계산한다. 본 보고서에서는 2018년 자료를 바탕으로 국가물정보시스템을 이용하여 MSWSI를 계산하고 가뭄을 분석에 활용하였다.

2018년 MSWSI 계산 결과는 그림 3.9와 같다. 남부지역은 2월, 6월, 8월을 제외하고 1년내내 약한가뭄 이상을 나타내었고 전국적으로는 7월에 가뭄이 가장 가뭄이 심했던 것으로 나타났으며 8월에 가장 양호했던 것으로 나타났다.

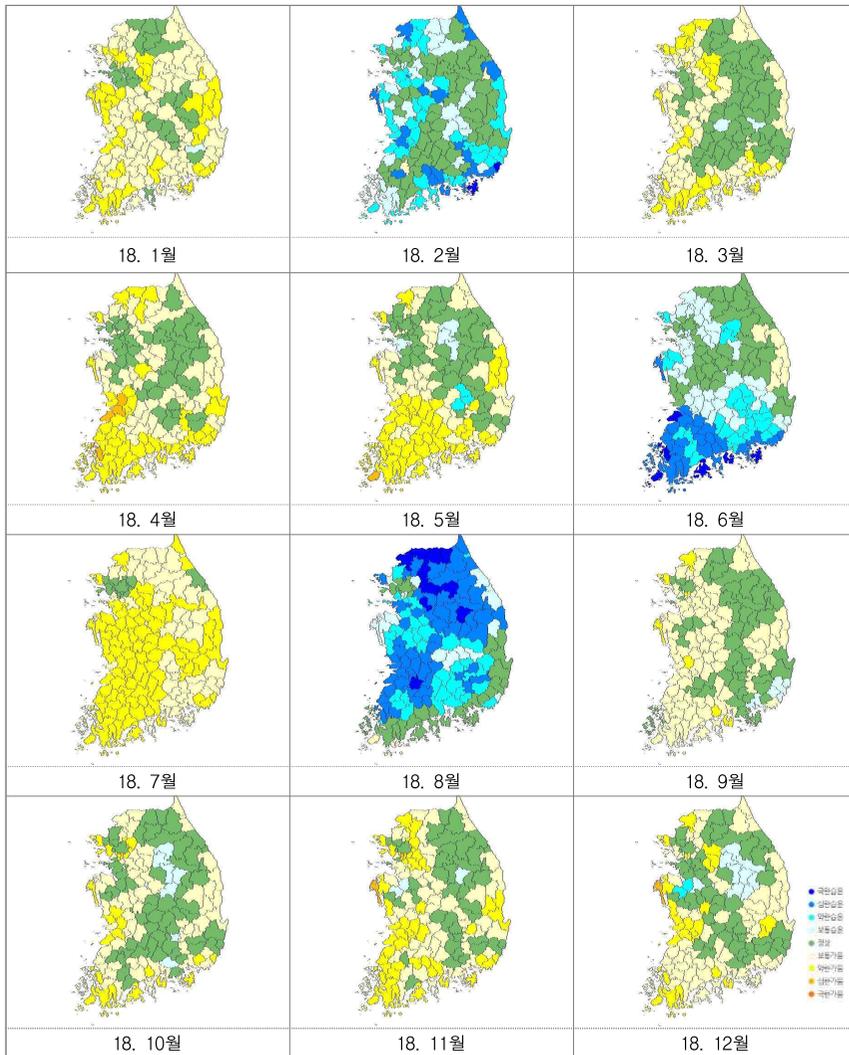


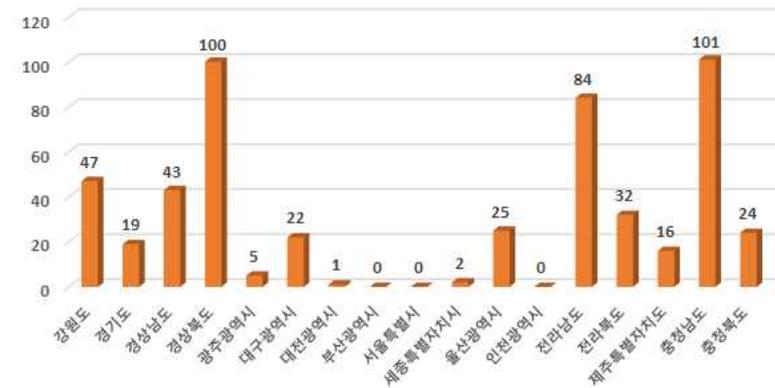
그림 3.9 MSWSI 지수에 의한 2018년도 가뭄현황

3.3 언론 빅데이터 분석

언론보도는 전국의 가뭄발생지역, 피해현황, 진행추이, 대응상황 등을 직관적으로 파악할 수 있는 척도로써, 가뭄 상황 분석·파악 및 대책 마련을 위한 의사결정에 활용할 수 있는 중요자료이다. 국가가뭄정보분석센터에서는 '17년도부터 현재까지 지속적으로 가뭄 관련 뉴스를 모니터링하고 있으며, 전국 가뭄 모니터링에 필요한 가뭄 발생 및 피해현황을 파악하기 위해 가뭄을 미리 대비하는 내용의 기사 및 오피니언은 제외하고 가뭄발생 및 피해, 대응 관련 위주의 기사를 관리·모니터링 중이다.

표 3.7 2018년 가뭄관련 언론보도 시도별 모니터링 결과

시도명	보도건수	비율(%)
강원도	47	9.0
경기도	19	3.6
경상남도	43	8.3
경상북도	100	19.2
광주광역시	5	1.0
대구광역시	22	4.2
대전광역시	1	0.2
부산광역시	-	-
서울특별시	-	-
세종특별자치시	2	0.4
울산광역시	25	4.8
인천광역시	-	-
전라남도	84	16.1
전라북도	32	6.1
제주특별자치도	16	3.1
충청남도	101	19.4
충청북도	24	4.6
합계	521	100.0



조사된 자료는 가뭄 관련성 여부 확인과 분류과정을 거쳐 167개 시군단위로 구분되어 도출되었다. 기사내용에 언급되어 있는 지역은 해당 지자체 담당자를 통해 가뭄 여부를 확인하였고, 보도가 여러 매체에서 동일하게 게시되는 경우 1건으로 처리하여 모니터링 결과가 중복되지 않도록 하였다. 또한, 기사에서 댐 등 수원의 물이 부족하다고 언급되었을 경우, 해당 수원에서 물을 공급하는 지역을 기록하였다.

대상 기간동안('18.1~12月) 언론 모니터링 결과 총 315건의 가뭄 관련 뉴스가 발생하였으며, 시·도 단위로는 521개의 지역이 언론에 보도되었다. 표 3.8과 같이 전체 언론보도 현황을 지역별로 구분한 결과 보령댐 등을 수원으로 하는 충청남도과 운문·밀양댐 등을 수원으로 하는 경상북도, 평림·주암댐 등을 수원으로 하는 전라남도 지역에 많은 가뭄관련 언론보도가 발생하였다.

표 3.8 2018년 가뭄관련 언론보도 월별 모니터링 결과

지역	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
강원	7	26						14					47
경기	2		6					11					19
경남	21	11	3			3		5					43
경북	33	34	14				1	17				1	100
광주	2							3					5
대구	11	7	3					1					22
대전								1					1
부산													0
서울													0
세종								2					2
울산	3	18	2					2					25
인천													0
전남	29	10	3	1				41					84
전북	6	7	4					15					32
제주							2	13	1				16
충남	33	18						50					101
충북		7						17					24
합계	147	138	35	18	0	3	3	192	1	0	0	1	521
(%)	28.2	26.5	6.7	3.5	0	0.6	0.6	36.9	0.2	0	0	0.2	100%

월별 언론 모니터링 결과를 살펴보면, 2017년부터 지속된 겨울가뭄으로 1월, 2월의 가뭄관련 보도가 전체의 절반 이상을 차지하였다. 보령·운문·밀양·평림·주암댐 등을 수원으로 하는 충남, 전남, 경북 지역의 언론이 집중되었으며, 약 한달여간 제한급수를 실시했던 속초시 또한 가뭄관련 언론이 집중되었음을 알 수 있다.

3월초 많은 양의 봄비가 발생하여 언론 발생 빈도가 크게 감소하였으나, 7월 초 이른 장마를 끝으로 8월말까지 강수가 발생하지 않아 충남, 전남, 제주 등에 많은 농작물 피해가 발생하였으며, 언론 또한 이 시기에 집중 되었다.

그림 3.10 2018년 주요 가뭄관련 뉴스



2018년의 주요 가뭄관련 뉴스로는

- 바닥 드러내는 밀양댐 저수율 27% '가뭄 비상'(18.1.11, 경남신문)
- 운문댐 저수율 역대 최저...대구시 식수 비상(18.1.23, 아시아투데이)
- 속초 가뭄 106일째... 20일부터 아파트 대상 격일 급수(18.2.18, 뉴스1)
- 폭염과 가뭄에 전국 농작물 비상... 저수율 30% 이하(18.8.3, 아시아경제)
- 충남 저수율 50% 붕괴 속타는 농심(18.8.17, 대전일보)

등이 있었다.

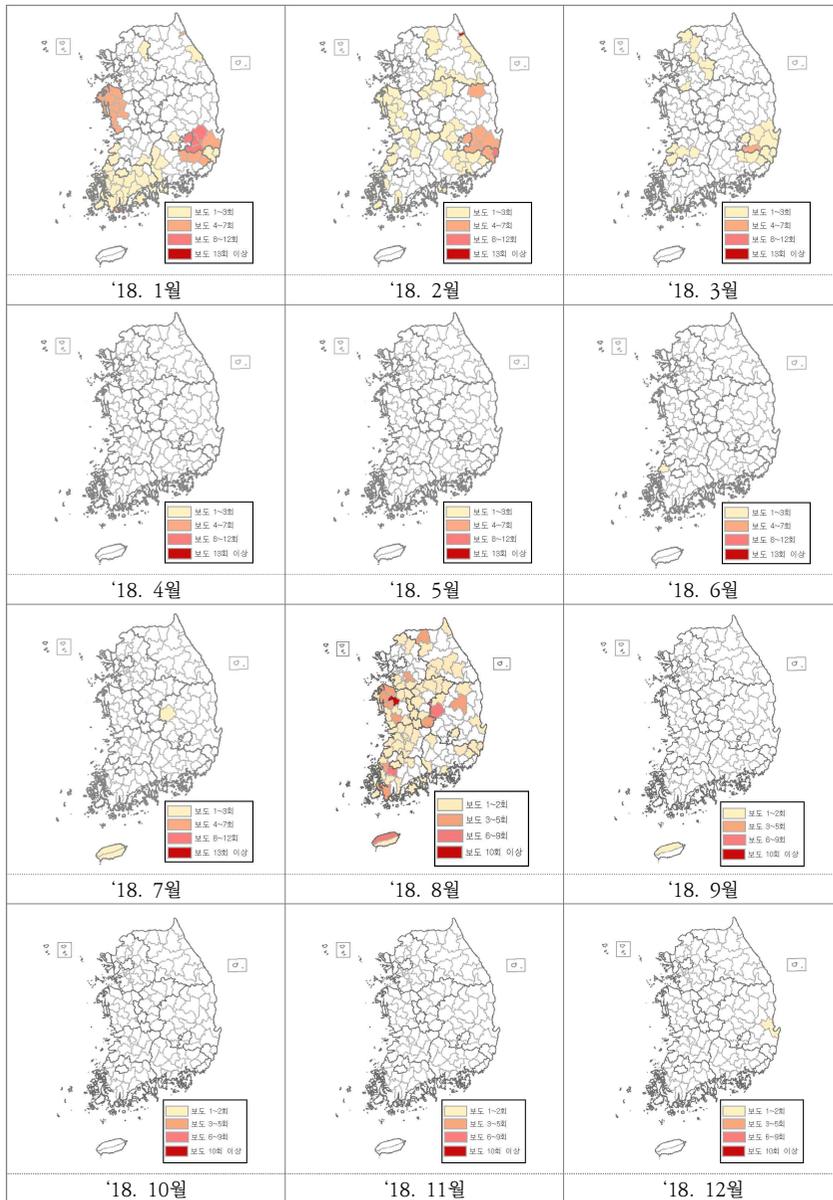
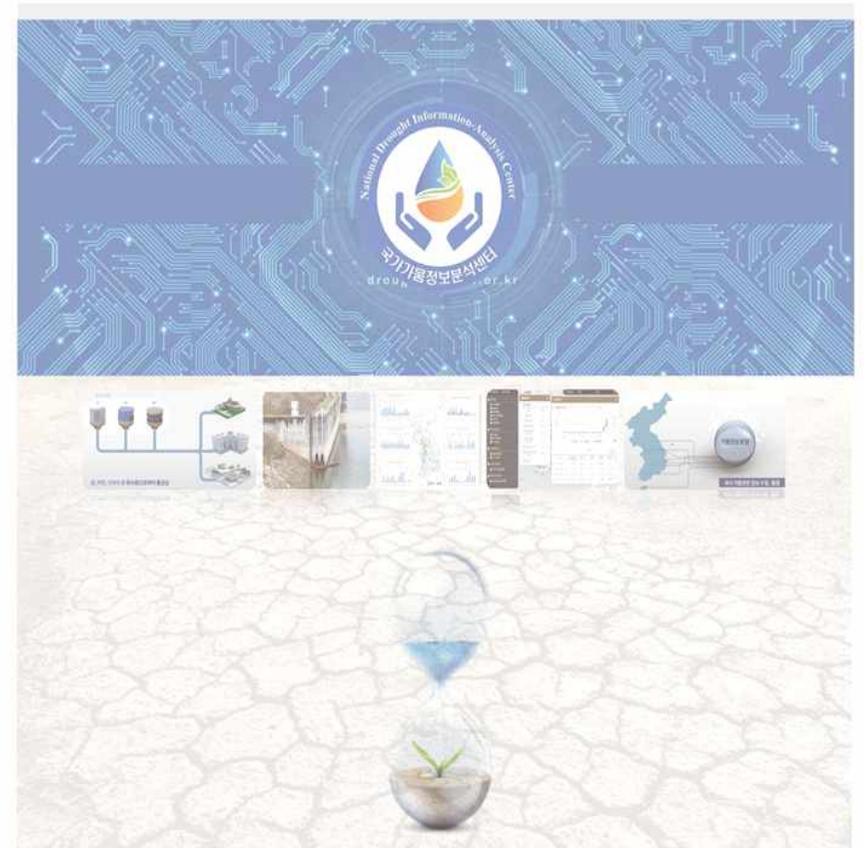


그림 3.11 2018년 월별 가뭄관련 언론보도 분포도

제4장 가뭄 예·경보



제4장 가뭄 예·경보

4.1 가뭄 예·경보 체계

가뭄 예·경보는 환경부, 농림축산식품부, 행정안전부 및 K-water 등 산하기관이 참여하며 기상가뭄, 생활 및 공업용수 가뭄, 농업가뭄의 총 3가지 가뭄에 대해 가뭄 현황 및 1, 3개월 전망을 주의, 심함, 매우심함의 3단계로 분석·발표한다.

가뭄 예·경보의 발령주체는 행정안전부 장관이며, 관계부처 공동명의로 발령된다. 또한 매월 1일 기준 전국 167개 시군을 대상으로 가뭄현황을 분석하고 이를 환경부 수자원정보센터의 물관리정보유통시스템(WINS)를 통해 유통하고, 관계부처 회의를 통해 분석결과를 검증·보완하여 매월 10일 그 결과를 배포한다.

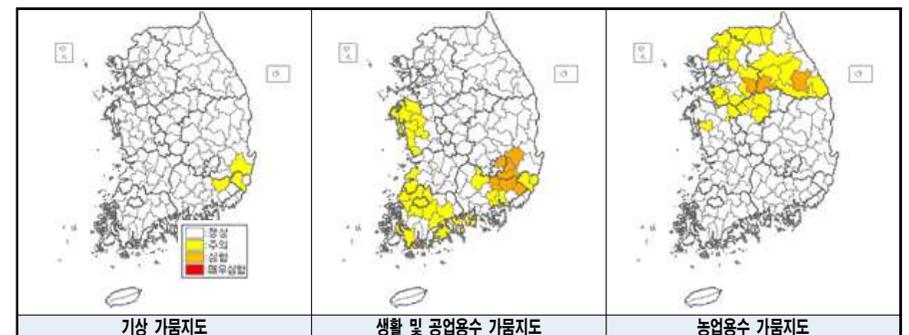


그림 4.1 가뭄 예·경보 발령현황('18.3월 보도자료 기준)

K-water 국가가뭄정보분석센터는 전국 생활 및 공업용수 가뭄에 대해 정보를 분석하는 역할을 한다. 생활 및 공업용수 가뭄은 실제 국민들이 피부로 느끼는 가뭄의 형태로 그 영향력 및 파급효과가 매우 크다고 할 수 있다. 생활 및 공업용수 가뭄정보 분석의 기본 컨셉은 그림 4.2와 같다.

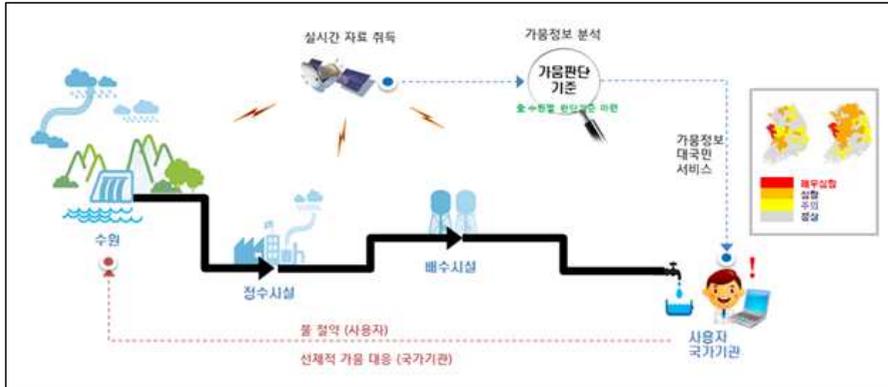


그림 4.2 가뭄정보분석 체계도

국가가뭄정보분석센터는 국민들이 체감하는 가뭄정보 제공을 위해 3,482개 읍면동 별 실제 물 공급원으로 사용되는 수원의 실시간 수문자료를 활용하여 가뭄을 판단하고 그 결과를 제공하고 있다. 따라서 국민들은 가뭄상황을 사전에 인지하고, 이에 대응할 수 있게되며, 정부 및 지자체에서도 가뭄 상황 및 전망 정보를 활용하여 선제적으로 가뭄대응 할 수 있어 그 효과가 매우 크다.

최근 행정안전부 주관의 관계부처 가뭄대응 TF에서 가뭄 예·경보의 단계 변경에 관한 논의가 진행되어, 기존 3단계(주의, 심함, 매우심함)에서 4단계(관심, 주의, 경계, 심각)로 변경하는 것으로 조정되었다. 이는 국가 위기경보 수준과 동일하게 운영함으로써 국민들에게 정보 제공시 혼란을 최소화하는데 의의가 있다.

<기존>		⇒	<단계 변경>	
단계	가뭄 예·경보		가뭄 예·경보	가뭄 예·경보
1	주의		관심(약한가뭄)	주의(보통가뭄)
2	심함		경계(심한가뭄)	심각(극심한 가뭄)
3	매우심함			
4	-			

변경된 가뭄 예·경보 단계에 대한 판단기준을 용수 목적별로 구분한 내용을 아래 표에 제시하였다.

구분	가뭄 예·경보 기준
관심 (약한 가뭄)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상가뭄 : 최근 6개월 누적강수량을 이용한 표준강수지수 -1.0이하(평년대비 약 65%)이하로 기상가뭄이 지속될 것으로 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음 <ul style="list-style-type: none"> * 표준강수지수 : 일제강수량과 과거 동일기간의 강수량을 비교하여 가뭄정도를 나타내는 지수 ○ 농업용수 : [논] 영농기 평년 저수율의 70% 이하인 경우 [밭] 영농기 토양 유효 수분율이 60% 이하 ○ 생활 및 공업용수 : 하천 및 수자원시설의 수위가 평년에 비해 낮아 정상적인 용수공급을 위해 생활 및 공업용수의 여유량을 관리하는 등 가뭄대비가 필요한 경우
주의 (보통 가뭄)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상가뭄 : 최근 6개월 누적강수량을 이용한 표준강수지수 -1.5이하(평년대비 약 55%)이하로 기상가뭄이 지속될 것으로 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음 ○ 농업용수 : [논] 영농기 평년 저수율의 60% 이하, 비영농기 저수율이 다가오는 영농기 모내기 용수공급에 물 부족이 예상되는 경우 [밭] 영농기 토양 유효 수분율이 45% 이하 ○ 생활 및 공업용수 : 하천 및 수자원시설의 수위가 낮아 하천의 하천유지유량이 부족하거나 댐·저수지에서 하천유지용수 공급 등의 제한이 필요한 경우
경계 (심한 가뭄)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상가뭄 : 최근 6개월 누적강수량을 이용한 표준강수지수 -2.0이하(평년대비 약 45%)이하로 기상가뭄이 지속될 것으로 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음 ○ 농업용수 : [논] 영농기 평년 저수율 50% 이하인 경우 [밭] 영농기 토양 유효 수분율 30% 이하 <ul style="list-style-type: none"> ※ 위와 같은 상황에서 가뭄피해가 발생하였거나 예상되는 경우 ○ 생활 및 공업용수 : 하천 및 수자원시설에서 생활 및 공업용수 부족이 일부 발생하였거나 발생이 우려되어 하천유지용수, 농업용수 공급의 제한이 필요한 경우
심각 (극심한 가뭄)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기상가뭄 : 최근 6개월 누적강수량이 이용한 표준강수지수 -2.0이하(평년대비 약 45%)이하가 20일 이상 기상가뭄이 지속되어 전국적인 가뭄 피해가 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음 ○ 농업용수 : [논] 영농기 평년 저수율 40% 이하인 경우 [밭] 영농기 토양 유효수분율 15% 이하 <ul style="list-style-type: none"> ※ 위와 같은 상황에서 대규모 가뭄피해가 발생하였거나 예상 되는 경우 관계부처 협의를 통해 결정 ○ 생활 및 공업용수 : 하천 및 수자원시설에서 생활 및 공업용수 부족이 확대되어 하천 및 댐·저수지 등에서 생활 및 공업용수 공급 제한이 발생하였거나 필요한 경우

표 4.1 가뭄 예·경보 판단기준

4.2 주간 가뭄 예·경보 현황

월간 가뭄 예·경보는 매월 1회 발표되므로, 다음 달 가뭄 예·경보를 수행할 때까지 가뭄 상황의 변화를 파악하기 어려운 단점이 있다. 주간 가뭄 예·경보는 이러한 월간 가뭄 예·경보의 단점을 보완할 수 있는 방안으로서, 2017년부터 주간 가뭄 예·경보를 위한 체계를 수립하여 매주 시행하고 있다. 기상청에서는 매주 수요일에 4주(목요일~다음 주 수요일이 한 주) 기상전망을 제공하며, 주간 가뭄 예·경보에서는 이를 활용하기 위해 동일한 주단위 체계로 가뭄전망을 수행한다. 매주 금요일 기준으로 가뭄현황을 파악하고, 향후 4주 전망 결과를 분석하여 K-water 내부와 환경부 및 지자체 담당자들에게 제공하고 있다. 주간 가뭄예·경보 발령 지역은 다음 그림과 같다. 월간 가뭄예·경보와 비교해 보면, 월간 예·경보에서 반영하지 못하는 가뭄 상황 변화를 주간 예·경보를 통해 확인할 수 있다. 주간 예·경보를 통해 가뭄이 심한 상황에서 물부족 발생 여부를 주단위로 파악하여 대응할 수 있는 장점이 있음을 알 수 있다.

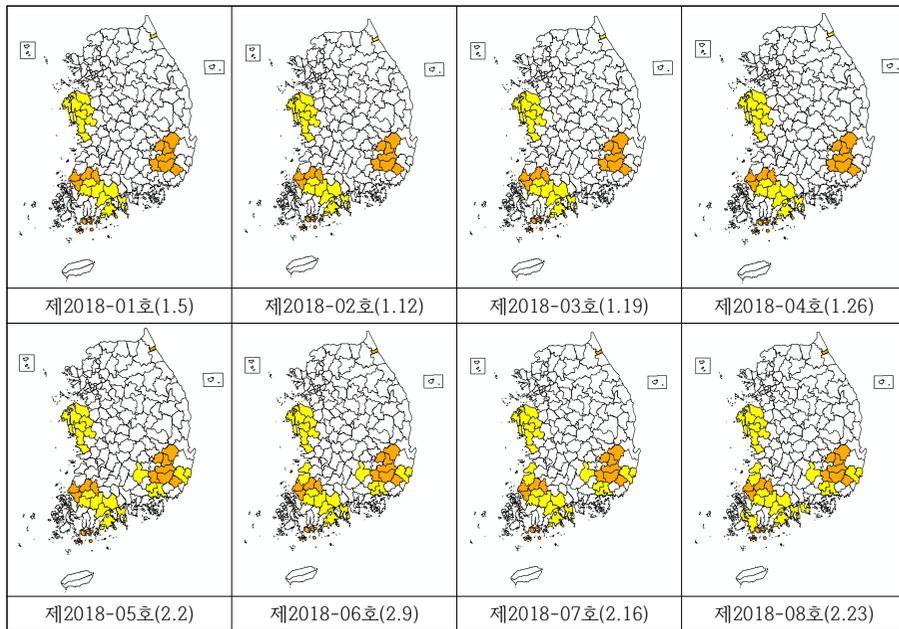


그림 4.3 2018년 주간 가뭄 예·경보 발령지역

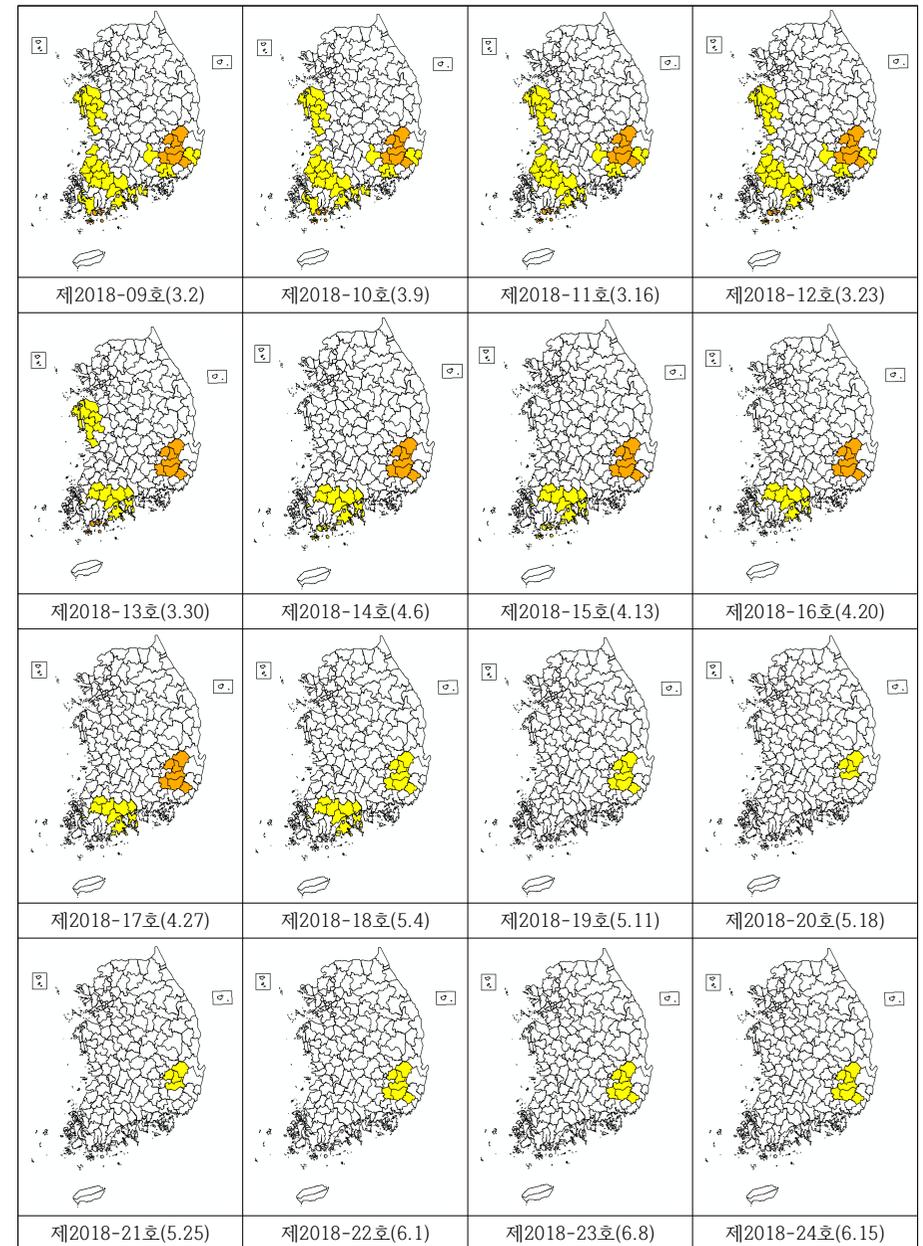


그림 4.3 2018년 주간 가뭄 예·경보 발령지역(계속)

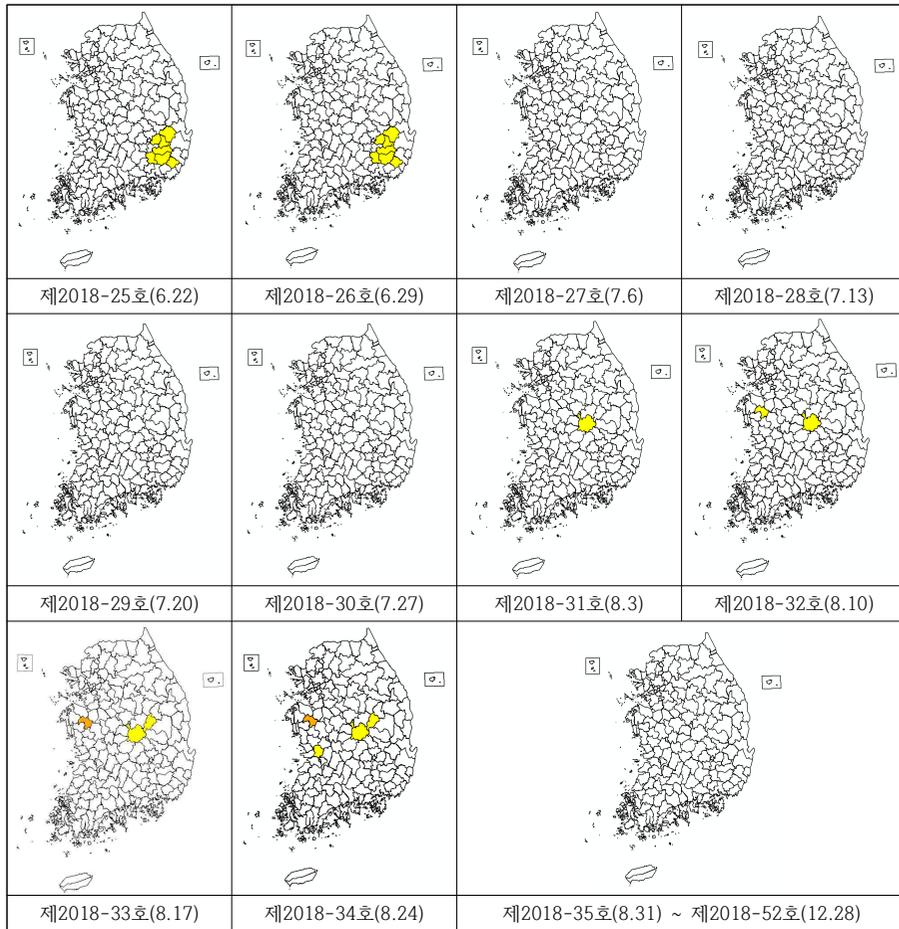


그림 4.3 2018년 주간 가뭄 예·경보 발령지역(계속)

4.3 월별 가뭄 예·경보 현황

매월 1일 기준으로 현재의 가뭄상황을 조사·분석하고 향후 1, 3개월을 전망분석한 결과를 행정안전부 및 부처별 홈페이지를 통해 국민들에게 제공하고 있다.

2018년도는 예년보다 많은 양의 봄 강우 및 제 7호 태풍 영향으로 7월부터 가뭄 상황이 호전되어, 7월부터 전국적인 가뭄 상황이 해소된 것으로 나타났다.

그림 4.4와 같이 1~4월까지 충남 및 경남·북, 전남지방 가뭄상황이 지속되었으며, 3월부터 발생한 봄강우 영향으로 가뭄상황이 점차 호전되어 5월부터 충남지역의 가뭄 상황이 호전되었으며, 이후, 단계적으로 전국의 가뭄상황이 개선되었으며 7월에는 태풍의 영향으로 경남·북 지역의 가뭄상황이 정상 단계로 호전된 것으로 나타났다.

표 4.2와 같이 '18년에는 151개 시군을 대상으로 가뭄 예·경보 발령이 되었으며, 주의 단계는 111개 시군, 심함 단계는 40개 시군으로 나타났다.

자세한 월별 가뭄 예·경보 발표 내용과 수문 및 가뭄현황, 대응현황은 부록에 작성하였다.

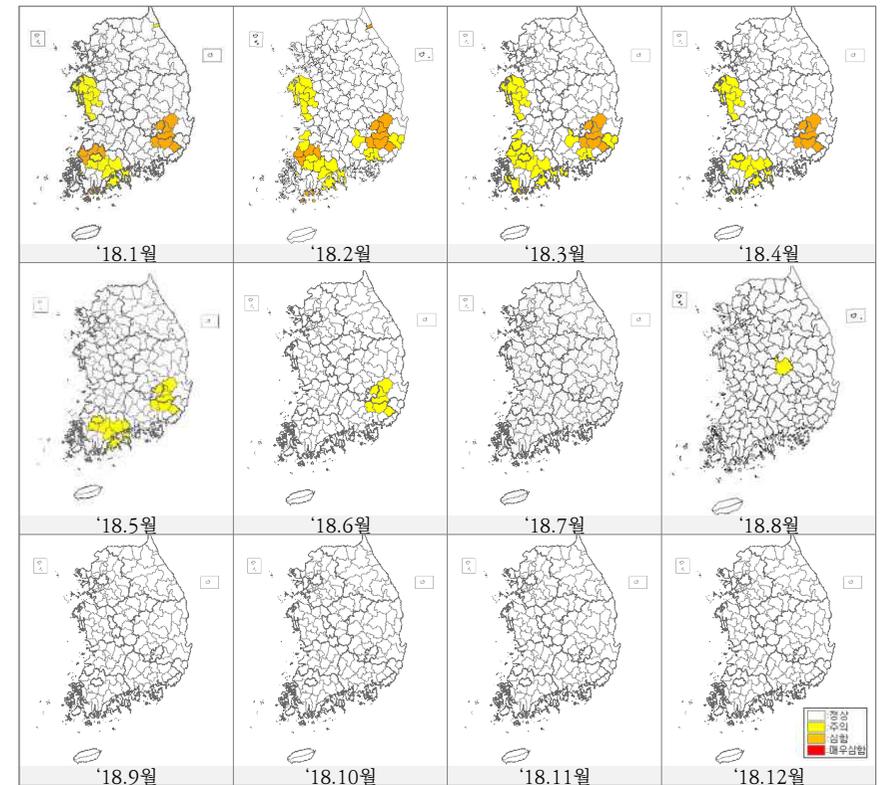


그림 4.4 2018년 국가 가뭄 예·경보 발령지역

표 4.2 2018년 가뭄 예·경보 대상 시군 현황

월	발령 시군 개소수	주의 단계 시군	심함 단계 시군	매우심함 단계
1월	29	[광역] 광주 [강원] 속초 [충남] 보령, 서산, 당진, 서천, 청양, 홍성, 예산, 태안 [전남] 목포, 여수, 순천, 나주, 고흥, 보성, 화순	[광역] 대구 [전남] 담양, 함평, 영광, 장성, 완도 [경북] 영천, 경산, 청도 [경남] 밀양, 양산, 창녕	-
2월	36	[광역] 광주, 울산, 울주 [충남] 보령, 서산, 당진, 서천, 청양, 홍성, 예산, 태안 [전북] 부안, 고창 [전남] 목포, 여수, 순천, 나주, 고흥, 보성, 화순 [경남] 합천, 창원, 함안	[광역] 대구 [전남] 담양, 함평, 장성, 영광, 완도 [경북] 영천, 경산, 청도 [경남] 밀양, 창녕, 양산 [강원] 속초	-
3월	37	[광역] 광주, 울산, 울주 [충남] 보령, 서산, 당진, 서천, 청양, 홍성, 예산, 태안 [전북] 고창, 부안 [전남] 목포, 여수, 순천, 나주, 고흥, 보성, 화순, 해남, 함평, 영광, 장성, 담양 [경남] 창원, 함안, 남해, 합천	[광역] 대구 [전남] 완도 [경북] 영천, 경산, 청도 [경남] 밀양, 양산, 창녕	-
4월	25	[광역] 광주 [충남] 보령, 서산, 당진, 서천, 청양, 홍성, 예산, 태안 [전남] 목포, 여수, 순천, 나주, 고흥, 보성, 화순, 완도, 광양	[광역] 대구 [경북] 영천, 경산, 청도 [경남] 밀양, 양산, 창녕	-
5월	16	[광역] 대구, 광주 [전남] 목포, 여수, 순천, 나주, 고흥, 보성, 화순, 광양 [경북] 영천, 경산, 청도 [경남] 밀양, 양산, 창녕	-	-
6월	7	[광역] 대구 [경북] 영천, 경산, 청도 [경남] 밀양, 양산, 창녕	-	-
7월	-	-	-	-
8월	1	[경북] 상주	-	-
9월	-	-	-	-
10월	-	-	-	-
11월	-	-	-	-
12월	-	-	-	-

4.4 가뭄 예·경보 신뢰도

금년도 수행한 가뭄 예·경보 전망의 정확도 분석을 위해 1월부터 매월 발표된 예·경보의 1·3개월 전망과 1·3개월 후 실제 발생한 가뭄현황(매월 1일 기준)과 비교하여 검토하였다. 총 167개 지역에 대해 가뭄단계가 일치하는 시군수와 일치하지 않는 시군수를 월별로 계산하여 가뭄전망의 정확도를 산정하였으며, 이를 위한 통계값으로 '부의맞힘'을 제외하고 계산하는 적중률을 활용하였다.

$$\text{적중률}(\%) = \frac{H}{H+M+F} \times 100 \quad * H : \text{맞힘}, F : \text{틀림}, M : \text{농침}$$

표 4.3 가뭄 전망 정확도 분석

구 분		1월			2월			3월			4월			5월		
		H	M	F	H	M	F	H	M	F	H	M	F	H	M	F
1개월 전 망	시군수	33	2	1	35	2	1	23	1	22	12	0	4	7	0	9
	정확도	91.7%			92.1%			50.0%			75.0%			43.8%		
3개월 전 망	시군수	23	1	22	8	1	37	0	0	50	0	0	21	0	1	9
	정확도	50.0%			17.4%			-			-			-		
구 분		6월			7월			8월			9월			10월		
		H	M	F	H	M	F	H	M	F	H	M	F	H	M	F
1개월 전 망	시군수	0	0	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	정확도	-			-			-			-			-		
3개월 전 망	시군수	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	정확도	-			-			-			-			-		
구 분		11월			계											
		H	M	F	H	M	F									
1개월 전 망	시군수	0	0	0	110	6	46									
	정확도	-			67.9%											
3개월 전 망	시군수				31	3	139									
	정확도	-			17.9%											

분석결과, '18년 기준 1개월 전망은 67.9%, 3개월 전망은 17.9% 정확도를 보이며, 1개월 단기전망이 3개월 전망보다 정확도가 높은 것으로 나타났다. 전국적으로 가뭄 전망(1개월)이 실적과 정확히 일치하는 경우는 8~12월 총 5회로 나타났다. 반면, 3개월 전망정보의 경우 대체로 정확도가 저조였으며, 이는 장기 기상 전망정보의 불확실성 등에 따른 영향으로 보인다. 월별 예·경보 전망 결과와 실제 매월 초 발생한 가뭄 상황을 비교하면 아래 그림과 같다.

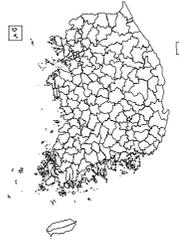
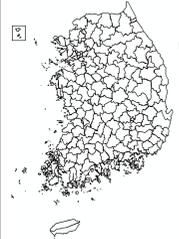
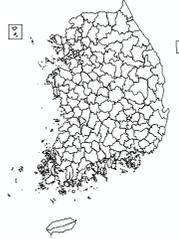
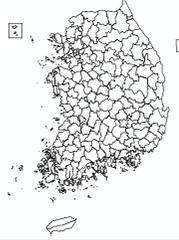
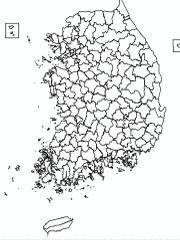
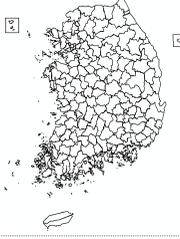
표 4.4 월별 가뭄 전망대비 실적 현황

구분	1개월 전망			3개월 전망		
	전망	실적 (매월1일)		전망	실적 (매월1일)	
1월						
	H 33	M 2	F 1	H 23	M 1	F 22
2월						
	H 35	M 2	F 1	H 8	M 1	F 37
3월						
	H 23	M 1	F 22	H 0	M 0	F 50
4월						
	H 12	M 0	F 4	H 0	M 0	F 21

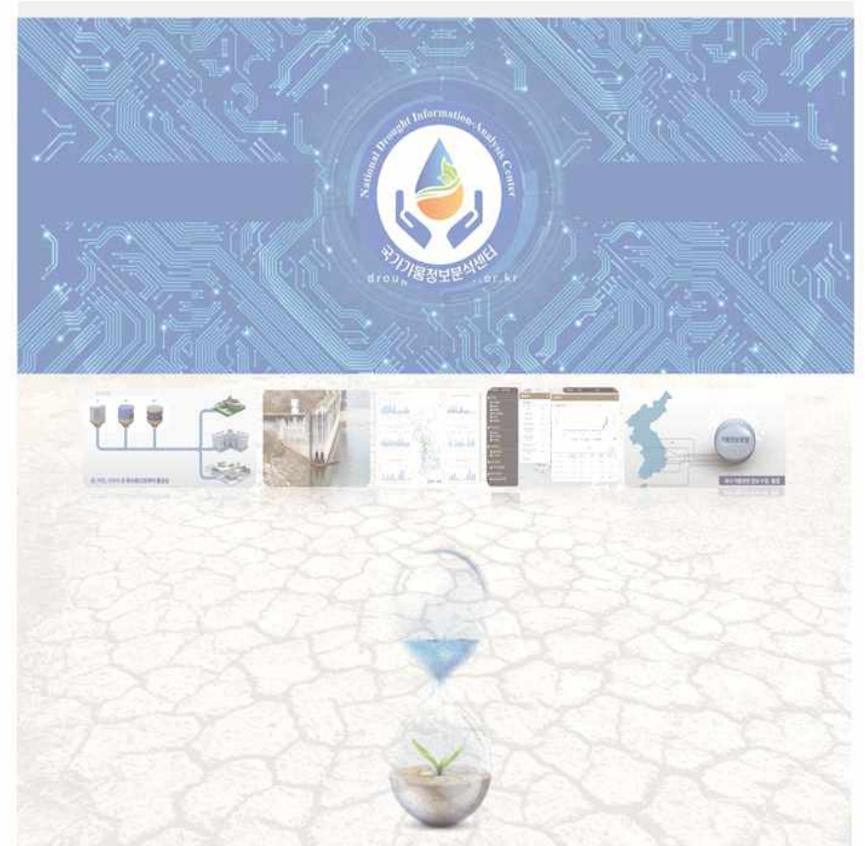
표 4.4 월별 가뭄 전망대비 실적 현황(계속)

구분	1개월 전망			3개월 전망		
	전망	실적 (매월1일)		전망	실적 (매월1일)	
5월						
	H 7	M 0	F 9	H 0	M 1	F 9
6월						
	H 0	M 0	F 9	H 0	M 0	F 0
7월						
	H 0	M 1	F 0	H 0	M 0	F 0
8월						
	H 0	M 0	F 0	H 0	M 0	F 0

표 4.4 월별 가뭄 전망대비 실적 현황(계속)

구분	1개월 전망			3개월 전망		
	전망	실적 (매월1일)		전망	실적 (매월1일)	
9월						
		H 0	M 0	F 0	H 0	M 0
10월						-
		H 0	M 0	F 0	H 0	M 0
11월						-
		H 0	M 0	F 0		
12월			-			-

제5장 기술고도화



제5장 기술 고도화

5.1 가뭄분석 기술 고도화 추진계획 수립

기후변화 등 영향으로 가뭄 빈도와 강도의 증가로 가뭄의 위험도는 증대되고 있다. 2009년 세계기상기구(WMO)에서는 기후변화로 인해 발생빈도 및 심각성이 더욱 증가할 것으로 예상하고 있다. '70년대 이후 우리나라는 5~7년 주기로 가뭄이 발생하고 있으며, 지역별 강우편차가 커져 국지적인 가뭄이 심해지는 추세이다. '94~'95년 222만명(전국), '08~'09년 28만명(강원 중심), '14~'15년 12만명(충남중심) 제한급수 등 가뭄으로 인한 피해가 지속적으로 발생하고 있다.

지속적으로 가뭄 피해를 겪으면서 가뭄을 사전에 인지하고 대비하기 위한 정보는 많이 생산되지 못하였다. 그동안 가뭄에 대한 연구는 가뭄지수 등 간접 모니터링에 국한되어 실제 가뭄을 체감하는데 한계가 있었다. 가뭄 예·경보제 운영('16.3) 이후 국민 및 관련부처·지자체가 선제적으로 대응하기 위한 신뢰성 높은 정보제공이 요구되었다.

이미 확보된 가뭄관련 기술은 가뭄판단 및 예측 중심으로, 가뭄에 의한 피해 계량화, 영향평가 및 최적 대응기술 분야는 부족한 상황이다. 그리고 위성, 인공지능, 빅데이터 등 첨단기술을 활용한 가뭄분석 기술력의 확보가 필요하다. 2016년 3월부터 12월까지 가뭄 예·경보 시범 운영기간동안 자체 평가한 가뭄 전망정확도는 약 43% 수준이었다. 이러한 상황에서 가뭄전망 정확도 향상을 위해서는 단기적으로는 실제 운영실적(취수량, 양수량, 하수처리량 등)을 고려한 가뭄정보 예측기술의 고도화가 필요하며, 장기적으로는 가뭄피해정량화 및 영향평가, 최적대응 기술 등이 필요하다.

2015년 국토진흥원에 따르면 국내 수재해 분야 기술수준은 최고기술국(미국)대비 약 76% 수준이다. 후술하는 가뭄관련 중장기 기술개발로 수재해 기술수준을 높일 수 있을 것이다.

신뢰도 높은 가뭄예측을 위해 '기상전망 → 수문전망 → 가뭄전망' 단계별 분석기술 개발 및 고도화가 추진되어야 한다. 국내 수문전망기술은 물관련기관별로 필요에 따라 개발되어져 왔고, 수문선진국에 비하면 낮은 수준이다. 국외에서는 자체 기상예측 모델, 기상예측자료와 연계한 유량예측 모델, 원격상관 연계 확률적(ESP) 유량예측 모형, 인공지능사용 유량예측 모형 등을 개발하여 실무에 적용하고 있다. 향후 기상 예측자료와 연계성 고도화하고 인공지능 활용 등을 통해 유역수문 전망 신뢰도를 향상시켜야 한다.

국외의 가뭄전망 기술은 DB 및 GIS와 연동되는 RiverWare(미국), RIBASIM(네덜란드), MIKE BASIN(덴마크) 등 모형을 수자원의 체계적 분석 및 시설물 운영에 적용하여 운영 중에 있다. 한편 국내에서는 WEAP, MODSIM 등의 모형을 사용하여 중권역단위

수자원계획에 주로 사용되며, 유역 수자원분석이나 수자원시설의 운영에는 사용되지 않고 있다. 그러므로 유량예측 정보와 수자원시설을 연계한 유역 모델링으로 통합물정보 기반의 물부족을 예측하고 평가할 수 있는 기술을 개발하여야 할 것이다.

가뭄평가 기술과 관련하여 미국, 일본 등에서는 가뭄의 경제적 영향 평가를 마련하여 활용 중이다. 한편 국내에서는 분야별(기상·농업·수문) 지표를 이용한 가뭄평가가 수행되고 있으며, 경제적 영향평가는 방법론에 대한 시범 연구 수준이다. 향후 복구에서 예방중심의 가뭄관리 패러다임 전환을 위한 정책수립 지원을 위해 가뭄에 따른 정량적 가뭄피해 영향평가 체계 구축이 필요하다.

미국은 CRSS, CALVIN, 네덜란드는 RIBASIM 모형과 가뭄/기후변화 시나리오를 결합하여 비구조적으로 가뭄피해를 최소화할 수 있는 기술을 개발하여 가뭄대응에 활용하고 있다. 하지만 우리나라는 이와 같은 기술이 부족한 상황이다. 향후 장단기 및 극한 가뭄 발생 영향을 최소화하기 위한 가뭄시나리오 기반의 최적 가뭄관리 대응·대책 기술의 확보가 필요하다.

또한 신뢰성 높은 가뭄 기초정보를 조사·통합하여 가뭄 감시·전망, 가뭄평가, 가뭄대응 기술개발을 위한 기반이 확보되어야 한다. 개발된 요소기술을 연계하는 융합 시스템의 구축이 필요하다.

① 가뭄정보 통합구축 ①-1 가뭄 기초자료 조사 ①-2 기초조사 자료 정보화·관리 ①-3 가뭄사례 정보화	② 가뭄 모니터링 및 예측기술 ②-1 기상전망 최적 연계기술 개발 ②-2 가뭄 모니터링·분석 기술 개발 ②-3 가뭄 전망 기술 개발 ②-4 물부족 예측 기술 개발 ②-5 수질·수생태 정보 분석 기술 개발	
③ 가뭄시스템 구축 ③-1 가뭄시스템 고도화 방안 ③-2 통합 플랫폼/포털 고도화 ③-3 위치 기반 가뭄시스템 구축	④ 가뭄평가 및 위험도분석 기술 ④-1 빅데이터 활용 가뭄평가 ④-2 가뭄 위험도 분석 ④-3 가뭄피해 추정기술	⑤ 가뭄대응 기술 ⑤-1 단기 가뭄대응 기술 ⑤-2 장기·극한가뭄대응 기술 ⑤-3 지능형 가뭄대응 기술

그림 5.1 가뭄정보 분석기술 고도화를 위한 세부기술

가뭄정보 분석기술 고도화를 위한 중장기 연구개발은 인공위성, 인공지능 등 첨단 기술 활용하여 그림 5.1과 같이 5개 분야별 가뭄기술을 개발·고도화하고, 세부기술간 연계·통합하여 추진될 것이다. 그림 5.2는 가뭄정보 분석기술 고도화를 위해 수립한 로드맵이다.

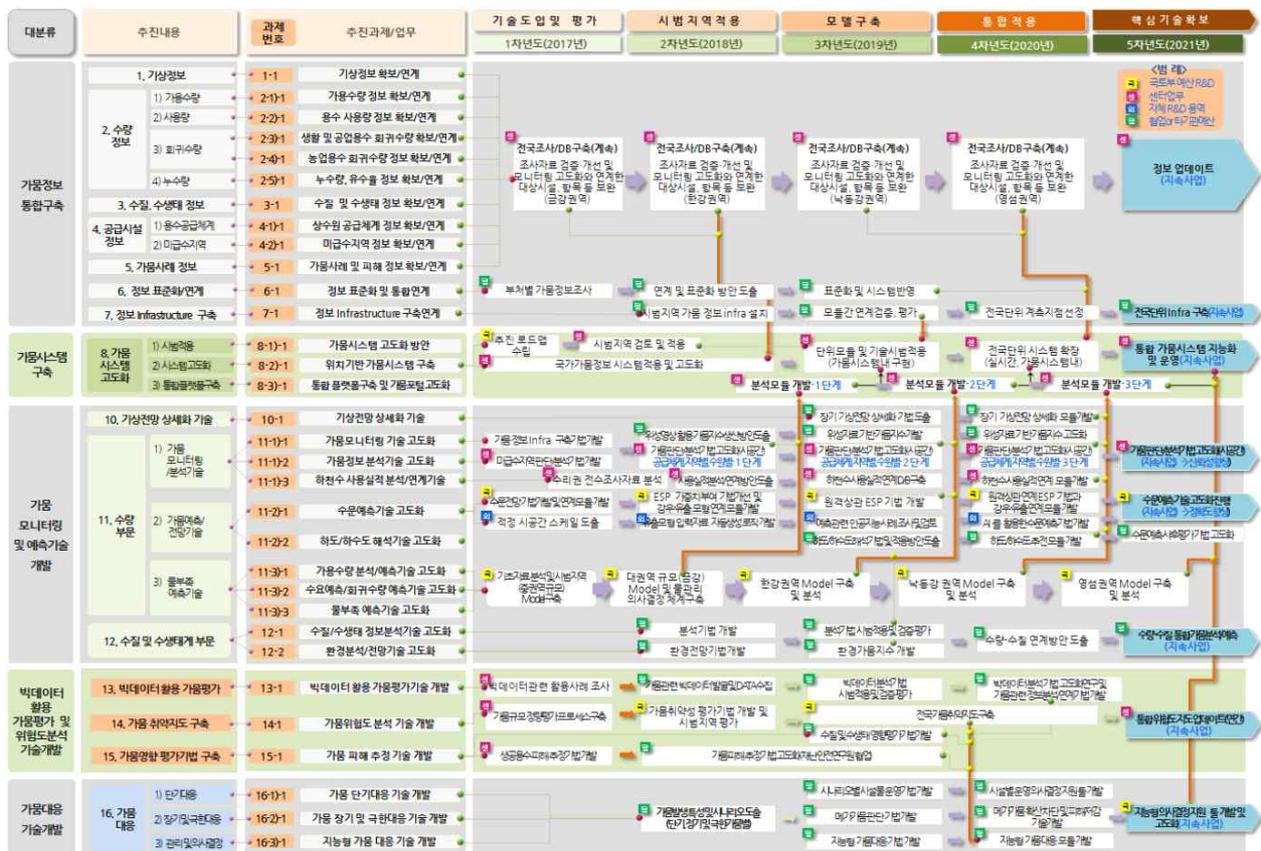


그림 5.2 가뭄정보 분석기술 고도화를 위한 로드맵

5.2 가뭄 모니터링 및 예측 기술 고도화(2차년도)

생공용수 분야의 국가가뭄예·경보는 전국 수원의 실시간 자료 및 판단기준을 활용하여 가뭄을 평가하며, 가뭄 모니터링과 전망으로 구성된다. 따라서 가뭄예·경보의 신뢰도 제고를 위해서는 가뭄 모니터링 및 전망 정확도를 향상시킬 필요가 있다. 현재 가뭄 모니터링 및 전망을 위해 일평균취수량·하수처리방류량 등을 활용중에 있으나 더 정확한 분석을 위해서는 시기별 실제 취수량·하수처리량을 반영한 가뭄 분석이 필요하다. 이러한 필요에 따라 본 과제에서는 실적자료 기반 물수급 체계 구축하고, 기상전망과 가뭄전망 연계 기술을 활용하여 가뭄전망 정확도를 높이고자 한다.

가뭄 모니터링 및 예측 기술 고도화 과제는 연차별로 금강, 낙동강, 한강, 영산·섬진강 유역에 대한 물수급 분석 모형을 구축하고, 가뭄예측 기술을 고도화 하는 두 가지 내용으로 구분된다. 연차별로 과업을 진행하면서 개발되는 기술은 가뭄예·경보를 위한 기반기술로 사용될 예정이다. 2017년에는 시범유역(금강)에 대한 물수급체계를 구축하고, Bayesian ESP 기반의 수문전망 기법을 고도화하는 모듈을 개발하였다. 2018년에는 낙동강 유역에 대한 물수급체계를 구축하고, 2017년에 개발된 Bayesian ESP 기법을 개선하여 수문전망 정확도를 제고하였다.

5.2.1 낙동강 유역 물수급 분석 체계 구축

낙동강 유역 물수급체계 구축을 위해 물수급 시설 현황을 분석하고 관련 자료를 구축하였다. 구체적으로 유역 내 기상 및 수위 관측소, 광역·지방 상수도 취수장, 공업용수 취수장, 농업용 수리시설, 하수처리장, 하천수 허가 위치 및 실적자료를 수집하여 DB로 구축하고, 물수급 분석 체계 구축을 위한 기반을 마련하였다(그림 5.3, 5.4). 모니터링 지점을 출구점으로 하는 유역을 DEM으로부터 자동 추출할 수 있는 기법을 적용하여 물수급 시설 변동 시 쉽게 수정할 수 있도록 하였다(그림 5.5). 농업용수 취수량은 기설 수혜는 수원공 정보와 농어촌공사 일단위 저수율 정보를 활용하여 추정하였고, 회귀수량은 논배수 모형을 적용하여 계산하였다(그림 5.6).

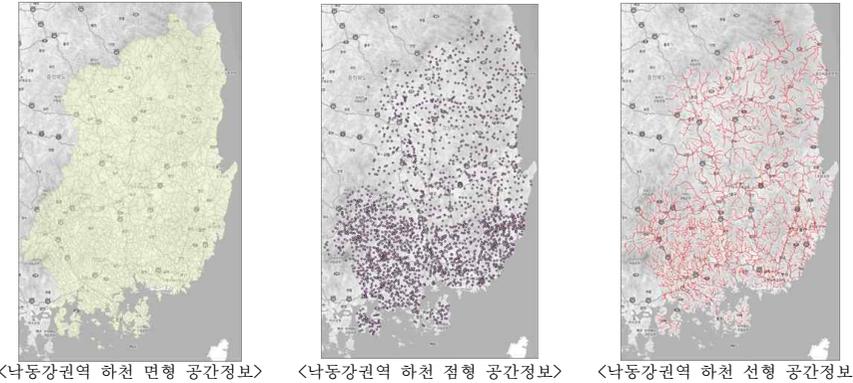
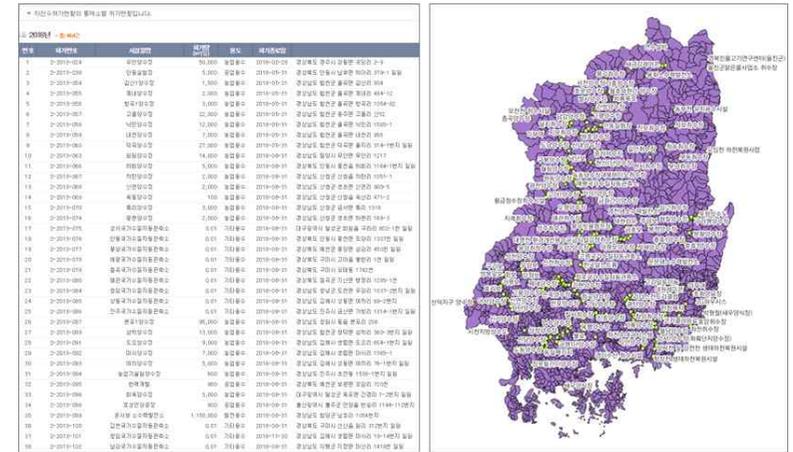
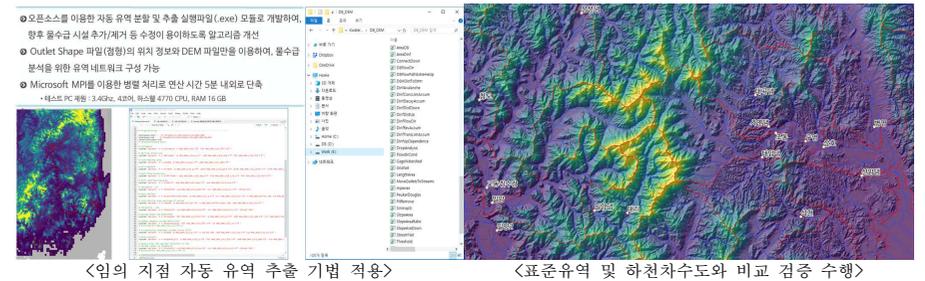


그림 5.3 물수급체계구축을 위한 GIS 자료 수집·정리



〈낙동강유역 하천수허가현황 자료 수집 : 464건, 출처 : 한강홍수통제소〉

그림 5.4 하천수 허가현황 자료 및 위치 정보



〈임의 지점 자동 유역 추출 기법 적용〉

〈표준유역 및 하천차수도와 비교 검증 수행〉

그림 5.5 임의 지점 자동 유역 추출

5.2.2 확률기반 수문전망 기법 고도화



그림 5.6 농업용수 취수·회귀를 고려하기 위한 정보 수집 및 방법론

구축된 하천 네트워크에서 자연유량은 표준유역단위 토양수분 저류구조 TANK 모형 유출도의 결과를 소유역내 유역크기를 가중치로 이용하여 분배하였다. 이는 하천의 입력 자료로 이용된다. 이렇게 수집된 자료를 바탕으로 낙동강 유역의 물수급을 산정하기 위해 그림 5.7과 같이 오픈소스인 R 기반 물수급 분석 모형을 개발하였다.

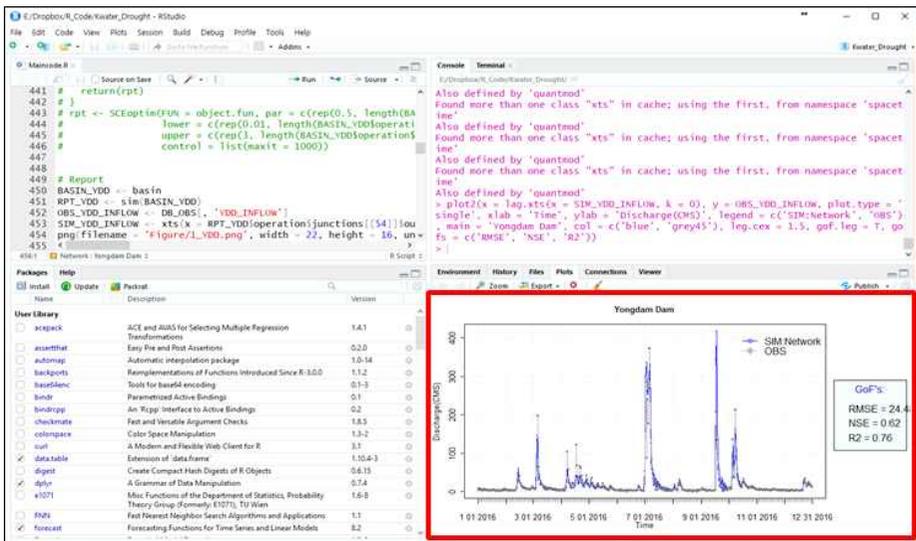


그림 5.7 오픈소스기반 금강유역 물수급 산정 모형 개발

2차년도에는 1차년도 과업을 통해 개발된 베이지안 ESP모형의 우도함수를 수정하였다. ESP 전망 결과와 관측유량의 편이를 보정하기 위한 우도함수 추정에 있어서 ESP 전망기법의 불확실성을 두 가지 요인으로 분해하여 반영하는 기법으로 개선하였다. 첫 번째는 왜도(skewness)가 있는 유량자료를 Box-Cox 변환을 통해서 분포의 왜도를 제거한 후 베이지안 ESP를 적용하였다. 변환된 자료의 정규성(normality) 테스트 결과 모든 유역의 전 기간에 대하여 변환된 자료의 정규성이 확인되었다. 두 번째는 기상청의 강수량 확률예보를 반영하여 사전전망을 업데이트 하는 것이다. 베이즈 이론을 통해 정규확률분포로 가정된 사전정보 분포함수의 평균과 분산이 업데이트 되었다.

개선된 베이지안 ESP 기법을 통해 전국 35개 댐유역의 수문전망에 대한 전망오차 및 구간전망 정확도를 평가한 결과 1차년도의 방법보다 정확도 향상이 가능함을 확인하였다. 3개월 선행유량 전망에 대한 전망오차 및 구간전망 정확도 산정결과는 표 5.1과 같다.

표 5.1 베이지안 ESP 기법에 의한 댐유입량 전망 정확도 평가 결과

특성	ESP	베이지안 ESP	베이지안 ESP with 강수량 확률예보
	ESP 유량 이상률 평균으로 전망	베이지안 ESP	강수량 확률예보를 활용하여 사전분포 업데이트
평균제곱근오차 (RMSE)	1.15	1.17	1.10
구간전망 확률 (POD)	35.1%	35.8%	37.2%
구간전망 확률 (평년보다 낮음)	11.3%	15.2%	16.6%

1차년도에 적용했던 방법의 개선과 기상청에서 공식적으로 제공하는 확률기상예보 자료를 활용하여 수문전망이 가능하도록 베이지안 ESP와 강우-유출 모형과의 연계 모듈을 개선하였다. 연계 모듈의 전반적인 흐름도는 그림 5.8와 같다.

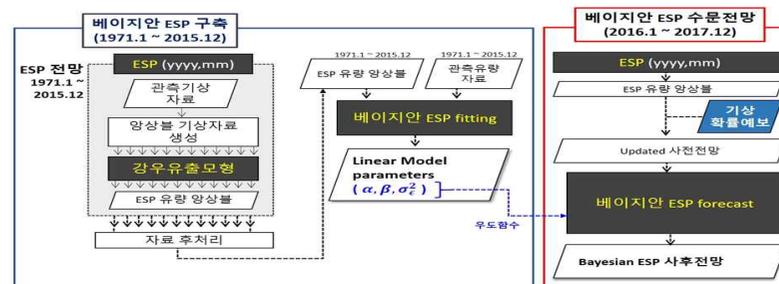


그림 5.8 개선된 베이지안 ESP와 강우-유출 모형과의 연계 모듈 흐름도

5.3 장기 기상전망 자료의 적정 시공간 스케일 도출에 대한 연구 (2차년도)

국가가물정보분석센터에서는 1개월에 한 번씩 3개월 가뭄전망정보를 생산하고 있다. 1개월 간격 가뭄전망은 전망측면에서는 적절한 방법이나, 대응측면에서는 전망일이 될 때까지 미래 가뭄발생여부를 파악할 수 없기 때문에 의사결정에 문제가 발생할 수 있다. 따라서 가뭄전망의 적정 시간 스케일 결정에 대한 연구가 필요하다.

장기 기상전망 자료는 기후예측모델을 통해 생산되는 자료이며, 기후예측모델은 대기, 해양, 해빙, 지표 등을 고려한 전지구 스케일의 모델이다. 따라서 장기 기상전망 자료의 공간스케일은 지역단위, 유역단위에 적용하기에는 부적합하며, 가뭄전망에서 장기 기상전망 자료를 활용하기 위해서는 적정 공간 스케일에 대한 연구가 필요하다.

1차년도 연구에서는 주단위로 가뭄전망을 수행하는 것이 적절함을 밝힌 바 있다. 공간적으로는 장기 기상전망 자료의 원격자를 그대로 활용해도 무방함을 보인 바 있지만, 적용한 상세화 기법인 BI (Bilinear Interpolation) 기법이 강수의 공간적인 분포를 고려하지 못하는 한계가 있어 2차년도에는 이러한 한계를 극복할 수 있는 상세화 기법들을 적용하여 강수 및 수문 전망 정확도를 제고하고자 하였다.

5.3.1 적정 상세화 기법 조사·분석 및 적정 기법 선정

장기 기상전망 자료는 전 지구적 스케일의 기후모의 결과로 강우-유출 해석과 같은 지역적인 활용에는 한계가 있다. 따라서 장기 기상전망 자료를 활용한 강우-유출 모형 적용을 위해서는 공간스케일에 대한 상세화를 수행해야 할 필요가 있다. 특히, 우리나라는 국토의 대부분이 산악지형으로 구성되어 있어 지역별 강수 및 기온의 특성이 상이하고 지형의 영향을 직접적으로 받기 때문에 공간상세화 적용에 대한 어려움이 있다.

통계적 상세화 기법은 모델 결과와 관측 결과 간의 상관성을 활용하는 방법으로, 대표적인 기법으로는 BCSD (Bias Correction and Spatial Disaggregation) 방법과 LTLR (Local Topographic Lapse Rates)이 있다. BCSD 방법은 전지구 기후모형에서 생산되는 자료를 강우-유출 모형에 적용할 수 있도록 시공간적으로 상세화하기 위해 개발된 방법으로 기후변화 연구 분야에 다양한 연구사례가 있다. LTLR은 유역의 지형적 특성을 고려한 공간상세화 기법으로 산악지역에서 강수의 주요 변화요인인 고도를 활용하여 공간상세화를 수행하는 기법이다. LTLR은 관측기상 자료와 PRISM (Parameter-elevation Regressions an Independent Slopes Models) 자료를 활용하여 고도에 따른 강수의 체감률(lapse rate)를 산정하고 이를 기후 모델 결과에 반영하여 상세화를

수행하는 방법으로 산악지형 강수의 공간적인 패턴을 반영하는데 효과적이다. 국내에서는 김맹기 등 (2012)에 의해 국내 실정에 맞게 1km 해상도 일 단위 강수 및 기온을 추정 한 자료인 MK-PRISM이 구축되어 있으며, 기상청의 지역별 상세관측 자료와 고해상도의 DEM, 해양도 등의 GIS 자료 등이 활용된다.

BCSD는 그림 5.9와 같이 기상변수의 관측값과 모의값 간에 계통적 오차(systematic bias)를 보정하기 위해 사용하는 기법으로, 관측값과 모의값의 누가확률분포를 이용하여 모의 값의 확률분포를 관측값의 확률분포에 사상시키는 방법이다. BCSD 방법은 관측 자료를 전지구 기후모형의 격자와 동일하게 분포시킨 후 모형 결과에 대한 경험적 누가 밀도함수 기반 Quantile Mapping (QM)을 통해 모형결과를 편이보정하고 관측지점으로 분포시켜 공간상세화를 수행한다.

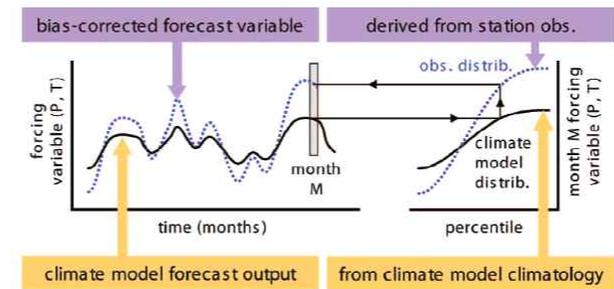


그림 5.9 Quantile mapping 개념도

BCSD를 위한 적정 확률분포형 선정을 위해 장기 기상전망 자료의 과거 기간 재생산 자료와 지점관측 강수량 기반의 MAP(Mean Annual Precipitation, 면적평균강수량)에 대한 확률분포의 적합성 평가를 수행하였다. 대상 확률분포는 Gumbel, Gamma, Exponential, Normal, Logistic이며, 적합도 검정은 χ^2 -검정, Kolmogorv-Smirnov 검정을 활용하였다. Gumbel 분포의 경우 관측 자료와 GloSea5 과거재현자료 모두 전 기간에 대해 적합하였으며, 다른 분포는 적합도 검정결과가 신뢰도 95%에 대하여 부적합하여 Gumbel 분포를 선정하였다. 그림 5.10은 충주댐 유역에 대해 1~3개월 기상전망자료에 BCSD를 적용한 결과로 기상청에서 제공하는 정량적 전망은 관측값을 과소모의하는 반면, BCSD를 통해 상세화한 전망결과는 전반적으로 값이 커져 관측에 가깝게 모의함을 확인할 수 있다. 기상전망결과와 관측 강수자료 간의 상관계수(Correlation Coefficient, CC)를 계산하였으며, 1개월 전망의 경우 1차년도에 적용한 상세화 기법인 BI가 0.73인 반면, BCSD는 0.82로 나타나 정확도가 12% 가량 향상되었다.

표 5.2 강우-유출 모델별 주요 입출력 자료

강우-유출모델	모의시간단위	공간적 형태	입력자료	출력자료
ABCD	월 단위	집중형(lumped)	강수량, 기온, 잠재증발산량	지표유출량, 기저유출량, 잠재증발산량, 실제증발산량, 토양수분량
TANK	일 단위	집중형(lumped)	강수량, 기온, 잠재증발산량	
K-DRUM	일 단위	분포형(distributed)	강수량, 기온, 잠재증발산량	
PRMS	일 단위	준분포형 (semi-distributed)	강수량, 기온	

(a) GloSea5 1개월 전망

(d) BCSD 1개월 전망

(b) GloSea5 2개월 전망

(e) BCSD 2개월 전망

(c) GloSea5 3개월 전망

(f) BCSD 3개월 전망

그림 5.10 GloSea5 통계적 상세화 기법 결과

5.3.2 장기기상전망 자료기반 강우-유출모형 입력자료 생성 프로그램 개발

본 연구에서는 비교적 월 단위 강우-유출 모의에 활용성이 높다고 평가되는 ABCD, 정책수립 및 실무에서 다양하게 활용된 바 있는 일 단위 유출모델 TANK, K-water 자체 개발 일 단위 분포형 모델인 K-DRUM (K-water Distributed flood Runoff Model), 장기 유출해석에 활용성이 높다고 알려진 PRMS (Precipitation Runoff Model System)를 대상 강우-유출 모형으로 선정하였다. ABCD, TANK, K-DRUM, PRMS의 입출력자료는 표 5.2와 같으며, 모델별 주요 입력자료는 면적평균 강수, 기온, 잠재증발산으로 구성되어 있다. 잠재증발산량 산정을 위해 ABCD, TANK, K-DRUM은 Hargreaves 식을 활용하였으며, PRMS는 모델 내 내장되어 있는 방법인 Hamon 방법을 적용했고, 면적평균값 산정방법으로는 Thiessen 가중법을 활용하였다.

충주댐 유역에 대한 TANK 모델 댐 유입량 모의 결과 GS5_SIM은 여름철에 비교적 정확도가 떨어지는 것으로 나타났으며, 여름철을 제외한 기간에 과대모의하는 경향을 보였다. MAP_SIM과 OBS 간의 거동은 매우 유사하였기 때문에 이러한 오차는 장기 기상전망 자료로 인해 발생하는 오차로 판단된다. QM_SIM은 GS5_SIM을 보정하여 여름철에는 댐 유입량을 많도록 보정하였으며, 이외의 기간에는 댐 유입량이 보다 작아 지도록 보정하여 OBS와의 오차를 감소시켰다. QDM_SIM은 QM_SIM과 전반적으로 유사한 거동을 나타내었다. 다만 2015년 여름철의 경우 극심한 가뭄 기간이기 때문에 QM, QDM의 보정으로 인해 전망값의 오차가 증가하는 것으로 나타났다.

CHUNGJU 1mon prediction

a) 충주댐 유역-BI

CHUNGJU 1mon prediction

b) 충주댐 유역-QM

CHUNGJU 1mon prediction

c) 충주댐 유역-QDM

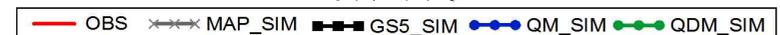


그림 5.11 미래전망기간 TANK 모델 충주댐 유입량 전망 결과

충주댐 유역에 대한 ABCD 모델 댐 유입량 모의 결과는 TANK 모델 적용 결과와 유사한 양상을 나타내었다. GS5_SIM은 여름철에 비교적 정확도가 떨어지는 것으로 나타났으며, 여름철을 제외한 기간에 과대모의하는 경향을 보였다. MAP_SIM이 OBS에 비해 과대모의하는 경향을 보였기 때문에 GS_SIM의 과대모의하는 경향은 장기 기상 전망 자료와 강우-유출 모델로부터 오는 오차로 판단된다. QM_SIM과 QDM_SIM은 여름철에 댐 유입량이 보다 커지도록 보정하였으며, 가뭄기간에 속하는 2015년에는 보정으로 인해 오차가 증가하는 양상을 보였다.

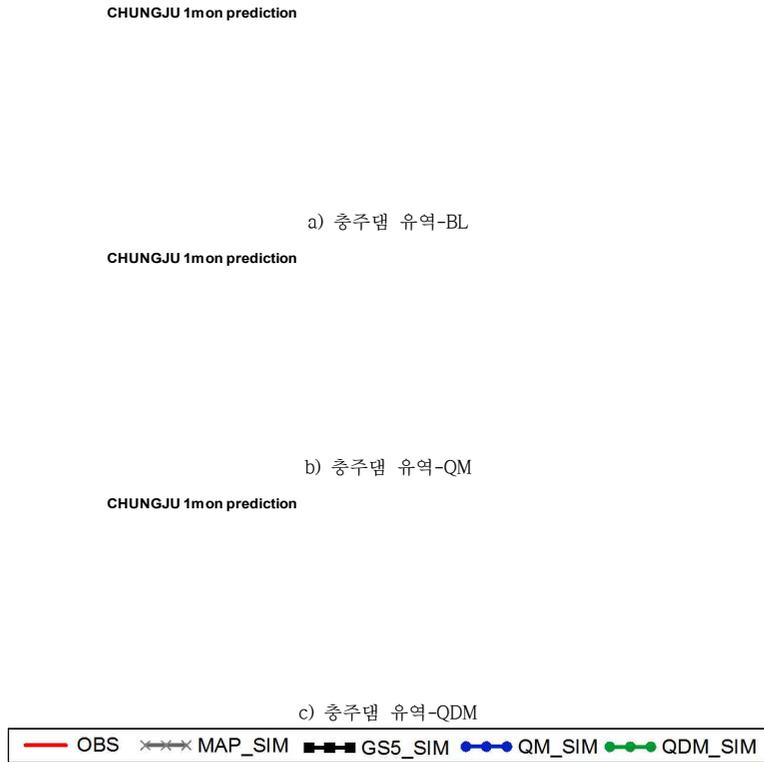


그림 5.12 미래전망기간 ABCD 모델 충주댐 유입량 전망 결과

충주댐 유역에 대한 PRMS 모델 댐 유입량 모의 결과는 TANK, ABCD 모델 적용 결과와 유사한 양상을 나타내었다. GS5_SIM은 여름철에 비교적 정확도가 떨어지는 것으로 나타났으며, 여름철을 제외한 기간에 과대모의하는 경향을 보였다. MAP_SIM이 OBS에 비해 다소 과대모의하는 경향을 보였기 때문에 GS_SIM의 과대모의하는 경향은 장기 기상전망 자료와 강우-유출 모델로부터 오는 오차로 판단된다. QM_SIM과 QDM_SIM은 여름철에 댐 유입량이 보다 커지도록 보정하였으나, 과거재현기간의 결과와

유사하게 TANK나 ABCD 모델 결과에 비해 보정 폭이 작은 것으로 나타났다. 2015년 여름은 가뭄기간으로 보정으로 인한 댐 유입량 전망 오차가 증가하는 것으로 나타났다.

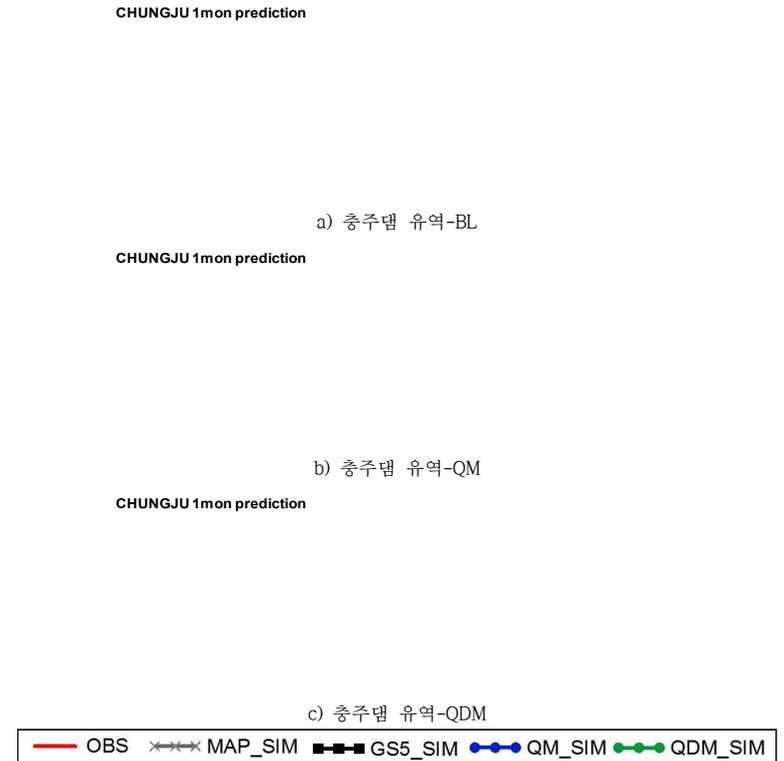


그림 5.13 미래전망기간 PRMS 모델 충주댐 유입량 전망 결과

5.4 인공지능 기반 지하수 공급지역 가뭄분석기법 개발

전국의 급수지역 뿐만 아니라 지하수 공급·사용지역의 가뭄 모니터링 및 전망을 수행해야 하는 국가가뭄정보분석센터에서는 기존의 SPI6를 이용한 간접적인 가뭄판단을 대체할 수 있는 지하수위 관측자료 기반의 가뭄모니터링 기법을 개발 적용하고 있으며, 기상전망 결과를 활용한 지하수위 전망까지 가능한 기법을 개발하였다.

본 분석에서는 가뭄 예·경보를 위해 매월 주기적으로 지하수 공급·사용지역의 가뭄판단을 지하수 관측자료 기반으로 수행하고, 기상전망 자료를 이용한 지하수 가뭄전망 분석이 빠르게 이루어질 수 있는 기법의 개발에 주안점을 두었다. 따라서 강수-아노말리의 거동과 지하수위 거동 간의 지체시간을 둔 상관관계에 주목하였으며, 지하수위 관측 시계열의 자기상관성을 동시에 고려할 수 있는 데이터 기반의 지하수위 예측 기법을 개발하였다.

지하수위를 전망하는 기법은 물리적 모형 또는 해석적 모형을 이용한 지역별 모델링 기법이 주로 이용된다. 하지만 이러한 방법은 모델의 구축과 매개변수 최적화 등에 많은 시간과 노력이 소요되며, 입력되는 자료의 변화나 공간적인 분석 대상의 조정 등에 유연한 대처가 어렵고 모형의 실행 자체도 까다로운 경우가 많다. 더군다나 분석 대상이 전국단위(167개 시군 또는 3,482개 읍면동)로 확장되고, 분석 주기가 월간, 주간으로 빈번해질 경우 모델의 구축, 최적화, 업데이트 되는 입력 자료의 반영 및 실행 등이 빠르게 수행되기 어려운 것이 현실이다.

강수량과 지하수위와 같이 자료간의 상관성이 높고, 원인과 응답 관계가 분명한 자료의 경우, 장기간 관측된 자료를 확보할 수 있다면 데이터 기반의 수치적 예측모형 구축이 충분히 가능하며, 이 경우 자료의 처리와 실행이 매우 빠르고 쉬워진다는 장점이 있다.

따라서 본 분석에서는 지하수 관측공별 가뭄판단 기준을 표준지하수지수(SGI)를 통해 일반화하여 모니터링 할 수 있는 기법을 정립하고, 머신러닝 기법의 일종인 인공신경망을 이용해 표준강수지수(SPI1~12)와 표준지하수지수(SGI)를 각각 입력과 출력으로 하는 데이터 기반 지하수위 전망체계를 구축하고 전국에 대해 평가하였다. 개발된 기법은 시범적용을 거쳐 보완 후 지하수 공급지역의 가뭄 예·경보에 활용할 예정이다.

5.4.1 SGI(Standardized Groundwater Level Index)를 이용한 지하수 가뭄 모니터링 기법 개발

지하수와 지표수를 단일 수자원으로서 홍수 및 가뭄 시 상호 보충되거나 연계 평가되어야 할 필요성에 대해서는 여러 연구들에서 언급된 바 있다(김규범 등, 2010; 이정환 등, 2010; 최현미 등, 2011). 더불어 지하수와 지표수 상호간의 관계를 연계 해석하기 위해 다양한 연구들이 이루어져 왔다(김남원 등, 2006; 정일문 등, 2011; 전향탁과 김규범, 2011).

K-water 가뭄정보분석센터에서도 가뭄의 정도를 판단하기 위해 수원별로 판단 기준을 수립해 적용하고 있으며, 미급수지역의 주요 수원인 지하수의 가뭄 상태를 판단하기 위해서 지하수 가뭄 모니터링 기법을 자체개발 등을 통해 구축하고 있다.

김규범과 이소현(2012)은 가뭄 시 지표수는 고갈되어 더 이상의 유량 측정이 어려우나 지하수위는 지속적인 하강 특성을 보이고 측정 가능하기 때문에 가뭄의 특성을 보다 잘 반영해주는 인자가 될 수 있음을 언급한바 있다.

본 분석에서는 지하수 관측공별 가뭄판단 기준을 SGI 지수를 통해 일반화 하여 모니터링 할 수 있는 기법을 정립하고자 하였다. SGI는 Bloomfield and Marchant(2013)에 의해 제시된 지하수 가뭄지수로 평년 대비 지하수위의 높고 낮은 정도를 나타내는 표준화지수이다. SGI를 이용할 경우 기상학적 가뭄과 지하수 가뭄을 동일한 축척에서 비교할 수 있으며, 또한 인공신경망의 학습을 위한 자료 표준화 과정을 생략할 수 있는 이점도 확보할 수 있게 된다. 본 분석을 통해 수행된 SGI 산정 절차와 이를 이용한 시군별 지하수 가뭄 모니터링 프로세스는 다음 그림과 같다.

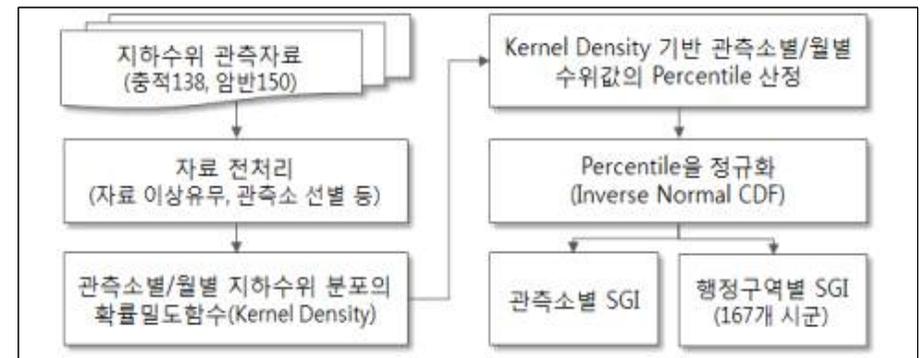


그림 5.14 지하수 가뭄 모니터링 기법 개발 절차

□ 지하수위 관측 현황

지하수를 수원으로 하는 지방상수도 취수시설의 경우 취수를 위한 펌프시설 이외에 지하수위 관측시설이 전무한 실정이며, 이로 인해 대상 지하수 취수시설의 수위관측 자료를 직접 사용하여 가뭄모니터링에 활용할 수 없는 것이 현실이다. 따라서 전국에 산재한 지하수 공급·사용지역의 지하수위 변동 현황을 모니터링하기 위해 해당 지역의 국가 지하수관측망을 활용하고자 한다. 국가 지하수관측망은 지하수 수위 및 수질 변동을 지속적으로 감시·관측하기 위해 환경부에서 설치한 지하수 관측시설이다. 국내의 지하수 관측망은 국가지하수관측망, 보조관측망, 농촌관측망 및 수질관측망이 있으나, 장기간의 관측기간과 품질관리를 통한 신뢰성이 확보되고, DB를 통해 실시간 자료 확보가 가능한 지하수위 관측 자료는 국가 지하수관측망 자료가 유일한 실정이다.

표 5.3 전국 지하수 관측망

구 분	국가지하수관측망 (환경부)	보조관측망 (지자체)	농촌관측망 (농림부)	수질관측망 (환경부)
관측공 수	402	2,500(1,545)	176	193

국가 지하수관측망에서 관측되는 기초자료는 1시간 간격으로 자동 측정되는 수위, 수온, 전기전도도와 상·하반기 각 1회씩 총 2회 측정하는 수질현황 자료이다. 관측된 연간 기초자료는 매해 말일 기준으로 이듬해에 지하수 관측연보로 발간하고 있다. 가장 최근에 발간된 「2017 지하수 관측연보」는 2017년 12월말 현재 설치된 관측소 412개 중 2016년 12월말 기준으로 운영 된 402개 관측소의 1년간 관측 자료를 토대로 작성되었다.

표 5.4 국가지하수관측망 현황

권역	계	한강	낙동강	금강	섬진강	영산강	제주도
설치 관측소 수	412	126	113	97	38	34	4
운영 관측소 수	402	125	112	89	38	34	4

※ 출처 : 2017 지하수 관측연보(국토교통부·한국수자원공사, 2017)

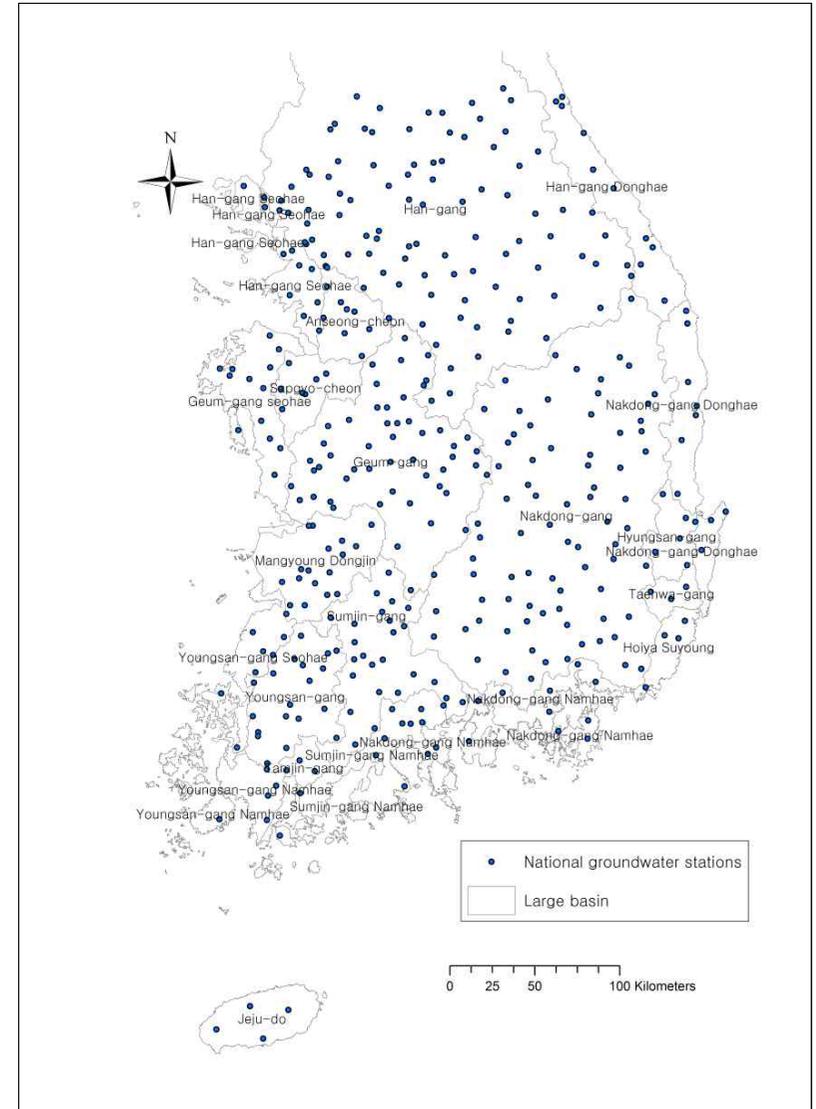


그림 5.15 국가지하수관측소 위치도

□ 분석대상 관측소의 선택 및 관측자료 수집/검토

SGI를 이용한 지하수 가뭄 모니터링 기법은 장기간 관측자료 기반의 지하수위 분포와 현재의 지하수위를 비교하는 개념으로, 분석을 위한 관측 자료는 장기간의 자료를 이용하는 것이 통계분석의 신뢰도를 높일 수 있다. 본 분석을 위해 전체 412개 (2017년 기준) 지하수 관측소 중 10년 이상의 관측 자료를 보유한 288개 관측소를 우선 선별하였다. 지하수 관측정의 경우 대수층 특성에 따라 충적대수층과 암반대수층에 설치된 충적관측정과 암반관측정으로 구분되며, 선택된 288개 관측소 중 암반층과 충적층을 동시에 관측하는 관측소는 138개소이다. 강수의 부족 및 증발산량의 증가로 토양수분 및 하천유출량 등이 감소하는 가뭄의 진행과정과 지하수위를 연계하여 해석할 경우, 주변 토양수분의 상태 등 가뭄의 정도에 따른 지하수위 변화는 수리특성상 암반층보다 충적층에서 더 상관성 높게 나타나는 것이 일반적이다. 따라서 암반층과 충적층 관측공을 동시에 보유한 관측소의 경우 충적층 자료를 우선 사용하였다.

1차 선별된 288개 관측소의 지하수위 관측 자료는 K-water 국가지하수정보센터의 데이터베이스(NGWIS)를 이용해 수집하였다. 추후 월단위로 제공되는 기상전망과 연계하여 분석이 필요하기 때문에, 지하수위도 월평균 자료로 수집하였다.

1차 선정된 288개 관측소의 관측 시계열 도서를 통해 2차로 사용할 관측소를 선정하였다. 우선 관측자료의 변동유형을 파악하기 위해 관측자료의 월평균 값을 이용하여 시계열도를 작성하고, 변동유형을 분석하였다. 지하수위의 변동유형은 계절형, 계단형, 경사형, 양수교란형 등으로 구분되며, 두가지 이상의 변동유형이 복합적으로 나타나는 경우가 많다.

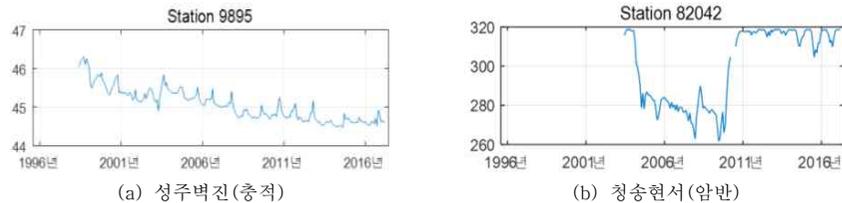


그림 5.16 관측소 관측자료 시계열 자료 검토 예시

위 그림의 (a)는 성주벽진 관측소로 계절형과 경사형이 혼합된 변동유형을 보인다. 관측개시 시점(1998.5)부터 수위가 지속적으로 하강하였으며, 현재는 3.38m 하강한 것으로 나타났다. (b)는 청송현서 관측소로 계단형 변동유형을 보인다. 관측개시일(2003.6)에 비해 2005년 말 큰 폭(45.22m)의 수위하강 후에도 지속적인 하강추세를 보이다 2010년 이후 급격한 수위상승 이후 안정된 추세를 나타내고 있다. 지하수위의 자연적, 물리적 변동폭으로 보기에 그 편차가 너무 크기 때문에 이용 자료에서 제외한 경우이다. 이처럼 계절적 유형을 따르지 않고 계단형, 경사형, 양수교란형의 변동유형을 보이는 성주벽진, 청송현서 등 32개 관측소는 분석자료에서 제외하고,

최종적으로 256개 관측소를 선정하였다. 이 중 충적관측공은 132개이고, 암반관측공은 124개이다.

□ 지하수위 자료의 정규화를 통한 SGI 산정 기법

가뭄과 관련하여 가장 많이 사용되는 정규화 지수로는 SPI가 있으며, McKee 등 (1993)에 의해 처음 제시되었다. 대부분의 연구에서 주기를 갖는 수문자료의 특성을 제거하고 자료의 상대 비교가 가능하도록 평균이 0, 분산이 1이 되도록 자료를 표준화시켜 분석하는 기법을 사용한다. 원 자료가 정규분포를 따를 경우는 평균값을 이용한 정규화를 아래의 식으로 간단하게 산정할 수 있다.

$$\tilde{d} = \frac{d_i - E(d)}{\sigma_d} \quad (1)$$

$$\text{여기서, } E_d = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N d_i \quad (2)$$

$$\sigma_d = \sqrt{\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (d_i - E(d))^2 \right)} \quad (3)$$

하지만, 강수량이나 지하수위 등 수문자료의 경우 관측소별 또는 자료 기간별로 평균, 분산 등이 다양한 분포를 갖게 된다. 이럴 경우 Quantile 정규화를 통해 자료를 정규화 하는 방법을 이용하게 된다. Quantile이란 쉽게 말해 데이터를 크기 순서로 정렬하였을 때 상위 몇%에 해당하는가를 일컫는다. 각기 다른 분포를 갖는 지하수위를 표준정규분포를 이용하여 정규화 하기 위해서는 다음과 같은 절차를 거치게 된다. 각 자료의 최적 확률분포를 구한 후 이를 누적확률분포함수로 변환한다. 누적확률분포에서는 자료의 범위에 대응하는 0부터 1까지의 누적확률을 구할 수 있으며, 원 자료의 특정 값에 해당하는 확률을 표준정규분포의 Quantile Function(누적확률밀도함수의 역함수 개념)에 대입하면 표준정규분포로 정규화 된 지수를 구할 수 있다.

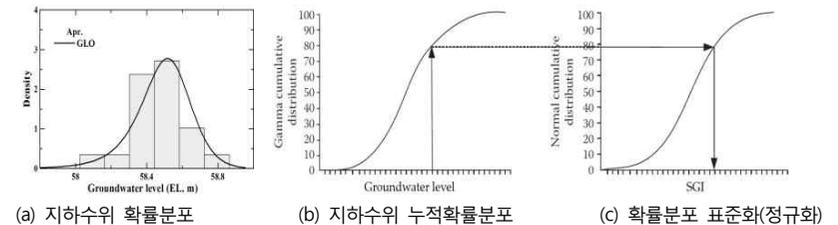


그림 5.17 지하수위의 정규화를 통한 SGI 산정과정

월별 지하수위 분포는 관측소별로 다양한 자료 범위와 분포를 보이고 있다. 확률 구간 범위에 따른 자료밀도가 완만하지 않은 경우가 많으며, 분포의 형태도 워낙

다양하게 나타나기 때문에, 관측소별로 월별 확률분포를 일반화된 분포식과 모수추정 과정을 거쳐 적합 시키기에는 무리가 있다. 따라서 본 분석에서는 관측소별 월별 지하수위 거동의 확률분포를 비모수 추정법인 커널밀도추정법(kernel density estimation, KDE)을 이용하여 추정하였다. 비모수 밀도추정의 가장 간단한 형태는 히스토그램(histogram)이다. 즉, 관측된 데이터들로부터 히스토그램을 구한 후 구해진 히스토그램을 정규화하여 확률밀도함수로 사용하는 것이다. 히스토그램 방법은 확률구간 경계에서 불연속성이 나타난다는 점과 구간값의 크기 및 시작 위치에 따라 히스토그램이 달라진다는 점 등의 문제점을 갖는다. KDE는 비모수 추정법 중 하나로서 커널함수를 이용하여 히스토그램의 문제점을 개선한 방법이다. 관측된 데이터를 x_1, x_2, \dots, x_n 이라 할 때 랜덤변수 x 에 대한 확률밀도함수(probability density function, PDF)를 KDE를 이용하여 구하는 식은 아래와 같다.

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_h(x - x_i) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right) \quad (4)$$

위 식에서 h 는 커널함수의 대역폭 매개변수(bandwidth parameter)로서 커널의 완만한 정도를 조절하는 매개변수이다.

KDE를 이용하여 확률밀도를 추정할 경우, 원 자료의 확률분포를 특정 분포 함수에 억지로 적합 시키지 않고 원 자료의 히스토그램을 충실하게 재현하는 확률밀도를 추정할 수 있다는 장점이 있다.

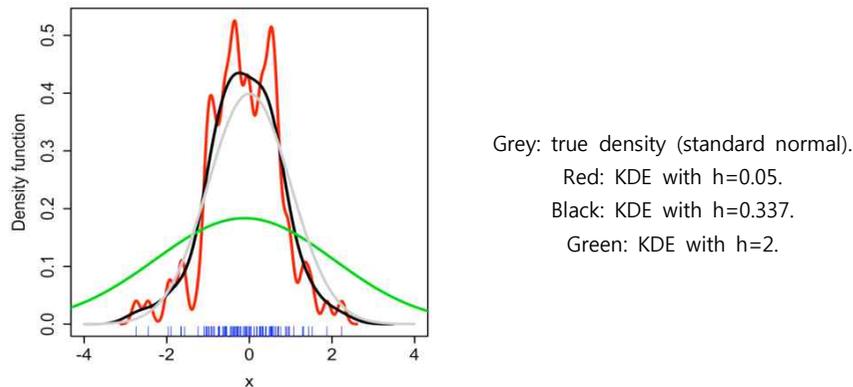


그림 5.18 각기 다른 대역폭 매개변수를 이용한 Kernel density estimate(KDE)

※ 출처 : Kernel density estimation in Wikipedia

본 분석에서는 Matlab의 ksdensity function을 이용하여 KDE를 추정하였다. ksdensity function에서 Default로 적용되는 구간의 개수(number of equally spaced

points)는 100개이며, Kernel smoothing을 위한 Bandwidth는 0.8이다. 본 분석에서도 위의 값을 이용하였다.

□ SGI 산정결과

앞 절에서 설명한 과정을 통해 256개 관측소에 대한 관측소별/월별 지하수위, 해당 월 지하수위의 퍼센타일 및 각 월별 SGI를 산정하였으며, 그 결과는 다음 표와 같다. 예시된 목포용당 관측소는 1996년 1월부터 관측자료가 존재한다. 표에서 첫 번째 열은 관측연월이며, 두 번째 열은 해당월의 평균 지하수위이다. 세 번째 열은 월별로 분석된 Kernel Density를 이용하여 해당 월평균 지하수위의 퍼센타일을 구한 것이며, 마지막 열이 표준정규분포의 Quantile Function을 이용해 퍼센타일을 정규화 한 SGI 산정 결과이다.

표 5.5 월별 지하수위를 이용한 SGI 산정결과 예

Month	GWL(EL.m)	Percentile(%)	SGI
199601	18.27563	0.749941	0.674303
199602	17.51379	0.614101	0.290025
199603	17.16194	0.494918	-0.012740
199604	17.83880	0.553738	0.135110
⋮	⋮	⋮	⋮
201611	18.00200	0.715316	0.568983
201612	17.89032	0.677991	0.462089
201701	17.79226	0.661400	0.416286
201702	17.67679	0.647388	0.378279

아래 그림은 목포용당 관측소의 월별 지하수위분포를 Kernel Density로 추정한 결과를 그린 것이다. 그림의 가로축은 지하수위를 나타내며, 세로축은 발생확률을 의미한다.

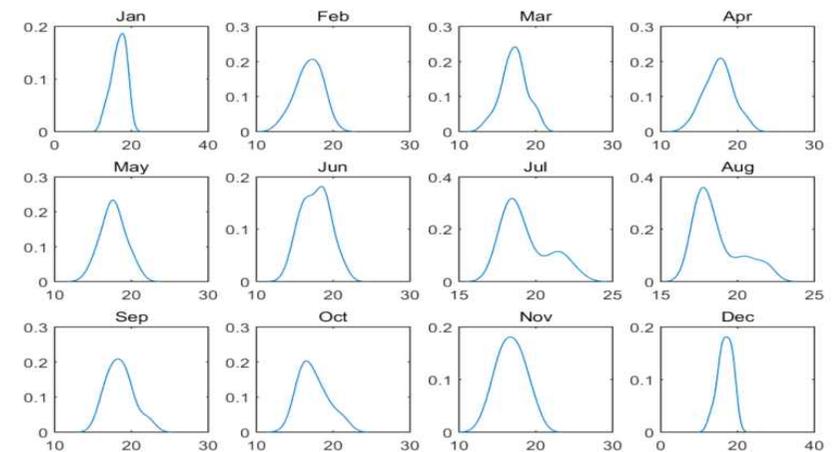


그림 5.19 목포용당 관측소의 월별 Kernel Density Function

5.4.2 강수량과 지하수위 관측 자료의 시공간적 범위 설정

강수와 지하수위 간의 상관관계는 명확하게 드러나지 않는 경우가 많다. 지질의 특성에 따라 강수와 지하수의 상호 거동 특성이 달라지고, 지하수 관측정이 암반층에 설치된 경우 그 관계를 규명하기 어려운 경우가 빈번히 발생한다. 더욱이 지하수위의 변동에 영향을 미치는 인자가 강수량이 유일한 것은 아니기 때문에, 강수에 의한 지하수의 응답 특성이 인근에 위치한 관측소들의 관측 자료로부터 명쾌하게 해석되기 어렵다. 따라서 강수 아노말리와 지하수의 상관성에 대한 분석에서는 전체적인 자료의 경향성이 일치하는 것을 확인하기 위해 적절한 시·공간적 범위를 설정하고 해당 범위에 속하는 자료들의 평균값 등을 이용하고 있다. 즉, 자료의 시·공간적 해상도를 낮춤으로써 민감하게 움직이는 자료의 노이즈를 제거하고 거시적인 자료 거동 특성의 상관성을 명확하게 확인하고자 함이다.

본 분석에서 사용한 강우관측지점 및 지하수위 관측지점은 공간적으로 정확히 일치하지는 않는다. 따라서 둘 간의 상관성을 규명하기 위해서는 맞비교가 가능한 관측소를 설정하거나 가중치 등을 부여해 자료를 합산하는 방법으로 비교할 자료를 전처리하는 과정이 필요하다. 하지만 앞서 언급한 바와 같이 강수와 지하수위는 명쾌하게 일대일 상관관계를 보이는 경우를 찾기 어렵다. 따라서 가뭄 예·경보에 적용이 필요한 공간 범위인 시·군 범위로 자료의 공간범위를 일치시켜 관측소들이 차지하는 면적비율에 따라 가중치를 부여하여 평균함으로써 자료의 해상도를 낮추는 효과와 함께, 특정 관측소의 이상치 발생이 전체 자료의 상관도에 미치는 영향을 최소화 하고 전체적인 경향성을 잘 반영할 수 있도록 했다. 강우관측소와 선정된 지하수 관측정의 위치정보를 이용해 티센망(Thiessen polygon)을 구축하고, 각 관측소가 해당 시·군에서 차지하는 면적 비율을 가중치로 적용하여 시·군별 SPI와 SGI를 산정하였다. 자료의 시간단위는 월단위에 맞추어 강수량의 경우 월강수량 합계, 지하수위는 월평균 수위를 이용하였다. 강수량과 지하수위에 대해 지점별로 산정된 SPI와 SGI를 티센망을 이용해 면적평균 자료로 변환하는 과정을 아래 그림에 도시하였다.

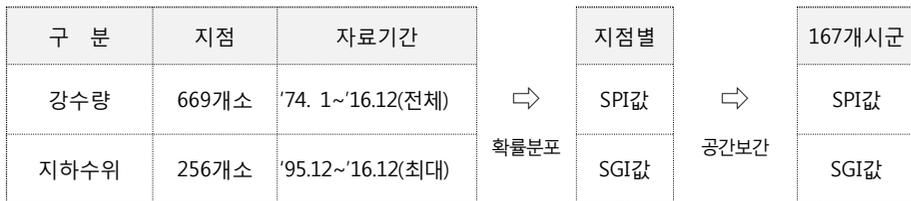


그림 5.20 SPI와 SGI의 공간적 분석범위 설정

앞 장에서 표준정규화 기법을 통해 관측소별로 산정된 SGI를 시·군별로 면적평균 하고, 산정된 SGI와 SPI를 동일 시·군 및 기간에 따라 정렬함으로써 다음 단계의 분석과정에 필요한 자료를 구축하는 과정을 예시하였다. 시·군별 지하수관측소의 티센면적계수는 행정구역도와 관측소 위치도를 이용하여 ArcGIS의 공간분석 기능을 이용해 추출하였으며, 추출된 면적계수와 관측소별 SGI를 이용해 면적 평균된 값을 산정하는 이후 절차는 Matlab을 이용해 프로그래밍 하였다.

표 5.6 시·군별 지하수관측소의 티센면적 계수

City bound	City code	Station name	Station code	Well no.	Area(km ²)	Area ratio
서울특별시	11000	김포양촌	87236	1	0.00081	0.0000013
서울특별시	11000	서울장위	95502	1	258.48798	0.4258586
서울특별시	11000	서울향동	95501	1	20.33023	0.0334940
서울특별시	11000	안양비산	87237	1	78.67125	0.1296108
서울특별시	11000	하남하산곡	87246	1	62.20270	0.1024789
서울특별시	11000	광명철산	65009	2	169.39497	0.2790780
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
제주시	50110	제주노형	95534	1	389.80341	0.3892476
제주시	50110	제주조천	95537	1	376.38554	0.3758488
제주시	50110	제주한경	95536	1	226.93468	0.2266111
제주시	50110	진도의신	95528	1	8.30433	0.0082925
서귀포시	50130	제주노형	95534	1	176.72860	0.1990840

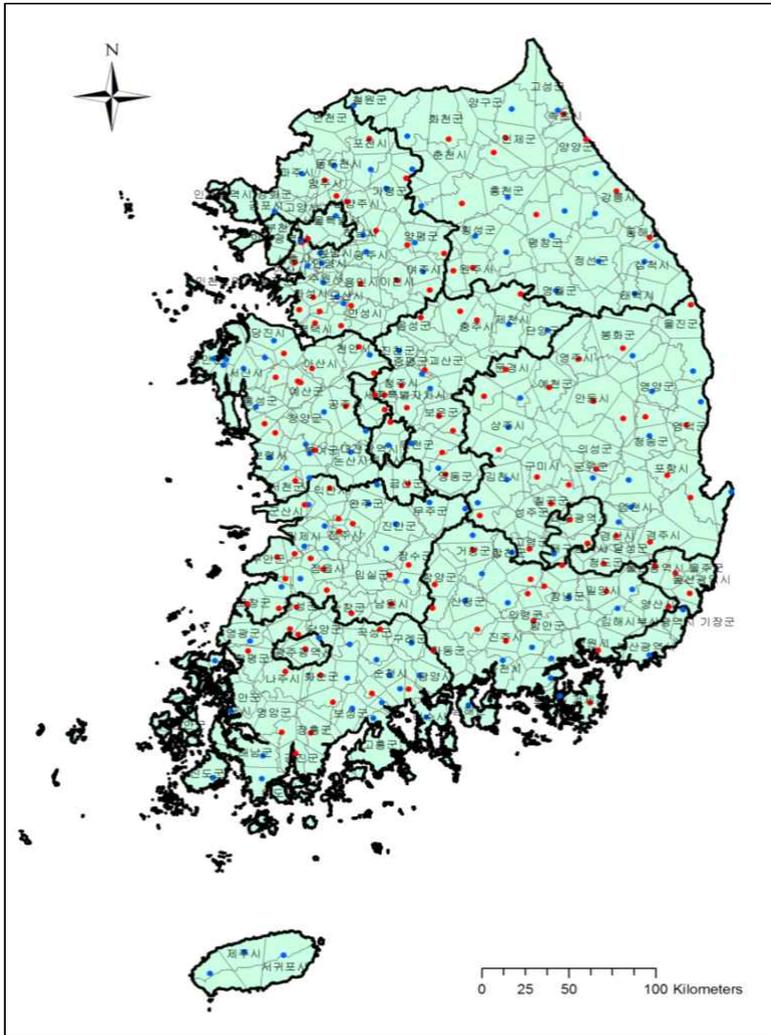


그림 5.21 시군별 평균 SGI 산정을 위한 지하수관측소 티센망

5.4.3 SPI와 SGI의 상관성 분석

앞 절에서 시·공간적 범위를 일치시켜 산정된 SPI와 SGI 시계열 중 천안시를 예로 도시하면 아래 그림과 같다. 그림에서 검은색 굵은 선이 SGI를 나타낸 것이고, 가는 선들은 SPI1~SPI12에 해당하는 값을 도시한 것이다. 강수량과 지하수위 모두 공간적으로 평균된 값을 이용하기 때문에, 두 자료의 증가, 감소 거동에 시차는 있지만 같은 경향으로 나타나는 것을 확인할 수 있다.

그림 5.22 SGI와 SPI1~12의 시계열(천안시)

SGI와 12개의 SPI 지수들 각각에 대해 상관성을 분석하여, 지하수위 거동 전망을 위한 예측인자로서 SPI를 이용하는 것에 대한 적정성을 검토함과 동시에 강수에 의한 지하수위 거동의 지체시간이 어느 정도 기간에서 높은 상관성을 갖는지 분석 하였다. 다음 그림은 충청지역 26개 시군에 대한 SGI와 SPI 상관성 분석 결과를 도시한 것이다.

그림에서 행(row)은 하나의 시군에 해당하고, 각 시군별로 12개의 열(column)은 각각 SPI 1~12에 해당한다. 각 블록의 색은 분석된 상관도에 따라 상관성이 높을수록 붉은색으로, 낮을수록 푸른색으로 표현되며, 12개의 SPI 중 SGI와 가장 높은 상관성을 갖는 SPI에 상관계수를 표시하였다. 즉, 맨 위에 있는 청주시의 경우 7번째 열에 해당하는 SPI7이 상관계수 0.769로 SGI와 가장 높은 상관성을 보이는 것을 의미한다.

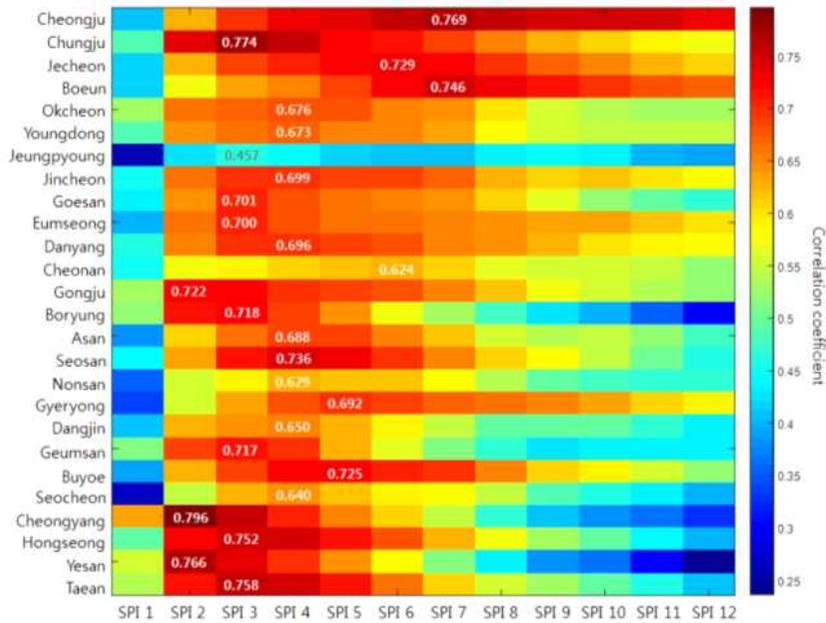


그림 5.23 충청지역 26개 시군에 대한 SPI 1-12와 SGI의 상관도

아래 표는 예시된 충청지역 26개 시군별 SGI와 SPI 1~12 각각에 대해 분석된 상관 계수를 보여준다.

표 5.7 충청지역 시군별 SGI와 SPI 1-12의 상관계수

구분	SPI1	SPI2	SPI3	SPI4	SPI5	SPI6	SPI7	SPI8	SPI9	SPI10	SPI11	SPI12
Cheongju	0.408	0.625	0.695	0.730	0.737	0.755	0.769	0.757	0.745	0.752	0.747	0.730
Chungju	0.483	0.735	0.774	0.752	0.726	0.711	0.687	0.652	0.625	0.608	0.587	0.577
Jecheon	0.412	0.625	0.685	0.706	0.717	0.729	0.722	0.695	0.673	0.648	0.623	0.610
Boeun	0.415	0.574	0.631	0.655	0.686	0.719	0.746	0.732	0.716	0.693	0.682	0.671
Okcheon	0.533	0.657	0.672	0.676	0.674	0.656	0.643	0.602	0.559	0.539	0.530	0.529
Youngdong	0.483	0.640	0.665	0.673	0.651	0.649	0.633	0.585	0.551	0.550	0.544	0.547
Jeungpyoung	0.260	0.422	0.457	0.438	0.413	0.410	0.410	0.436	0.444	0.435	0.398	0.387
Jincheon	0.447	0.658	0.696	0.699	0.686	0.688	0.665	0.630	0.607	0.617	0.602	0.582
Goesan	0.431	0.647	0.701	0.677	0.659	0.651	0.642	0.608	0.563	0.519	0.491	0.467
Eumseong	0.396	0.658	0.700	0.682	0.663	0.658	0.656	0.640	0.631	0.632	0.619	0.603

구분	SPI1	SPI2	SPI3	SPI4	SPI5	SPI6	SPI7	SPI8	SPI9	SPI10	SPI11	SPI12
Danyang	0.458	0.649	0.693	0.696	0.686	0.674	0.653	0.640	0.625	0.602	0.588	0.577
Cheonan	0.449	0.571	0.589	0.610	0.619	0.624	0.604	0.562	0.553	0.556	0.547	0.518
Gongju	0.531	0.722	0.720	0.699	0.684	0.675	0.654	0.614	0.571	0.554	0.542	0.517
Boryung	0.521	0.716	0.718	0.691	0.640	0.575	0.533	0.475	0.427	0.398	0.355	0.305
Asan	0.385	0.611	0.658	0.688	0.686	0.656	0.613	0.558	0.540	0.547	0.517	0.479
Seosan	0.440	0.636	0.714	0.736	0.732	0.693	0.650	0.608	0.581	0.546	0.507	0.459
Nonsan	0.350	0.555	0.589	0.629	0.616	0.616	0.582	0.539	0.492	0.475	0.469	0.469
Gyeryong	0.335	0.556	0.630	0.677	0.692	0.687	0.672	0.663	0.648	0.635	0.606	0.587
Dangjin	0.403	0.622	0.642	0.650	0.628	0.586	0.543	0.499	0.496	0.498	0.470	0.430
Geumsan	0.510	0.684	0.717	0.694	0.623	0.564	0.515	0.466	0.421	0.432	0.433	0.437
Buyoe	0.388	0.626	0.687	0.721	0.725	0.708	0.697	0.654	0.611	0.589	0.556	0.524
Seocheon	0.268	0.545	0.622	0.640	0.621	0.594	0.584	0.544	0.489	0.461	0.430	0.394
Cheongyang	0.632	0.796	0.760	0.708	0.654	0.605	0.544	0.465	0.403	0.382	0.366	0.328
Hongseong	0.492	0.726	0.752	0.750	0.716	0.679	0.627	0.570	0.533	0.490	0.443	0.399
Yesan	0.558	0.766	0.743	0.695	0.639	0.582	0.508	0.429	0.384	0.360	0.305	0.236
Taeon	0.541	0.709	0.758	0.746	0.711	0.658	0.607	0.552	0.525	0.492	0.457	0.405

아래 그림은 천안시의 SGI와 가장 높은 상관성을 보인 천안시의 SPI5를 동시에 비교한 그림이다. 두 자료 모두 평균 이하에 해당하는 음의 값에는 색을 입혀 가뭄 시기에 대한 비교가 용이하도록 하였다. 강수량과 지하수위 관측기간의 차이로 SGI의 자료 기간이 짧은 것을 볼 수 있다.

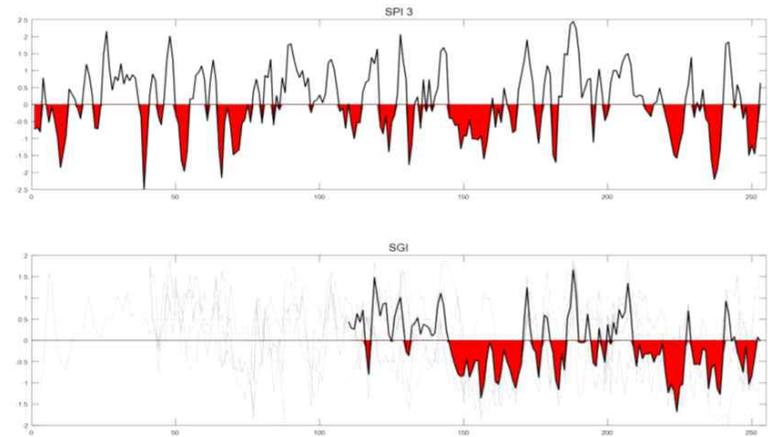


그림 5.24 음성군의 SPI3와 SGI를 통한 가뭄 규모 비교

5.4.4 인공신경망을 이용한 SPI-SGI 상관관계 학습

인공신경망은 머신러닝의 한 종류로서 생물학의 신경망(동물의 중추신경계, 특히 뇌)에서 영감을 얻은 통계학적 학습 알고리즘이다. 머신러닝이란 간단히 말해 “데이터를 이용한 모델링 기법”이다. 인공신경망은 머신러닝의 다양한 모델 중 신경망을 이용한 모델을 일컫는다(변윤식 등, 2008; 김성필, 2016).

본 분석에서는 인공신경망의 종류 중 NARX(Nonlinear Autoregressive model process with eXogenous input) Neural Network를 이용하였다. NARX 모델은 주어진 시스템의 입력 값과 출력 값을 이용해 비선형성을 갖는 임의의 시스템을 식별해 내는 비선형 시스템 식별 기법 중 하나이다. NARX에서 ‘AR’은 자기회귀(autoregressive)를 의미하는 것으로 현재 시간에서의 시스템 출력 값은 과거의 시스템 입력 값은 물론, 출력 값에도 의존하여 결정됨을 의미한다. 아래 식은 미지의 함수 f 로 표현된 NARX 모델의 수학적 표현을 나타낸다.

$$\hat{y}_i = f(\{y\}, \{x\}) \quad (5)$$

$$= f(y_{i-1}, y_{i-2}, \dots, y_{i-N}, x_{i-1}, x_{i-2}, \dots, x_{i-N})$$

여기서, \hat{y}_i 은 시간 t_i 에서 예측된 시스템의 출력 값을 의미하며, 벡터 $\{y\}$, $\{x\}$ 은 과거의 시스템의 실제 출력 값 및 입력 값을 나타낸다.

NARX 모델은 아래 그림에 보인 바와 같이 입력층, 은닉층, 출력층이 연속으로 배치된, 동적으로 작용하는 3층 퍼셉트론(three layer perceptron) 모델의 형태를 지닌다. 입력층은 시스템의 특정 과거 시간부터 현재까지의 입력 값 및 출력 값을 포함하고 있으며, 이를 은닉층으로 넘기는 역할을 수행한다. 은닉층으로 넘어온 입력 벡터들은 가중 파라미터로 구성된 행렬 $[U]$ 및 $[V]$ 에 곱해져 가중합으로 변환된다. 변환된 입력 벡터들은 비선형 효과를 고려하기 위해 도입된 활성화함수로 넘겨지고, 활성화된 벡터들은 출력층에서 다시 가중합되는 과정을 거친다. 은닉층의 활성화함수는 일반적으로 쌍곡선 탄젠트 함수 혹은 일반 다항식의 형태를 띠는데, 주어진 시스템에 대해 상이한 활성화함수를 적용하는 경우 서로 다른 가중 파라미터를 최적의 결과로 얻게 됨으로 인해 활성화함수의 선택에는 큰 제약이 따르지 않는다.

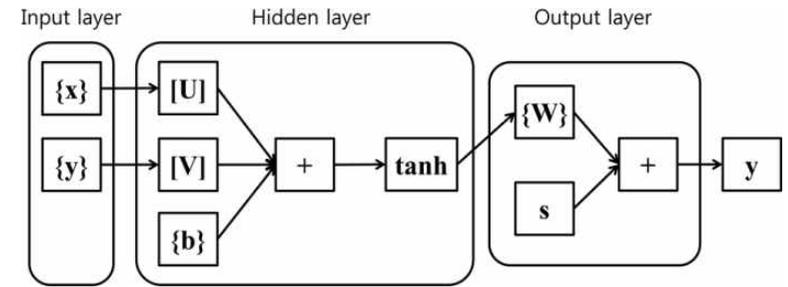


그림 5.25 Three layer perceptron model

아래 식은 상기에 언급된 일련의 과정을 수학적으로 표현한 것이다.

$$y_i = s + \{w\}^T \tanh([V]\{y\} + [U]\{x\} + \{b\}) \quad (6)$$

여기서, $\{b\}$ 와 s 는 바이어스 효과를 반영하기 위해 도입된 바이어스 파라미터를 의미한다(Diaconescu, 2008; 김유일, 2014).

앞 절에서 상관성 분석을 통해 가장 높은 상관성을 보인 SPI 하나만을 입력 자료로 활용할 수도 있으나, 다른 지속기간을 갖는 SPI도 단순 상관성분석 결과로는 쉽게 보이지 않는 영향인자로 작용할 수 있기에, SPI 1~12 전체를 입력자료로 구축하고 NARX 신경망 학습 과정에서 각 자료별 가중치를 스스로 정하도록 하였다.

전국 167개 시군에 대한 인공신경망 모형의 구성에서 다음 시간단계의 출력 값에 영향을 미치는 과거 출력 값의 시간 단계는 3으로 설정하였으며, 은닉층 뉴런 수는 12개, 훈련 알고리즘은 BR(Bayesian Regularization backpropagation)로 설정하였다.

표 5.8 인공신경망 학습을 위한 훈련자료 세트 예

Year	Mon	SPI1	SPI2	SPI3	SPI4	SPI5	SPI6	SPI7	SPI8	SPI9	SPI10	SPI11	SPI12	SGI
2006	1	0.54	0.56	0.72	0.23	-1	-1.15	-1.03	-1.86	-2.2	-2.34	-1.95	-1.79	-1.0976
2006	2	-0.27	0.06	0.1	0.36	-0.04	-1.05	-1.28	-1.2	-2.02	-2.5	-2.5	-2.21	-1.0775
2006	3	-1.47	-1.28	-0.97	-0.8	-0.26	-0.67	-1.52	-1.67	-1.53	-2.21	-2.5	-2.5	-1.0828
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2016	10	2.31	1.48	0.54	0.11	0.11	0.1	0.26	0.32	0.38	0.47	0.58	0.82	0.2896
2016	11	-0.1	1.91	1.41	0.39	-0.01	0.03	0.05	0.22	0.28	0.35	0.44	0.55	0.1516
2016	12	1.01	0.44	1.96	1.61	0.55	0.11	0.13	0.14	0.31	0.37	0.44	0.52	0.1817

위의 표는 167개 시군별로 구축된 인공신경망 훈련을 위한 데이터세트 중 임의의 한 개 시군 자료 중 일부를 예시한 것이다. 관측기간 전체에 대해 월별 자료 세트가 하나의 행으로 이루어져 있다. 표에서 굵은 선으로 표시한 부분이 신경망 학습을 위한 t_i 단계에서의 $\{x\}$ 가 된다. 입력자료에는 SPI 1~12 이외에도 월별 자료 특성을 구분할 수 있는 지표로 자료의 해당 월도 입력자료에 포함되도록 하였다. 목표값에 해당하는 \hat{y}_i 는 표 오른쪽 끝 열에 위치한 SGI 값이 된다. t_{i-3} 단계까지의 SGI 값은 t_i 단계의 출력에 영향을 미치는 입력 자료로도 활용된다.

아래 그림은 훈련자료를 이용해 인공신경망을 반복학습 시키며 오차를 최소화 시켜 나가는 과정을 보여주고 있다. 만약 훈련 자료가 10년간의 월별 자료라면, 학습을 위한 데이터세트는 60개가 되며, 전체 세트를 한번 학습시켰을 경우 1epoch가 된다. 아래 예에서는 28epoch 만에 오차가 최소가 되는 훈련결과를 볼 수 있다.



그림 5.26 반복 훈련에 의한 인공신경망 학습과정

다음 그림은 훈련을 위한 목표값과 훈련된 인공신경망으로 추정된 출력 값과의 오차가 오차범위 구간에 따라 어떻게 분포하고 있는지를 보여주는 히스토그램이다. 오차가 없는 중간 부분에 히스토그램이 모여 있는 경우 자료 예측 정확도가 높은 의미로 해석할 수 있을 것이다. 히스토그램을 통해 오차가 발생할 때 과대 또는 과소추정 여부 등도 확인할 수 있다.

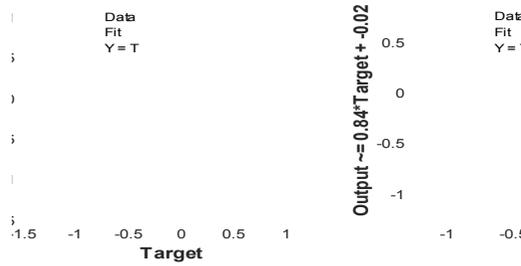
그림 5.27 목표 값과 출력 값의 오차분포도

인공신경망 학습 정확도 검증은 위해, 구축된 자료세트를 이용해 신경망을 학습시키는 과정에서, 랜덤으로 자료의 15%를 검증을 위한 블라인드 자료로 처리해 학습된 네트워크의 성능을 검증토록 하였다. 다음 그림은 전체 자료의 85%에 해당하는 훈련 자료와, 15%에 해당하는 검증 자료 그리고 자료 전체에 대해 목표 값과 출력 값의 상호 비교가 가능하도록 자료를 도식하고, 선형회귀분석을 통한 상관계수를 보여주고 있다. 그림을 통해 인공신경망을 통해 출력되는 값이 자료 범위 중 큰 구간 또는 작은 구간에서 과대 또는 과소 추정 되는지 여부를 직관적으로 확인할 수 있다. 또한 훈련 자료와 검증자료 및 전체 자료의 상관계수가 모두 고르게 높은 값으로 나오는지 확인함으로써 훈련자료의 상관계수만 높은 경우에 해당하는 과적합 여부를 확인하는데도 도움이 된다. 마지막 그림은 훈련 및 검증자료에 대한 목표 및 출력 값의 오차를 시계열로 나타낸 그림이다.

전국 167개 시군에 대한 시군별 인공신경망 구축 결과는 부록에 별도로 수록하였다.

5.4.5 전국 시·군별 인공지능경망 모형의 성능 평가

본 연구를 통해 구축된 시·군별 인공지능경망의 SPI-SGI 상관도 분석을 통해 모형의 신뢰도를 평가하였다.



All: R=0.87449

그림 5.28 훈련, 검증 및 전체 자료에 대한 목표 값과 출력 값의 상관도

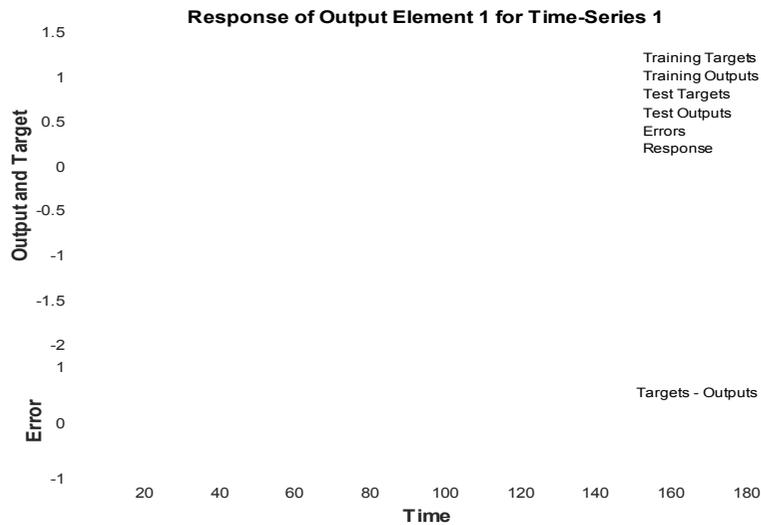


그림 5.29 목표 값 및 출력 값의 오차 시계열

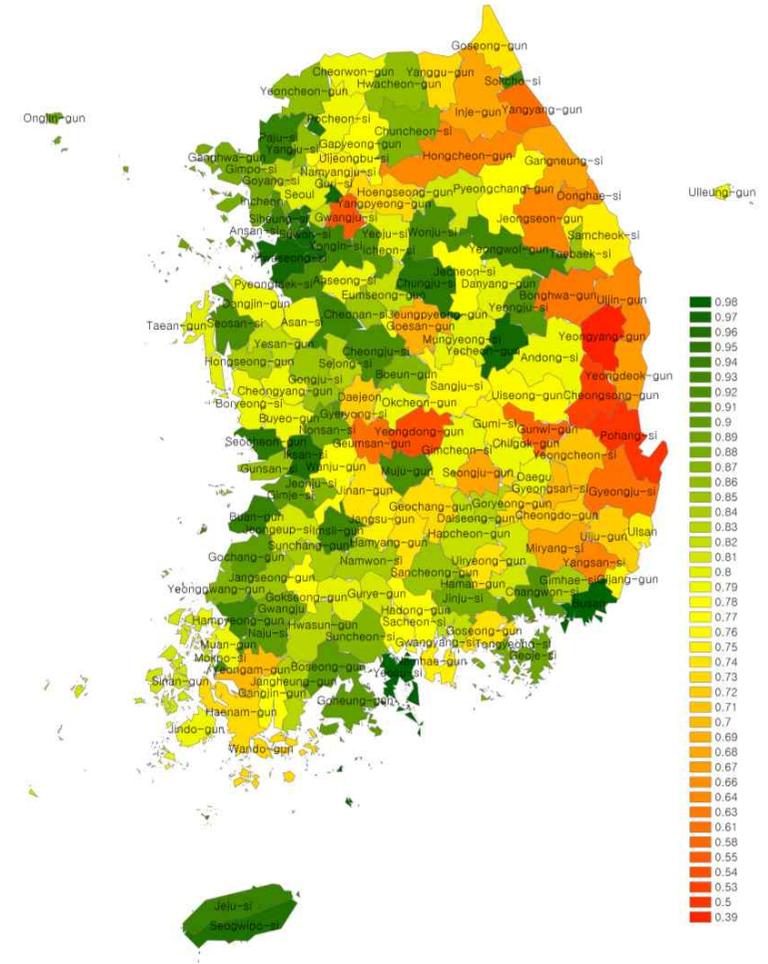


그림 5.30 시군별 인공지능경망 예측정확도(상관계수) 분포

평가 결과 전체 167개 중 모형 예측값의 상관계수가 0.7 이상인 곳이 전체 167개 지자체 중 146개(87%)로 실무 적용성을 확보한 것으로 판단하였다. 상대적으로 상관도가 낮은 지역은 강수와 지하수 응답 특성이 명확한 선형 상관성에 의해 해석되기 어려운

자료 특성을 보이는 곳으로, 시범적용 평가를 거쳐 정확도 보완이 필요할 것이다. 위 그림의 지도는 전국 167개 시·군별로 지역을 구분한 것이며, 각 시·군별로 구축된 ANN 모형으로부터 추정된 SGI와 관측된 SGI의 상관계수를 색으로 구분하여 표시한 것이다. 아래 표는 상관계수의 단계별 범위에 속하는 해당 시군의 개수를 나타낸 것이다.

표 5.9 전국 167개 시군별 SGI 관측-예측 상관도 평가결과

상관계수 범위	0.9 이상	0.8~0.9	0.7~0.8	0.7 미만
해당 시군 수	42 (25.1%)	51 (30.5%)	53 (31.7%)	21 (12.6%)

표 5.10 인공지능망 모델 분석을 통한 전국 167개 시군별 관측-예측 상관도

No.	시군명	상관도	No.	시군명	상관도
1	서울특별시	0.8	85	청양군	0.79
2	부산광역시	0.98	86	홍성군	0.84
3	부산광역시 기장군	0.76	87	예산군	0.82
4	대구광역시	0.79	88	태안군	0.8
5	대구광역시 달성군	0.73	89	전주시	0.87
6	인천광역시	0.88	90	군산시	0.85
7	인천광역시 강화군	0.88	91	익산시	0.96
8	인천광역시 옹진군	0.89	92	정읍시	0.81
9	광주광역시	0.88	93	남원시	0.84
10	대전광역시	0.72	94	김제시	0.9
11	울산광역시	0.75	95	완주군	0.77
12	울산광역시 울주군	0.72	96	진안군	0.74
13	세종특별자치시	0.83	97	무주군	0.92
14	수원시	0.97	98	장수군	0.75
15	성남시	0.82	99	임실군	0.93
16	의정부시	0.77	100	순창군	0.84
17	안양시	0.96	101	고창군	0.9
18	부천시	0.91	102	부안군	0.94
19	광명시	0.88	103	목포시	0.92
20	평택시	0.92	104	여주시	0.98
21	동두천시	0.96	105	순천시	0.87
22	안산시	0.92	106	나주시	0.9

No.	시군명	상관도	No.	시군명	상관도
23	고양시	0.83	107	광양시	0.78
24	과천시	0.96	108	담양군	0.78
25	구리시	0.82	109	곡성군	0.8
26	남양주시	0.75	110	구례군	0.81
27	오산시	0.97	111	고흥군	0.9
28	시흥시	0.93	112	보성군	0.9
29	군포시	0.94	113	화순군	0.83
30	의왕시	0.96	114	장흥군	0.83
31	하남시	0.97	115	강진군	0.78
32	용인시	0.93	116	해남군	0.73
33	파주시	0.94	117	영암군	0.7
34	이천시	0.91	118	무안군	0.79
35	안성시	0.79	119	함평군	0.93
36	김포시	0.87	120	영광군	0.87
37	화성시	0.97	121	장성군	0.85
38	광주시	0.55	122	완도군	0.73
39	양주시	0.86	123	진도군	0.79
40	포천시	0.79	124	신안군	0.81
41	여주시	0.8	125	포항시	0.5
42	연천군	0.86	126	경주시	0.61
43	가평군	0.78	127	김천시	0.79
44	양평군	0.73	128	안동시	0.79
45	춘천시	0.87	129	구미시	0.75
46	원주시	0.92	130	영주시	0.91
47	강릉시	0.68	131	영천시	0.71
48	동해시	0.66	132	상주시	0.76
49	태백시	0.85	133	문경시	0.8
50	속초시	0.93	134	경산시	0.7
51	삼척시	0.75	135	군위군	0.58
52	홍천군	0.64	136	의성군	0.76
53	횡성군	0.81	137	청송군	0.53
54	영월군	0.93	138	영양군	0.39
55	평창군	0.77	139	영덕군	0.67
56	정선군	0.64	140	청도군	0.72
57	철원군	0.79	141	고령군	0.83

No.	시군명	상관도	No.	시군명	상관도
58	화천군	0.86	142	성주군	0.68
59	양구군	0.73	143	칠곡군	0.79
60	인제군	0.68	144	예천군	0.97
61	고성군	0.74	145	봉화군	0.63
62	양양군	0.61	146	울진군	0.64
63	청주시	0.92	147	울릉군	0.79
64	충주시	0.95	148	창원시	0.91
65	제천시	0.78	149	진주시	0.88
66	보은군	0.87	150	통영시	0.88
67	옥천군	0.79	151	사천시	0.82
68	영동군	0.54	152	김해시	0.84
69	증평군	0.77	153	밀양시	0.68
70	진천군	0.85	154	거제시	0.89
71	괴산군	0.69	155	양산시	0.64
72	음성군	0.82	156	의령군	0.74
73	단양군	0.8	157	함안군	0.81
74	천안시	0.93	158	창녕군	0.81
75	공주시	0.85	159	고성군	0.74
76	보령시	0.79	160	남해군	0.75
77	아산시	0.79	161	하동군	0.77
78	서산시	0.92	162	산청군	0.85
79	논산시	0.89	163	함양군	0.74
80	계룡시	0.91	164	거창군	0.73
81	당진시	0.79	165	합천군	0.82
82	금산군	0.61	166	제주시	0.94
83	부여군	0.79	167	서귀포시	0.96
84	서천군	0.95			

5.4.6 강수량 전망 값을 이용한 SGI 전망 프로세스

앞에서는 강수량으로부터 산정된 관측소별 SPI 1~12와 지하수위로부터 산정된 관측소별 SGI를 동일한 167개 시군의 공간범위로 면적평균값을 구하고, 인공신경망을 이용하여 두 자료간의 상관관계를 학습시켜 167개 시군별 인공신경망 모형을 구축한 과정에 대해 서술하였다. 이상의 과정은 아래 그림의 전체 과정에서 오른쪽 끝부분의 SPI projection(1~3months)과 SGI projection 부분만 제외한 전체 과정에 대한 설명이다. 본 절에서는 기상청에서 제공하는 관측소별 강수전망 자료를 이용하여 SGI를 전망하는 프로세스에 대해 설명하고자 한다.

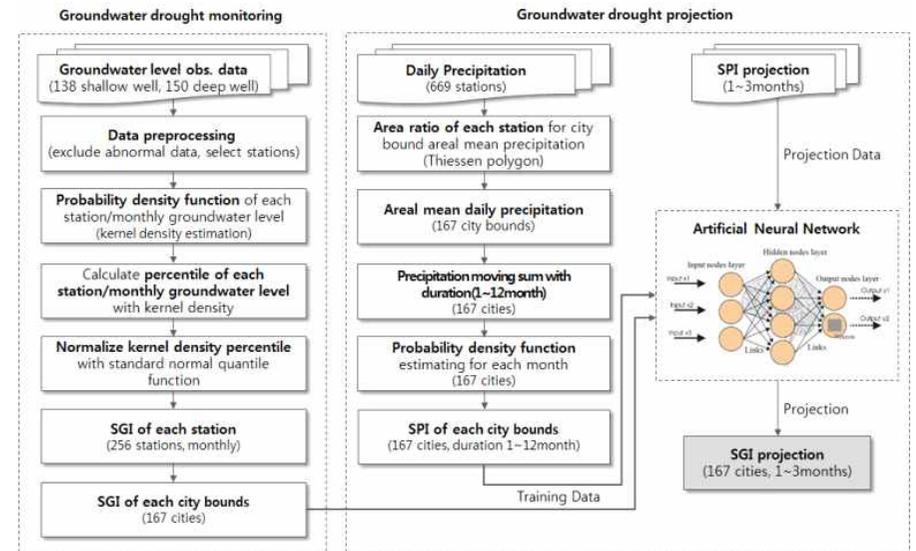


그림 5.31 지하수 가뭄 모니터링 및 전망 프로세스

기상청에서는 매월 1일 전국 59개 기상관측소 지점의 1~3개월 강수전망 자료를 제공하고 있다. 지점별 강수전망 값을 앞서 ANN모델 구축을 위해 사용한 167개 시군과 동일한 범위의 면적평균 값으로 환산할 수 있다. 시군별로 환산된 강수 전망 값은 관측 강수량과 결합하여 현재 이후 3개월까지의 시군별(167개), 지속기간별(1~12개월) SPI 산정을 가능케 한다. 현재의 시점을 t 라고 하고, 1개월 후 전망시점을 $t+1$ 이라고 했을 때, $t+1$ 시점의 SGI 전망을 위해 인공신경망 모형이 필요로 하는 Input Data Set과 예측된 결과인 Output의 관계는 아래 표와 같다.

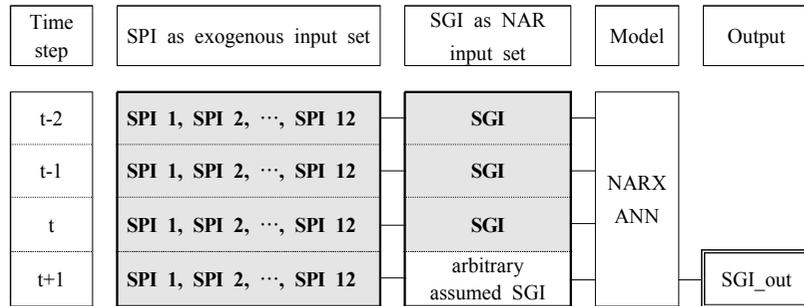


그림 5.32 SGI 1개월 전망을 위한 NARX ANN 모형 입력 데이터세트

1개월 전망 SGI인 $t+1$ 시점의 SGI_out에 영향을 미치는 자료는, 위에서 굵은 글씨와 명암으로 표시된 Time delay를 고려한 SPI와 과거 관측 SGI 값이다. 하지만, NARX ANN모형을 실행하기 위해서는 Input data sets의 Length가 동일해야 한다. 즉, 관측 값이 없어서 비어있는 $t+1$ time step의 SGI도 임의의 값으로 채워 넣은 후 굵은 선으로 표시한 입력자료 Set을 구축한다. 임의 값으로 정한 $t+1$ time step의 SGI는 $t+1$ 의 출력 값인 SGI_out 계산에 영향을 미치지 않는다. 구축된 입력 자료를 토대로 모형을 실행하여 1개월 전망 SGI_out을 출력한다.

그 다음 단계로 2개월 전망 SGI 값을 도출하기 위해, 2개월 전망 SPI 값들을 $t+2$ Time step의 Exogenous input에 추가한다. 또한 $t+1$ 단계에서 임의로 가정했던 SGI 대신 $t+1$ Time step의 SGI_out을 Import 하여 대치하고, $t+2$ 의 SGI를 임의 값으로 가정하여 넣고 모형을 수행한다. 3개월 전망에 대해서도 위와 같이 3개월 전망 SPI 값들을 추가하고, 임의 값으로 가정했던 $t+2$ 의 SGI를 앞 단계의 SGI_out으로 대치하고 $t+3$ 단계의 SGI를 임의로 가정하여 모형을 수행한다. 위의 반복적인 과정을 거쳐 최종적으로 $t+1$ 부터 $t+3$ 에 해당하는 각각의 SGI 전망 값을 추정한다.

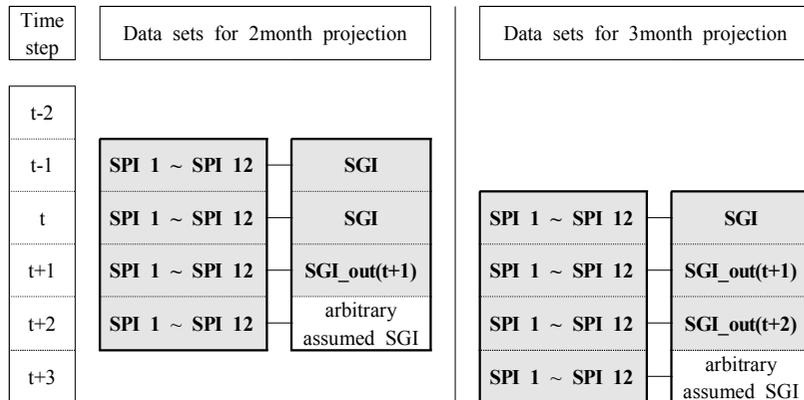


그림 5.33 SGI 2~3개월 전망을 위한 NARX ANN 모형 입력 데이터세트

앞에서 설명한 1~3개월 전망 과정은 전국 167개 시·군의 각기 다른 입력 자료와 신경망 모형에 대해 각각 수행되며, 수행된 결과는 다음 표와 같다. 표에서 최종적으로 분석된 시점은 2017년 11월말까지의 강수량과 지하수위를 관측 자료로 이용하였으며, 2017년 12월 ~ 2018년 2월까지 전망된 강수량과 구축된 신경망 모형을 이용하여 동일 기간인 1~3개월간 전망된 SGI를 나타낸 것이다. 개발된 기법을 통해 산정된 SGI는 지하수 공급·사용지역에 시범적용을 거쳐 보완 후 가뭄 예·경보에 활용할 예정이다.

표 5.11 NARX ANN 모형 분석에 의한 SGI 전망

No.	시군명	SGI 전망			No.	시군명	SGI 전망		
		1개월	2개월	3개월			1개월	2개월	3개월
1	서울특별시	-2.189	-1.471	-0.844	85	청양군	-0.174	-0.300	-0.169
2	부산광역시	-0.625	-0.701	-0.787	86	홍성군	-0.820	-0.688	-0.733
3	부산광역시 기장군	-0.035	0.326	0.949	87	예산군	-0.713	-0.688	-0.603
4	대구광역시	-0.298	0.009	0.352	88	태안군	-0.205	-0.099	-0.171
5	대구광역시 달성군	-0.424	-0.149	0.017	89	전주시	-0.755	-0.748	-0.564
6	인천광역시	-0.635	-0.592	-0.579	90	군산시	-0.516	-0.522	-0.496
7	인천광역시 강화군	-0.742	-0.643	-0.931	91	익산시	-0.347	-0.262	-0.278
8	인천광역시 옹진군	-0.079	-0.222	-0.553	92	정읍시	-0.477	-0.236	-0.224
9	광주광역시	-0.606	-0.350	-0.457	93	남원시	-0.528	-0.427	-0.359
10	대전광역시	-0.044	-0.190	-0.288	94	김제시	-1.098	-0.706	-0.558
11	울산광역시	-0.424	-0.406	-0.059	95	완주군	-0.998	-0.891	-0.475
12	울산광역시 울주군	-0.335	-0.175	0.176	96	진안군	-0.016	-0.121	0.014
13	세종특별자치시	-0.174	-0.055	0.036	97	무주군	-0.365	-0.615	-0.757
14	수원시	-0.732	-0.446	0.243	98	장수군	0.156	0.175	0.371
15	성남시	-0.331	-0.337	-0.314	99	임실군	-0.368	-0.093	-0.007
16	의정부시	-0.777	-0.699	-0.704	100	순창군	-1.575	-0.542	-0.813
17	안양시	-0.462	-0.610	-0.556	101	고창군	-1.299	-1.203	-0.974
18	부천시	-1.751	-1.805	-1.949	102	부안군	-0.282	-0.519	-0.489
19	광명시	-0.443	-0.582	-0.512	103	목포시	-0.058	0.244	0.182
20	평택시	-0.799	-0.796	-0.743	104	여주시	0.762	1.541	-1.789
21	동두천시	-0.857	-0.991	-0.911	105	순천시	-0.957	-0.782	-0.754
22	안산시	-0.540	-0.565	-0.333	106	나주시	-1.200	-0.514	-0.397
23	고양시	-1.421	-1.101	-0.834	107	광양시	-0.909	-0.718	-0.518
24	과천시	-0.562	-0.786	-0.837	108	담양군	-0.432	-0.220	-0.286
25	구리시	-3.382	-1.887	-0.595	109	곡성군	-0.499	-0.111	-0.283
26	남양주시	-0.651	-0.408	-0.479	110	구례군	-1.991	-1.852	-1.544
27	오산시	-0.906	-0.850	-0.888	111	고흥군	-0.049	0.186	-0.521
28	시흥시	-0.370	-0.415	-0.342	112	보성군	-0.354	-0.239	-0.582

No.	시군명	SGI 전망			No.	시군명	SGI 전망		
		1개월	2개월	3개월			1개월	2개월	3개월
29	군포시	-0.703	-0.667	-0.582	113	화순군	-0.179	-0.005	-0.291
30	의왕시	-0.674	-0.664	-0.615	114	장흥군	-0.089	0.231	0.280
31	하남시	-1.062	-1.102	-1.227	115	강진군	-0.226	0.099	0.194
32	용인시	-0.892	-0.870	-1.101	116	해남군	-0.448	-0.198	-0.270
33	파주시	-0.497	-0.598	-0.897	117	영암군	-0.645	-0.330	-0.162
34	이천시	-1.357	-1.514	-1.371	118	무안군	-0.370	-0.117	-0.104
35	안성시	-0.186	-0.363	-0.231	119	함평군	-0.571	0.021	0.046
36	김포시	-0.649	-0.629	-0.932	120	영광군	-1.837	-1.500	-1.350
37	화성시	-0.819	-0.834	-0.745	121	장성군	-0.090	0.138	-0.022
38	광주시	-0.316	-0.307	-0.311	122	완도군	-0.473	-0.009	-0.216
39	양주시	-0.862	-0.771	-0.828	123	진도군	-0.778	-0.422	-0.224
40	포천시	-0.290	-0.307	-0.371	124	신안군	-0.668	-0.410	-0.402
41	여주시	-0.672	-0.582	-0.327	125	포항시	-0.106	-0.110	-0.079
42	연천군	-0.583	-0.556	-0.890	126	경주시	0.225	0.354	0.391
43	가평군	-0.274	-0.307	-0.174	127	김천시	-0.588	-0.463	-0.448
44	양평군	-1.478	-1.161	-0.899	128	안동시	0.055	0.075	0.010
45	춘천시	-0.389	-0.535	-0.438	129	구미시	-0.925	-0.718	-0.465
46	원주시	-0.591	-0.671	-0.622	130	영주시	-1.021	-0.928	-0.977
47	강릉시	-0.324	-0.359	-0.214	131	영천시	0.346	0.275	0.343
48	동해시	-0.612	-0.429	-0.116	132	상주시	-0.463	-0.325	-0.271
49	태백시	-0.911	-0.421	-0.180	133	문경시	-0.088	-0.138	-0.094
50	속초시	-0.316	-0.363	-0.324	134	경산시	-0.565	-0.231	0.178
51	삼척시	-1.451	-0.969	-0.769	135	군위군	-0.454	-0.440	-0.370
52	홍천군	-0.494	-0.421	-0.290	136	의성군	-0.129	-0.289	-0.136
53	횡성군	-0.253	-0.603	-0.352	137	청송군	-0.208	-0.111	-0.179
54	영월군	-0.567	-0.577	-0.637	138	영양군	-0.160	-0.173	-0.174
55	평창군	-0.395	-0.270	-0.123	139	영덕군	-0.433	-0.546	-0.390
56	정선군	-2.477	-1.340	-0.482	140	청도군	-0.426	-0.190	0.202
57	철원군	0.047	0.052	-0.145	141	고령군	-1.261	-1.086	-0.805
58	화천군	0.293	0.059	0.039	142	성주군	-0.688	-0.579	-0.353
59	양구군	-0.221	-0.406	-0.172	143	칠곡군	-0.918	-0.229	-0.652
60	인제군	-0.212	-0.310	-0.169	144	예천군	-0.599	-0.711	-0.775
61	고성군	-0.650	-0.277	0.002	145	봉화군	-0.644	-0.220	-0.210
62	양양군	0.232	0.114	0.094	146	울진군	-0.175	0.018	-0.123
63	청주시	0.116	-0.080	-0.125	147	울릉군	-0.795	-0.791	-0.502
64	충주시	-0.543	-0.615	-0.542	148	창원시	0.669	0.988	0.870

No.	시군명	SGI 전망			No.	시군명	SGI 전망		
		1개월	2개월	3개월			1개월	2개월	3개월
65	제천시	-0.226	-0.359	-0.142	149	진주시	0.130	0.316	0.384
66	보은군	-0.111	-0.141	-0.115	150	통영시	-0.795	-0.855	-0.487
67	옥천군	-0.371	-0.372	-0.414	151	사천시	-0.559	-0.250	-0.324
68	영동군	-0.472	-0.368	-0.365	152	김해시	0.041	0.191	0.383
69	증평군	0.881	0.418	0.707	153	밀양시	-0.439	-0.350	-0.184
70	진천군	-0.251	-0.721	-0.651	154	거제시	-1.199	-0.919	-0.645
71	괴산군	0.309	0.133	0.249	155	양산시	-0.581	-0.384	-0.149
72	음성군	-0.065	-0.764	-0.594	156	의령군	0.080	0.198	0.280
73	단양군	-0.636	-0.826	-0.620	157	함안군	0.479	0.718	0.714
74	천안시	-0.405	-0.569	-1.146	158	창녕군	-0.149	0.111	0.050
75	공주시	-0.179	-0.346	-0.329	159	고성군	-0.136	0.027	-0.178
76	보령시	-0.976	-0.763	-0.516	160	남해군	-0.757	-0.512	-0.588
77	아산시	-2.140	-0.821	-0.672	161	하동군	-0.763	-0.419	-0.400
78	서산시	-0.967	-0.923	-0.923	162	산청군	-0.020	0.014	-0.059
79	논산시	-0.794	-0.893	-0.768	163	함양군	-0.375	-0.254	-0.369
80	계룡시	-0.607	-0.760	-0.749	164	거창군	-0.225	-0.232	-0.094
81	당진시	-0.336	-0.420	-0.249	165	합천군	-0.943	-0.745	-0.639
82	금산군	-0.415	-0.431	-0.356	166	제주시	-1.219	-0.902	-0.342
83	부여군	-0.210	-0.305	-0.233	167	서귀포시	-1.025	-0.773	-0.462
84	서천군	-0.603	-0.673	-0.763					

5.4.7 지하수 가뭄 모니터링 및 전망기법 시범평가

SGI를 이용한 지하수 가뭄 모니터링 및 전망기법에 따라 미급수지역 및 지하수 수원 급수지역을 대상으로 '18년 2월부터 11월까지 약 10개월간 시범평가를 실시하였으며, 각 평가결과는 매월 생활·공업용수 가뭄 월간 예·경보 보고자료에 수록되었다.

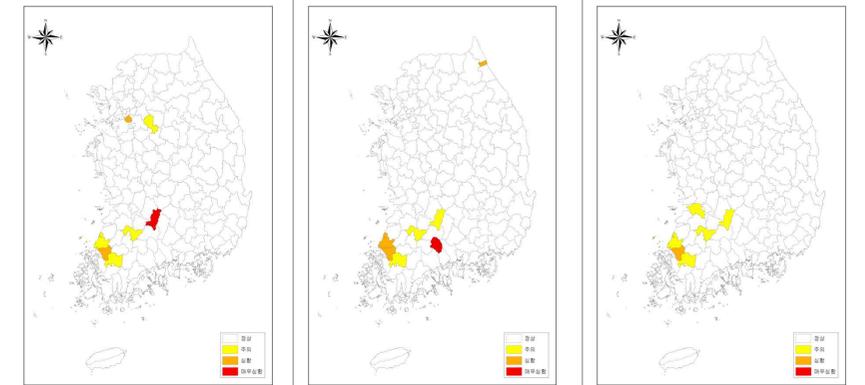
시범평가 초기(2~5월)에는 SGI분석을 통한 전국 지하수위 현황 및 1~3개월 전망부분으로 작성되었으며, 6월 이후에는 검토 및 소견사항 제시에 대한 필요성이 대두되어 '관측소별 지하수위 검토', '지자체 확인사항' 및 'SGI 종합 검토의견' 등이 추가 작성되었다.

□ 미급수지역 대상 SGI 분석결과 사례

① 전국 지하수위 현황 SGI ('18.6.30일 기준)

구분	정의	지역수	지역	전국 MAP
관심	SGI 범위 $0 > SGI \geq -1.0$	73	[특광역시] 서울시 등 8개 시군 [경기] 의정부시 등 10개 시군 [강원] 동해시 등 7개 시군 [충청] 보은군 등 11개 시군 [전라] 군산시 등 18개 시군 [경상] 포항시 등 17개 시군 [제주] 제주시 등 2개 시군	
주의	SGI 범위 $-1.0 > SGI \geq -1.5$	6	[경기] 수원 [전북] 김제, 순창 [전남] 순천, 나주 [경남] 하동	
심함	SGI 범위 $-1.5 > SGI \geq -2.0$	2	[전남] 구례, 영광	
매우 심함	SGI 범위 $-2.0 > SGI$	1	[전남] 함평	

② 전국 SGI 전망 (1~3개월)



< 1개월 전망 (7월말) >

< 2개월 전망 (8월말) >

< 3개월 전망 (9월말) >

구분	1개월 전망 (7월말)	2개월 전망 (8월말)	3개월 전망 (9월말)
관심 (77)	[특광역시] 서울시 등 6개 시군 [경기] 의정부시 등 15개 시군 [강원] 춘천시 등 12개 시군 [충청] 보은군 등 10개 시군 [전라] 정읍시 등 10개 시군 [경상] 포항시 등 22개 시군 [제주] 제주시 등 2개 시군	관심 (99) [특광역시] 서울시 등 8개 시군 [경기] 수원시 등 20개 시군 [강원] 강릉시 등 11개 시군 [충청] 보은군 등 16개 시군 [전라] 군산시 등 19개 시군 [경상] 포항시 등 23개 시군 [제주] 제주시 등 2개 시군	관심 (91) [특광역시] 서울시 등 9개 시군 [경기] 의정부시 등 16개 시군 [강원] 강릉시 등 8개 시군 [충청] 보은군 등 16개 시군 [전라] 군산시 등 18개 시군 [경상] 포항시 등 22개 시군 [제주] 제주시 등 2개 시군
주의 (4)	[경기] 이천 [전북] 순창 [전남] 나주, 영광	주의 (4) [광역시] 인천광역시 [전북] 장수, 순창 [전남] 나주	주의 (5) [전북] 김제, 장수, 순창 [전남] 나주, 영광
심함 (2)	[경기] 수원 [전남] 함평	심함 (3) [강원] 속초 [전남] 함평, 영광	심함 (1) [전남] 함평
매우 심함 (1)	[전북] 장수	매우 심함 (1) [전남] 구례	매우 심함 (0)

③ 지하수 가뭄 시군의 관측소별 지하수위 세부검토

구분	지역	SGI 단계	분석대상 관측소			분석값		검토결과			
			관측소명	코드	면적비 (%)	SGI	CDF(Prob.)				
									관측소명	코드	면적비 (%)
경기	수원	주의	군포당정(암)	65586	24.81	-0.907	0.182	· 수원오목천 관측소의 수위는 예년대비 다소 낮은 상황이나 점차 상승하고 있음			
			수원오목천(암)	9872	75.13	-1.358	0.087				
			오산궤동(암)	87241	0.06	0.159	0.563				
			군산서수(암)	11772	0.93	0.392	0.653				
전북	김제	주의	김제봉남(암)	9904	26.94	-1.521	0.064	· 김제지역에 위치한 관측소의 지하수위는 예년보다 다소 낮으나 우려되는 수준은 아님			
			김제부량(암)	87253	37.08	-1.277	0.101				
			김제용지(암)	84028	26.94	-1.238	0.108				
			군산임피(층)	95523	4.68	-0.654	0.257				
			부안백산(층)	82027	0.62	0.291	0.614				
			부안상서(층)	82029	0.09	1.216	0.888				
			전주만성(층)	11767	2.37	1.275	0.899				
			정읍용동(층)	65608	0.34	0.135	0.554				
	순창	주의	정읍상평(암)	82032	0.14	1.711	0.956	· 순창순창 및 순창쌍치 관측소의 지하수위는 예년보다 다소 낮으나 우려되는 수준은 아님			
			남원도통(층)	5723	5.01	0.125	0.550				
순창순창(층)			65056	53.26	-1.576	0.058					
순창쌍치(층)			82031	39.74	-1.376	0.084					
전남	순천	주의	장성복미(층)	82038	1.85	1.253	0.895	· 구례토지 및 순천승주 관측소 지하수위는 예년대비 낮은편이나, 6월말부터 시작된 강우로 익월에는 수위가 점차 상승할 것으로 예상됨			
			곡성목사동(암)	82033	14.29	-0.958	0.169				
			광양봉강(암)	95527	7.25	1.317	0.906				
			구례토지(암)	87257	5.86	-2.777	0.003				
			보성벌교(암)	82034	6.60	-0.500	0.308				
			순천상사(암)	65057	12.86	-1.331	0.092				
			순천승주(암)	65058	22.55	-2.440	0.007				
			여수소라(암)	82035	0.04	0.913	0.819				
			화순남면(암)	87258	4.50	0.121	0.548				
			화순북면(암)	65080	0.26	1.041	0.851				
			순천외서(층)	9897	13.51	-0.969	0.166				
			순천풍덕(층)	6752	12.27	0.498	0.691				
			나주	주의	목포용당(암)	6721	4.46		-0.086	0.466	· 함평신광 관측소 및 나주삼도 관측소는 최근 5개월간 지속적인 감소 추세이므로 인근 지역(함평군 신광면)은 지하수 이용에 주의를 요함
					광주유덕(층)	442	0.20		0.138	0.555	
나주삼도(층)	11774	80.20			-1.647	0.050					
함평신광(층)	9900	0.47			-2.284	0.011					
화순능주(층)	9903	14.04			-0.460	0.323					
화순이양(층)	73531	0.64			0.660	0.745					
구례	심함	광양봉강(암)	95527	0.45	1.317	0.906	· 구례토지 및 하동화개 관측소 지하수위는 예년대비 낮은편이나, 6월말부터 시작된 강우로 익월에는 수위가 점차 상승할 것으로 예상됨				
		구례토지(암)	87257	68.03	-2.777	0.003					
		곡성고달(층)	73526	16.73	0.367	0.643					
		남원도통(층)	5723	8.98	0.125	0.550					
		하동화개(층)	73550	4.70	-2.490	0.006					
		함양마천(층)	65606	1.10	0.149	0.559					

구분	지역	SGI 단계	분석대상 관측소			분석값		검토결과
			관측소명	코드	면적비 (%)	SGI	CDF(Prob.)	
전남	영광	심함	무안해제(암)	84029	9.48	0.242	0.596	· 영광불갑 관측소 및 함평신광 관측소는 최근 5개월간 지속적인 감소 추세이므로 인근 지역(함평군 신광면)은 지하수 이용에 주의를 요함
			영광불갑(암)	82036	61.60	-2.474	0.007	
			고창고수(층)	11769	2.77	-0.287	0.387	
			고창상하(층)	82024	23.74	-1.461	0.072	
			장성황룡(층)	11779	0.02	-0.339	0.367	
	함평	매우 심함	함평신광(층)	9900	2.39	-2.284	0.011	
			무안해제(암)	84029	0.18	0.242	0.596	
			영광불갑(암)	82036	12.57	-2.474	0.007	
			나주삼도(층)	11774	9.55	-1.647	0.050	
			장성황룡(층)	11779	0.28	-0.339	0.367	
경남	하동	주의	함평신광(층)	9900	77.42	-2.284	0.011	· 구례토지 및 하동화개 관측소 지하수위는 예년대비 낮은편이나, 6월말부터 시작된 강우로 익월에는 수위가 점차 상승할 것으로 예상됨
			광양봉강(암)	95527	0.32	1.317	0.906	
			구례토지(암)	87257	2.71	-2.777	0.003	
			남해남해(암)	84039	15.82	0.853	0.803	
			사천사천(암)	84036	4.74	0.459	0.677	
			산청단성(층)	84038	14.19	2.018	0.978	
			하동화개(층)	73550	55.92	-2.490	0.006	
함양마천(층)	65606	6.30	0.149	0.559				

④ SGI 종합 검토의견

- 시군별 SGI 분석결과 전남지역의 지하수위가 평년에 비해 낮은 상황임
- '매우심함' 단계에 해당하는 함평군의 경우 지하수를 수원으로 하는 지방상수도는 없으므로, 생공용수 가뭄판단에 영향을 미치지 않는
- '18.6.25일 기준 제한급수지역은 전남 1개(진도군 관사도) 및 인천 2개(웅진군 대연평도, 소연평도) 도서이며, 운반급수지역은 없음
- * 인천 웅진군 연평면(연평도)은 지하수, 진도군 조도면(관사도)은 육동제를 수원으로 함
- 연평도와 진도의 제한 및 운반급수 상황으로 판단할 때, 지하수위가 낮게 나타난 지역인 전남의 도서지역에 대한 주의가 필요
- 구례군 토지면, 순천시 승주읍, 함평군 신광면, 영광군 불갑면, 하동군 화개면 인근의 지하수 이용 소규모 급수시설은 지하수 취수에 주의가 필요
- 지하수를 지방상수원으로 이용 중인 나주시 문평면, 다시면은 지하수 취수상황에 주의가 필요

□ SGI 시범평가 종합 결과

SGI분석을 통해 시범평가가 시작된 2~3월경에는 전국 167개 시군중 50~ 60%에 해당하는 시군이 주의 이상의 경보단계로 분석되어, 지하수 가뭄상황이 전국적으로 매우 심각한 수준이었음을 알 수 있다. 이후 4월을 기점으로 점차 회복세를 보이다가 8월 이후 다시 심화되었으며, 10월 이후 급격한 회복세를 보여 '18년 11월에 이르러 매우 양호한 지하수 상황을 유지하는 것으로 분석되었다.

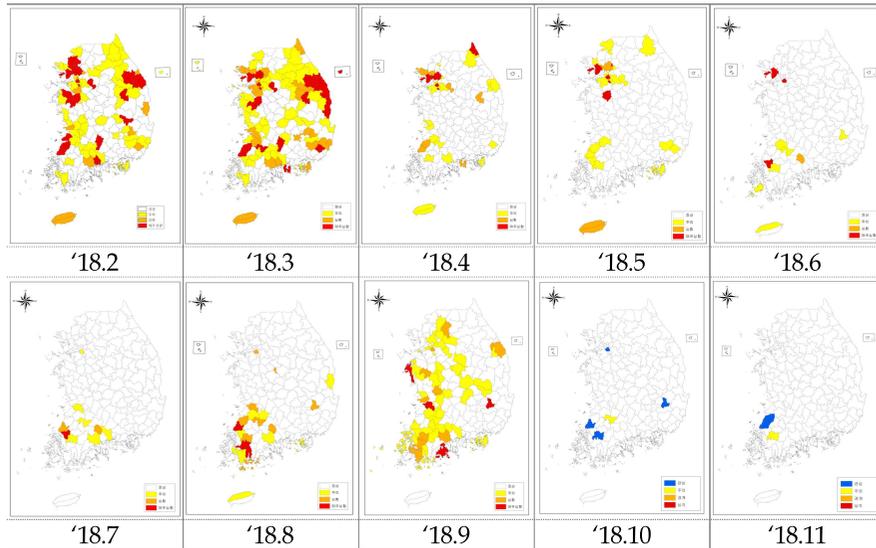


그림 5.34 시범평가 기간 동안의 SGI 월간분석 지도('18.2~'18.11)

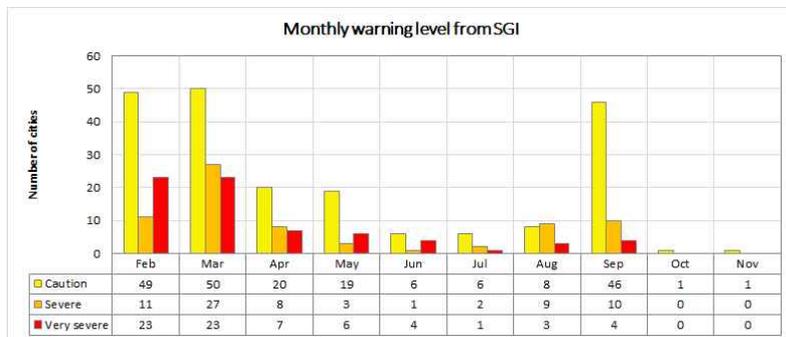


그림 5.35 시범평가 기간의 SGI 분석에 따른 월간 예·경보 결과

5.4.8 SGI를 이용한 지하수 가뭄 모니터링 및 전망기법의 고도화

'18년 2월부터 11월까지 약 10개월간의 시범평가 결과를 검토하여 문제점을 파악하고 보완 및 개선하고자 하였다. 보완 및 개선을 위한 주요 검토사항으로는 '원자료의 가용성', '가뭄단계 구분의 적정성', 'SGI값의 현황 반영성' 등이 있으며, 이로써 최종 개선된 사항은 크게 '분석대상 관측소의 조정', '예·경보 기준의 변경', '일단위 자료 기반 SGI 산정기법 개선'으로 구분할 수 있다.

□ 분석대상 관측소의 조정

앞서 SGI분석을 위해 최종적으로 선정된 총 256관측소를 대상으로 시범평가를 수행한 약 10개월의 기간 동안 2개 관측소의 이전 설치 공사가 이루어졌다. 이에 따라 관측공의 위치, 표고 및 수위범위가 변화하였고, 과거 수위 대비 현재 수위의 비교를 통해 산출되는 SGI 산정에 더 이상 이용이 어려워 분석대상 관측소에서 제외하였다. 제외된 2개 관측소는 서울항동, 진해자은 관측소이며, 이로 인해 최종 SGI 분석 대상 관측소는 기존 256개소에서 254개소(충적관측공 131개 암반관측공 123개)로 조정되었다.

표 5.12 기존 256개 관측소에서 제외된 2개 관측소 현황

구분	관측소번호	관측소명	유형	설치년도	비고
1	11790	진해자은	충적	1996	이전설치 ('18.4)
2	95501	서울항동	암반	2005	이전설치 ('18.6)

이와 같이 관측소 이전 등의 변동사항으로 인해 발생하는 대상 관측소의 조정 작업은 엄밀히 말해 SGI의 개선이라기보다는 잘못된 SGI값 산출을 방지하기 위함이라고 볼 수 있다. 그러나 이러한 작업은 최종 산출되는 SGI값을 관측소 별로 확인하고 검증하는 과정을 거치지 않으면 인지하지 못하고 지나쳐 차질 잘못된 SGI값을 산출하게 될 수 있고, 이에 따른 오류는 잘못된 예·경보 자료생산으로 이어진다. 따라서 SGI 분석 작업이 이루어질 때마다 대상 관측소 SGI값의 재확인 및 검증작업은 반드시 수반되어야 할 사항이다. 254개소로 조정된 분석대상 관측소의 위치 및 행정구역별 SGI 산정을 위한 티센망(Thiessen polygon) 현황은 아래 그림과 같다.

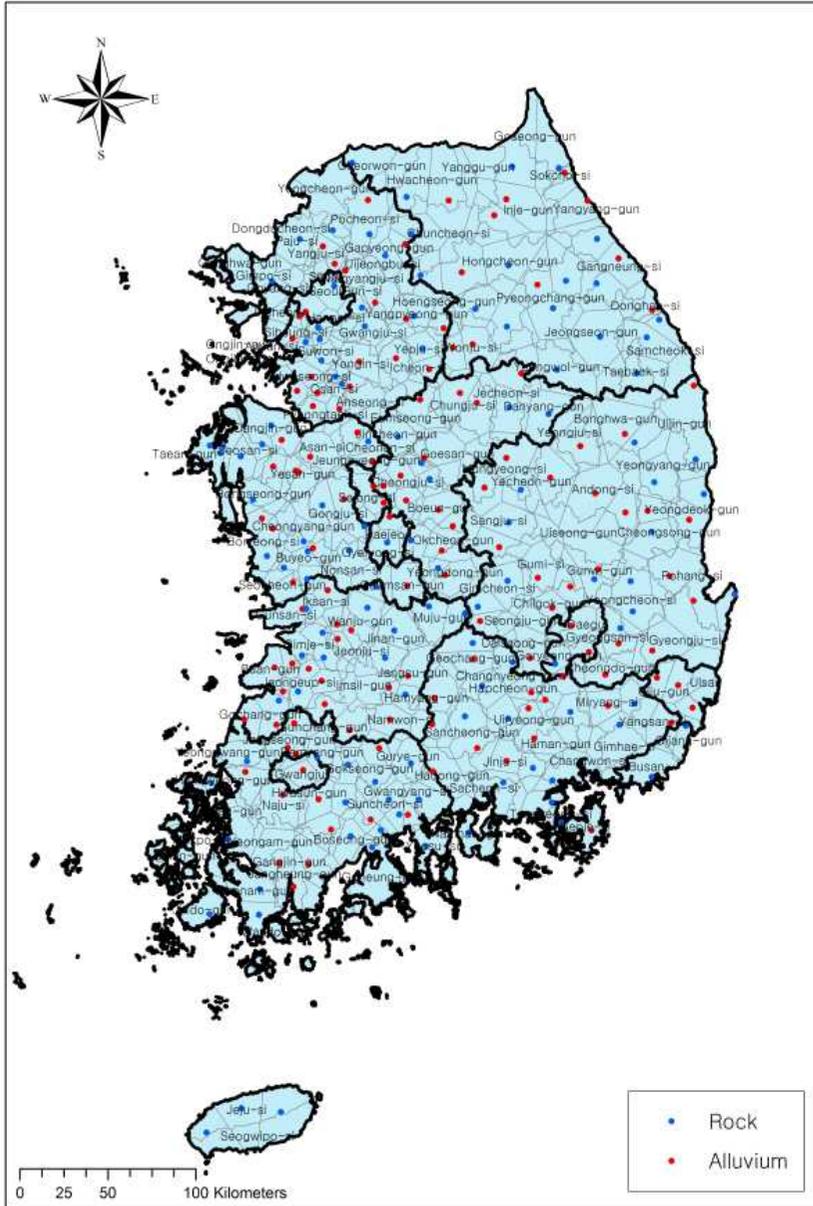


그림 5.36 시군별 평균 SGI 산정을 위한 254개 국가지하수관측소 위치 및 티센망

□ 예·경보 기준의 조정

기존에 설정된 가뭄단계별 SGI 설정 범위(표 5.13)는 정상단계를 제외한 예·경보 단계가 총 3단계이며, 앞서 언급한 바와 같이 해외 가뭄판단 기준 등을 준용하여 가뭄발생 확률을 기준으로 각 단계별 범위가 설정되었다. 즉 SGI 범위의 기준은 예·경보 단계별 가뭄 발생확률에 해당되는 수치라고 볼 수 있으며, 시범평가 기간동안 해당 기준을 적용하고 조정 과정을 거쳐 실제 지역별 지하수 가뭄 상황에 가장 근접한 기준을 설정하고자 하였다.

결론적으로 10개월의 시범평가 기간 동안 SGI 가뭄판단 기준이 변경되었는데 그 이유는 크게 두 가지로 볼 수 있다. 하나는 ‘18년 6월 실시된 제119차 관계부처 합동 TF에서 생활용수 가뭄 예·경보 단계 변경이 결정된 것으로, 기존 3단계(주의, 심함, 매우심함)에서 위기경보 기준과 동일한 4단계(관심, 주의, 경계, 심각)로의 변경이 결정되었다. 이에 따라 SGI를 이용한 지하수 가뭄 예·경보 단계도 동일하게 4단계로 변경하였다.

다른 하나는 경보단계를 구분하는 SGI 범위 값으로, 시범평가 기간 동안 초기 설정된 SGI 범위에 따라 예·경보 단계를 도출하였을 때 실제 지하수 가뭄상황에 비해 과도한 경보 단계가 산정되는 것을 알 수 있었다. 여기서 실제 지하수 가뭄상황의 확인은 주의 이상 단계로 분석된 지자체를 대상으로 지하수 관련 민원발생 여부, 미급수시설의 취수상황 확인 등을 통해 이루어졌다. 실제 현황보다 과도한 경보단계가 산정되는 문제를 해결하기 위해 SGI 범위 기준을 재설정 하였고 여기서 재설정된 SGI 범위는 SPI 기준범위를 준용하였다.

표 5.13 예·경보 기준 변경에 따라 조정된 SGI 범위

가뭄 단계		정상	관심	주의	심함	매우심함
현재기준	발생 확률(%)	25~		10~25	5~10	~5
	발생 주기	~4yr		4~10yr	10~20yr	20yr~
	SGI	-0.6745 이상		-0.6744 ~ -1.2816	-1.2815 ~ -1.6449	-1.6449 미만
조정기준	발생 확률(%)	50~	15.9~50	6.7~15.9	2.3~6.7	~2.28
	발생 주기	~2yr	2~6.3yr	6.3~15yr	15~44yr	44yr~
	SGI	-1.0 초과	-1.0 ~ -1.5	-1.5 ~ -2.0	-2.0 이하	-2.0 이하 (30일 지속)

변경된 SGI 예·경보 기준의 적절성 및 효용성을 검토하기 위해 특정 시기의 SGI 분석 결과와 실제 지하수 가뭄상황을 비교·검증하였다.

‘18년 10월은 장마기간 이후 지속적인 강우에 따라 전국 모든 지역의 생공용수 가뭄이 정상단계로 판단된 시기이며 경기 및 전남 일부 도서지역에서만 제한 및 운반 급수가 시행되고 있는 상황이었다. 또한 지자체 확인 결과 지하수 취수량 부족 관련 민원이 발생되지 않았으며 소규모 수도시설에서도 취수 관련 문제가 발생되지 않아 지하수 가뭄 상황이 매우 양호한 시기임을 알 수 있었다.

아래 그림은 기존 예·경보 기준과 변경된 예·경보 기준에 따라 ‘18년 10월 지하수 가뭄 현황을 산출하여 비교한 결과이다. 기존 예·경보 기준에 따른 결과(좌)의 경우 전라북도 순창군은 매우 심함, 경기도 수원은 심함, 경기도 이천 등 12개 지역은 주의 단계로 분석되었다. 반면에 변경된 예·경보 기준에 따른 결과(우)의 경우 전라북도 순창은 주의, 경기도 수원 등 4개 지역은 관심 단계로 분석되어 기존 기준보다 다소 완화된 가뭄 상황을 나타내었다. 이러한 결과를 통해 기존 예·경보 기준보다 변경된 예·경보 기준이 실제 지하수 가뭄상황에 보다 근접한 결과를 나타내는 것을 알 수 있다.

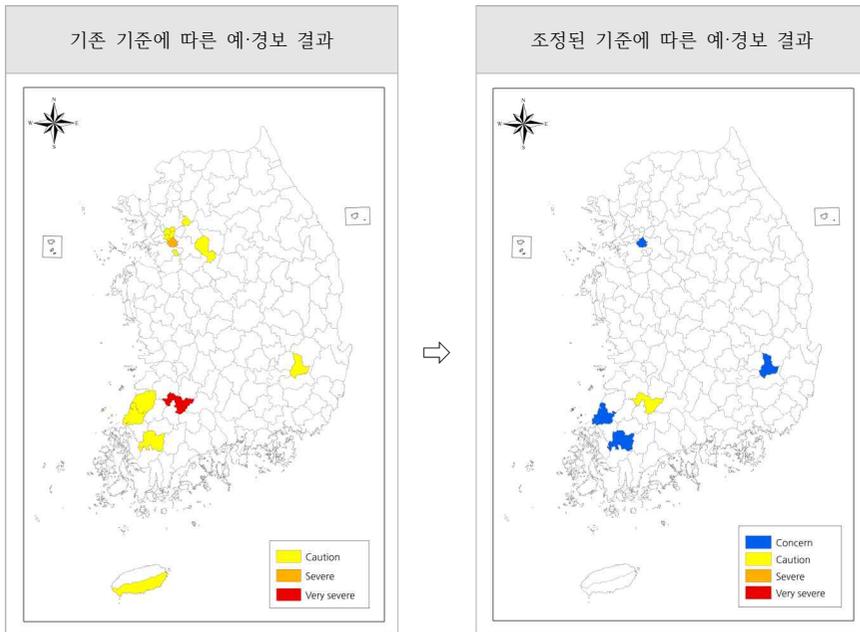


그림 5.37 기존 및 조정된 기준에 따른 가뭄 예·경보 결과 비교

□ 일단위 자료기반 SGI 산정기법 개선

현재 시범적용 중인 SGI는 관측소별 월평균 수위자료를 이용하여 산정된다. 이 경우 장점은 오·결측 등으로 인한 관측 자료의 오류가 SGI 산정결과에 미치는 영향을 최소화 할 수 있다는 장점이 있다. 반면 단점으로는 확보할 수 있는 자료 수가 관측 기간에 비해 부족하다는 점을 들 수 있다. 예를 들어 20년간의 관측기간을 가진 관측소도 1년에 12개씩의 월단위자료로부터 총 240개의 관측 시계열 자료를 갖게 된다.

SGI가 동일 월의 과거 자료 분포에서 해당 월의 수위 높낮이에 따라 결정된다는 것을 생각하면, 각 월별 과거자료의 개수는 20개가 된다. 즉 확률분포 추정을 위해서는 부족한 자료 개수인 20개의 자료를 이용하여 확률분포를 결정하게 되는 것이다. 또 다른 단점으로는 매월 말일을 기준으로 가뭄 예·경보를 분석하고 있는 체계에서, 만약 최근 1개월 동안 지하수위가 급강하 또는 급상승 하여 월초와 월말의 수위가 큰 폭의 차이를 가질 경우 월평균 수위는 분석시점인 월말의 지하수위 상황과 차이가 발생할 수 있다는 문제가 있다.

상기의 문제점을 보완하기 위한 방안으로 관측소별/월별 과거 지하수위 분포를 추정하기 위한 모집단을 일단위 자료를 이용할 수 있다. 위에서 예를 든 것과 같이 20년간의 관측기간을 가진 관측소일 경우 각 월별 관측자료 수는 기존 20개에서 약 600개로 늘어나는 효과를 볼 수 있다. 또한 예·경보를 위한 현재 수위에 월말 수위를 이용함으로써 가장 최근의 지하수위 상황을 반영할 수 있다.

① 일단위 지하수위 관측자료의 수집

앞서 조정된 254개 지하수 관측소를 대상으로 일단위 지하수위 관측자료를 수집하였다. 일자료는 결측된 자료들이 섞여있어 사용에 유의해야 한다. 결측 자료의 경우 적절한 자료보간 방법을 이용하여 보간 후 사용할 수도 있으나, 본 분석과정에서는 월별 수위 확률분포를 추정하기 위한 자료로 이용하기 때문에, 수백개 이상의 자료 중 결측된 몇몇 자료들을 제외하고 사용해도 확률분포 추정을 위한 충분한 개수의 자료를 확보할 수 있어 별도의 보간을 하지 않고 결측값을 제외 후 사용하였다. 아래 그림은 대구비산 관측소의 일단위 지하수위 관측자료를 예로 도시한 것이다. 왼쪽은 데이터베이스에서 취득한 원시자료이며, 오른쪽의 그림은 -9999인 결측값을 제거한 후의 자료를 보여주고 있다.

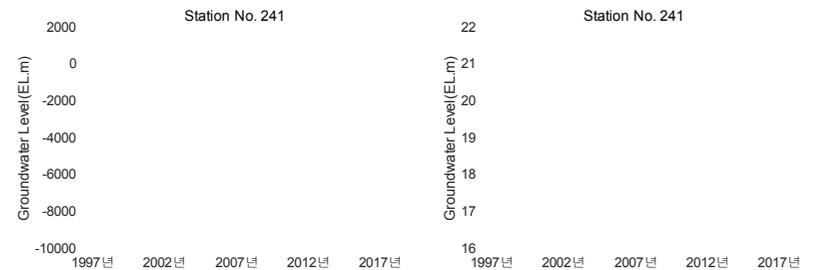


그림 5.38 일 단위 지하수위 관측자료

② 일자료 기반 관측소별 월별 지하수위 분포 수정

전체 254개 관측소 각각의 월별 수위분포를 커널밀도추정법을 통해 추정하였으며, 아래 그림은 대구비산 관측소의 월자료 기반 기존 결과와 일자료 기반의 수정 결과를 비교 예시한 것이다.

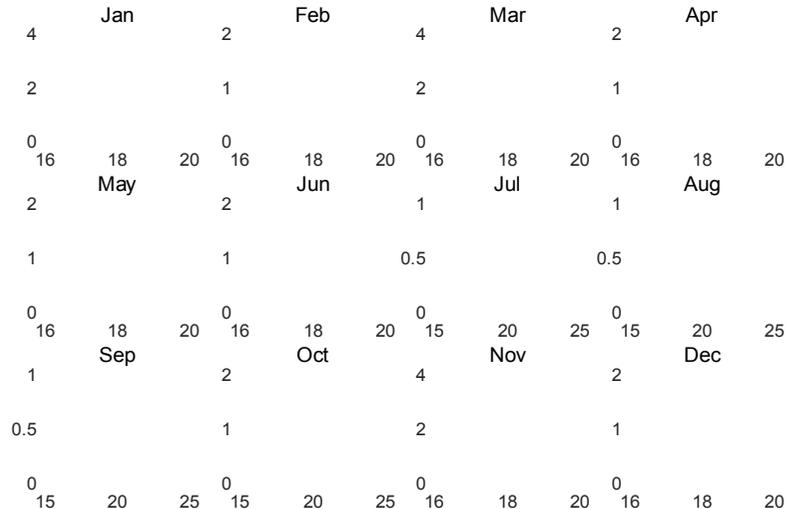


그림 5.39 월단위 자료를 이용한 커널밀도 산출

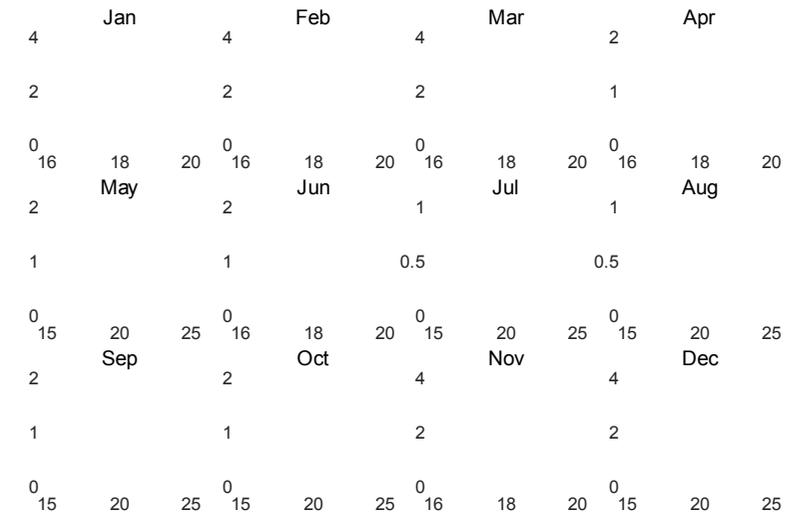


그림 5.40 일단위 자료를 이용한 커널밀도 산출

③ 일 자료 기반 SGI 재산정

일단위 지하수위 관측자료를 이용하여 재 산정한 관측소별 월별 분포함수로 월별 SGI를 재 산정한 후, 254개 관측소의 Thiessen Network를 이용해 167개 시군별 평균 SGI로 변환한 결과를 시군별 SPI 1~12와 함께 비교분석 하였다.

그림 5.41은 그 중 음성군의 예를 도시한 것이다. 그림에서 여러 색으로 구분된 12개의 선은 지속기간별 표준강수지수인 SPI 1~12를 나타내며, 굵은 검은색 선이 해당 지역의 SGI를 산정한 결과이다. 해당지역에 영향을 미치는 지하수위 관측소들의 자료가 모두 있어야 대상 지역의 면적평균 값을 구할 수 있기 때문에, 지역평균 SGI의 자료기간은 그 지역에서 가장 짧은 관측기간을 가진 관측소의 자료기간과 동일하다. 따라서 지하수위 관측 개시일이 가장 앞선 관측소 기준으로 1995년 12월부터 자료 길이를 맞추어 수집하고 관측소별 SGI를 산정하였으나, 실제 면적 평균된 SGI의 기간은 그 보다 짧아지게 된다.

그림에서 SPI와 SGI가 모두 존재하는 기간의 자료가 SGI전망을 위한 지역별 인공 신경망 모형 학습에 이용되는 자료이다.

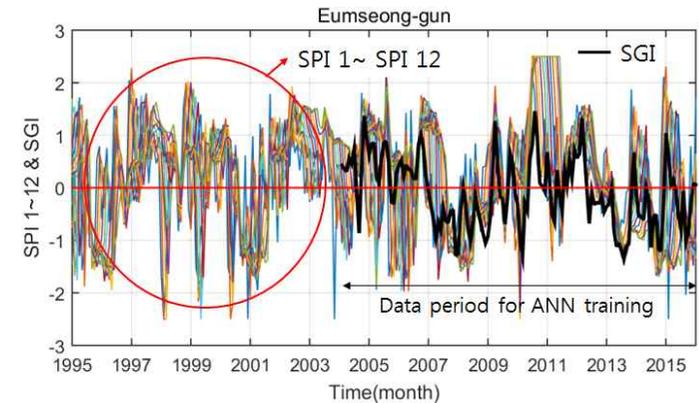


그림 5.41 SGI와 SPI의 비교결과 사례(음성군)

④ SGI 전망을 위한 인공신경망 모형 재구축

일자료 기반으로 새롭게 산정된 SGI를 이용하여 시군별 가뭄전망에 이용되는 인공 신경망 모형을 재구축하였다. 인공신경망 모형 구축은 지역별(시군별) SPI와 SGI의 상관관계를 인공신경망을 이용해 학습시키는 과정이다. 인공신경망 모형의 기본 구조는 기존과 동일하지만, 새로 산정된 일자료 기반의 SGI로 기존의 월자료 기반 SGI를 대체하여 모형을 재학습 시키는 과정이다.

수정된 167개 지역별 모형의 최종 학습 결과를 관측된 SGI와 학습된 모형에서 출력된

SGI 사이의 상관계수 즉 모형상관계수를 통해 비교하였다. 기존 모형보다 상관계수가 높아지거나 동일한 모형이 전체 167개 모형 중 128개(77%)이며, 상관계수가 낮아진 모형이 39개(23%)로 집계되었으나 상관계수의 절대적 변화정도는 매우 작다.

기존과 수정된 모형의 상관계수 범위별 분포는 표 5.14에 비교하였으며, 각 모형 별 기존 및 수정 모형상관계수 및 변화정도는 표 5.15와 같다.

표 5.14 ANN 결과값과 목표값의 상관계수 산출 결과

상관계수	0.9 이상	0.9~0.8	0.8~0.7	0.7~0.6	0.6 미만
현재 167 모형	43 (26%)	51 (31%)	53 (31%)	15 (9%)	6 (4%)
변경된 167 모형	47 (28%)	58 (35%)	45 (27%)	13 (8%)	4 (2%)

표 5.15 일자료 기반 167개 시군의 상관계수 및 월자료 기반 결과와의 차이

번호	시군명	현재모델의 상관계수(A)	변경된모델의 상관계수(B)	차이(B)-(A)
1	서울특별시	0.80	0.80	-
2	부산광역시	0.98	0.99	0.01
3	부산광역시 기장군	0.76	0.76	-
4	대구광역시	0.79	0.80	0.01
5	대구광역시 달성군	0.73	0.76	0.03
6	인천광역시	0.88	0.92	0.04
7	인천광역시 강화군	0.88	0.90	0.02
8	인천광역시 옹진군	0.89	0.92	0.03
9	광주광역시	0.88	0.90	0.02
10	대전광역시	0.72	0.72	-
11	울산광역시	0.75	0.77	0.02
12	울산광역시 울주군	0.72	0.75	0.03
13	세종특별자치시	0.83	0.85	0.02
14	수원시	0.97	0.91	-0.06
15	성남시	0.82	0.85	0.03
16	의정부시	0.77	0.77	-
17	안양시	0.96	0.97	0.01
18	부천시	0.91	0.90	-0.01
19	광명시	0.88	0.88	-
20	평택시	0.92	0.92	-
21	동두천시	0.96	0.96	-
22	안산시	0.92	0.92	-
23	고양시	0.83	0.83	-
24	과천시	0.96	0.97	0.01
25	구리시	0.82	0.88	0.06
26	남양주시	0.75	0.77	0.02
27	오산시	0.97	0.96	-0.01
28	시흥시	0.93	0.91	-0.02
29	군포시	0.94	0.94	-

번호	시군명	현재모델의 상관계수(A)	변경된모델의 상관계수(B)	차이(B)-(A)
30	의왕시	0.96	0.95	-0.01
31	하남시	0.97	0.97	-
32	용인시	0.93	0.91	-0.02
33	파주시	0.94	0.92	-0.02
34	이천시	0.91	0.92	0.01
35	안성시	0.79	0.84	0.05
36	김포시	0.87	0.90	0.03
37	화성시	0.97	0.96	-0.01
38	광주시	0.55	0.62	0.07
39	양주시	0.86	0.87	0.01
40	포천시	0.79	0.82	0.03
41	여주시	0.80	0.82	0.02
42	연천군	0.86	0.84	-0.02
43	가평군	0.78	0.79	0.01
44	양평군	0.73	0.76	0.03
45	춘천시	0.87	0.83	-0.04
46	원주시	0.92	0.93	0.01
47	강릉시	0.68	0.70	0.02
48	동해시	0.66	0.69	0.03
49	태백시	0.85	0.86	0.01
50	속초시	0.93	0.92	-0.01
51	삼척시	0.75	0.80	0.05
52	홍천군	0.64	0.67	0.03
53	횡성군	0.81	0.80	-0.01
54	영월군	0.93	0.93	-
55	평창군	0.77	0.77	-
56	정선군	0.64	0.65	0.01
57	철원군	0.79	0.69	-0.10
58	화천군	0.86	0.87	0.01
59	양구군	0.73	0.73	-
60	인제군	0.68	0.69	0.01
61	고성군	0.74	0.73	-0.01
62	양양군	0.61	0.61	-
63	청주시	0.92	0.91	-0.01
64	충주시	0.95	0.94	-0.01
65	제천시	0.78	0.82	0.04
66	보은군	0.87	0.89	0.02
67	옥천군	0.79	0.79	-
68	영동군	0.54	0.54	-
69	증평군	0.77	0.79	0.02
70	진천군	0.85	0.85	-
71	괴산군	0.69	0.72	0.03
72	음성군	0.82	0.82	-
73	단양군	0.80	0.81	0.01
74	천안시	0.93	0.82	-0.11
75	공주시	0.85	0.83	-0.02
76	보령시	0.79	0.78	-0.01

번호	시군명	현재 모델의 상관계수(A)	변경된 모델의 상관계수(B)	차이 (B)-(A)
77	아산시	0.79	0.78	-0.01
78	서산시	0.92	0.93	0.01
79	논산시	0.89	0.91	0.02
80	계룡시	0.91	0.92	0.01
81	당진시	0.79	0.83	0.04
82	금산군	0.61	0.62	0.01
83	부여군	0.79	0.82	0.03
84	서천군	0.95	0.95	-
85	청양군	0.79	0.73	-0.06
86	홍성군	0.84	0.85	0.01
87	예산군	0.82	0.84	0.02
88	태안군	0.80	0.84	0.04
89	전주시	0.87	0.90	0.03
90	군산시	0.85	0.85	-
91	익산시	0.96	0.97	0.01
92	정읍시	0.81	0.82	0.01
93	남원시	0.84	0.84	-
94	김제시	0.90	0.89	-0.01
95	완주군	0.77	0.77	-
96	진안군	0.74	0.77	0.03
97	무주군	0.92	0.95	0.03
98	장수군	0.75	0.78	0.03
99	임실군	0.93	0.92	-0.01
100	순창군	0.84	0.83	-0.01
101	고창군	0.90	0.90	-
102	부안군	0.94	0.99	0.05
103	목포시	0.92	0.93	0.01
104	여수시	0.98	0.85	-0.13
105	순천시	0.87	0.88	0.01
106	나주시	0.90	0.93	0.03
107	광양시	0.78	0.81	0.03
108	담양군	0.78	0.79	0.01
109	곡성군	0.80	0.82	0.02
110	구례군	0.81	0.81	-
111	고흥군	0.90	0.94	0.04
112	보성군	0.90	0.91	0.01
113	화순군	0.83	0.91	0.08
114	장흥군	0.83	0.83	-
115	강진군	0.78	0.78	-
116	해남군	0.73	0.75	0.02
117	영암군	0.70	0.74	0.04
118	무안군	0.79	0.81	0.02
119	함평군	0.93	0.89	-0.04
120	영광군	0.87	0.89	0.02
121	장성군	0.85	0.86	0.01
122	완도군	0.73	0.71	-0.02
123	진도군	0.79	0.81	0.02

번호	시군명	현재 모델의 상관계수(A)	변경된 모델의 상관계수(B)	차이 (B)-(A)
124	신안군	0.81	0.83	0.02
125	포항시	0.50	0.57	0.07
126	경주시	0.61	0.64	0.03
127	김천시	0.79	0.82	0.03
128	안동시	0.79	0.82	0.03
129	구미시	0.75	0.78	0.03
130	영주시	0.91	0.90	-0.01
131	영천시	0.71	0.73	0.02
132	상주시	0.76	0.77	0.01
133	문경시	0.80	0.76	-0.04
134	경산시	0.70	0.71	0.01
135	군위군	0.58	0.62	0.04
136	의성군	0.76	0.80	0.04
137	청송군	0.53	0.58	0.05
138	영양군	0.39	0.46	0.07
139	영덕군	0.67	0.71	0.04
140	청도군	0.72	0.76	0.04
141	령량군	0.83	0.84	0.01
142	성주군	0.68	0.72	0.04
143	칠곡군	0.79	0.66	-0.13
144	예천군	0.97	0.97	-
145	봉화군	0.63	0.61	-0.02
146	울진군	0.64	0.66	0.02
147	울릉군	0.79	0.77	-0.02
148	창원시	0.91	0.75	-0.16
149	진주시	0.88	0.87	-0.01
150	통영시	0.88	0.85	-0.03
151	사천시	0.82	0.86	0.04
152	김해시	0.84	0.82	-0.02
153	밀양시	0.68	0.71	0.03
154	거제시	0.89	0.91	0.02
155	양산시	0.64	0.71	0.07
156	의령군	0.74	0.76	0.02
157	함안군	0.81	0.83	0.02
158	창녕군	0.81	0.84	0.03
159	고성군	0.74	0.76	0.02
160	남해군	0.75	0.71	-0.04
161	하동군	0.77	0.83	0.06
162	산청군	0.85	0.88	0.03
163	함양군	0.74	0.73	-0.01
164	거창군	0.73	0.76	0.03
165	합천군	0.82	0.76	-0.06
166	제주시	0.94	0.94	-
167	서귀포시	0.96	0.97	0.01

5.5 가뭄 취약성 평가기법 개발

5.5.1 추진 배경

기후변화에 관한 정부 간 협의체의 특별보고서인 「기후변화 적응을 위한 극한현상 및 재해 위험 관리(IPCC, 2012)」에 의하면, 기후변화로 인한 수문 변동성 증가는 극치 수문사상의 발생확률과 규모의 증가를 가져오는 것으로 보고된 바 있다. 이는 홍수 뿐 아니라 가뭄의 발생에도 영향을 미치며, 가뭄의 빈도와 강도 증가로 가뭄 위험도가 높아지는 것을 의미한다. 실제로 우리나라의 경우 '90년 이후 2~3년마다 크고 작은 가뭄과 7년 주기의 대가뭄이 발생하고 있으며, 연도별 강수량 변화폭 및 지역별 강우편차가 커지면서 국지적인 가뭄이 심해지는 추세에 있다. 최근 발생한 가뭄 피해의 예로 '08~'09년 강원 태백시(광동댐 급수지역)에서 87일간 생·공용수 제한급수를 실시했던 사례가 있으며, '14~'15년 충남 서부권(보령댐 급수지역)의 가뭄으로 물 부족을 극복하기 위해 20%의 자율급수조정을 실시한 바 있다.

가뭄에 견딜 수 있는 근본적 대책 마련을 위해서는 지역별 가뭄 발생 특성 및 취약성 원인 분석 등이 선행되어야 할 것이며, 이를 통해 가뭄 취약특성을 고려한 지역별 맞춤형 대책 및 투자우선 순위 등 효과적인 대책수립이 가능할 것이다. 지역별 취약성, 원인분석 등 국내 가뭄 취약성 평가는 연구단계 수준으로 실무활용을 위해서는 평가기법 정립부터 결과물에 해당하는 가뭄취약지도 작성 기준 마련 등이 필요한 상황이다.

이러한 필요성에 기반 하여 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률(제정 '17.1.17)」 제7조에 가뭄취약지도 작성에 관한 내용이 반영되었으며, 그 첫 번째 과제로 '18년 가뭄취약성 평가 기준 및 취약지도 작성 지침 수립을 위한 과제가 수행되었다.

5.5.2 과업 개요

일반적인 개념에서 가뭄 취약성은 기후변화에 따른 부정적인 영향에 쉽게 영향을 받고 대처할 수 없는 정도로 정의된다(IPCC, 2007). 취약성 평가의 체계는 노출도, 민감도 및 대응능력을 고려하여 평가한다.

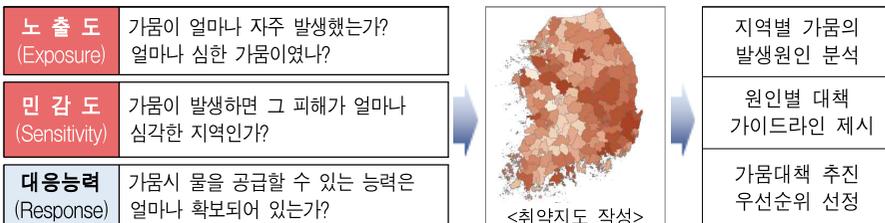


그림 5.42 취약성 평가 절차

각 평가인자(노출도, 민감도, 대응능력)별 원자료 값은 모두 주제도로 표출하여 직관적 이해가 가능하도록 하고, 이중 취약성 평가를 위해 사용될 요소를 선별하여 지역간 상대비교가 가능하도록 정규화한 후 최종 취약지도에 활용할 예정이다. 이때 발생하는 모든 지도는 행정단위별/유역별로 제공될 예정이다.

□ '18년 과업개요(1차년도)

금년도 수행된 1차년도 과업의 목적은 가뭄 취약성 평가기준 및 가뭄취약지도 구축 기본계획 수립이며 과업 주요내용은 아래와 같다.

- ① 국내외 가뭄 취약성 평가기법 조사·분석
- ② 가뭄 취약성 평가인자 선정 및 평가방법론 구축
- ③ 가뭄 취약성 평가기법 정립
- ④ 가뭄 취약성 평가기법 적정성 검증을 위한 시범평가
- ⑤ 연차별 가뭄취약지도 구축 및 활용을 위한 기본계획(Master Plan) 수립
- ⑥ 가뭄취약지도 제작기준(지침) 수립

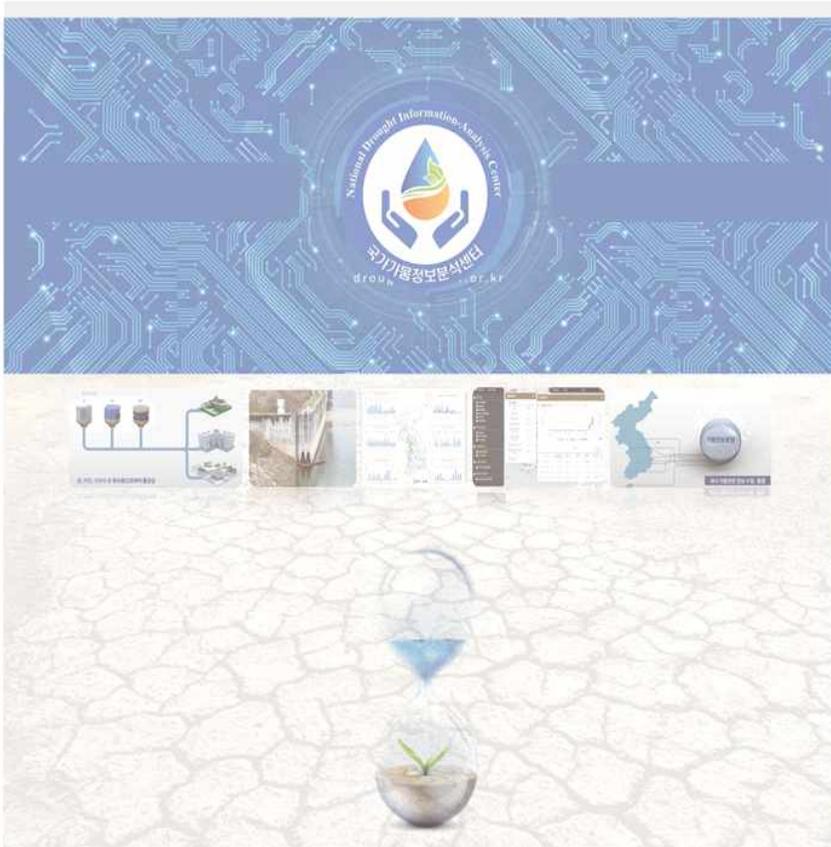
□ 연차별 과업개요

본 과업의 목적은 지역별 가뭄발생 현황과 원인을 분석하고 대응능력을 평가함으로써 가뭄 대책 수립에 필요한 기초자료를 제공하고자 함에 있다. 총 사업기간은 '18~'21년이며 '18~'22 중기재정기준에 따라 총 사업비는 20억원으로 책정되었다. 1차년도('18년)에는 취약성 평가기법 및 취약지도 작성지침을 수립하고 2~4차년도('19~'21년)까지 각 권역별 취약지도를 구축하도록 계획되었으며, 현시점 기준 연차별 세부계획은 아래 표와 같다. 여기서 연차별 취약지도 구축대상 권역은 최종 취약지도 작성지침 결과에 따라 변경될 여지가 있다.

표 5.16 연차별 가뭄 취약지도 구축계획

구 분	계	2018	2019	2020	2021
사 업 비	20억원	5억원	5억원	5억원	5억원
주요내용	-	작성지침 수립 시범적용·평가	· 낙동강 권역 32천km ²	· 한강 권역 38천km ²	· 금강 권역 18천km ² · 영·섬권역 16천km ²

제6장 가뭄 시스템 및 서비스



제6장 가뭄 시스템 및 서비스

6.1 지자체 가뭄 의사결정 지원체계 구축

6.1.1 구축 필요성

가뭄정보 분석시스템은 국가나 지자체 대상으로 가뭄의 현황 및 미래 전망 예측을 통해 선제적 가뭄 대응을 통한 가뭄 발생 피해를 최소화하고, 일반 시민들에게는 과거부터 현재까지 가뭄의 일반 정보와 거주지 중심의 생활 속 가뭄 정보를 제공하고, 가뭄 상황별 생활속에서 실천할 수 있는 다양한 정보를 제공하여 국가나 지자체의 가뭄 대응 정책의 효과를 극대화하기 위한 국가 가뭄 종합정보 시스템이다.

그러나 교통, 기상, 방범, 재해 등 다양한 분야의 관리부서 상황실에서는 빅 보드 개념의 모니터링 및 의사결정 지원을 위한 상황판 개념의 시스템 운영이 활용되고 있었으나 가뭄 재해 분야에서는 가뭄 관련 종합 데이터를 지속적으로 제공받아 현 상황을 모니터링하고 향후 전망 예측을 신속하게 파악할 수 있도록 가뭄 분석정보 제공을 하는 시스템 체계가 전무하여 국가·지자체별 가뭄 대응에 대한 신속한 의사 결정을 위한 맞춤형 가뭄 정보화체계 구축이 매우 필요한 상황이다.

6.1.2 구축 방향

가뭄 종합 상황판은 K-water, 기상청, 농어촌공사 등 가뭄 관련된 각 기관에서 생산 되어 연계 유통되는 운영 데이터와 그 데이터를 활용해 생산되는 다양한 가뭄 분석 데이터를 국가·지자체 의사결정자가 개인용 PC 환경에서 손쉽게 활용할 수 있도록 구축하였다. 그에 따라 구축 방법을 외주 용역발주로 추진하는 대신에 수준 높고 안정적인 상황판 구현을 위해 자체 구축하는 방법으로 가뭄 상황판을 구축하였고, 가뭄정보 포털과 연동하는 기존 플랫폼 활용 체계로 사용자 접근성과 호환성을 높였다.

또한 가뭄 종합상황판을 통해 각 지자체 담당자들은 다양한 운영 데이터 및 가뭄 분석 데이터를 통해 해당 지역의 가뭄을 즉시 인지하고, 가뭄의 정확한 현 상황을 판단하여 신속하고 최적의 가뭄 대응 대책 수립을 할 수 있도록 하는 3단계 의사결정 지원 체계로 구축 방향을 수립하여 구축하였다.

그림 6.1 가뭄 종합 상황판 구축 방향



6.1.3 가뭄 종합 상황판 구축 기능

가뭄 종합 상황판을 접근하기 위해서는 가뭄정보 포털에서 로그인을 통해 국가 및 지자체 담당자를 판단하고, 그에 맞는 해당 행정구역과 핵심 통계 데이터를 제공한다. 따라서 각 지자체 가뭄 담당자는 가뭄정보 포털(<http://drought.kwater.or.kr>) 메인 화면에서 “로그인” 버튼을 클릭하여 사전에 제공받은 해당 지자체 ID로 로그인하면 GIS 지도 맵 관점으로 해당 지역의 가뭄 현황 및 전망 예측, 가뭄지수 등 다양한 가뭄 분석 정보부터 수원 시설물 제원·운영 데이터, 1~3수원의 용수 공급 체계, 지역 가뭄 언론 보도정보까지의 가뭄정보 분석시스템에서 생산 관리되는 데이터 중 핵심 데이터를 일목요연하게 제공된다.

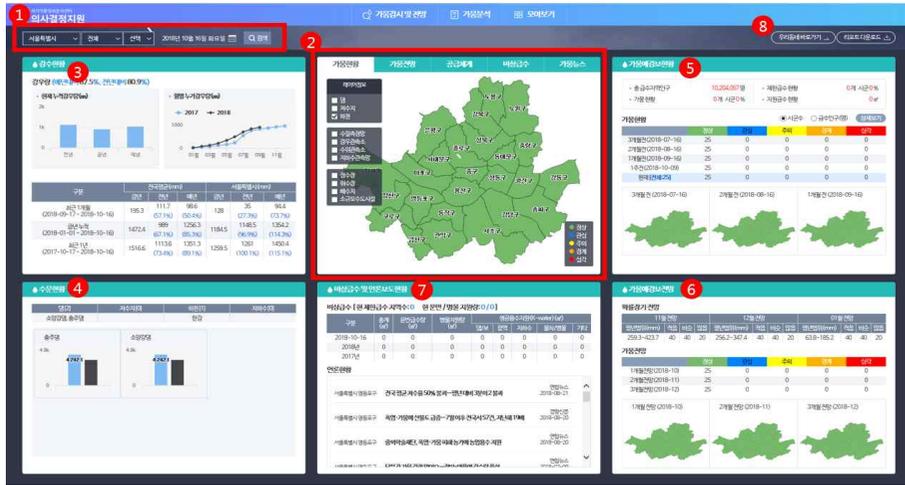
그림 6.2 가뭄 종합 상황판 구성도



가뭄 종합상황판은 그림 6.2처럼 “가뭄 감시 및 전망”, “모아보기”, “가뭄 분석” 3가지 주요 기능으로 구성되었다.

먼저 “가뭄 감시 및 전망”은 GIS 지도 맵 기반의 강수, 수문, 가뭄 예·경보 현황·전망, 비상급수 및 언론보도 현황 등 해당 지역의 가뭄 관련된 토털(Total) 정보를 제공하는 가뭄 종합상황판의 메인 기능이다.

그림 6.3 가뭄 종합 상황판(제공 화면)



세부 기능은 아래와 같다.

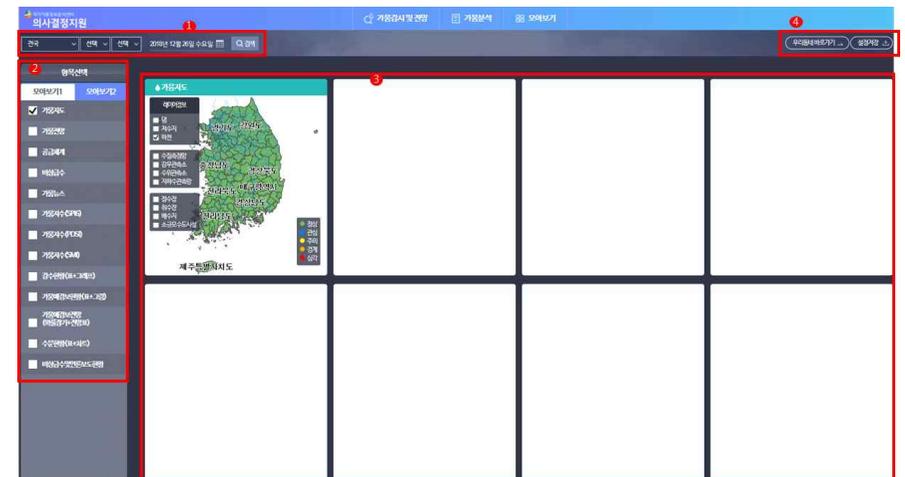
- ① 로그인 해당 시군이 자동 선택되고, 조회하고자 하는 일자를 선택하면 해당 지역 및 관련 데이터가 화면에 조회된다.
- ② GIS 지도 맵 영역으로 로그인한 지역의 해당 시군 지도가 보여진다. 해당 지도맵 좌측영역의 레이어 On/Off 기능을 제공하여 필요한 시설물의 위치정보를 확인하고자 할 때 쉽게 확인할 수 있도록 구현하였다. 해당 시설물을 클릭 시 제원 정보 및 일 운영데이터가 그래프와 표 형식으로 제공하여 언제든 활용 가능하도록 제공한다.
- ③ 로그인한 해당 시군 강수 데이터가 도표와 그래프 형식으로 보여진다.
- ④ 로그인한 해당 시군 수문 데이터가 도표 형식으로 보여진다.
- ⑤ 가뭄 예·경보 현황 분석의 시군구 및 급수인구 데이터와 1~3개월 이전 데이터가 보여진다.
- ⑥ 가뭄 예·경보 1~3개월 전망 분석 데이터가 보여진다.
- ⑦ 로그인한 해당 시군 비상급수 및 언론보도 데이터가 조회된다. 해당 언론보도 클릭 시 해당 기사가 팝업창으로 보여진다.
- ⑧ “우리동네 바로가기” 클릭 시 가뭄정보 포털 “우리동네 가뭄” 메뉴로 이동하는 기능이다. 이때 ② 화면에서 해당 시군의 읍면동을 선택해야만 “우리동네 바로가기” 버튼이 작동할 수 있다. “리포트 다운로드” 기능은 그림 6.4. 양식 형태로 가뭄 종합 상황판에서 제공하여 지자체 업무 담당자가 일 보고 시 해당 양식을 별도의 추가 작업없이 바로 활용 가능하도록 제공하여 업무 효율성 및 활용성을 높였다.

그림 6.4 가뭄 종합 상황판(리포트 양식)



다음으로 “모아보기” 기능은 쉽게 표현하면 가뭄 종합 상황판의 마이페이지 기능이다. “가뭄 감시 및 전망” 화면에 많은 정보가 보여지지만 각 지자체는 시설 환경 및 여건에 따라 중점적으로 보고자 하는 기능이 제 각각 상이할 것이다. 이 때 “모아보기” 기능에서 필요한 화면을 설정하면 해당 지자체는 로그인 시 “모아보기” 화면에는 설정한 화면만 조회될 수 있도록 할 수 있다.

그림 6.5 가뭄 종합 상황판(의사결정지원)



- ① 조회하고자 하는 지역과 일자를 설정하고 조회하는 기능이다. 로그인한 시군이 디폴트로 설정되며 일자를 선택한 후 “검색” 버튼을 클릭하면 해당 지역의 정보가 조회된다.
- ② 항목선택에서 해당 내용의 체크 박스를 On/Off 설정하면 On 체크한 화면이 ③ 화면에 하나씩 보여진다. 총 8개 화면을 클릭할 수 있다.
- ③ 선택된 화면이 보여지는 Display 창이다.
- ④ “우리동네 바로가기” 버튼을 클릭하면 가뭄정보 포털 “우리동네 가뭄” 메뉴로 이동한다. “설정 저장” 버튼은 현재 설정된 환경이 저장되어 다시 로그인 시 해당 환경이 바로 보여지도록 되어 있다.

마지막 “가뭄 분석” 기능은 해당 지역의 가뭄 상황을 기반으로 가뭄 대응을 어떻게 해야 되고, 주위의 대체 수원이 있는지, 있다면 어디에 있는지 등의 정보를 제공하여 담당자가 신속한 대응 방안을 모색할 수 있도록 한다. 또한 시물레이션 기능을 제공하여 다양한 가뭄 조건 입력에 따른 다양한 분석 결과를 정확하게 제공하여 지자체 가뭄 담당자가 신속한 의사결정을 할 수 있도록 지원한다. 이런 기능은 가뭄 종합상황관의 궁극적 목표로 해당 기능은 ‘19년 가뭄 종합상황관 고도화 사업으로 구현하고자 한다.

이렇듯 가뭄 종합상황관은 국가 중앙정부 담당자나 지자체 의사결정자가 쉽게 가뭄 진행 상황 및 전망 예측정보를 조회하고, 현재의 수원 현황 및 다양한 분석정보를 통해 신속한 가뭄 대응 의사결정을 할 수 있도록 지원하는 시스템으로 국가적으로는 가뭄 정책 수립 및 추진 시 활용되고, 지자체 담당자는 손쉽게 가뭄을 인지·예측하여 지자체 가뭄대응 능력을 향상시키는 효과를 기대한다.

6.2 가뭄정보 분석시스템 운영 및 관리

6.2.1 가뭄정보 포털 유지관리 및 운영 현황

가뭄정보 분석시스템의 지속적인 콘텐츠 고도화 및 안정적인 운영 유지관리를 위해 수립된 운영 유지관리 방안을 바탕으로, 작년에 이어 “정보시스템 통합 운영 및 유지관리 용역”에 포함하여 운영하였다. 가뭄정보 분석시스템의 유지관리는 하도급 적정성 평가를 통해 자격의 적정성, 수행능력의 적정성, 계약의 공정성 등을 평가하여 유지관리 수행업체를 결정하였다. 유지관리 영역은 가뭄정보 포털과 가뭄정보 분석 (CS) 프로그램의 운영 및 유지관리이다.

표 6.1 가뭄정보 분석 시스템 필요 기술

항 목	기술 내용		비고
가뭄정보분석 CS	개발 언어	C#	
	프레임워크	K-Base	
	GIS	MapWinGIS	
가뭄포털	개발 언어	JAVA	
	프레임워크	전자중부표준프레임워크	
	GIS	Arc GIS	

내부적으로 가뭄정보 포털은 일일 점검 보고 일지 작성을 통해, 안정적인 유지관리를 도모하였다. 가뭄정보 포털의 주요 콘텐츠를 선정하여 일일점검현황 체크리스트를 작성하였고, 일 사용자, 메뉴별 사용자로 구분하여 접속현황을 집계하였다. 그리고 가뭄정보 포털에 민원사항을 관리하여 콘텐츠 담당자별로 조치가 빠르게 이루어지도록 하였다. 가뭄정보 포털 일일점검 체크리스트를 아래 표에 도시하였다.

표 6.2 가뭄정보 포털 일일 점검현황

구 분	내 용	비고
GIS 맵 표출	현황 및 전망 등 5개 메뉴 GIS 맵 정상 표출	매일
가뭄 분석	매 일 월 가뭄 모니터링 및 전망 데이터 정상 표출	매일·월
운영 데이터	강우, 수위 등 운영 데이터 정상 작동	매일
가뭄 뉴스	환경부·K-water, 속초시에 암반관정 이관 등 2건	매일
가뭄지수	SPI 등 4개 지수 분석 결과 생성	매일
지하수 분석	총 278개 지하수 지점 가뭄분석 결과 정상 표출	매일
수질 분석	조류전망 분석 및 수질분석 결과 데이터 정상 표출	매일

가뭄 정보 포털에 대한 접속자 현황, 메뉴별 접속 현황을 아래 표 및 그림에 도시하였다. 2018년도에 가뭄정보 포털에 대한 접속자 통계 방식은 5월부터 IP를 기준으로 합산하는 방식에서 세션을 기준으로 합산하는 방식으로 변경하였다. IP를 기준으로 합산하는 방식은 동일한 IP를 사용하는 사용자가 당일 여러번 접속하여도 중복 접속이

한 건으로 집계되는 오류가 있다. 이러한 오류를 개선하기 위해 세션정보를 기준으로 접속현황을 집계하였다.

총 31,470명이 접속하였고, 일 평균 95명이 접속한 결과이다. 접속건수를 내부와 외부로 구분하면 총 31,470명 중에 외부에서 26,262명(83%), 내부에서 5,108명(17%)이 가뭄정보 포털을 이용하였다.

표 6.3 가뭄정보포털 접속 현황 (IP 기준)

총 계		내 부		외 부	
접속 수	접속자 수	접속 수	접속자 수	접속 수	접속자 수
49,993	3,231	11,249	254	38,744	2,977

* 기간: 2018.01.01.~2018.4.30.

* 접속 수는 1개 접속자가 메뉴 N번 클릭 시 N번 카운팅=

표 6.4 가뭄정보포털 접속 현황 (세션 기준)

총 계	내 부	외 부
접속자 수	접속자 수	접속자 수
28,139	4,854	23,285

* 기간: 2018.05.01.~2018.11.30.

* 세션: 사용자와 컴퓨터, 또는 두 대의 컴퓨터간의 활성화된 접속을 의미하며, 한 응용프로그램의 기동을 시작해서 종료할 때까지의 시간을 가리킨다.

총 31,470명이 접속하였고, 일 평균 95명이 접속한 결과이다. 접속건수를 내부와 외부로 구분하면 총 31,470명 중에 외부에서 26,262명(83%), 내부에서 5,108명(17%)이 가뭄정보 포털을 이용하였다. 월별 접속현황은 전체적으로 우상향하는 경향을 보이고 있다.



그림 6.8 메뉴별 접속자 현황

분석 결과 가뭄 예·경보 자료를 확인하는 사용자가 가장 많았다. 두 번째로 높은 접속을 보인 가뭄지수 자료는 지속적인 업데이트와 높은 정확도를 기반으로 가뭄지수 제공으로 높은 활용도를 보이고 있다. 또한 빅데이터 기반의 가뭄뉴스 정보는 대국민에게 지도 서비스를 통해 가뭄 관련 뉴스 빈도수를 표현한 콘텐츠로 많은 접속수를 확인할 수 있었다. 또한 위 두메뉴는 이번 가뭄 포털 고도화 영역에서 신규 가뭄지수 추가와 빅데이터 기반 빈도 그래프, 연관어 제공 서비스 등으로 고도화 하였다.



그림 6.6 가뭄정보 포털 월별 접속현황

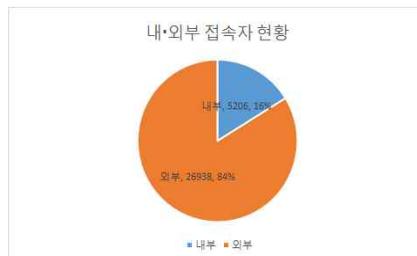


그림 6.7 내·외부 접속자 현황

메뉴 별 접속 현황을 분석하면 작년과 같이 가뭄 예·경보 메뉴를 사용자가 가장 많이 접속(4932회)하였고, 가뭄지수 (3,679회)와 가뭄뉴스(3,127회) 순으로 메뉴를 이용하였다.

표 6.5 가뭄정보포털 메뉴별 접속 현황

포털 메뉴		2018.05.01~ 2018.11.30
메인화면		접속 수
가뭄상식	가뭄의 정의	1435
	가뭄의 사례	1,080
	가뭄 관련 보험	327
	기후변화	561
가뭄 기초자료	교육자료	453
	용수공급시설	2,570
	기상/수문자료	1,226
	가뭄지수	3,679
가뭄감시및전망	가뭄피해정보관리	2,024
	수원현황	1,182
	통계분석정보	1,897
	우리동네가뭄	2,252
	가뭄예경보	4,932
	현황및전망	2,429
	가뭄빈도	2,145
	수질분석	548
	지하수자료분석	466
	가뭄통계분석	1,017
가뭄대응	가뭄대응	1,676
	가뭄정책	502
	국민행동요령	318
	갈수전망	280
커뮤니티	참여마당	1,105
	게시판	954
	자료실	1,665
	Q&A	424
	가뭄관련사이트	454
뉴스및활동	가뭄News	3,127
	가뭄연구	625
	환경이슈리포팅	1,280
센터소개	간행물자료	298
	인사말	462
	설립및목적	350
	시스템소개	378
	조직	278

6.2.2 가뭄정보 포털 운영 성과관리

가뭄정보 분석시스템은 올해 정보시스템 투자의 효율성의 객관적 진단을 위하여 실시하는 정보화 성과관리 사후성과 평가 대상 시스템이었다. 사후성과평가 대상 시스템은 준공 6개월 경과한 시스템이며 목적은 정보화 사업의 완성도 및 이용 수준 평가, 차기 정보화 심의시 반영을 위해 실시한다. 평가 방법은 K-water의 17년도 평가 지표를 참고하여 진행하였다. 정성평가는 객관성 확보를 위해 정보화사전심의 평가단에서 실시하고, 시스템 운영부서에서는 사후성과평가 기초자료를 제출하였다. 사후성과 기초자료는 사업일반현황, 메뉴구조도, 접속건수, 표준준수율, 설문자료를 포함한 엑셀 자료양식을 제출하였다.

표 6.6 사후성과 평가 방법

구 분	정성평가	정량평가
평가항목	경영전략과의 연계성, 정보화 실적등	사용자만족, 서비스 범위, 생산성, 시스템품질, 정보 및 데이터 품질, 표준
평가방식	지표별 5점척도 평가	지표별 목표에 대한 달성 정도 평가
평가결과	지표별 달성 정도를 '우수', '적정', '미흡'; 3단계로 평가	

가뭄정보 분석시스템의 2018년 정보화 성과관리 심의 결과는 4개 성과영역, 10개 성과 지표에서 지표별 달성 정도를 3단계로 평가하는 우수, 적정, 미흡에서 "적정"을 받았다. 그리고 평가의견은 물관리 일원화 이후 지자체(지방상수도, 마을상수도) 등을 연계한 확장성을 고려할 필요가 있다는 의견을 받았다.

표 6.7 사후성과 평가 지표

유형	성과영역	성과항목	성과지표	평가방식	
정성	미션 및 업무	경영전략과의 연계성	경영전략 달성지원 정도	절대평가	
		정보화 실적	계획 대비 실적 목표 설정의 적정성		
정량	사용자	사용자 만족	사용자 만족도	목표 달성 수준	
		서비스 범위	시스템 접속건수		
	정보기술	프로세스 및 활동	생산성		수작업전산화 비율
		시스템 품질			기능 활용률
					평균 응답시간
			정보 및 데이터		자동산출물 프로그램 비율
표준	표준 준수율				

6.2.3 가물정보 포털 시스템 기능 개선 및 보완

가물정보 포털은 시스템의 기존 시스템의 미비한 부분을 개선은 상시 수행하였고, 지속적으로 신규 콘텐츠를 추가하였다. 첫째, 가물 시 효율적인 가물지역 용수지원 관리를 위해 「급수지원 현황 관리 시스템」을 개발하였다. K-water는 가물 시 댐·보·상수도 및 병물·물차 등 다양한 자원을 활용하여 지자체 등 가물지역에 비상용수를 지원하고 있으나, 이에 대한 실적관리가 부족하고, 수동(메일) 방식의 자료 저송 및 관리체계로 자료의 효율적인 활용에 한계가 있었다. 이를 개선하고자 시스템을 활용한 정보 전달 및 관리, 자료의 전산화를 추진하였다. 급수지원 현황 관리시스템의 주요 기능은 등록, 조회, 통계로 구분할 수 있다.

표 6.8 급수지원 현황 관리시스템 주요 기능

구분	내용	담당자
등록	지원구분별(댐·보·상수도, 병물·물차, 지하수 등) 급수지원	지역지사 담당자
조회	기간별 권역별 급수지원 현황 조회	권역본부 담당자
통계	목적별·지역별 급수지원 통계정보 제공	권역·본사 담당자



그림 6.9 급수지원 실적 등록



그림 6.11 급수지원 현황 통계(목적별)



그림 6.10 급수지원 현황 조회

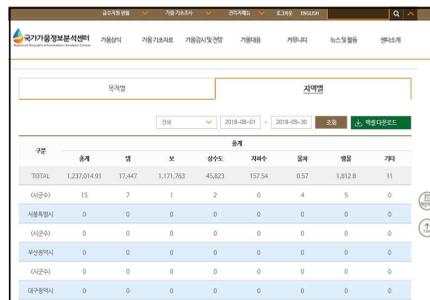


그림 6.12 급수지원 현황 통계(지역별)

급수지원 현황 관리시스템을 통한 기대효과는 기존 지사에서 엑셀을 활용하여 메일로 공유하던 체계를 시스템을 통해 쉽게 입력·전송하고, 정보통계를 제공하여 사용성을 향상 시킬 수 있고, 표준화된 급수지원 실적을 DB화 하여 관리함으로써, 정보 경영평가 등 필요시 간단하게 실적 조회 및 제시가 가능해질 것이다.

둘째, 가물 취약지역 등에서 발생하는 비상급수(제한 및 운반급수)현황의 체계적인 상시조사 및 정보관리를 위해 「비상급수 현황 조사시스템」을 개발하였다. 가물에 취약한 소규모수도시설 등의 비상급수(운반·제한) 현황 조사체계도 수동으로 취합하여 관리하는 정보화가 미흡한 실정이었다. 이를 개선하고자 비상급수현황의 상시 모니터링으로 효율적인 대응체계 마련이 필요했다. 비상급수 현황 조사 시스템의 주요 기능은 조사 등록, 조회 및 활용으로 구분할 수 있다. 조사·등록 기능은 시·군(읍면동 단위)의 운반·제한급수 현황을 입력하는 기능이다. 2018년도 가물기초조사에서 지자체별로 부여된 가물정보 포털 ID로 시군 담당자들이 가물정보 포털 (<http://drought.kwater.or.kr>)에 접속하여 비상급수 현황 조사 기능을 사용한다.

표 6.9 비상급수현황 조사 시스템 개선현황

구분	현황			개선		
	조사체계	기초 지자체 시군 자료제출	광역지자체 자료 취합·제출	환경부 전국자료 취합	기초 지자체 자료제출 및 조회	가물정보포털 광역지자체 지역정보 조회·활용
조사주기	(유선 및 E-mail 조사)			(비상급수현황 조사 웹시스템)		
자료형태	엑셀 파일			DB		
정보화	-			◎ (DB화 및 관리)		

비상급수 조사·활용 기능은 비상급수현황 및 지역별·비상급수형태별 통계, 비상급수 지역 Map 등의 정보를 조회·활용하는 기능으로 환경부, 기초·광역지자체, K-water)별 ID를 통해 접속하여 사용한다.

비상급수 등록 기능은 비상급수 지역은 상수도구분(마을상수도, 소규모급수시설, 보급지역, 기타) 선택하 입력한다. 급수인구/세대, 수원 정보는 전년도 가물기초조사 자료를 기준으로 자동 입력되도록 하였고, 사용자가 수정가능하도록 하였다. 비상급수 현황은 제한급수, 운반급수, 제한+운반급수를 입력하고, 운반급수 지원실적은 조회 화면에서 “조회/수정”을 통해 추가 가능하도록 하였다.

비상급수 통계 조회 기능은 환경부, 기초·광역지자체, K-water)별 관할지역에 대한 비상급수 현황 통계정보를 제공한다. 지역(시도,시군)/ 기준일을 지정하여 조회할 수 있다.

순번	시도	시군구	읍면동	상수도 구분	마을명 (연계/공급/운수/비)	수원	세대수	인구수	시작일	비상급수 구분	급수주기 (제한급수)	운반급수 현황(%)	종료일	과거 기동 여부	포화 /수질
7	경남도	통진시	사북면	수도급수시설	계절1	계곡수	17	31	2018-01-15	운반급수	1	54	2018-02-12	○	표준/양
8	경남도	통진시	서면	수도급수시설	연계	계곡수	38	63	2018-01-18	운반급수	1	20	2018-02-20	○	표준/양
9	경남도	통진시	동산면	수도급수시설	상업업	계곡수	19	41	2018-01-25	운반급수	1	110	2018-03-02	X	표준/양
10	경남도	통진시	사북면	수도급수시설	계절	계곡수	24	48	2018-01-29	운반급수	1	5	2018-01-29	X	표준/양
11	경남도	통진시	사북면	수도급수시설	연계마을	계곡수	35	81	2018-01-30	제한급수	1	321	2018-02-22	X	표준/양
12	경남도	통진시	서면	수도급수시설	연계마을	계곡수	11	18	2018-01-30	운반급수	1	15	2018-02-02	○	표준/양
13	경남도	통진시	사북면	수도급수시설	계절1	계곡수	14	27	2018-02-01	운반급수	1	10	2018-02-14	○	표준/양
14	경남도	통진시	서면	수도급수시설	연계마을	계곡수	79	140	2018-02-02	제한급수	1	29	2018-02-28	X	표준/양
15	경남도	통진시	북산면	수도급수시설	연계(계절)	계곡수	20	33	2018-02-07	운반급수	1	17	2018-02-13	○	표준/양
16	경남도	통진시	사북면	수도급수시설	복합(연계)	계곡수	10	24	2018-02-08	운반급수	1	5	2018-02-08	○	표준/양
17	경남도	통진시	서면	수도급수시설	날물	계곡수	31	79	2018-02-08	운반급수	1	5	2018-02-08	○	표준/양

그림 6.13 비상급수 조사·활용

비상급수 조사 입력 화면

담당부서: 사무실연락처: 저장 | 목록

비상급수 지역

시도	시군구	읍면동	상수도 구분	마을명	마을명 입력	급수세대	급수인구	수원
<input type="text"/>								

비상급수 현황: 구분: 제한급수 | 비상급수 사유: 가품(물부족) | 시작일: | 과거 비상급수 여부:

제한급수 제한급수 내용(급수주기): 예) 6시간 급수/일, 격일급수 등

운반급수 운반급수(횟수: 0, 공급량(톤): 0) 병물지원(횟수: 0, 공급량(L): 0)

급수 일자	운반방법	운반급수량 (톤)	병물 용량 (L)	병물갯수	병물지원량 (L)	비고	수정	삭제
<input type="text"/>								

비상급수 종료: * 제한 및 운반급수 사유가 해소되어 종료된 경우에 입력합니다.

그림 6.14 비상급수 등록 화면

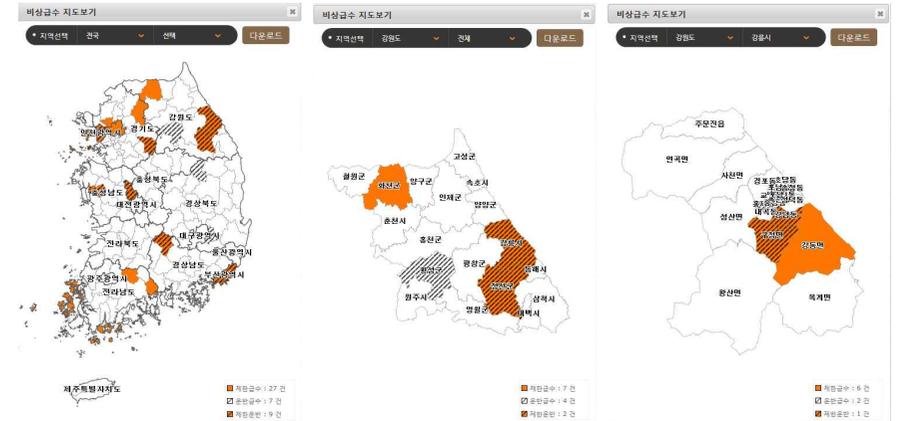


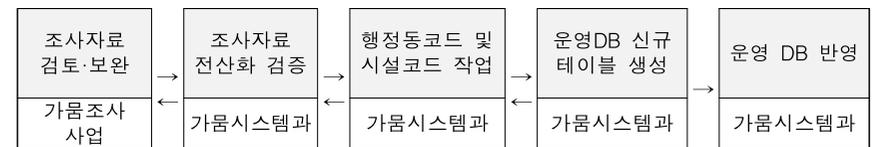
그림 6.15 비상급수 전국 현황 통계

셋째, 국가 가품 예·경보 시행 및 신속한 가품 대응 의사결정 지원을 위한 가품 기초조사 자료 조사 시행에 따른 가품정보 DB 반영을 수행하였다.

가품 기초조사 범위는 전국 162개 시군(17년말 기준 3,499개 읍면동)을 대상으로, 조사항목은 총 25개 항목으로 전국 물 수급현황(용수공급 체계 및 운영현황)이다.

가품 기초조사 전산화 프로세스는 가품정보 포털 가품기초조사 시스템을 통해 수집된 조사 항목에 대해 가품조사사업과에서 검토 및 보완 작업을 마친 후 가품시스템과에서 전산화에 대한 검증으로 재원정보의 위치정보 누락 및 오류, 시설물 코드의 누락, 해당 데이터의 중복여부 등을 판단하였다. 위 과정을 마친후 기초조사 테이블에 대한 백업 및 변경을 마친 후 새롭게 변경된 조사항목별 신규 테이블 생성과 기존 테이블 변경을 마친 후 운영 DB에 반영하였다.

표 6.10 가품기초조사 전산화 프로세스



또한, 가품시스템과에서는 가품기초조사 성과물 중 보고서 생성 프로그램을 자체 개발하였다. 해당 시도 또는 행정동코드를 입력하여 엑셀 형태로 출력할 수 있도록 하였다.

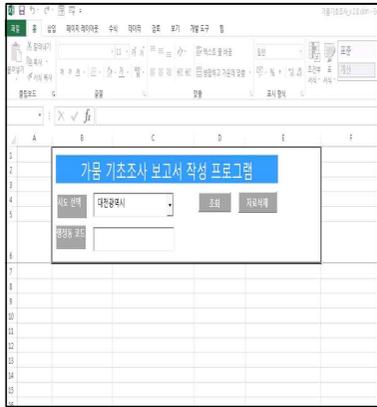


그림 6.16 가뭄기초조사 보고서 작성

그림 6.17 가뭄기초조사 보고서

6.2.4 가뭄정보 포털 성과

가뭄정보 포털은 과학기술정보통신부와 데이터진흥원에서 주관하는 굿콘텐츠서비스 인증 PC웹 서비스 부문에 대한 인증을 획득하였다. 굿콘텐츠서비스인증이란? 모바일 앱·웹, PC웹 서비스를 대상으로 국민이 신뢰하고 이용할 수 있는 우수 콘텐츠 서비스를 발굴, 품질 인증 마크를 부여하는 제도로 콘텐츠산업 진흥법 제22조에 법적인 근거를 둔다.

굿콘텐츠서비스 인증기준은 서비스 기술, 고객관리, 제도준수, 이용자 편의성등의 영역으로 구성되며, 인증을 받기 위해서는 전반적인 기준들을 충족하여야 한다. 특히 '제도준수'은 인증을 받기 위한 필수 기준으로서 반드시 충족되어야 하며, 필수 항목에서 이용자 평가 결과 및 서비스 품질에 대한 기술적 의견을 종합하여 80점 이상을 획득한 서비스에 인증을 수여한다.



그림 6.18 가뭄정보포털 메인화면(굿콘텐츠 인증)



그림 6.19 굿콘텐츠 서비스 인증서

가뭄정보 포털은 '굿콘텐츠인증' 평가단의 정성/정량 평가를 통해 종합점수 89.6점으로 전체평균 60점대에 비교하여 상위 그룹에 속하였다.

표 6.11 가뭄정보 포털 굿콘텐츠서비스 인증 평가결과

순번	장점	개선영역
1	사용자에게 콘텐츠 이용목적에 부합하는 유용한 서비스 제공	검색을 통해 나타나는 결과 만족도
2	지역별로 지도로 가뭄정보를 확인할 수 있는 서비스	유사 서비스와 비교하여 차별성 있는 서비스
3	가뭄 정보에 대한 실시간 업데이트	이용자 요구나 불만에 적절히 대응

개선사항으로 도출된 통합검색에 대한 개선, 가뭄정보포털 이용자 파악을 통한 차별성 있는 서비스 제공, 그리고 Q&A에 대한 담당자 지정 및 알림을 통한 프로세스 개선 등이 필요한 과제로 도출 되었다. 심사 이후 도출된 개선의견에 대해 가뭄 언론뉴스까지 포함한 가뭄 포털 메인화면 통합검색 기능을 강화하였고, 일단위 가뭄정보 포털 관리 및 데이터 품질 검증체계를 마련하였다.

과학기술정보통신부와 한국데이터 진흥원은 올 한해 인증을 획득한 서비스를 대상으로 국내 디지털콘텐츠 산업발전에 기여한 우수 콘텐츠 서비스를 선정하여 포상하였다. 굿콘텐츠서비스대상 신청서 및 공적자료를 제출하였고, 가뭄정보 포털은 "2018년 굿콘텐츠 서비스 대상"에서 PC 웹 부문의 우수상(한국데이터진흥원장상)을 수상하였다.

가뭄의 일반적인 상식부터 우리동네 가뭄정보 전국 행정동 가뭄 현황과 앞으로 가뭄 전망 예측정보 등 다양한 사용자(일반 국민, 학계 전문가, 정부·지자체) 그룹의 맞춤형 가뭄 정보 콘텐츠를 제공하는 국내 최고의 가뭄 종합정보 시스템으로 인정받는데 그 의미가 있다고 할 수 있다.



그림 6.20 굿콘텐츠 우수상 수상

6.3 지역별 맞춤형 가뭄대책 수립 서비스

최근 기후변화 등으로 국지적인 가뭄 피해가 빈번히 발생하고 있으나, 이를 해결하기 위한 지자체의 기술력 및 예산부족으로 가뭄 피해가 반복되었다. 또한, 지자체의 가뭄대책은 국가 계획 및 방향과의 연계성 부족 등으로, 시행력 확보가 어렵고 합리적인 대안 수립과 시행에 한계가 발생하였다.

이를 해결하기 위해 K-water에서는 가뭄에 대비하여 수자원 및 수도 시설 확충 등 다양한 사업을 시행해 왔으나, 이는 댐 및 광역상수도 중심의 대책이 위주였고, 지자체에 대해서는 가뭄 심화 시 병물, 지하수 관정개발, 급수차, 광역 상수도 연계 등 가뭄극복을 위한 단기적인 지원이 중심이었다.

미국의 사례를 보면, 美NDMC(가뭄경감센터)를 중심으로 가뭄 예·경보의 발표와 함께 해당 가뭄지역에 대한 대책마련 기술지원(Drought Planning)을 병행하고 있어 지자체의 가뭄대책 마련에 제도적·실질적인 장치가 함께 마련되었음을 알 수 있다.

이러한 지자체별 맞춤형 가뭄대책 수립 지원을 위한 필요성으로 국가가뭄정보분석센터에서는 올해 초인 '18.2월 자체수원인 쌍천지하댐의 가뭄으로 제한급수 등 피해를 겪은 속초시를 대상으로 가뭄 현황·전망과 중·장기적 가뭄 대책 등을 분석·검토하여 제공하였으며, 4월 지자체 가뭄대책 수립 지원을 위한 '단비' 가뭄지원 서비스를 제도화하였다. '단비' 서비스를 통해 유수율제고 사업, 광역수수, 해수담수화 등 다양한 중·장기적 가뭄대책을 속초시와 환경부 등에 제공하여 가뭄 대책마련의 필요성을 제시하였고, 전국 시 최초로 지방상수도 현대화 사업에 선정되었다.

'단비' 가뭄지원 서비스는 위와 같이 가뭄지역에 대한(가뭄 예·경보 '주의'단계 이상 발령) 맞춤형 가뭄정보 서비스를 제공하고, K-water의 물 관리 기술력을 활용, 지자체별 항구적인 가뭄대책 수립을 지원하는 활동이다. '단비'서비스의 체계는 그림 6.21과 같으며, 금년도 '속초시'를 대상으로 시범운영을 하였으며, '19년도부터 국가 정책화를 추진하여 본격적으로 시행할 예정이다.

'단비' 가뭄지원 서비스는 지자체의 가뭄 피해를 최소화 및 국가계획과 연계한 지자체의 최적 가뭄대책 마련을 통해 효율적인 통합물관리 실현 기반 마련과 국가재원의 중복투자를 방지하고, K-water와 지자체의 상생 협업을 위한 새로운 방향 제시와 국가가뭄정보분석센터의 공익적 역할·기능 확대라는 점에서 기대된다.

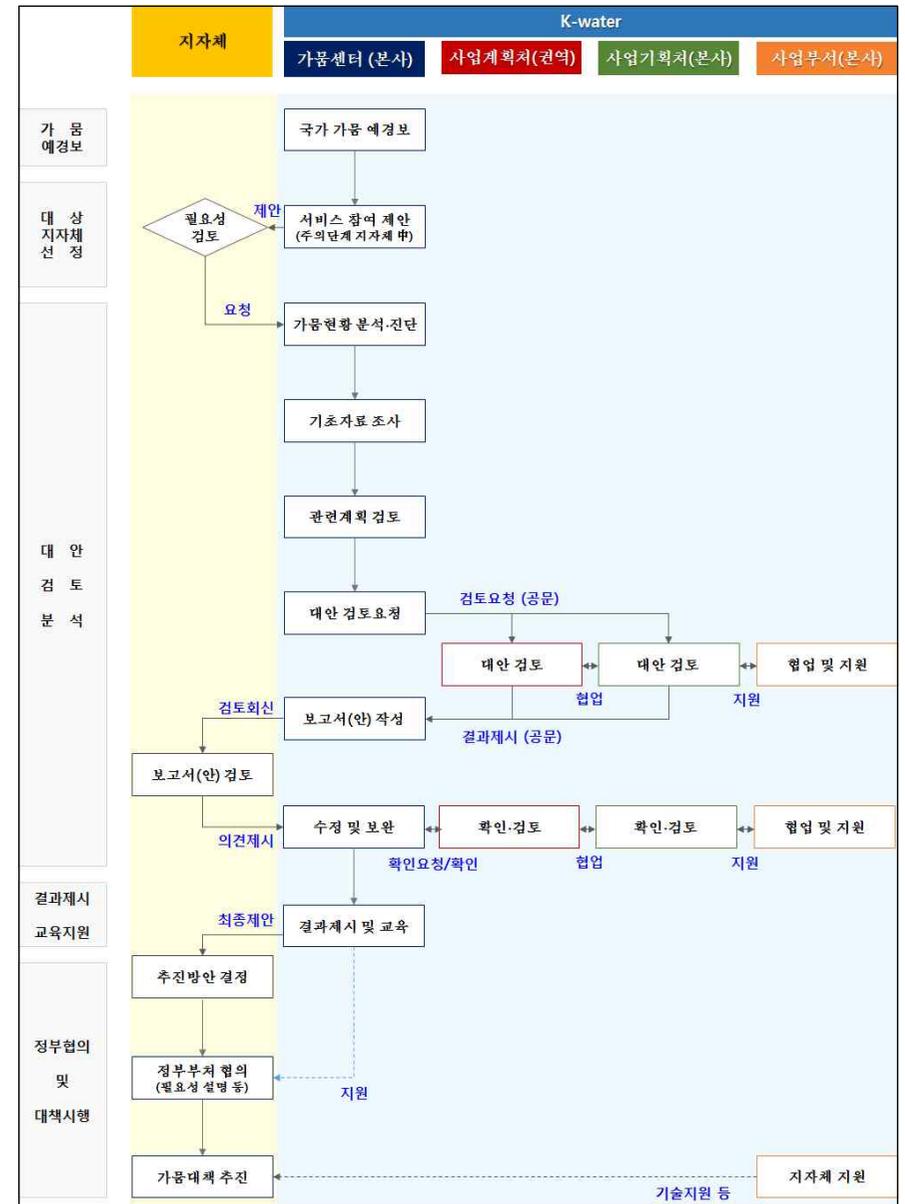


그림 6.21 '단비' 가뭄지원 서비스 체계도

제7장 기술교류 선진화



제7장 기술교류 선진화

7.1 국제적 업무협력

가뭄은 전세계적으로 발생하고 있기 때문에 선진국에서는 가뭄을 대응하기 위해 그간 많은 기술개발과 노력을 기울여 왔다. 가뭄을 극복하기 위한 선진국의 사례를 공유하고 선진적인 가뭄분석 기술확보를 위해서는 안정적인 기술교류와 논의가 가능한 업무협력의 수단이 반드시 필요하다.

국가가뭄정보분석센터에서는 가뭄 발생에 따른 물문제를 사회·경제·문화 전반에 걸쳐 주요 현안으로 인식할 수 있는 계기와 가뭄 문제 해결을 위한 국제적 논의의 장을 마련하기 위해 국제가뭄포럼을 개최하고 여러국가들과 기술교류와 협력증진을 위한 M.O.M과 MOU를 체결하였다.

7.1.1 국제가뭄포럼(International Drought Forum)개최

국가가뭄정보분석센터에서는 ‘심화되는 가뭄, 국제협력을 통한 가뭄 극복안모색 (How to overcome drought problems through international cooperation)’라는 아젠다로 ‘18년 5월31일(목) ~ 6.1(금) 2일간의 일정으로 K-water 세종관에서 2018 국제가뭄포럼을 개최하였다.

이날 행사에는 보츠나와 장관, 태국 청장, 캄보디아, 인니 국장, 미 국가가뭄경감센터 (NDMC)장 등의 해외 인사와 국내·외 전문가 약 200명이 참가하였다. 행사 주요 일정은 표 7.1과 같다.

표 7.1 2018 국제가뭄포럼 주요일정

구 분	시 간	주 요 내 용	비 고
1일차 (5.31)	13:00 ~ 14:30	개회식	기조강연3(미국, 한국, 태국)
	14:30 ~ 14:40	Break Time	-
	14:40 ~ 17:50	Special Session/ MOM 체결	7개 주제발표 및 토론
	17:50 ~ 18:00	Break Time	-
	18:00 ~ 19:30	만찬	-
2일차 (6.1)	09:30 ~ 11:30	Technical Session	2개 세션 8개 주제발표 및 토론
	11:30 ~ 12:30	MOU 체결/Open Session	K-water - 미국 NDMC
	12:30 ~ 13:00	점심	-
	13:00 ~ 14:00	Closing	-
	14:00 ~ 16:00	Technical Tour	-

첫날 개회식 기조강연에서는 총 3명의 기조강연이 있었다. 첫 번째 기조강연에서 미국 NDMC 센터장 Mark Svoboda는 선제적 가뭄대응의 필요성과 가뭄 모니터링 및 예·경보, 가뭄 취약성 및 영향 평가, 가뭄피해 경감 및 대응 방법을 제시하였고, 김영오 서울대 교수는 최근 한국, 동아시아 등의 가뭄 사례 및 기후변화 설명과 선제적 가뭄대응 및 기후변화에 적응하기 위한 방법 등을 제시하였으며, 태국 Secretary-General Somkiat은 국제협력을 통한 가뭄관리의 필요성과 태국의 재난 사례 및 가뭄대응을 위한 ONWR(태국 국가수자원청)의 활동 등을 소개하였다. 표 7.2은 기조강연 연사와 주제발표내용을 나타낸 것이다.

표 7.2 기조강연 강연자 및 발표주제

강연자	소속/직책	발표제목 및 주요내용
Mark Svoboda	미 NDMC / 센터장*	-Integrating Drought Early Warning into Drought Risk Management: A Collaborative Approach ☞선제적 가뭄대응의 필요성과 가뭄 모니터링 및 예·경보, 가뭄 취약성 및 영향 평가, 가뭄피해 경감 및 대응 방법 제시
김영오	서울대학교 / 교수	-Why is the International Drought Forum Important? ☞최근 한국, 동아시아 등의 가뭄 사례 및 기후변화 설명과 선제적 가뭄대응 및 기후변화에 적응하기 위한 방법 등을 제시
Somkiat Prajamwong	태국 ONWR / Secretary General**	-Drought Management through Multi-stakeholder Partnerships ☞국제협력을 통한 가뭄관리의 필요성과 태국의 재난 사례 및 가뭄대응을 위한 ONWR(태국 국가수자원청)의 활동 등 소개

* NDMC(National Drought Mitigation Center U.S)

** ONWR(Office of National Water Resources Thailand)

이날 두 번째 행사인 특별세션에서는 보츠와나 국토관리상하수도부 Dedede 차관, 캄보디아 수문기상부 Phon Sachak 국장, 인니 공공주택사업부 Agung 국장, 베트남 농업지방개발부 Tuyen 전문위원이 특별세션에서 각국(4개국)의 수자원 현황과 가뭄 발생 및 피해 현황, 대응방안에 대한 사례발표와 GCF 가뭄대응 프로젝트, 국가간 가뭄대응 협력기반 제공 및 가뭄 극복사례·정책을 공유하는 방법에 대한 발표가 이루어져 국제 가뭄포럼을 통한 각 국의 가뭄발생 극복사례에 대한 차별화된 경험 공유를 위한 교류와 협력의場이 지속적으로 필요함을 공감하였다. 표 7.3에 특별세션의 주요발표 내용과 토론 내용을 요약하였다.

표 7.3 특별세션 주요발표내용 및 토론내용

구분	주요내용	비고
발표 1~4	-각국(4개국)의 수자원 현황과 가뭄 발생 및 피해 현황, 대응방안 등에 대한 사례 발표	보츠나와 Dedede장 관외 3명
발표5	-Oversea Project's Overview for Improving Water Insufficiency ☞K-water는 1994년부터 30개국에서 76개의 프로젝트를 완료하고, 15개의 프로젝트를 진행 중으로한국 정부와 함께 ODA 프로그램 기반, 저개발 국가들의 물 문제 해결을 위한 사업을 지속적으로 지원할 계획	K-water 강동균 차장
발표6	-Droughts, Climate Change and the Green Climate Fund ☞GCF는 수요관리(유수율 제고, 물 재사용·재활용 등), 공급관리(신규 물 자원 및 공급인프라 확충 등) 등 가뭄(물 부족) 대응을 위한 다양한 프로젝트에 지원을 하고 있음	GCF A.Morrison
발표7	-Development Directions of International Drought Forum ☞국가간 가뭄대응 협력기반 제공 및 가뭄 극복사례·정책을 공유함으로써, 국가별 가뭄경감 지원 강화할 필요가 있으며, 포럼 정착위해서 참여기관(국) 확대 및 전략구상 및 가뭄의 특성(넓은 범위, 지속성)에 따른 대응을 위한 국제적 협력의 필요성 강조	K-water 전근일 센터장
토론	-국제 가뭄포럼을 통한 각 국의 가뭄발생 극복사례에 대한 차별화된 경험공유를 위한 교류와 협력의 場 역할 강조 -가뭄의 전 지구적 현상에 대한 가뭄경감을 위한 물 공급과 수요관리대책 마련의 중요성 및 새로운 개념의 가뭄 경감 사업 모색 필요	좌장: 정관수 교수 (충남대)

표 7.4 기술세션1 주요발표내용 및 토론내용

구분	주요내용	비고
발표1	-The unusual 2013~2015 drought in South Korea in the context of a multi-century precipitation record : Inferences from a nonstationary multivariate, Bayesian Copula model ☞비정상성을 고려할 수 있는 이변량(지속기간, 가뭄심도) 빈도해석과 베이저안 기법을 적용, 2013~2015년 발생한 가뭄 평가 수행 ☞평가 결과, 기존 정상성 빈도해석에 의한 2013-2015 가뭄빈도가 과소 추정되어 있는 것으로 판단하였음	전북대학교 권현한 교수
발표2	-Drought Analysis of NEPAL : An Overview ☞네팔 지역 월 강수 자료를 이용, 표준강수지수(SPI)와 토양수분지수(SMI)의 변화 추세를 분석 ☞분석결과, 네팔의 겨울 가뭄이 심화되는 양상을 보이고 있으며 대책 마련 필요성 제안하였음	Nepa, Gnawali Kapil
발표3	-Drought Early Warning Technology of K-water ☞가뭄 조기경보 필요성 및 K-water는 생공용수 분야의 가뭄 예·경보를 위해 수원 상황 기반의 가뭄분석체계를 구축 ☞실시간 수문 정보를 수집, 가뭄현황을 분석하고, 기상전망 및 수문모델링을 바탕으로 가뭄전망을 수행 중	K-water 남우성 책임위원
발표4	-Water Scarcity and Droughty In South Asia : Tools for coping and Adaptation ☞UNEP(U.N. Environment Program)의 사업 일환으로 DHI와 IWA에서 개발한 전 지구 위성기반 기상자료와 기후모델링 자료를 활용 ☞가뭄지수를 계산할 수 있는 웹기반 홍수·가뭄관리 프로그램 (Flood and Drought Portal) 소개	Bangladesh Bushra Nishat
토론	-가뭄관리는 관계 부처·기관·지역 전문가들의 협업을 통해 이루어질 때 효과적일 수 있으므로, 가뭄관리의 핵심은 "협력(collaboration)"이라고 할 수 있음 -가뭄정보 분석을 위해서는 기상·수문·사회·경제 등 여러 분야의 자료가 필요하나, 분산되어 있는 자료의 공유가 쉽지 않음 신뢰성 있는 가뭄정보 생산을 위해 자료 보유 주체들 간의 협조가 필수적임 -기후변화에 따른 가뭄 피해 증가는 전 지구적인 문제가 되고 있으므로, 가뭄 전망과 대응을 위한 자료·기술·정책 공유의 노력이 지속적으로 필요	좌장: 정상만 교수 (공주대)



그림 7.1 국제가뭄포럼 개최식



그림 7.2 Special Session 발표

두 번째 날에는 두 개의 기술세션에서 가뭄과 관련된 주제로 가지고 8개의 발표가 진행되었다. 기술세션1에서는 전북대 권현한 교수, 네팔 Kapil등이 다양한 평가방법에 의한 국내의 가뭄상황을 분석한 내용과 새로운 분석 기술에 대해 발표하였고, 기술세션2에서는 고려대 홍승과 교수, 말레이시아 Asnor 등이 가뭄대응을 위한 대체용수 확보방안과 시스템 적용방안 등에 대해서 발표하였다. 표 7.4와 표 7.5에 기술세션의 주요발표 내용과 토론 내용을 요약하였다.

표 7.5 기술세션2 주요발표내용 및 토론내용

구분	주요내용	비고
발표1	-Wastewater Reuse for Drought Management: Potential and Limitations ☞가뭄대응을 위한 대체 수자원으로 하수재이용수 활용 시 이점 (Benefit)과 한계점(Limitation), 국외적용사례를 소개 ☞지하수를 활용할 때 보다 65%이상 에너지 절감과 수질오염 등을 방지할 수 있으나 중금속이나 병원균 등의 처리에 기술개선과 '인식' 개선 필요함을 강조함	중앙대학교 남승남 박사
발표2	-Drought Management by Sustainable Seawater Desalination Technology ☞해수담수화 시설의 현황 및 국제사례, 가뭄대응을 위한 역삼투압 (RO)방식의 이동식(Floating) 시설을 제언 ☞가뭄은 불특정장 장소·기간에 발생, 고정화된 물공급 시설보다는 필요한 시기·장소에 물 공급할 수 있는 이동식 시설이 좋은 대안임을 강조함	고려대학교 홍승관 교수
발표3	-Climate Change and Water Resources in Nigeria ☞기후변화로 인한 나이지리아의 수자원현황 소개, 가뭄대비 및 경감을 위한 취약성분석과 대응전략 제시 ☞나이지리아는 물부족으로 인한 분쟁과 대립, 피해가 지속적으로 높아지고 있으며 해결을 위해 국제적 협력과 경감·대응전략이 절실함을 강조함	Nigeria Okpugie
발표4	-Water Resources Management and Alternative of Water ☞말레이시아 수자원현황, 가뭄대비 통합수자원관리(IWRM)의 필요성과 말레이시아 예측·대응시스템 구축현황과 계획 소개함	Malaysia Asnor
토론	-인식의 개선과 기술적 안정성이 보장된다면 하수 재이용수는 가뭄을 대응은 물론 환경보호까지 할 수 있는 좋은 기술이며, 실제 활용하는 기술이 될 수 있도록 지속적인 관심과 투자가 필요 -환경부는 가뭄대응을 위한 새로운 수자원의 개발과 수요관리 기술 개발을 지원해 왔으며 지하수, 소규모 저류지, 수요관리방안 등 가뭄대응을 위해 앞으로도 투자를 지속할 계획임 -가뭄극복을 위해서 가뭄이 자주 발생하는 취약지역에 실제 적용할 수 있는 맞춤형 기술고민과 전략·사업이 필요 -하수재이용수는 물이 부족한 농업지역에 충분히 활용할 수 있는 기술이며, 물이 언제, 어디서 부족한지 이를 어떻게 해결할 것인지 등의 적용방안이 도출될 필요가 있음 -해수담수화기술이 고가이지만 가뭄 같은 비상상황에 활용하고 고도화 처리가 필요한 지역의 경우 더 경제적인 기술이 될 수 있음	좌장: 배재호 교수 (인하대)

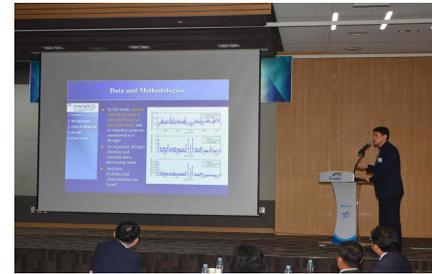


그림 7.3 Technical Session1 발표



그림 7.4 Technical Session2 발표

포럼일정동안 오픈 세션형식으로 가뭄관련 총7개 홍보부스와 국내외 18점의 가뭄 사진전전을 전시하였고 지원자를 대상으로 K-water 소개 및 물정보종합센터, 통합물관리처 주요업무 소개하고 수질연구센터 주요시설 견학일정으로 테크니컬 투어를 진행하였다. 그림 7.5와 7.6은 오픈세션과 테크니컬 투어를 나타낸 것이다.



그림 7.5 Open Session(홍보부스 운영)



그림 7.6 Technical Tour

한편, 본 행사이전에 5월30일에는 K-water 직원을 대상으로 미국 NDMC Mark 센터장의 특별교육과 참여국 사전 워크숍을 진행하여 선진기술을 습득하고 아시아 각국 담당 공무원 및 K-water 담당자 간 실무 논의를 통해 향후 아시아 지역 진출을 위한 교두보를 마련하였다.

국가가뭄정보분석센터에서는 국제가뭄포럼을 매년 개최할 예정으로 2019에는 보다 많은 참여국과 폭넓고 내실있는 주제로 국제가뭄포럼이 진행될 수 있도록 가뭄 관련 국제협력 강화 실행계획을 수립하고 물산업 해외진출과 연계성이 강화되도록 꾸준히 노력할 예정이다.

7.1.2 M.O.M 및 MOU 체결

국제가뭄포럼개최를 기념하여 매년 정기적 국제 가뭄포럼 행사에 참석하여 가뭄관련 기술 및 정책 등을 공유하고, 가뭄극복을 위한 국제협력 기여하기 위한 M.O.M(Minute of Meeting)과 가뭄정보 분석 및 대응관련 선진기관인 美 NDMC(국가 가뭄경감센터)와 기술·정보 공유, 교육훈련 및 연구개발 협력을 위한 MOU(Memorandum of Understanding)를 체결하였다.

M.O.M은 보츠와나 차관, 캄보디아 국장, 인니 국장, K-water 부사장이 참여하였으며 향후 국제포럼을 개최하고 운영하는데 많은 도움이 될 것으로 기대되고 있다. 그림 7.7과 7.8은 가뭄포럼 첫 번째날 진행된 M.O.M 전경과 원문을 나타낸 것이다.



그림 7.7 M.O.M 체결

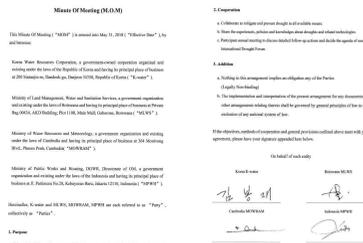


그림 7.8 M.O.M 원문

MOU는 국가간 가뭄경험 및 기술교류를 위한 국제 가뭄포럼의 조기 정착을 위해 인지도 높은 해외기관과의 MOU를 통해 가뭄센터 기술력 향상 및 국내 인지도 제고하기 위해 현 가뭄분야의 최고 분석기관인 미국 NDMC와 체결하였다.

기술교류(정기적인 가뭄국제포럼 구성 및 운영, 워크숍 개최 등), 인적교류(양기관 구성원 교육 프로그램 운영, 상호 전문가 파견 등), 정보교류(포털의 연계, 가뭄관련 D/B 공동 활용 등), 공동연구(새로운 기술개발을 위한 프로젝트 개발 및 공동 수행 등) 4가지 실행계획을 협약했으며 상호협력을 통해 양기관에 향후 많은 기술교류가 있을 예정이다.



그림 7.9 MOU 체결



그림 7.10 MOU 원문

7.2 국내외 학술활동

7.2.1 학술논문 및 학술발표회

국가가뭄정보분석센터에서는 가뭄정보 분석 관련 기술을 개발하고 고도화함으로써 보다 정확하고, 신뢰할 만한 가뭄정보를 국민에게 제공하기 위해 노력하고 있다. 또한 국내외 학술활동을 통해 가뭄정보 분석 관련 기술교류에도 앞장서고 있다. 2018년에는 논문 출판과 학술발표회 논문 발표를 통해 가뭄정보 분석 기술을 공유하였다. 표 7.6은 2018년에 논문집에 수록된 논문 목록이고, 표 7.7은 2018년에 개최된 학술발표회를 통해 본 센터에서 발표한 논문 목록이다.

표 7.6 2018년 출판 논문

No.	논문 제목	논문집	저자
1	가뭄 분석을 위한 지하수위 모니터링 및 예측기법 개발(Ⅰ) - 표준지하수지수(SGI)를 이용한 지하수 가뭄 모니터링	한국수자원학회 논문집	이정주, 강신욱, 정지혜, 전근일
2	가뭄 분석을 위한 지하수위 모니터링 및 예측기법 개발(Ⅱ) - 표준강수지수, 표준지하수지수 및 인공신경망을 이용한 지하수 가뭄 예측	한국수자원학회 논문집	이정주, 강신욱, 김태호, 전근일

표 7.7 2018년 학술발표회 발표 논문

No.	논문 제목	학술발표회	저자
1	Evaluating the predictability of monthly and seasonal dam inflow by using ensemble weather forecasts and hydrologic models	EGU 2018	김선호, 남우성, 배덕호
2	표준지하수지수(SGI)와 인공신경망을 이용한 미급수지역 가뭄모니터링 및 전망 기법 개발	2018 수자원학회 학술발표회 신성장특위 기획세션	이정주
3	SGI(Standardized Groudwater Level Index)를 이용한 지하수 가뭄 모니터링 기법 개발	2018 대한하질공학회 추계학술대회	김태호



Development of groundwater level monitoring and forecasting technique for drought analysis (I) - Groundwater drought monitoring using standardized groundwater level index (SGI)

Lee, Jeongju** · Kang, Shinuk³ · Jeong, Jihye⁴ · Chun, Gunil⁵

*Water Data Collection and Analysis Department, K-water

²K-water Convergence Institute

³Nakdonggang River Regional Head Office Business Planning Department, K-water

Paper number: 18-042

Received: 4 July 2018; Revised: 14 September 2018; Accepted: 14 September 2018

Abstract

This study aims to develop a drought monitoring scheme based on groundwater which can be exploit for water supply under drought stress. In this context, groundwater level can be used as a proxy for better understanding the temporal evolution of drought state. First, kernel density estimator is presented in the monthly groundwater level over the entire national groundwater stations. The estimated cumulative distribution function is then utilized to map the monthly groundwater level into the standardized groundwater level index (SGI). The SGI for each station was eventually converted into the index for major cities through the Thiessen polygon approach. We provide a drought classification for a given SGI to better characterize the degree of drought condition. Ultimately, we conclude that the proposed monitoring framework enables a more reliable estimation of the drought stress, especially for a limited water supply area.

Keywords: SGI (standardized groundwater level index), Drought, Groundwater level, Drought early warning, Unserviced area

가뭄 분석을 위한 지하수위 모니터링 및 예측기법 개발(I) - 표준지하수지수(SGI)를 이용한 지하수 가뭄 모니터링

이정주** · 강신욱³ · 정지혜⁴ · 천근일⁵

*한국수자원공사 물정보종합센터, ²K-water융합연구원, ³한국수자원공사 낙동강사업계획과

요 지

본 연구에서는 미급수지역의 주요 수원인 지하수위 현황을 이용한 가뭄 모니터링 기법을 개발하기 위해 256개의 국가지하수관측망 관측 자료를 이용하여 관측소별 월별 수위분포를 핵밀도함수로 추정하였다. 추정된 누적분포함수를 이용하여 월별 지하수위의 분위수를 구하고, 분위수를 정규화 하여 표준지하수지수(SGI)를 산정하였다. 관측소별로 산정된 SGI는 Thiessen를 이용하여 167개 시군별 SGI로 변환하였다. SGI의 범위에 따른 가뭄등급을 설정하여 시군별 지하수 가뭄 정도를 모니터링할 수 있는 기법을 제시하였다. 이를 통해 계획이 이루어지지 않는 미급수지역의 지하수 가뭄상황을 국가지하수관측망 활용에 간접적으로 판단할 수 있도록 하였다.

핵심용어: 표준지하수지수, 가뭄, 지하수위, 가뭄 예경보, 미급수지역

*Corresponding Author. Tel: +82-42-629-3831

E-mail: jeongju@kwater.or.kr (J. Lee)

그림 7.11 표준지하수지수(SGI)를 이용한 지하수 가뭄 모니터링



Development of groundwater level monitoring and forecasting technique for drought analysis (II) - Groundwater drought forecasting Using SPI, SGI and ANN

Lee, Jeongju** · Kang, Shinuk³ · Kim, Taeho³ · Chun, Gunil⁵

*Water Data Collection and Analysis Department, K-water

²K-water Convergence Institute

Paper number: 18-043

Received: 4 July 2018; Revised: 14 September 2018; Accepted: 14 September 2018

Abstract

A primary objective of this study is to develop a drought forecasting technique based on groundwater which can be exploit for water supply under drought stress. For this purpose, we explored the lagged relationships between regionalized SGI (standardized groundwater level index) and SPI (standardized precipitation index) in view of the drought propagation. A regional prediction model was constructed using a NARX (nonlinear autoregressive exogenous) artificial neural network model which can effectively capture nonlinear relationships with the lagged independent variable. During the training phase, model performance in terms of correlation coefficient was found to be satisfactory with the correlation coefficient over 0.7. Moreover, the model performance was described by root mean squared error (RMSE). It can be concluded that the proposed approach is able to provide a reliable SGI forecasts along with rainfall forecasts provided by the Korea Meteorological Administration.

Keywords: SGI, SPI, Artificial neural network, Groundwater, Drought early warning in unserviced area

가뭄 분석을 위한 지하수위 모니터링 및 예측기법 개발(II) - 표준강수지수, 표준지하수지수 및 인공신경망을 이용한 지하수 가뭄 예측

이정주** · 강신욱³ · 김태호³ · 천근일⁵

*한국수자원공사 물정보종합센터, ²K-water융합연구원

요 지

본 연구에서는 미급수지역의 주요 수원인 지하수위의 수위 변동 상황을 기반으로 한 미급수지역 가뭄 예보 기법 개발을 목적으로 하였다. 이를 위해 지역화된 표준지하수지수(SGI)와 표준강수지수(SPI)의 상관관계를 분석하였다. 관측 지하수위로부터 산정된 SGI의 자기회귀 특성 및 지속기간별 SPI와 SGI의 상관관계를 동시에 고려할 수 있는 NARX (nonlinear autoregressive exogenous model) 인공신경망모형을 이용하여 지역별 예측모형을 구축하였다. 학습기간 동안 관측 SGI와 모델 출력 SGI의 상관계수는 0.7 이상인 곳이 전체 167개 지역별 모형 중 146개(87%)로 상관성이 높은 것으로 분석되었다. 적용기간에 대해서는 평균제곱근오차와 상관계수로 모형을 평가하였다. 본 연구를 통해 기상청에서 제공하는 59개 관측소별 강수량 전망 값으로부터 산정된 지속기간별 SPI와 관측된 지하수위를 이용한 지역별 SGI 전망이 가능하도록 하였으며, 미급수지역의 가뭄 예경보를 위한 기초자료로 활용이 가능토록 하였다.

핵심용어: 표준지하수지수, 표준강수지수, 인공신경망, 지하수, 미급수지역 가뭄 전망

*Corresponding Author. Tel: +82-42-629-3831

E-mail: jeongju@kwater.or.kr (J. Lee)

그림 7.12 표준강수지수, 표준지하수지수 및 인공신경망을 이용한 지하수 가뭄 예측



Evaluating the predictability of monthly and seasonal dam inflow by using ensemble weather forecasts and hydrologic models

Seon-Ho Kim (1), Woo Sung-Nam (2), and Dea-Hyo Bae (3)

(1) Sejong University, Civil and Environmental Engineering, Seoul, Korea, Republic Of (shhs9415@gmail.com), (2) Korea Water Resources Corporation, Daejeon, Korea, Republic Of (wsnam@kwaters.or.kr), (3) Sejong University, Civil and Environmental Engineering, Seoul, Korea, Republic Of (dibaee@sejong.ac.kr)

Reliable monthly and seasonal dam inflow forecasts are valuable for managing water resources, water supply planning, and drought damage mitigation etc. A numerical ensemble dam inflow forecasting combined with monthly weather forecast information and hydrologic dam inflow computation has been known as one of the valuable methods. In this study the ensemble monthly and seasonal dam inflow forecasting system is developed and evaluated for the 7 multi-purpose dam watersheds in South Korea. For the weather forecasting components, Global Seasonal forecast system version 5 (GloSea5) data with 60 time-lagged ensemble forecasts for a month from Korea Meteorological Administration (KMA) and monthly and seasonal forecast data with 18 multi-model ensemble from APEC Climate Centre (APCC) are used. For the hydrologic components, Tank, ABCD and K-DRUM rainfall-runoff models are driven to simulate 1~3 month forecasts of dam inflow. The predictabilities of the developed ensemble dam inflow forecast system are tested on the various different basin scales for the 2015 and 2016 years. Correlation coefficient (CC) and root mean square error (RMSE) between forecasted and observed dam inflow are used as indicators of the predictability. The results show that the accuracy of weather and dam inflow forecasts is decreased as the lead time increase. The effects of the hydrologic model selection are insignificant, while those of application basin size are more important factor. In other words, the accuracy of the forecast system is decreased as the basin size is decreased. On the other hands, the use of time lagged ensemble from GloSea5 outperforms that of multi-model ensemble of APCC in this study. It can be concluded that for the monthly and seasonal dam inflow forecast the accuracy and spatial resolution of monthly weather forecast are more critical than the selection of hydrologic models and the development of post-process will be useful for improving the accuracy of weather and dam inflow forecast.

Keywords: Time-lagged Ensemble, Multi-Model Ensemble, Dam inflow prediction

Acknowledgement

This research was supported by a grant (17AWMP-B083066-04) from the Advanced Water Management Research Program, which was funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport of the Korean government.

그림 7.13 Evaluating the predictability of monthly and seasonal dam inflow by using ensemble weather forecasts and hydrologic models

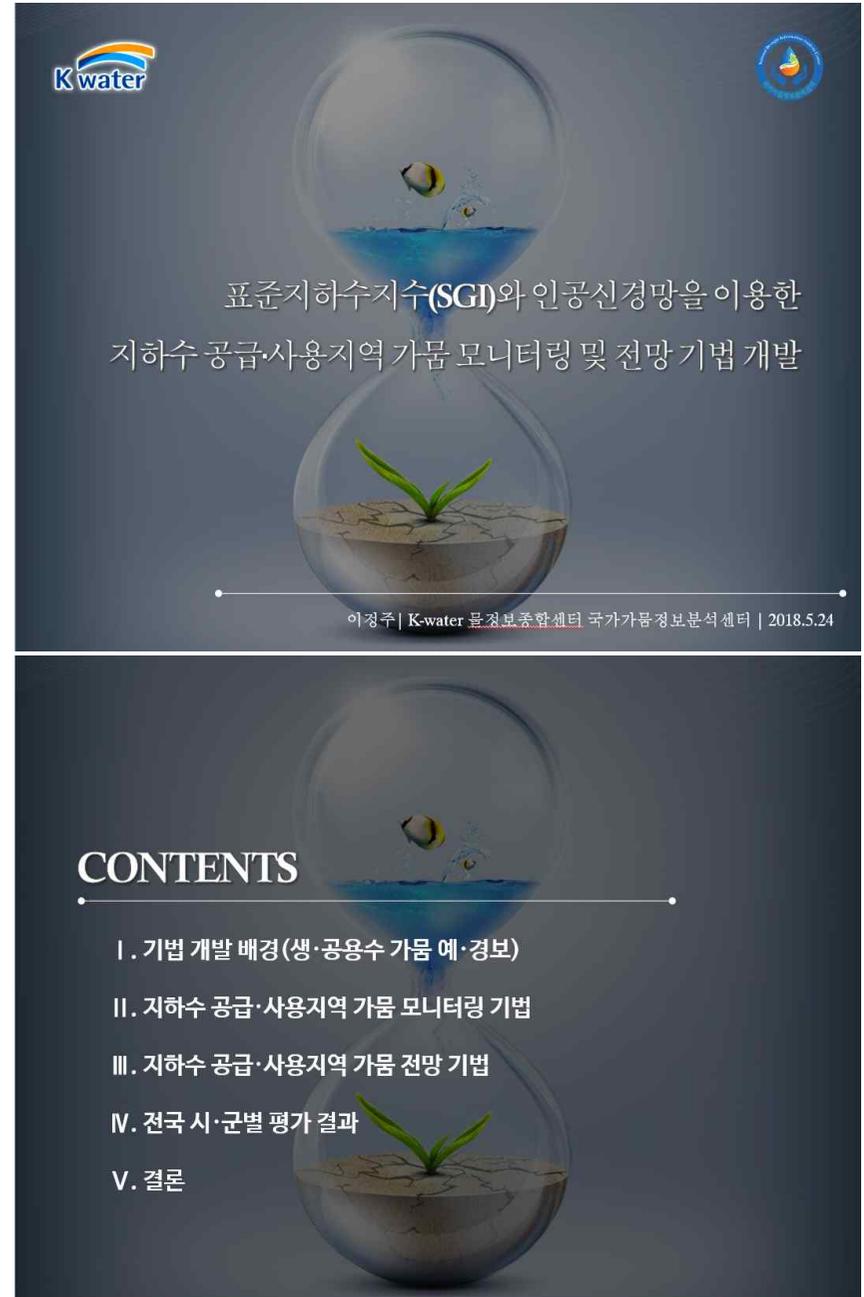


그림 7.14 표준지하수지수(SGI)와 인공지능망을 이용한 미급수지역 가뭄 모니터링 및 전망 기법 개발

Proceedings of KSEG 2018 Fall Conference / November 8 - 9, 2018

SGI(Standardized Groundwater Level Index)를 이용한 지하수 가뭄 모니터링 기법 개발

김태호*

한국수자원공사 물정보종합센터 kth1911@kwater.or.kr

K-water(한국수자원공사)의 가뭄정보분석센터에서는 생·공용수 분야의 가뭄판단 및 전망에 대한 분석을 수행하고 있으며, 이를 위해 수원의 종류에 따라 댐, 하천, 저수지 및 기타로 구분하여 가뭄판단 기준을 수립하였다. 다목적댐 및 용수댐의 경우 용수공급조정기준의 대응단계에 상응하는 공급가능 저수량을 기준으로 가뭄단계를 판단한다. 하천의 경우 홍수통제소의 갈수예보 기준 유량으로 국가하천에 대한 가뭄판단을 수행하고, 수위-유량관계곡선의 신뢰도가 낮은 지방하천의 경우 유량분석을 통해 가뭄판단 기준수위를 설정하여 이용하고 있다. 반면에 지하수, 계곡수 등 계측이 이루어지지 않는 수원으로부터 용수를 공급하고 있는 미급수지역의 경우 수원의 계측값을 기반으로 한 가뭄판단 기준을 수립하기가 현실적으로 어려운 문제가 있다. 따라서 가뭄 예·경보 시범운영 초기에는 강수량 기반의 가뭄판단 지수인 표준강수지수(Standardized Precipitation Index, SPI) 중 수문학적 가뭄 판단에 적합하다고 알려진 SPI6를 이용하여 간접적으로 가뭄을 판단하였다. 그러나 이러한 방법은 실제 수원 공급 상황과 차이가 존재한다는 한계점이 있다. 따라서 본 연구에서는 K-water 국가지하수정보센터에서 운영관리하고 있는 국가지하수관측망의 지하수위 자료 및 표준지하수지수(Standardized Groundwater level Index, SGI)를 이용하여 미급수지역의 가뭄 판단 방식을 개선하고자 하였다.

SGI란 Bloomfield and Marchant(2013)에 의해 제시된 지하수 가뭄지수로 평년 대비 지하수위의 높고 낮은 정도를 나타내는 표준화지수이며, 계절적 주기성을 반영한 평년대비 지하수위 상태를 판단할 수 있다는 이점이 있다. 본 분석을 위해 전국 412개 국가지하수관측소 중 10년 이상의 관측 자료를 보유한 288개 관측소를 우선 선별하였고, 수위가 교란된 양상을 보이는 관측소를 제외하여 총 256개 관측소를 최종 선정하였다. 256개 관측소에서 수집된 자료를 바탕으로 지하수관측소별/월별 수위 분포를 비교수 커널밀도 추정법을 통해 산정하였으며, 과거 수위 분포를 이용해 현재수위의 백분위수(percentile)를 산정하였다. 또한 각각의 분포를 정규화 하여 월별 수위 값의 정규화 지수인 표준지하수지수(SGI)를 산정하고, 관측소별 SGI를 공간보간 하여 시군별 SGI를 산정하였다. 산정된 SGI를 이용해 가뭄정도를 판단하기 위한 범위 값을 설정하여 가뭄 정도를 분류하였으며 지역별 지하수위 가뭄현황을 평균적으로 판단할 수 있는 지도를 작성하여 가뭄정보 분석에 활용할 수 있도록 하였다.

References

Bloomfield, J. P., and Marchant, B. P., 2013, Analysis of groundwater drought building on the standardised precipitation index approach, Hydrology and Earth System Sciences, 17, 4769-4787.

제8장 결론

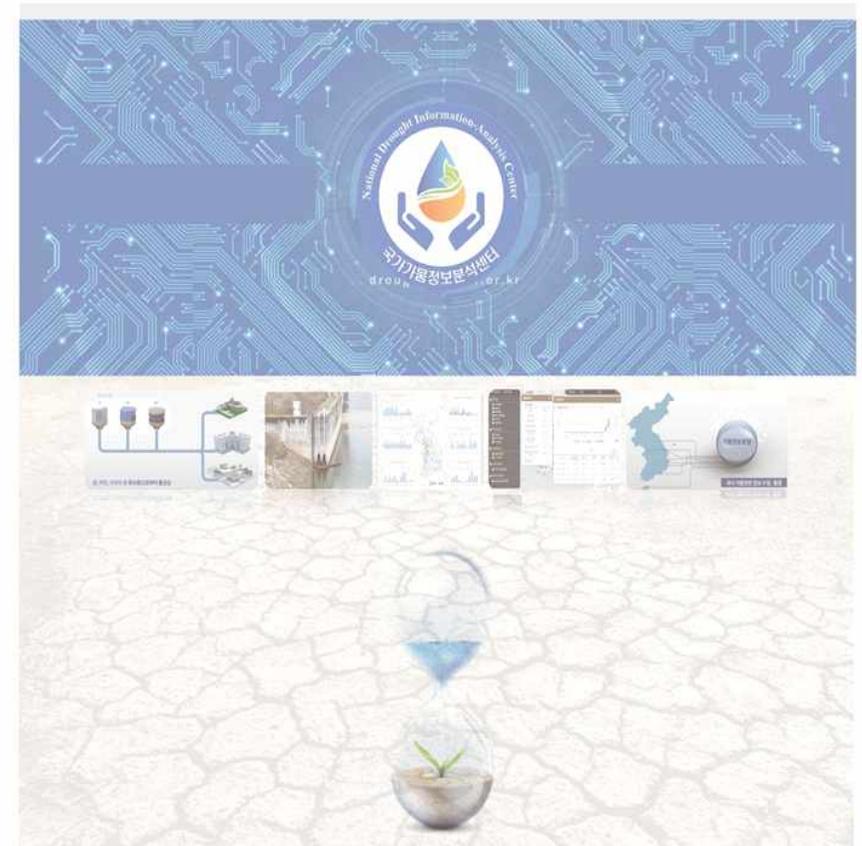


그림 7.15 SGI(Standardized Groundwater Level Index)를 이용한 지하수 가뭄 모니터링 기법 개발

제8장 결 언

2018 가뭄정보분석 연간보고서에는 2018년 국가가뭄정보분석센터(이하 센터)에서 진행한 활동을 가뭄기초조사, 수문 및 가뭄 정보, 예·경보 분석, 기술고도화, 국민에게 가뭄관련 정보를 쉽게 제공하기 위한 시스템 및 서비스 제공과 다양한 기술교류 활동 내용이 총 6개의 장으로 구성되어 수록되어있다.

순서대로 살펴보면, 우선 기초조사는 2018년 전국 162개 시·군을 대상으로 읍면동 단위의 수원 및 용수공급 현황을 조사한 결과 '17년말기준, 전국 162개 지자체의 3,499개 읍면동(행정동 기준) 중 3,369개(96.3%)가 광역 및 지방상수도의 생활용수 보급지역으로 나타났고 이중 다목적댐(16개)에서 2,238개(66.4%), 하천(115개소)에서 601개(17.9%), 용수댐·저수지(90개)에서 456개(13.5%)의 읍면동에 용수를 공급하는 것으로 조사되었다. 농업용수의 경우 전체 1,236개의 산업단지 중 제1수원으로 168개의 수원을 사용하고 있고 이중 다목적댐을 수원으로 사용하는 산업단지가 532개(56.2%) 가장 많았으며, 하천 258개(27.3%), 용수댐 및 저수지 102개(10.8%) 등의 순으로 조사되었다. 올해 조사된 기초조사 내용은 가뭄정보분석시스템 D/B에 반영되었으며, 가뭄포털과 가뭄상황판을 통해 환경부와 지자체 등이 다시 편리하게 활용할 수 있도록 체계가 구축되어 신뢰성 높은 가뭄관련 정보를 지속적으로 확보 및 유지할 수 있는 기반이 마련되었다.

둘째, 연강수량은 예년 대비 113.8%로 6,7,9월을 제외한 나머지 달에는 예년이상의 강수량을 보였다. 다목적댐 저수량의 경우 연초 예년 수준이었으나, 이후 예년 이상의 강수 영향으로 연말 저수량은 예년대비 140% 수준의 충분한 저수량을 확보하였다. 마찬가지로, 용수댐의 경우 연초 저수량이 예년대비 67% 수준으로 부족한 상황이었으나, 예년 이상의 강수 영향으로 연말 저수량은 예년대비 134% 수준의 충분한 저수량을 확보하였다. 다목적댐과 용수댐의 충분한 저수량 확보로 장기간 지속되던 가뭄이 해소되었고, 2019년 홍수기 전까지 다목적댐과 용수댐을 수원으로 하는 지역의 용수수급에 큰 어려움이 없을 것으로 전망되었다. 한편, 올해 전국적인 가뭄지수를 살펴보면 월간 SPI 지수의 경우 SPI3에서 1월, 2월, SPI6에서 9월 가뭄상황을 나타내었으나 전체적으로 가뭄을 거의 겪지 않은 것으로 분석되었다. 하지만, PDSI 지수와 MSWSI 지수의 경우 전월에 걸쳐 전국적으로 가뭄의 영향을 받은 것으로 SPI 지수와는 상반된 결과를 나타내었다.

가뭄예·경보에서는 충남, 경남·북, 전남 지방에 '주의'와 '심함' 수준의 연초 가뭄상황이 있었으나, 예년보다 많은 양의 봄강우 영향으로 홍수기 이전에 대부분 지역의

상황이 호전되었고, 특히 태풍에 의한 강수 영향으로 8월 이후에는 전국 167개 지역 전체가 가뭄 '정상' 단계를 유지하였다. 가뭄전망 정확도는 약 67% 수준으로 비교적 신뢰할 만한 수준을 보여 가뭄예·경보가 선제적 가뭄대응에 기여한 것으로 판단된다. 또한 주간 가뭄 예·경보를 통해 월간 가뭄예·경보에서 감지되지 않는 월내 가뭄 상황 변화를 모니터링하여 심각한 가뭄 상황에서 대응을 위한 정보로 활용되었다.

셋째, 센터에서는 올해 필요한 이론을 확보하고 신뢰성 높은 가뭄예측을 위한 다양한 기술개발 사업을 진행하였다. 우선, 2017년부터 진행한 유역단위 물수급 분석 체계구축 개발 사업은 올해 낙동강 유역에 대한 물수급 체계를 구축하는 성과를 거두었고, 확률기반 수문전망 기법을 고도화하기 위한 사업은 2017년에 개발된 Bayesian ESP 기법을 개선하여 수문전망 정확도를 제고하였다. 또한, 현재 가뭄전망 시 적정 시간 스케일을 결정하기 위해 진행한 연구사업은 적정 상세화 기법을 선정하고 이를 현 운영 중인 시스템의 입력자료로 활용할 수 있는 입력 자료 생성 프로그램을 개발함으로써 가뭄모니터링 정확도를 제고하는 성과를 거두었다. 한편 지하수위 관측자료 기반의 가뭄모니터링 기법을 자체 개발 및 적용하여 현재 SPI6를 이용한 미급수 지역의 간접적인 가뭄판단을 대체할 수 있는 기반을 마련하였다.

넷째, 가뭄을 일반국민이 쉽게 인지하고 지자체 공무원이 올바른 가뭄대응을 하기 위해서는 필요한 정보를 쉽게 확인하고 활용할 수 있는 틀이 반드시 필요하다. 센터에서는 이러한 필요성을 인지하고 2017년부터 가뭄포털을 구축하여 대국민 서비스를 시행하고 있으며, 올해에는 지자체가 가뭄 대응에 대한 신속한 의사결정을 진행할 수 있도록 맞춤형 가뭄 종합 상황판을 개발하였다. 상황판은 “가뭄 감시 및 전망”, “가뭄분석”, “모아보기” 3가지 주요기능으로 구성되어 있으며 사용자가 지역에 따른 강수·수문현황부터 용수공급체계, 가뭄현황, 언론보도정보까지 필요한 핵심데이터를 쉽고 일목요연하게 제공받을 수 있도록 개발되었다. 2019년 시범운영과 지자체 보급을 통해 지자체 공무원의 가뭄인지 및 대응능력을 향상시킬 수 있도록 진행할 예정이다. 한편, 올해는 가뭄포털에 31,470명이 접속하여 인지도와 활용도가 증가하였고, 6가지 콘텐츠를 신규로 추가하여 국민이 보다 정확하고 풍부한 정보를 활용할 수 있도록 하였으며, 효율적인 가뭄지역 용수지원관리를 위한 “급수지원 현황 관리 시스템”과 가뭄취약 지역 등에서 발생하는 비상급수(제한 및 운반급수) 현황의 체계적인 상시조사 및 정보관리를 위한 “비상급수 현황 조사 시스템”을 추가하였다. 특히, 12월에는 가뭄정보 포털이 과기부에서 주관한 ‘굿 콘텐츠’에 우수상을 수상함으로써 국내 최고의 가뭄종합정보 시스템으로 인정받는 성과를 거두었다.

마지막으로, 금년에는 2일간(5월 31일 ~ 6월 1일) 국내 최초로 가뭄 관련 국제 포럼을 개최하여, 미국, 태국 등 8개국 200여명의 해외 주요인사 및 국내·외 전문가 등과 각국의 가뭄 기술 및 정책 등을 교류 하였고, 가뭄 관리 선진기관인 美NDMC와

MOU를 체결하여 선진기술을 지속적으로 교류할 수 있는 기반을 마련하는 성과를 거두기도 하였다.

올해를 되돌아보면, 2018년은 국가 가뭄 피해 경감을 위해 지난 3년간 국가가뭄정보분석센터 모든 직원들이 노력해 온 결실이 가시적으로 드러나 내·외부적으로 인정받게 된 뜻깊은 한해로 평가할 수 있다.

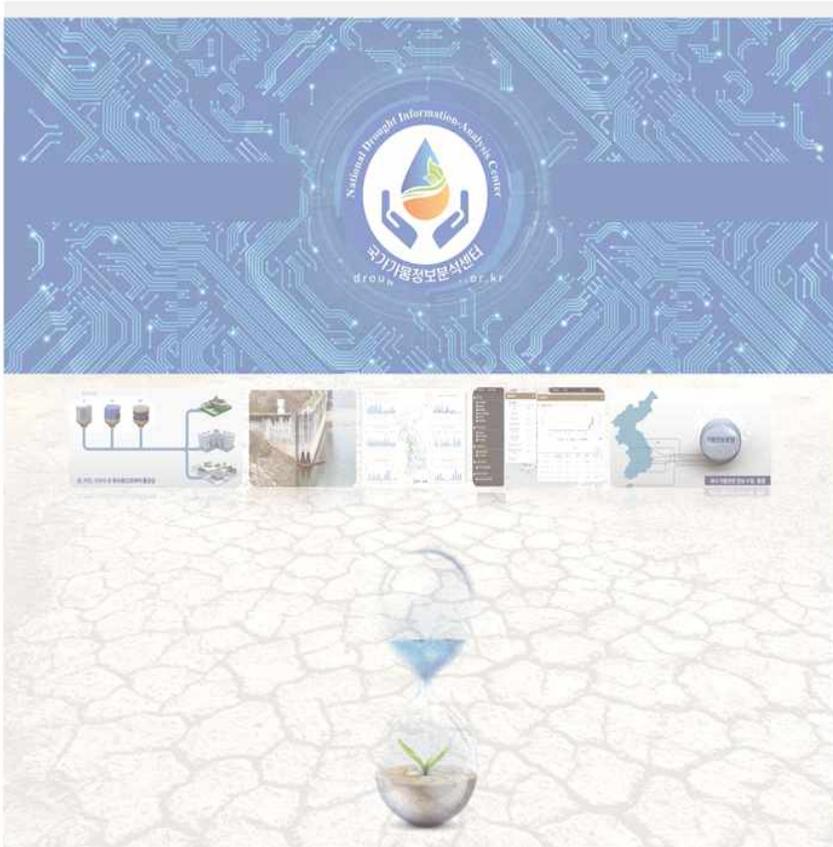
환경부를 중심으로 물관리가 일원화 되었고, 모든 수자원 관리 패러다임이 국민중심, 지역중심으로 변화하고 있는 상황에서 가뭄관리라는 측면에서도, 우리는 이러한 변화를 겸허히 받아들이고 대비해야 된다고 본다. 따라서, 센터는 앞으로 농업, 기상 등 따로 관리되던 가뭄정보를 하나로 통합하여 이를 국민들에게 서비스하고, 이러한 정보들을 활용하여 상습 가뭄지역의 가뭄대책 수립을 지원하고, 가뭄종합 상황판 등 지역의 가뭄대응 의사결정 지원을 위한 시스템적인 지원도 확대할 예정이다.

이와더불어, 국민들의 가뭄 인지, 체감도를 향상하기 위해 가뭄 체험(교육)장을 구축하고 국민들에게 가뭄에 대해 알리는 교육 서비스를 제공하여, 수자원 개발 중심에서 국민이 체감하고 동참하는 수유관리형 가뭄대응 체계를 마련할 뿐 아니라, 국제 가뭄포럼을 정례화 하는 등 국제적인 협력 체계를 주도할 것이다.

어떤 극한 가뭄이 와도 이겨낼 수 있는 힘! 그 힘을 기르기 위해 센터는 앞으로도 더욱더 매진해 나갈 것이다.

부 록

(월별 가뭄 예·경보)



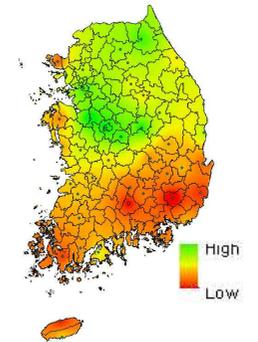
《1월 가뭄 예·경보》

가뭄현황

□ 강수현황

- (전국) 2017년 누적 강수량은 972.1mm로 예년의 74.3%(전년의 76.4%)
 - 경남·전남 등 남부지방은 예년의 57 ~ 65% 수준으로 강수 부족 여전

구 분		전국	강원	경기	충남	충북
17년 강수량 (1.1~12.31)	금년(mm)	972.1	1,171.9	1,111.1	1,018.7	1,163.4
	예년(mm)	1,307.6	1,361.3	1,335.7	1,280.5	1,277.8
	전년(mm)	1,272.5	1,159.0	995.1	1,034.9	1,121.4
대 비	예년(%)	74.3	86.1	83.2	79.6	91.0
	전년(%)	76.4	101.1	111.7	98.4	103.7
12월 강수 (mm)		26.3	26.7	46.1	36.2	35.0
구 분		전남	전북	경남	경북	제주
17년 강수량 (1.1~12.31)	금년(mm)	922.8	930.2	820.2	836.7	1,059.6
	예년(mm)	1,400.9	1,293.6	1,430.3	1,124.0	1,709.3
	전년(mm)	1,517.2	1,157.6	1,669.8	1,209.5	1,810.5
대 비	예년(%)	65.9	71.9	57.3	74.4	62.0
	전년(%)	60.8	80.4	49.1	69.2	58.5
12월 강수 (mm)		24.4	40.1	16.6	12.3	25.3



<예년대비 강수량 비율(%)>
※ [출처] 기상청 45개 관측소 기준

- (강수통계) 최근 4년간 누적강수량 역대('73~'17) 최저 1위
 - 특히, 경남지방은 '17년 강수량이 역대 최저 1위로 강수 부족 심각

구 분	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주
4년 누적(mm)	4361.8	4104.0	3612.0	3918.6	4088.7	5159.1	4215.9	5216.4	3998.6	7054.6
역대 최저순위	1	1	1	1	1	9	1	10	7	28
1년 누적	966.8	1160.7	1098.1	1011.5	1152.5	920.5	929.5	819.2	835.2	1052.1
역대 최저순위	5	15	12	10	17	4	8	1	6	3

- (댐 유역) 남부지역 댐(밀양댐 등 16개소)은 예년대비 60%이하 강수 기록
 - 다목적댐 유역 금년 평균 강수량은 943mm로 예년의 77%(전년의 81%)
 - * 금년 누적된 강수부족으로 밀양댐 등 상류 메마름이 극심하여 설계빈도(20년) 이상의 갈수 유입

구분	전국 평균	한 강				낙 동 강								금 강		섬진강		기 타			
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천 부항	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥	
강수량 (mm)	금년	943.3	1,199.2	1,033.4	1,212.2	862.1	732.1	615.2	634.8	793.1	642.6	750.7	849.4	645.7	1,036.9	945.0	981.5	867.6	980.2	989.4	840.7
	전년	1,167.7	1,182.4	1,047.1	1,072.8	1,111.5	1,018.4	1,477.5	1,069.5	1,210.7	1,191.8	1,293.7	1,587.5	1,598.6	1,323.6	1,128.4	1,276.3	1,495.5	1,154.7	1,086.9	1,529.0
	예년	1,216.0	1,211.8	1,211.3	1,413.2	1,129.0	982.0	1,243.4	881.3	951.7	917.2	1,298.8	1,499.7	1,433.0	1,371.9	1,171.3	1,306.5	1,426.1	1,341.1	1,357.1	1,407.3
대비 (%)	전년	80.8	101.4	98.7	113.0	77.6	71.9	41.6	59.3	65.5	53.9	58.0	53.5	40.4	78.3	83.7	76.9	58.0	84.9	91.0	55.0
	예년	77.6	99.0	85.3	85.8	76.4	74.6	49.5	72.0	83.3	70.1	57.8	56.6	45.1	75.6	80.7	75.1	60.8	73.1	72.9	59.7
갈수 빈도 (년)	강수	-	-	5	5	10	10	50	100	10	200	30	30	200	10	5	10	30	10	10	30
	유입	-	-	5	5	10	10	30	30	20	100	30	50	200	10	10	10	30	20	10	100

- 용수댐 유역 금년 평균 강수량은 675mm로 예년의 53%(전년의 48.5%)

* 일부 달방·구천댐을 제외한 쏘 댐에서 설계빈도(10년) 이상의 갈수 유입

구분	전국 평균	한 강				낙 동 강								섬진강		영산강	
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림		
강수량 (mm)	금년	675.0	812.6	853.0	639.8	582.5	732.5	594.6	615.2	595.5	599.0	599.0	959.0	1,358.0	951.9	1,012.6	
	전년	1,390.8	1,062.7	1,062.0	1,249.7	1,060.0	1,634.0	1,297.6	1,477.5	1,542.4	1,795.0	1,730.0	2,136.0	2,020.8	1,328.4		
	예년	1,262.8	1,249.1	1,300.6	1,095.9	1,125.7	1,174.7	1,206.9	1,243.4	1,321.6	1,401.8	1,321.7	1,539.5	1,852.0	1,837.7	1,307.0	
대비 (%)	전년	48.5	76.5	80.3	51.2	55.0	44.8	45.8	41.6	38.6	33.4	33.4	55.4	63.6	47.1	76.2	
	예년	53.5	65.1	65.6	58.4	51.7	62.4	49.3	49.5	45.1	42.7	45.3	62.3	73.3	51.8	77.5	
갈수 빈도 (년)	강수	-	20	10	100	-	30	200	200	200	200	-	30	5	30	10	
	유입	-	10	5	200	-	50	200	200	200	200	-	20	5	20	10	

□ 수문현황

○ 댐 : 다목적댐은 예년과 비슷, 용수댐은 예년대비 65.9%로 적음

- (다목적댐) 現 저수량은 61.6억m³으로 예년의 94.7% (전월대비 4.9억m³↓)

구분	전국	한 강				낙 동 강								금 강		섬진강		기 타			
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천 부항	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥	
저수량 (억m³)	금년	61.6	17.8	13.0	0.6	5.5	2.5	0.0	0.1	0.2	0.0	2.7	1.0	0.2	3.6	9.3	1.4	2.5	0.2	0.3	0.4
	전년	67.8	17.1	12.0	0.5	6.3	3.6	0.3	0.2	0.4	0.1	4.3	1.6	0.6	3.8	9.3	1.8	4.5	0.2	0.3	1.0
	예년	65.0	15.7	14.1	0.5	6.2	2.4	0.2	0.2	0.3	0.1	4.0	1.2	0.4	4.3	7.8	1.9	3.7	0.3	0.6	1.0
대비 (%)	전년	90.8	104.7	108.9	107.7	86.9	68.8	16.1	60.9	57.4	43.5	62.5	59.8	33.7	96.9	100.6	79.4	56.3	60.5	117.1	45.9
	예년	94.7	113.9	92.5	122.2	87.5	101.6	25.9	72.2	68.2	43.5	68.2	80.7	46.5	83.7	119.5	73.3	68.3	50.0	59.4	44.5
변화량 (백만m³)	전월 대비	-491.4	-95.7	-167.7	-2.9	-47.2	-25.3	0.1	-1.0	-0.6	-0.4	-36.3	-5.7	-2.0	-28.3	-46.7	-0.2	-22.1	-1.8	-3.0	-4.5
	가뭄단계																				

- (용수댐) 現 저수량은 1.38억m³으로 예년의 65.9% (전월대비 8.1백만m³↓)

구분	전국	한 강		낙 동 강								섬진강		영산강		
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림	
저수량 (백만m³)	금년	138.3	7.9	5.4	44.4	12.7	0.7	18.5	4.0	5.3	5.7	1.4	3.4	7.6	18.2	3.1
	전년	262.7	9.2	6.9	55.1	12.1	1.9	100.5	25.1	7.3	6.3	1.5	4.5	9.4	18.6	4.5
	예년	209.7	7.7	5.7	38.5	10.7	1.7	80.2	15.6	10.9	5.9	1.4	2.3	6.9	16.1	6.3
대비 (%)	전년	52.6	85.5	78.3	80.4	104.8	39.4	18.4	16.1	73.0	91.4	97.1	77.2	81.4	97.6	68.8
	예년	65.9	102.2	94.7	115.1	118.8	43.4	23.0	25.9	48.7	97.6	101.1	151.6	111.0	112.7	49.0
변화량 (백만m³)	전월 대비	-8.1	-0.8	-0.7	1.4	-0.8	-0.1	-4.7	0.1	0.0	0.3	0.0	-0.4	-0.7	-1.3	-0.3
	가뭄단계															

○ 지자체 상수원 저수지 : 저수율 55.3% (96개소, 전월대비 6.5%↓)

구분	평균	경기	충북	전북	전남	경북	경남	울산	대구	부산	광주	제주
저수율(%)	55.1	67.3	65.0	61.5	53.7	62.1	58.0	50.3	42.6	44.2	42.3	36.5
前월 대비 변화율(%)	-6.7	7.8	-25.0	-3.5	-5.7	-6.7	-13.1	8.7	-7.7	-0.7	-14.0	-6.9

* 저수율 40%이하 32개소중 전남에 21개 분포(완도, 영광, 영암, 신안, 고흥)

○ 농업용저수지 : 저수율 68.5%로 평년의 89.0% (농공 3,394개소, 전월대비 0.8%↑)

- (평년비) 밀양(44%), 김해(47%), 나주(52%), 경주(59%), 울주(60%)

구분	평균	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	
저수율 (%)	금년	68.5	80.9	89.0	91.2	86.1	62.1	55.0	70.6	60.5	89.3
	평년	76.9	87.0	86.6	85.1	82.6	73.7	70.7	79.0	74.3	77.3
평년대비(%)	89.0	93.0	102.7	107.2	104.2	84.3	77.8	89.3	81.4	115.4	
前월 대비 변화율(%)	0.8	0.9	-0.1	0.7	3.1	0.1	0.6	0.4	0.8	-0.0	
전체개소수	3,394	113	79	183	228	419	1,045	671	653	3	

* 출처 : 한국농어촌공사(1.1일 기준)

□ 가뭄 및 대응현황

경남·전남 지역을 중심으로 가뭄 상황이 장기화되고 있어, 수원 고갈 대비 공급량 단계적 감축 및 대체공급 물량 지속 확대 中

○ 다목적댐 및 용수댐

- (충남 8개 시군) 보령댐 저수율 낮아 급수지역 '주의' 단계

- * 보령댐 現 저수량 34.1백만㎥(29.1%)으로 예년의 59.4% (전월대비 3.0백만㎥ ↓)
- * 급수지역 : 당진, 보령, 서산, 서천, 예산, 청양, 태안, 홍성

☞ 보령댐 도수로 가동, 하천유지용수 감량지속으로 용수비축

구 분	총 계	하천유지용수	보령댐 도수로	대체(연계) 공급
용수비축 (천톤/일)	147	27	120	-
비 고		31→4	최대 가동시	(용담댐 14, 대청댐 30)
		'16.8월~	'17.3월~	'17.6월~10월

* (도수로 가동) 5월 114천톤/일→10월 115천톤/일→11월 113천톤/일→12월 114천톤/일

- (전남 8개 시군) 주암댐 유역 강수부족 등으로 저수율 낮아 '주의' 단계

- * 주암댐(조절지포함) 現 저수량 254.3백만㎥(35.9%)으로 예년의 68.3% (전월대비 22.1백만㎥ ↓)
- * 급수지역 : 광주, 목포, 여수, 순천, 나주, 고흥, 보성, 화순

☞ 하천유지용수 감량 및 대체공급 등 지속하여 용수비축 中

구 분	총 계	하천유지용수	대체(연계) 공급	상류 보성강댐 방류량 저류
용수비축 (천톤/일)	370	160	170	40
비 고		160→0	수어댐 100, 섬진강댐 70	득량만 여건고려 64-173천톤
		'17.7월~	'17.7월~	'17.9월~

- (경남 3개 시군) 밀양댐 강수부족(200년빈도)으로 저수율 낮아 '심함' 단계

- * 밀양댐 現 저수량 20.7백만㎥(28.2%)으로 예년의 46.5% (전월대비 2.0백만㎥ ↓)
- * 급수지역 : 밀양, 창녕, 양산

☞ 지자체 상수원 대체공급 및 하천유지용수 감량 시행 중

구 분	총 계	하천유지용수	대체공급 (생·공 용수)
용수비축 (천톤/일)	62.9	26	36.9
비 고		26→0	창녕군 저수지(노단이저수지, 상월제) 2.4 밀양시 밀양강 1.5 양산시 낙동강 33.0
		'17.8월~	'17.8월~

- (전남·북 3개 시군) 부안댐 저수율이 지속 낮아져 가뭄 대응 필요 (관심)

- * 부안댐 現 저수량 15.0백만㎥(29.9%)으로 예년의 53.6% (전월대비 1.8백만㎥ ↓)
- * 급수지역 : 부안, 고창, 영광(원전)

☞ 섬진강광역 대체공급 및 상류 저수지 저류, 자체 수요량 절감 자구책을 통해 '매우심함' 단계 도달 대비 선제적 대응中

※ 부안댐은 생·공용수만 공급중으로 '주의'·'심함' 단계 미설정

구 분	총 계	자체수요량 절감	대체공급 (생·공 용수)	상류저수지 저류
용수비축 (천톤/일)	14	3.0	4.4	6.6
비 고		물절약 및 유수율제고 등	섬진강광역 (고창(배) 증량 공급)	적소보 및 청림제 등
		'17.12월~	'17.12월~	'17.12~'18.3

- (전남 4개 시군) 평림댐 저수율이 낮아 급수지역 '심함' 단계

- * 평림댐 現 저수량 3.08백만㎥(30.0%)으로 예년의 49.0% (전월대비 0.31백만㎥ ↓)
- * 급수지역 : 담양, 영광, 장성, 함평

☞ 수양제 연계(10천톤/일) 및 하천유지용수 감량(3.5→0.7천톤/일) 中 (저수량 기준 : 매우심함(8.31~), 가뭄대응 : 심함 단계 대응中)

- (경북 4개 시군) 운문댐 강수부족(200년빈도) 영향으로 '심함' 단계

- * 운문댐 現 저수량 18.3백만㎥(11.4%)으로 예년의 23.0% (전월대비 4.7백만㎥ ↓)
- * 급수지역 : 대구, 영천, 경산, 청도

☞ 금호강 도수로(127천톤/일) 건설공사 시행 및 지자체 자체 수원 취수증대 대체공급 中

(저수량 기준 : 매우심함(7.24~), 가뭄대응 : 심함 단계 대응中)

구분	총계	하천유지용수	대체공급 (생·공 용수)	금호강 도수로
	150	46	104	-
감량규모 (천톤/일)		46→0	대구시 매곡취수장 77 경산시 경산취수장 7 경산(취) 설비개선 20	공정률45.6% - 관로 2312 / 3031m - 취수구·가압장 내벽설치 등
비고		'17.7월~	'17.8월~	'17.11.17~

○ 지자체 상수원 저수지

- (전남 완도군) 뱃도제(2%) 및 부황제(11%) 저수율 낮아 제한급수 시행중
(뱃도7.13~/부황9.13~), 급수지역 '심함' 단계지속 (전월대비 뱃도제 3%↓, 부황제 3%↓)

* 뱃도제 : 2일급수, 6일단수 주기로 제한급수 중 / 부황제 : 2일급수, 10일단수 주기로 제한급수 중
** 급수현황 (뱃도제- 급수인구 5백명, 공급량35톤/일) (부황제- 급수인구 85백명, 공급량24천톤/일)

☞ 뱃도 운휴관정 활용(8.4~, 60톤/일) 및 부황제 하류 부황천 수량을 양수(10.23~, 약0.5천톤/일), 원수운반(405톤/일)하여 일부 용수비축 중

- (강원 속초시) 쌍천지하댐 유역 강수(12월 9.9mm 예년의 26%)가 적어 지속적으로 수위가 낮아져(7.4m) '주의' 단계

* 쌍천지하댐은 속초시 생공용수 공급량의 86%를 공급(36천m³/일 중 약 30천m³/일)
** 쌍천지하댐 가뭄 판단기준 : 주의 8.0m, 심함 6.5m, 매우심함 6.2m

☞ 인근 관정(5천톤/일, 5기) 연계활용 중이며, 보조수원(설악(취) 1천 m³/일, 용춘천(취) 4천 m³/일) 대체공급 계획 검토 중

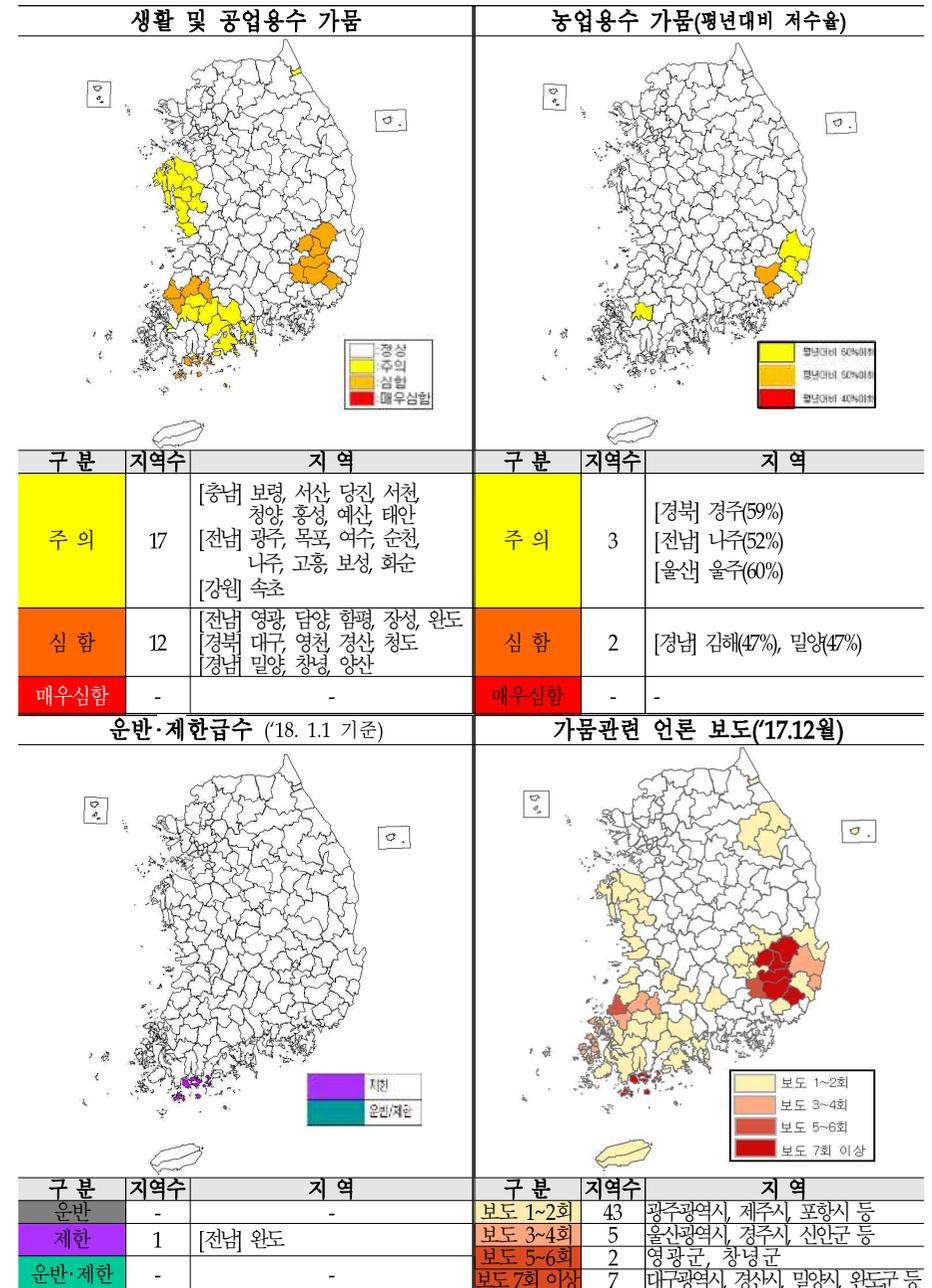
○ 농업용 저수지(생·공용수 공급 병행대상) 12개소 정상 용수 공급 중

○ 하천 : 하천 취수(109개소) 급수지역 일부 하천 유량감소 대응조치 하여 '정상' 용수 공급 중

※ 운반 및 제한급수 현황

- 소규모 저수지, 지하수에 의존하고 연계수원이 없는 지역에서 제한급수 중
(전남 완도군 1개 시군 4,025세대 8,572명 (전월대비 89세대↑, 148명↑))

□ 전국 가뭄 현황 분야별 지도



가뭄전망

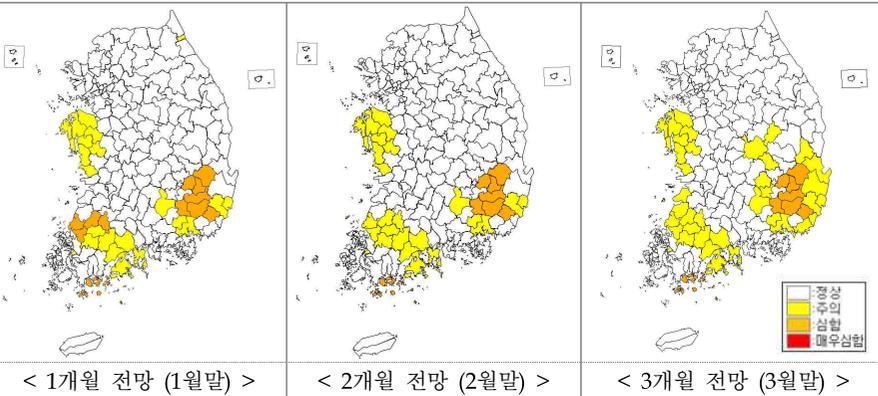
□ 강수전망

- (중기전망 15~12) 강수량은 평년(3mm)과 비슷하겠음
- (1~3개월 전망) 1월은 예년과 비슷하거나 적겠으며, 3월은 비슷하거나 많겠음

구 분	'18.1월	'18.2월	'18.3월
예년 강수량	28.3mm	35.5mm	56.4mm
전국 강수전망	예년과 비슷하거나 적겠음	예년과 비슷하겠음	예년과 비슷하거나 많겠음

□ 가뭄전망

지속된 강수부족으로 現 가뭄상황의 장기화가 예상되며, 남부지방 중심의 가뭄이 점차 확산될 것으로 전망



- 충남(보령댐) 8개 시군 및 전남(주암댐) 8개 시군 '주의' 단계 지속
- 전남(평림댐) 4개 시군 2월말 '주의' 단계로 개선 (※수양제 지속운영 조건)
- 경북(운문댐) 4개 시군 및 경남(밀양댐) 3개 시군 '심함' 지속 전망
- 경남(합천댐) 5개 시군은 1월말 '주의' 단계 도달·지속 전망
- 경북·경남·부산(안동·임하댐) 10개 시군 3월말 '주의' 단계 도달 전망
- 전북(부안댐) 2개 시군은 3월말 '주의' 단계 도달
- 전남 완도군(부항·넙도제) '심함' 단계 지속 전망
- 강원 속초시(쌍천지하댐) '주의' 단계 지속 이후, 2월말 '정상' 개선 전망

종합 검토의견

- (전국 가뭄) 경남·전남 지방을 중심으로 누적된 강수부족으로 인해 댐·저수지 등 지역내 저수율이 지속 낮아져 가뭄 발생 장기화 우려
 - * (2017년 강수 평년비) 경남 57.3%, 전남 65.9%, 제주 62.0%, 전북 71.9%
- 향후 3개월간 예년수준의 강수가 예상됨에 따라 가뭄상황의 장기화 및 확대·심화에 대비하여 극한가뭄 수준의 선제적 대응 필요
- (대응방향) 가뭄대책 사업의 차질없는 추진 등 가뭄 심화 대비 철저
 - 다목적댐 및 용수댐
 - (모니터링) 전국 단위의 가뭄상황 모니터링 강화(주간단위 상황조사) 및 가뭄 예·경보와 연계한 **소국가적인 가뭄 대응** 이행
 - (댐 운영) 가뭄심화 대비, 홍수기 전까지 댐 용수비축 체계 유지 및 단계별 철저한 긴축 운영 강화
 - (대책사업) 가뭄 대책 사업의 정상적 추진 및 지속시행 필요
 - * 운문댐 : 금호강계통 광역상수도 비상공급시설 건설사업('18.2부터 운영)
 - * 평림댐 : 수양제 연계 저류 ('17.11.7), 영산강 2차 급수체계 조정 연계 추진('18.3)
 - * 부안댐 : 섬진강광역 대체공급 시설보완, 인근 저수지 연계공급 등
 - 지자체 수원지 (완도군, 속초시)
 - 관계부처 등과 항구적 가뭄대책 마련으로 장기 가뭄에 대비 필요
- (협업·지원) 가뭄상황이 심각한 남부지방(경남, 전남)은 가뭄관련 관계부처 TF 등을 통해 장·단기 가뭄 대책 도입 필요

《2월 가뭄 예·경보》

가뭄 상황 및 대응

□ 강수현황

- (전국) 최근 1년(17.2.1~18.1.31) 누적강수량은 973.6mm로 예년의 74.5%
 - 최근 3개월 강원·경북·경남 지역은 예년의 50%이하 강수 발생
 - * 동계올림픽 개최지역인 강원 지역의 최근 1개월 강수는 예년의 15%로 부족

구분	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주
최근 1년 (2017.2.1~2018.1.31.)										
누적강수(mm)	973.6	1,135.8	1,090.5	1,017.9	1,158.0	949.3	946.1	838.7	839.9	1,064.6
대비	예년(%)	74.5	83.4	81.6	79.5	90.6	67.8	73.1	58.6	74.8
	전년(%)	77.1	96.0	108.1	97.9	102.8	64.6	83.6	51.2	69.7
최근 3개월 (2017.11.1~2018.1.31.)										
누적강수(mm)	55.7	54.1	75.2	71.8	64.0	63.9	82.1	43.0	30.3	93.1
대비	예년(%)	56.4	49.3	82.4	66.0	68.4	60.8	65.3	48.2	53.3
	전년(%)	49.3	43.1	79.0	79.7	72.5	40.1	76.8	32.8	34.4
최근 1개월 (2018.1.1~2018.1.31.)										
누적강수(mm)	21.1	4.4	6.4	20.1	19.7	39.7	34.8	26.8	16.4	60.8
대비	예년(%)	75.0	15.1	32.0	73.7	78.1	125.5	96.3	92.4	61.8
	전년(%)	138.1	14.4	40.4	126.5	133.7	345.6	180.2	359.5	133.3

< 최근 1년 강수량 평년비 > < 최근 3개월 강수량 평년비 > < '18년 1월 강수량 평년비 >

- (댐 유역) 17개 댐에서 이수(利水) 설계유량 이하의 댐 유입량 관측
 - 다목적댐 최근 1년(17.2.1~18.1.31) 강수량은 967.5mm, 예년의 78%(전년의 81%)
 - * 가뭄 심화로 최근 1년 남부지방 중심의 댐 유입량은 설계빈도(20년) 이상의 갈수 유입

구분	전국 평균	한 강					낙 동 강					금강		섬진강		기 타					
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥	
최근 1년 (2017.2.1~2018.1.31.)																					
강수량(mm)	금년	967.5	1,187.9	1,027.1	1,202.1	867.0	740.7	676.8	859.5	647.2	806.0	654.4	768.7	869.6	675.0	1,054.4	957.7	1,004.2	889.9	914.8	989.6
대비(%)	전년	81.3	99.1	97.0	110.4	78.0	72.9	52.3	81.3	60.9	67.1	55.3	60.3	55.6	43.2	80.1	84.8	80.6	61.4	56.8	85.7
	예년	77.8	97.7	84.4	84.3	76.4	74.7	52.1	81.3	69.6	78.4	55.1	58.3	57.3	45.5	75.6	81.3	76.4	62.1	58.6	72.8
갈수빈도(년)	강수	-	-	5	5	10	10	10	50	100	10	20	30	200	10	5	10	30	10	10	30
	유입	-	5	5	5	10	10	50	30	30	100	30	50	200	10	10	10	50	20	10	100
최근 3개월 (2017.11.1~2018.1.31.)																					
강수량(mm)	금년	50.7	53.5	52.1	58.8	26.3	21.0	30.8	22.9	25.9	47.6	24.3	36.4	46.9	55.5	83.0	58.4	81.5	106.5	94.9	71.2
대비(%)	전년	57.0	50.6	61.2	59.7	31.3	38.1	38.0	28.4	46.8	68.4	31.0	69.1	44.5	39.5	78.4	73.2	80.0	76.2	87.8	53.1
	예년	57.6	66.1	64.2	73.5	36.3	32.3	35.2	28.4	36.8	38.7	29.5	41.5	48.6	56.7	71.7	61.7	66.9	83.3	82.2	60.8
최근 1개월 (2018.1.1~2018.1.31.)																					
강수량(mm)	금년	16.4	5.2	8.0	6.4	9.9	10.8	57.7	15.7	22.4	14.3	18.6	26.4	36.6	33.9	24.1	39.5	32.9	42.9	21.8	40.6
대비(%)	전년	150.7	31.3	56.5	39.3	196.4	490.4	1,870.8	485.4	235.0	554.9	3,265.0	430.4	497.2	208.7	212.1	235.2	430.0	127.8	132.3	349.3
	예년	79.3	31.8	40.4	41.3	58.9	67.2	246.9	164.4	122.2	156.2	76.7	109.7	157.7	130.9	98.2	118.7	143.8	122.5	90.8	189.2

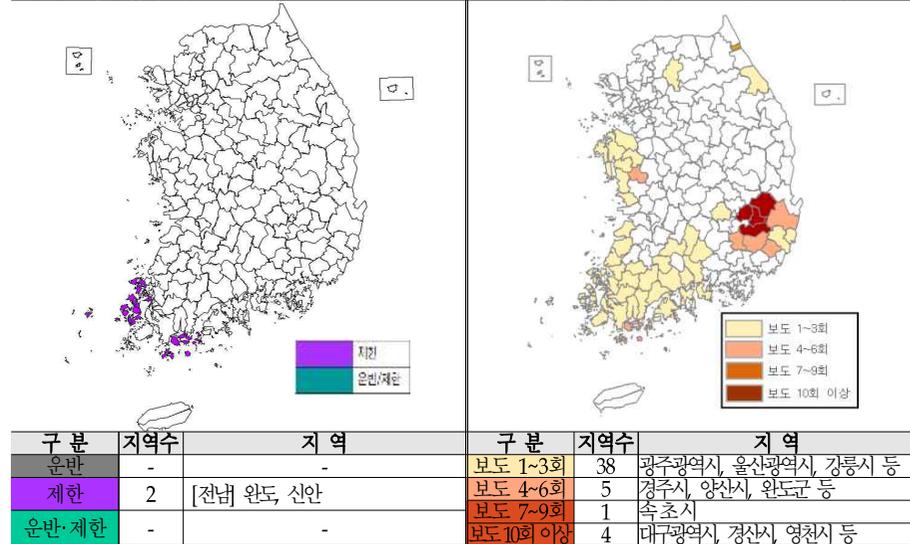
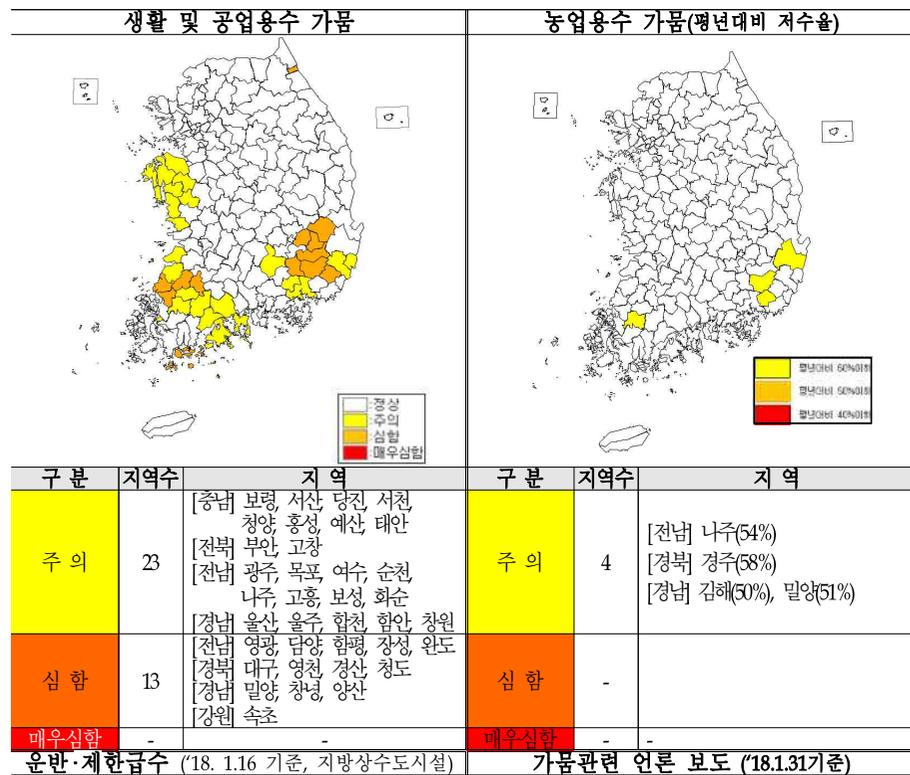
- 용수댐 유역 최근 1년(17.2.1~18.1.31) 평균 강수량은 697.0mm로 예년의 53.9%
 - * 전국 대부분의 용수댐 유입량이 설계빈도(10년) 이상의 갈수 유입

구분	전국 평균	한 강		낙 동 강							섬진강영산강					
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림	
최근 1년 (2017.2.1~2018.1.31.)																
강수량(mm)	금년	697.0	805.0	832.0	649.0	587.0	755.5	619.5	640.9	618.0	626.0	626.0	982.0	1,379.0	966.5	1,025.0
대비(%)	전년	51.9	75.4	77.5	52.4	56.1	47.8	49.3	44.5	41.2	35.7	35.7	58.8	66.7	48.3	77.8
	예년	53.9	63.0	62.6	57.6	50.5	62.1	50.2	49.5	45.1	43.0	45.7	62.3	73.4	51.0	76.6
갈수빈도(년)	강수	-	20	10	100	-	30	200	200	200	200	-	20	5	30	10
	유입	-	10	10	200	-	50	200	200	200	200	-	20	5	20	10
최근 3개월 (2017.11.1~2018.1.31.)																
강수량(mm)	금년	36.4	31.6	33.0	24.5	18.5	53.0	39.9	41.0	33.2	49.0	49.0	55.0	64.0	41.3	71.3
대비(%)	전년	38.1	44.7	25.4	29.7	49.3	45.5	52.0	39.0	30.8	41.9	41.9	28.5	24.2	21.3	75.7
	예년	39.8	33.2	21.8	35.9	20.9	44.7	44.6	46.6	35.4	48.5	49.3	46.9	43.5	35.2	54.1
최근 1개월 (2018.1.1~2018.1.31.)																
강수량(mm)	금년	22.9	6.5	3.0	15.0	9.0	31.0	26.1	28.8	27.5	34.0	34.0	36.0	40.0	26.0	29.6
대비(%)	전년	88.5	26.1	6.6	81.0	32.4	92.8	98.1	111.4	92.9	105.1	113.1	110.5	100.9	97.5	104.4
	예년	88.5	26.1	6.6	81.0	32.4	92.8	98.1	111.4	92.9	105.1	113.1	110.5	100.9	97.5	104.4

□ 수문현황

- 댐 : 다목적댐은 예년과 비슷, 용수댐은 예년대비 67.7%로 적음
 - (다목적댐) 現 저수량은 56.8억m³으로 예년의 96.1% (전월대비 4.7억m³↓)

□ 전국 가뭄 현황 분야별 지도



가뭄전망

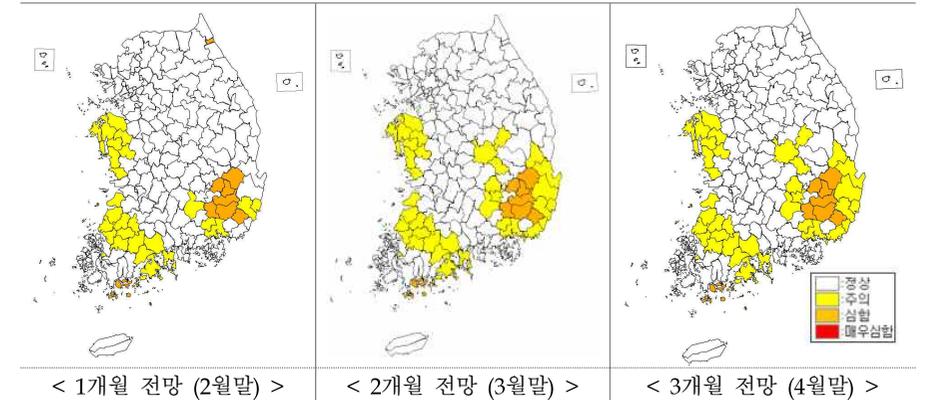
□ 강수전망

- (중기전망 24~11) 예년(2mm)보다 적겠으나, 전라도·제주는 많겠음
- (1~3개월 전망) 3월은 예년과 비슷하거나 많겠으며, 4월은 비슷하겠음

구분	‘18.2월	‘18.3월	‘18.4월
예년 비슷 범위	19.2~41.5mm	47.2~59.9mm	55.9~90.1mm
전국 강수전망	예년과 비슷하거나 적겠음	예년과 비슷하거나 많겠음	예년과 비슷하겠음

□ 가뭄전망

現 가뭄 상황 장기화가 예상되며, 경북·강원 지역으로 가뭄확산 전망



- 충남(보령댐) 8개 시군 및 전남(주암댐) 8개 시군 ‘주의’ 단계 지속
- 경북(운문댐) 4개 시군 및 경남(밀양댐) 3개 시군 ‘심함’ 지속
- 경남·울산(함천댐) 6개 시군은 ‘주의’ 단계 지속
- 경북·경남·부산(안동·임해댐) 13개 시군 3월말 ‘주의’ 단계 도달 전망
- 전남·북(부안댐) 3개 시군 ‘주의’ 단계 지속 전망
- 전남(평림댐) 4개 시군 2월말 ‘주의’ 단계로 개선·유지
- 전남 완도군(부황제) ‘심함’ 단계 지속 전망
- 강원 속초시(쌍천지하댐) ‘심함’ 단계 지속, 3월말 개선 전망

※ 보령댐 도수로 및 운문댐 비상시설, 평림댐 수양제 등 가뭄대응 시설 가동조건

종합 검토의견

- (전국 가뭄) 경남·전남 지역 중심의 가뭄이 강원·경북 지역으로 점차 확산되고 있으며, 댐·저수지 등 저수율이 낮아 가뭄 발생 장기화

* (최근 3개월 강수 평년비) 강원 49.3%, 경북 35.5%, 경남 48.2%, 전남 60.8%

- 가뭄 확대·심화에 대비하여 극한가뭄 수준의 선제적 대응 필요

- (대응방향) 가뭄대책 사업의 지속 시행 등 가뭄 심화 대비 철저

- 다목적댐 및 용수댐

- (모니터링) 전국 단위의 가뭄상황 모니터링 강화(주간단위 상황조사) 및 가뭄 예·경보와 연계한 **소국가적인 가뭄 대응** 이행

- (댐 운영) 가뭄심화 대비, 홍수기 전까지 댐 용수비축 체계 유지 및 단계별 철저한 긴축 운영 강화

- (대책사업) 가뭄 대책 사업의 지속 시행 및 추가 대책 발굴

* 운문댐 : 금호강계통 광역상수도 비상공급시설 건설사업('18.2.1 가동)

* 평림댐 : 수양제 연계 저류 ('17.11.7), 영산강 2차 급수체계 조정 연계 추진('18.3)

* 부안댐 : 섬진강광역 대체공급 시설보완, 인근 저수지 연계공급 등

- 지자체 수원지 (완도군, 속초시)

- 관계부처 등과 항구적 가뭄대책 마련으로 장기 가뭄에 대비 필요

- (협업·지원) 가뭄상황이 심각한 남부지방(경남, 전남) 및 경북·강원 지역의 가뭄상황 완화를 위해 **장·단기 가뭄 대책 도입** 필요

- 가뭄의 실질 대응기관인 지자체 대상의 **가뭄 컨설팅 및 피해경감 대책 의견 수렴**하여 재정적 지원 시급

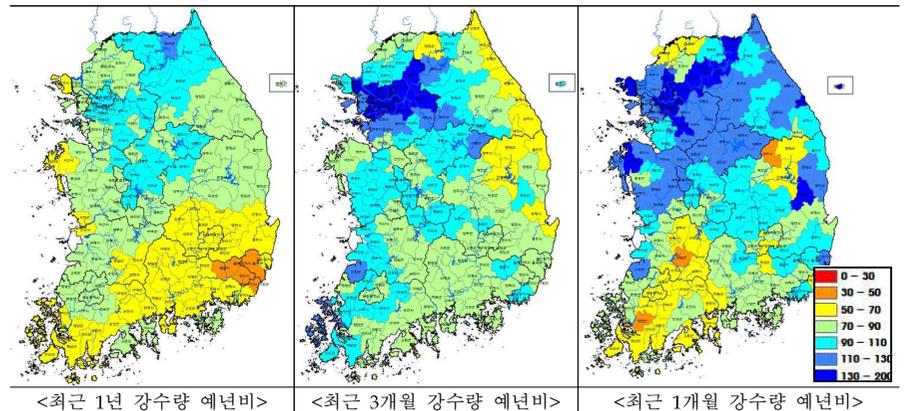
«3월 가뭄 예·경보»

가뭄 상황 및 대응

- 강수현황

- (전국) 최근 1년('17.3.2~'18.3.1) 누적강수량은 975.1mm로 예년의 74.6%
 - 특히, 경남·전남 지역은 예년의 50~70% 수준으로 심각한 강수 부족
 - 최근 3개월 강원(영동)·경북 지역은 예년의 70%이하 강수 발생

구 분	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주
최근 1년 (2017.3.2~2018.3.1)										
누적강수(mm)	975.1	1,161.4	1,099.1	1,016.5	1,152.1	943.9	927.1	838.1	841.0	1,052.2
대비	예년(%)	74.6	85.3	82.3	79.4	90.2	67.4	71.7	58.6	74.8
	전년(%)	78.0	101.0	111.6	99.2	102.9	64.8	80.8	51.7	69.8
최근 3개월 (2017.12.1~2018.3.1)										
누적강수(mm)	76.5	57.6	71.8	87.7	78.6	94.5	107.3	80.8	56.2	128.7
대비	예년(%)	85.1	63.7	111.7	98.6	93.9	89.8	94.3	86.4	69.4
	전년(%)	69.4	51.0	71.0	82.3	78.4	80.1	88.8	60.5	61.7
최근 1개월 (2018.2.1~2018.3.1)										
누적강수(mm)	33.4	36.2	30.4	36.5	34.2	32.1	32.0	38.3	28.4	48.6
대비	예년(%)	90.2	105.4	127.4	111.4	101.7	67.9	77.7	86.8	84.6
	전년(%)	104.8	339.4	139.4	96.4	85.3	85.7	62.7	98.5	104.1



- (댐 유역) 24개 댐에서 이수(利水) 설계유량 이하의 댐 유입량 관측
 - 다목적댐 최근 1년('17.3.2~'18.3.1) 강수량은 944.3mm, 예년의 77%(전년의 81%)

* 남부지방 및 낙동강 중류에 위치한 댐에서 설계빈도(20년) 이상의 갈수 유입

구분	전국 평균	한 강				낙 동 강							금 강		섬진강		기 타				
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천 부항	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥	
최근 1년 (2017.3.2~2018.3.1.)																					
강수량 (mm)	금년	944.3	1,203.0	1,033.1	1,210.5	857.1	737.7	655.4	645.1	789.9	646.2	762.0	852.8	682.9	1,011.2	944.0	974.7	884.3	979.4	992.4	860.8
대비 (%)	전년	81.7	103.6	100.0	115.1	78.0	72.3	45.4	60.2	64.4	54.5	60.0	54.8	43.7	75.4	82.6	77.6	61.0	84.1	93.4	58.2
	예년	77.7	99.3	85.3	85.7	76.0	75.1	52.6	73.0	82.9	70.4	58.7	56.9	47.6	73.7	80.6	74.6	62.0	73.1	73.1	61.3
갈수빈도 (년)	강수	-	-	5	5	10	10	50	50	20	200	30	30	200	10	10	10	30	10	10	30
	유입	-	5	10	5	10	10	100	50	30	100	30	50	200	10	10	20	50	30	10	200
최근 3개월 (2017.12.1~2018.3.1.)																					
강수량 (mm)	금년	63.5	52.7	54.3	50.7	42.1	43.8	85.9	50.8	76.7	44.7	64.0	78.0	111.1	95.7	81.3	95.0	80.0	143.2	106.5	91.7
대비 (%)	전년	62.9	51.4	57.8	54.2	43.1	63.0	75.7	71.4	78.4	48.4	81.0	56.9	65.7	63.9	80.5	71.7	80.1	91.8	82.0	88.7
	예년	82.2	83.3	74.9	71.5	66.9	79.4	87.5	102.7	89.7	63.7	74.8	83.9	111.3	86.9	93.9	87.4	84.6	114.3	107.3	82.7
최근 1개월 (2018.2.1~2018.3.1.)																					
강수량 (mm)	금년	29.0	29.9	30.9	26.5	20.2	23.6	16.1	24.9	34.7	20.4	29.3	32.7	55.6	29.1	33.7	25.1	26.0	44.6	40.9	22.3
대비 (%)	전년	89.0	222.3	130.4	164.3	68.8	89.3	52.9	92.0	69.5	71.6	81.5	66.4	116.7	41.0	72.6	46.7	76.5	81.5	94.7	72.2
	예년	89.9	122.9	100.4	83.5	74.7	108.1	34.1	147.3	104.7	80.5	77.7	73.0	119.9	69.2	99.0	65.2	61.5	105.0	115.7	45.6

- 용수댐 유역 최근 1년(17.3.2~18.3.1) 평균 강수량은 699.4mm로 예년의 55.4%

* 쏘 용수댐의 유입량이 이수 설계유량(10년빈도) 이하의 유입량 관측

구분	전국 평균	한 강		낙 동 강										섬진강영산강		
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평립	
최근 1년 (2017.3.2~2018.3.1.)																
강수량 (mm)	금년	699.4	824.5	898.0	647.2	596.0	774.0	631.6	655.4	619.5	646.0	646.0	991.0	1,382.0	948.5	1,015.1
대비 (%)	전년	51.5	78.4	87.4	52.3	56.6	48.8	49.8	45.4	41.3	36.9	36.9	59.8	67.8	49.5	77.5
	예년	55.4	66.0	69.1	59.1	53.0	65.9	52.3	52.6	46.8	46.0	48.8	64.4	74.6	51.7	77.8
갈수빈도 (년)	강수	-	20	5	200	-	30	200	200	200	200	200	20	5	30	10
	유입	-	20	10	200	-	50	200	200	200	200	30	10	20	10	10
최근 3개월 (2017.12.1~2018.3.1.)																
강수량 (mm)	금년	73.1	49.3	79.0	49.6	43.5	95.5	81.2	85.9	68.9	101.0	101.0	105.0	122.0	76.2	107.0
대비 (%)	전년	68.7	63.5	71.2	52.7	98.9	87.2	89.9	75.7	58.1	82.8	82.8	60.7	50.6	40.1	92.1
	예년	81.1	63.6	61.5	70.2	49.7	80.1	96.9	87.5	69.1	95.6	97.9	84.0	81.2	62.9	93.3
최근 1개월 (2018.2.1~2018.3.1.)																
강수량 (mm)	금년	32.4	38.7	72.0	25.5	25.0	43.5	41.3	16.1	8.1	18.0	18.0	50.0	59.0	35.0	38.1
대비 (%)	예년	82.3	119.0	124.0	82.7	73.4	86.7	121.9	34.1	17.9	38.3	38.9	84.7	85.4	56.5	85.7

□ 저수량 현황

- 댐 : 다목적댐은 예년과 비슷, 용수댐은 예년대비 66.6%로 적음
- (다목적댐) 現 저수량은 51.9억m³으로 예년의 93.7% (전월대비 4.9억m³ ↓)

구분	전국	한 강				낙 동 강							금 강		섬진강		기 타				
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천 부항	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암 (문+포)	부안	보령	장흥	
저수량 (억m ³)	금년	51.9	14.6	10.7	0.5	4.4	2.1	0.0	0.1	0.2	0.0	2.1	0.7	0.2	3.1	8.6	1.5	2.1	0.1	0.3	0.4
	전년	62.0	14.6	10.8	0.5	6.0	3.1	0.2	0.2	0.3	0.1	4.1	1.5	0.6	3.6	9.1	2.0	4.1	0.2	0.2	0.8
	예년	55.4	13.0	11.7	0.4	5.3	2.2	0.1	0.2	0.3	0.0	3.3	1.2	0.4	3.6	7.1	2.0	3.2	0.3	0.5	0.8
대비 (%)	전년	83.8	100.1	99.4	103.8	73.8	68.7	23.7	53.5	55.0	40.3	51.5	47.2	31.2	87.6	94.5	76.3	51.8	58.6	151.2	42.4
	예년	93.7	112.3	91.4	133.5	83.6	97.1	49.1	64.7	60.7	112.9	65.2	61.2	46.1	88.2	120.6	76.9	65.6	48.5	63.3	45.6
변화량 (백만m ³)	전월 대비	-491.9	-1658	-1128	-26	-50.9	-174	0.2	-1.4	-2.1	-0.4	-22.5	-197	-1.7	-26.8	-39.5	1.3	-22.2	-0.8	-2.2	-4.4
	가뭄단계																				

- (용수댐) 現 저수량은 1.17억m³으로 예년의 66.6% (전월대비 11.1백만m³ ↓)

구분	전국	한 강		낙 동 강										섬진강영산강		
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평립	
저수량 (백만m ³)	금년	117.0	5.8	3.6	40.7	10.4	0.6	13.3	4.3	5.1	6.0	1.5	2.8	6.4	13.9	2.73
	전년	228.4	8.6	6.6	48.6	11.9	1.6	84.5	18.2	6.5	5.8	1.5	4.0	8.6	18.4	3.6
	예년	175.7	6.3	5.3	31.4	10.1	1.6	65.8	8.8	8.9	6.4	1.4	2.2	6.0	15.4	5.9
대비 (%)	전년	51.2	67.9	54.9	83.7	87.5	34.6	15.7	23.7	78.3	103.4	99.1	71.1	74.4	75.3	75.6
	예년	66.6	91.7	68.7	129.3	102.5	33.6	20.1	49.1	57.0	94.2	103.9	129.3	106.7	89.8	46.6
변화량 (백만m ³)	전월 대비	-11.1	-1.1	-0.9	-4.6	-1.4	-0.1	-0.9	0.2	-0.3	0.8	0.4	-0.3	-0.6	-2.1	-0.2
	가뭄단계															

○ 지자체 상수원 저수지 : 저수율 45.6% (97개소, 전월대비 6.9% ↓)

구분	평균	경기	충북	전북	전남	경북	경남	울산	대구	부산	광주	제주
저수율 (%)	45.6	56.7	35.0	57.0	46.0	53.6	40.3	46.6	35.5	43.1	43.7	30.0
前월 대비 변화율 (%)	-6.9	-10.4	-30.0	-3.0	-7.1	-5.0	-7.9	-3.3	-4.5	-0.8	-0.4	-2.5

* 저수율 40%이하 49개소중 전남에 26개 분포(완도, 영광, 영암, 신안, 해남, 곡성 등)

○ 농업용저수지 : 저수율 71.1%로 평년의 87.8% (농공 3,394개소, 전월대비 0.9% ↑)

- (평년대비 60%이하) 밀양(56%), 김해(50%), 나주(52%), 경주(58%)

구분	평균	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	
저수율 (%)	금년	71.1	85.0	86.4	92.5	90.7	64.8	58.7	71.4	63.0	83.5
	평년	81.0	90.9	89.7	89.1	89.1	77.9	75.4	80.9	77.6	74.7
평년대비 (%)		87.8	93.5	96.4	103.8	101.8	83.2	77.8	88.3	81.2	111.9
前월 대비 변화율 (%)		0.9	2.1	-1.4	0.5	2.0	0.2	1.3	0.7	0.9	-5.8
전계개소수	3,394	113	79	183	228	419	1,045	671	653	3	

* 출처 : 한국농어촌공사(3.2일 기준)

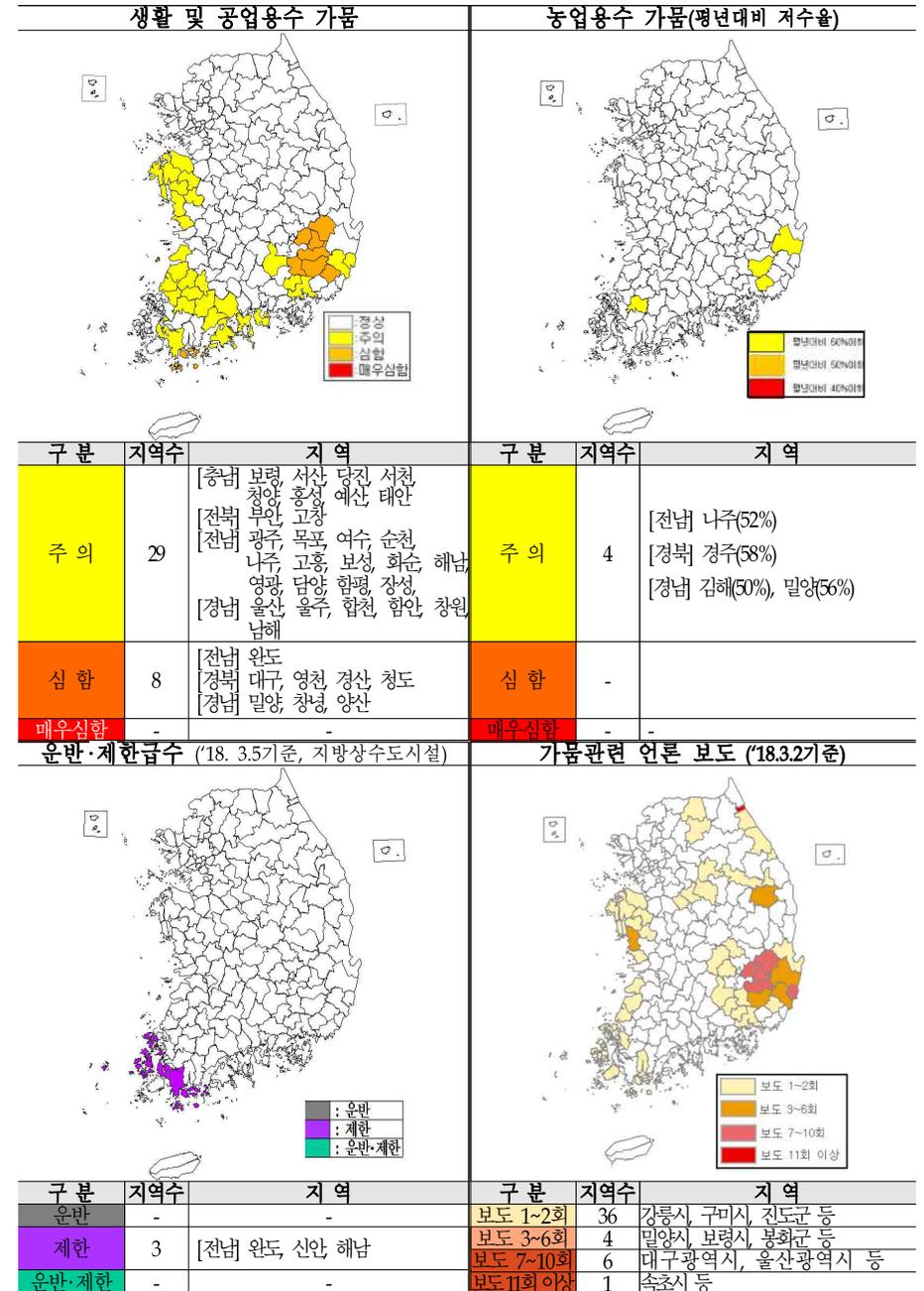
□ 가뭄 대응 현황

남부 중심의 가뭄 상황 지속 심화되고 있으며, 경북·전북 지역으로 가뭄 확산에 대비한 공급량 감축 및 연계 물량 지속 확대 중

구분	지역	수원 (종류)	저수량(백만m)		가뭄 단계	現공급 (천톤/일) 비축량	대 응 현 황	비 고
			저수량/예년비(%)	전월 변화(백만m)				
충 남	8개 시군 당진, 보령, 서산, 서천, 예산, 청양, 태안, 홍성	보령댐 (광역)	30.2	2.2 ↓	주의	232	하천유지용수 감량 (31→4천톤/일) 보령댐 도수로 (최대120천톤/일) * 2월 실적 115천톤/일	
			25.8 / 63.0			147		
			2.2 ↓					
전 북	3개 시군 부안, 고창 영광	부안댐 (광역)	13.8	0.8 ↓	주의	61.0	섬진강 광역 대체공급 (7.0천톤/일) 저수지 등 연계(총760천톤, 8.4천톤/일) * 청림제, 가는골제, 거석제, 해창보 수요량 자체 절감 (2.0천톤/일) 하천유지용수 전량 감량 (160천톤/일) 수어(100천m/일)·섬진강댐(70천m/일) 연계 상류 보성강댐 저류방류(40천톤/일) * 특량만 여건고려 40~173 탄력방류	
			27.4 / 48.2			17.4		
			0.8 ↓					
전 남	8개 시군 광주, 목포 여수, 순천 나주, 고흥 보성, 화순	주암댐 (광역)	212.4	22.2 ↓	주의	930	하천유지용수 전량 감량 (160천톤/일) 수어(100천m/일)·섬진강댐(70천m/일) 연계 상류 보성강댐 저류방류(40천톤/일) * 특량만 여건고려 40~173 탄력방류	
			30.0 / 65.3			370		
			22.2 ↓					
	완도군	평림댐 (광역)	2.73	0.2 ↓	주의	24.7	하천유지용수 감량 (3.5→0.7천톤/일) 수양제 연계 (10천톤/일)	제한급수 제한급수
			26.6 / 46.5			12.8		
			0.2 ↓					
해남군	부황제 (자체)	38천m	4.6% ↑	심함	1.0	저수지 하루 부황천 양수 (0.5천톤/일) 관정수 물차운반 저류 (0.8천톤/일)	제한급수 제한급수	
		16.2%			1.3			
		4.6% ↑						
경 남	3개 시군 밀양, 창녕 양산	밀양댐 (광역)	17.2	1.7 ↓	심함	73.0	하천유지용수 전량 감량 (26천톤/일) 지자체 수원 대체공급 (38.1천톤/일)	
			23.4 / 46.5			64.1		
			1.7 ↓					
	남해군	합천댐 (광역)	213.7	22.5 ↓	주의	979	하천유지용수 전량 감량 (130천톤/일) 댐간 연계(남강 294, 부황 52천톤/일)	
			27.1 / 65.1			476		
			22.5 ↓					
경 북	4개 시군 대구, 영천 경산, 청도	오동제 등 (자체)	341천m	25.0% ↓	주의	5.7	남강댐 광역 증량수수(10→13천톤/일) 저수지 인근 관정 연계 (250톤/일)	
			25.0%			3.2		
			7.0% ↓					
참고	강원 속초시	쌍천 지하댐 (자체)	13.3	0.9 ↓	심함	52	하천유지용수 전량 감량 (46천톤/일) 지자체 수원 대체공급 (107천톤/일) 금호강 비상도수로 가동 (127천톤/일)	
			8.3 / 20.0			280		
			0.9 ↓					
강원 속초시			금회(2.28~3.5) 강수 87mm로 댐수위 0.5m→13m 향상, 취수량 정상 수준으로 회복되어 제한급수 해제예정(3.6) (학사평저수지 등 연계 중단)					

※ [지방상수도 시설 제한급수] 3개 군(전남 완도·신안·해남) 13,412세대 26,450명
 • 전월 대비 31,209세대 ↓, 69,315명 ↓ (속초시 해제) (※신안군은 용수절약 차원)

□ 전국 가뭄 현황 분야별 지도



가뭄전망

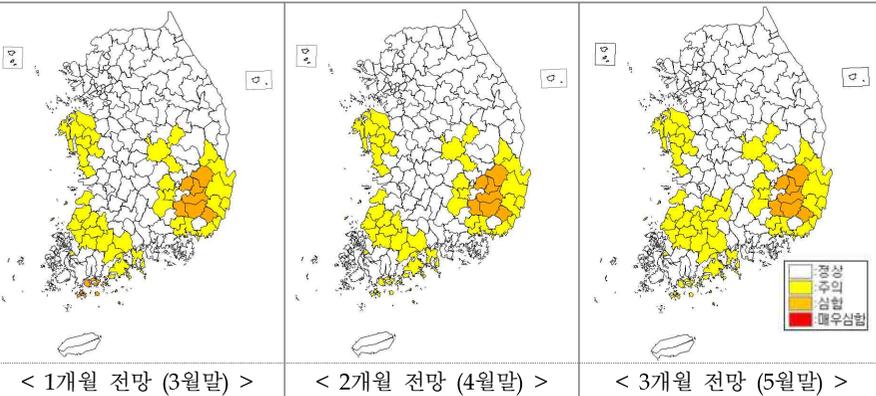
□ 강수전망

- (중기전망 3.5~12) 5일 전국 강수 예년(4mm)보다 많았으며, 강원영동 8일 강수
- (1~3개월 전망) 3~4월은 예년과 비슷하겠으며, 5월은 비슷하거나 적겠음

구 분	'18.3월	'18.4월	'18.5월
예년 비슷 범위	47.2~59.9mm	55.9~90.1mm	77.4~115.4mm
전국 강수전망	예년과 비슷하겠음	예년과 비슷하겠음	예년과 비슷하거나 적겠음

□ 가뭄전망

現 가뭄 상황 장기화가 예상되며, 경북·전북 지역으로 가뭄확산 전망



- ('심함' 지속) 경북(운문댐) 4개 시군, 경남(밀양댐) 3개 시군
 - ('주의' 지속) 충남(보령댐) 8개 시군, 전남·북(부안댐) 3개, 전남(주암댐) 8개, 전남(평림댐) 4개, 경남·울산(합천댐) 6개 시군
 - 경북·부산(안동·임하댐) 13개 시군 3월말 '주의' 단계 도달·지속
 - 전남 완도군(부항제) 4월말 '주의' 단계 개선 전망
 - 전남·북(동화저수지) 5개 시군 5월말 '주의' 단계 도달
 - 경남 남해군(오동제 등), 전남 해남군(송중제) 3월말 '정상' 개선
- ※ 보령댐 도수로 및 운문댐 비상시설 연계 운영조건 (평림댐 수양제연계 미가동 조건)

종합 검토의견

- (전국 가뭄) 경남·전남 지역 중심의 가뭄이 강원·경북·전북 지역으로 점차 확산되고 있으며, 댐·저수지 등 저수율이 낮아 가뭄 발생 장기화
 - * (최근 1년 강수 평년비) 전남 67.4%, 경남 58.6%, 제주 61.6%
 - 가뭄 확대·심화에 대비하여 극한가뭄 수준의 선제적 대응 필요
- (대응방향) 가뭄대책 사업의 지속 시행 등 가뭄 심화 대비 철저
 - 다목적댐 및 용수댐
 - (모니터링) 전국 단위의 가뭄상황 모니터링 강화(주간단위 상황조사) 및 가뭄 예·경보와 연계한 전국가적인 가뭄 대응 이행
 - (댐 운영) 가뭄심화 대비, 홍수기 전까지 댐 용수비축 체계 유지 및 단계별 철저한 긴축 운영 강화
 - (대책사업) 가뭄 대책 비상공급시설의 최적운영 및 추가 대책 발굴
 - * 운문댐 : 금호강계통 광역상수도 비상공급시설 건설사업('18.2.1~ 가동)
 - * 평림댐 : 수양제 연계 저류 ('17.11.7'), 영산강 2차 급수체계 조정 연계 추진('18.5)
 - * 부안댐 : 섬진강광역 대체공급 시설보완, 인근 저수지 연계공급 등
 - 지자체 수원지 (완도군, 남해군, 해남군)
 - 관계부처 가뭄TF 등을 통해 협조·협의하여 항구적 가뭄대책 마련
- (협업·지원) 가뭄상황이 심각한 남부지방(경남, 전남) 및 경북·강원 지역의 가뭄상황 완화를 위해 장·단기 가뭄 대책 도입 필요
 - 가뭄의 실질 대응기관인 지자체 대상의 가뭄 컨설팅 및 피해경감 대책 의견 수렴하여 재정적 지원 추진

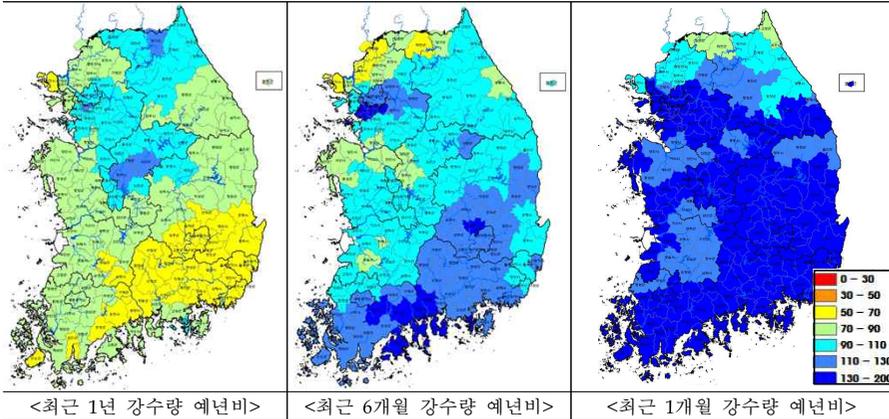
《4월 가뭄 예·경보》

가뭄 상황 및 대응

□ 강수현황

- (전국) 최근 1개월간 적지 않은 봄비가 발생하였으나(예년의 190%), 최근 1년(17.4.2~18.4.1)간 예년의 81.0%(1,059mm)로 강수 부족 여전
 - 특히, 경남 지역은 예년의 70% 이하로 강수 부족 지속
 - 최근 6개월간 예년의 101%(245mm), 최근 1개월 예년의 190%(109mm) 기록

구분	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주	
최근 1년 (2017.4.2~2018.4.1)											
누적강수(mm)	1,059.5	1,176.9	1,155.3	1,089.0	1,218.5	1,082.0	1,004.9	964.8	926.1	1,145.3	
대비	예년(%)	81.0	86.5	86.5	85.0	95.4	77.2	77.7	67.5	82.4	67.0
	전년(%)	86.8	102.6	122.8	108.0	110.0	76.9	91.1	61.8	77.9	69.3
최근 6개월 (2017.10.2~2018.4.1)											
누적강수(mm)	245.4	203.9	184.2	204.5	207.0	302.2	230.5	318.6	243.8	398.0	
대비	예년(%)	101.0	79.7	88.2	84.4	92.0	109.6	84.1	125.6	114.4	90.8
	전년(%)	78.4	76.6	74.7	82.1	78.5	74.4	72.1	77.1	87.4	63.8
최근 1개월 (2018.3.2~2018.4.1)											
누적강수(mm)	109.8	50.3	60.2	83.2	88.8	164.4	98.5	159.9	118.1	134.8	
대비	예년(%)	190.0	101.3	137.7	165.8	172.5	213.5	180.0	224.6	226.2	118.1
	전년(%)	410.8	144.9	1,504.4	776.5	396.0	625.5	476.8	481.6	357.7	323.3



- (댐 유역) 최근 1개월간 예년대비 많은 강수가 발생(예년의 104~231%)하여 유입상황은 호전되었으나, 1년간 유입량 기준 20개 댐에서 이수(利水) 설계기준 이하의 댐 유입량 관측

- 다목적댐 : 최근 1년(17.4.2~18.4.1) 강수량은 1,001mm로 예년의 82.5%
- * 남부지방 및 낙동강 중류에 위치한 댐에서 이수기준(20년빈도) 이하 유입량 관측

구분	전국 평균	한 강					낙 동 강					금 강		섬진강		기 타					
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥	
최근 1년 (2017.4.2~2018.4.1)																					
강수량(mm)	금년	1,001.9	1,214.0	1,076.1	1,246.5	910.0	804.3	785.6	703.8	873.8	703.4	842.7	946.2	790.8	1,072.8	1,016.9	1,040.5	993.7	1,065.8	1,092.9	971.2
대비	전년	88.3	105.4	104.4	120.6	83.4	79.7	56.2	65.4	71.9	59.9	67.4	63.7	53.2	81.1	90.7	85.1	72.1	94.6	104.3	69.0
	예년	82.5	100.3	89.0	88.4	80.7	81.9	62.8	79.0	89.8	75.3	64.9	63.2	55.1	78.1	86.9	79.7	69.7	79.4	80.5	68.9
갈수 빈도(년)	강수	-	-	5	5	5	5	20	20	10	30	20	20	200	5	5	10	20	5	5	20
	유입	-	-	5	5	10	10	20	20	20	30	20	50	200	10	10	10	30	20	10	50
최근 6개월 (2017.10.2~2018.4.1)																					
강수량(mm)	금년	190.6	52.7	54.3	50.7	42.1	43.8	85.9	50.8	76.7	44.7	64.0	78.0	111.1	95.7	81.3	95.0	80.0	143.2	106.5	91.7
대비	전년	71.0	73.4	74.0	75.4	68.7	88.3	60.7	79.8	77.3	69.5	77.0	63.5	59.0	62.8	73.1	65.4	64.9	79.3	92.5	64.1
	예년	90.1	91.9	82.6	87.6	84.3	107.9	97.3	94.3	90.0	83.8	93.0	94.5	101.9	89.4	94.1	84.8	95.3	99.7	97.5	86.8
최근 1개월 (2018.3.2~2018.4.1)																					
강수량(mm)	금년	85.4	39.4	66.4	60.5	84.3	96.5	155.9	102.5	120.7	94.6	114.3	131.9	139.7	100.0	97.0	97.5	140.6	109.0	108.0	136.3
대비	전년	297.8	132.7	268.7	227.3	262.9	321.6	605.4	234.4	320.5	257.6	341.6	340.2	439.5	253.2	385.9	299.9	443.1	483.0	1,441.0	519.5
	예년	166.7	104.0	139.6	128.2	175.8	214.2	205.8	167.9	193.3	158.8	189.9	180.7	187.4	157.1	199.1	174.0	192.6	191.1	213.7	186.0

- 용수댐 : 최근 1년(17.4.2~18.4.1) 누적 강수량은 804mm로 예년의 63.5%
- * 쏜 용수댐(달방, 구천제외)의 유입량이 이수기준(10년빈도) 이하 유입량 관측

구분	전국 평균	한 강					낙 동 강					섬진강영산강				
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림	
최근 1년 (2017.4.2~2018.4.1)																
강수량(mm)	금년	804.3	895.2	970.0	724.6	676.0	920.5	732.1	785.6	757.8	769.0	769.0	1,170.0	1,585.0	1,099.3	1,084.8
대비	전년	61.5	84.5	92.2	60.0	67.4	59.1	60.0	56.2	52.3	45.2	45.2	73.9	81.0	62.4	85.2
	예년	63.5	71.6	74.5	65.9	60.0	77.8	60.6	62.8	57.1	54.6	57.9	75.7	85.3	59.7	82.8
갈수 빈도(년)	강수	-	10	5	30	-	10	50	200	200	200	-	10	5	20	10
	유입	-	10	5	50	-	20	200	200	200	200	-	10	5	10	10
최근 6개월 (2017.10.2~2018.4.1)																
강수량(mm)	금년	242.1	201.7	271.0	194.7	175.5	362.5	242.3	269.7	257.2	281.0	281.0	338.0	408.0	305.5	228.1
대비	전년	69.7	94.4	100.7	77.9	70.8	71.5	72.7	60.7	56.6	50.2	50.2	75.1	70.3	66.3	72.0
	예년	98.0	85.8	80.4	103.1	78.7	105.3	102.5	97.3	96.7	99.4	100.9	101.8	98.1	93.3	80.6
최근 1개월 (2018.3.2~2018.4.1)																
강수량(mm)	금년	135.3	104.2	119.0	106.7	90.5	185.5	132.1	155.9	162.4	150.0	150.0	213.0	249.0	191.5	99.8
대비	전년	446.1	315.1	276.7	356.8	861.9	475.6	421.4	605.4	672.5	576.9	576.9	626.5	541.3	470.1	329.6
	예년	207.2	180.4	180.2	211.8	165.3	219.7	213.8	205.8	231.9	210.0	215.4	214.8	204.8	196.0	157.9

□ 가뭄 대응 현황

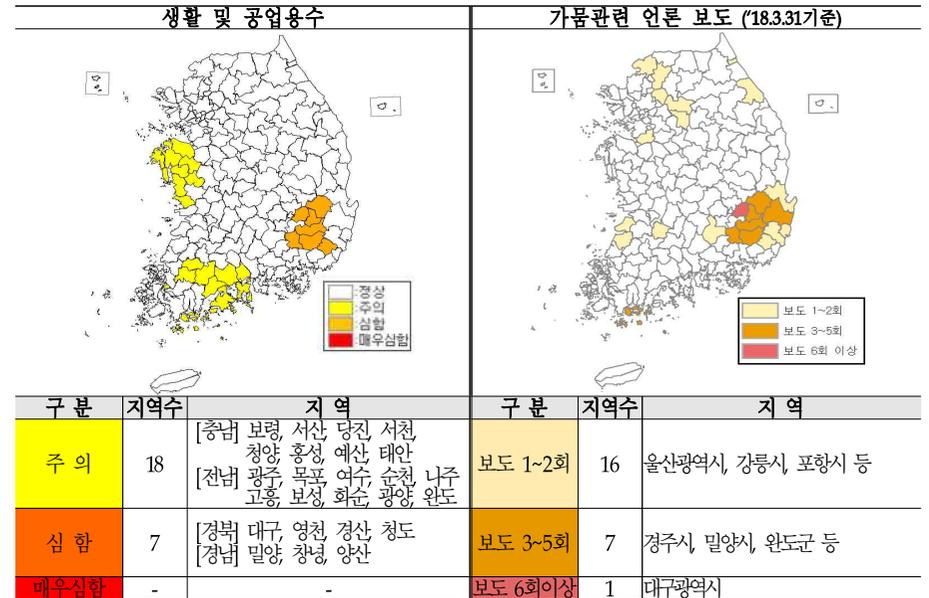
3월 봄비 영향으로 일부 지역의 가뭄상황이 호전되고있으며, 남부 중심의 가뭄 상황이 여전히 지속되고 있어 용수공급 감량 및 인근 수원 연계 中

구분	지역	가뭄 단계	주수원 (종류)	저수량(백만m)	現공급(천톤/일)	대 응 현 황	자체 저수지			
				저수량/예년비(%)	비축량		시·군	저수율(개소)		
				전월 변화(백만m)						
충남	8개 시군 당진, 보령, 서산, 서천, 예산, 청양, 태안, 홍성	주의	보령댐 (광역)	36.7	243	하천유지용수 감량 (31→4천톤/일) 보령댐 도수로 (최대120천톤/일) * 3월 실적 115천톤/일	예산	99% (2)		
				31.4 / 83.0						
				6.5 ↑					147	
전남	9개 시군 광주, 목포, 여수, 순천, 나주, 고흥, 보성, 화순, 광양	주의	주암댐 (수어댐) (광역)	237.6	930	하천유지용수 전량 감량 (160천톤/일) 수어(100천톤/일)·섬진강댐(70천톤/일) 연계 상류 보성강댐 저류방류(40천톤/일) * 득량만 여건고려 40~173 탄력방류	광주	70% (3)		
				33.6 / 77.1					순천	100% (1)
				25.2 ↑					370	보성
	완도군	주의	남도제 (자체)	9.5천m ³	0.1	관정수 물차운반 저류 (0.1천톤/일)				
				8.2%					0.1	
				6.1% ↑						
경남	3개 시군 밀양, 창녕, 양산	심함	밀양댐 (광역)	24.1	73.0	하천유지용수 전량 감량 (26천톤/일) 지자체 수원 대체공급 (38.1천톤/일)	창녕	78% (2)		
				32.8 / 64.2						
				6.9 ↑					64.1	
경북	4개 시군 대구, 영천, 경산, 청도	심함	운문댐 (광역)	33.7	52	하천유지용수 전량 감량 (46천톤/일) 지자체 수원 대체공급 (107천톤/일) 금호강 비상도수로 가동 (127천톤/일)	대구	67% (2)		
				21.0 / 51.6						
				20.4 ↑					280	영천

※ [지방상수도 시설 제한급수] 1개 군(전남 신안) 4,180세대 7,416명

• 전월대비 9,232세대 ↓, 19,034명 ↓ (※신안군은 용수절약 차원)

□ 가뭄 현황 분야별 지도



가뭄전망

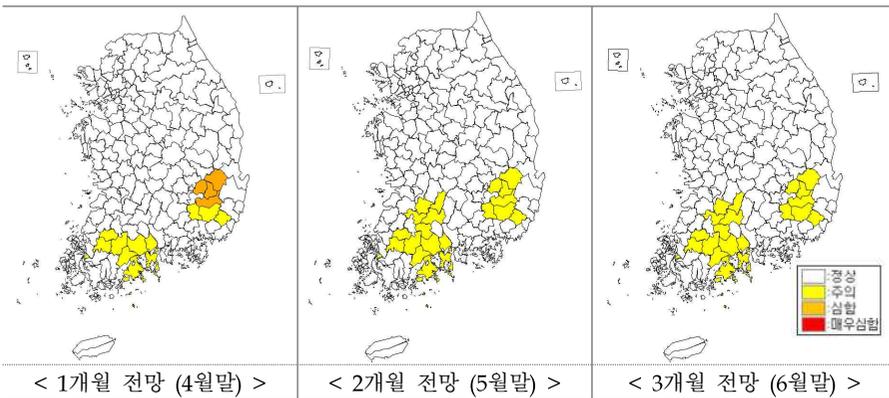
□ 강수전망

- (중기전망 4.5~12) 5일 전국 강수전망 예년(8mm)보다 많겠음
- (1~3개월 전망) 4·6월은 예년과 비슷하겠으며, 5월은 비슷하거나 적겠음

구 분	'18.4월	'18.5월	'18.6월
예년 비슷 범위	55.9~90.1mm (78.5mm)	77.4~115.4mm (101.7mm)	130.3~186.0mm (158.6mm)
전국 강수전망	예년과 비슷하겠음	예년과 비슷하거나 적겠음	예년과 비슷하겠음

□ 가뭄전망

3월 강수영향으로 가뭄상황이 호전되고 있으나, 남부지역 가뭄은 지속 전북지역(동화저수지 급수구역)은 가뭄 단계 진입 전망



- 전남(주암댐-수어댐) 9개 시군 '주의' 단계 지속 전망
- 경남(밀양댐) 3개 시군 4월말 '주의' 단계 개선후 지속 전망
- 충남(보령댐) 8개 시군 4월말 '정상' 단계 개선·전망
- 경북(운문댐) 4개 시군 5월말 '주의' 단계 개선후 지속 전망
- 전남·북(동화저수지) 5개 시군 5월말 '주의' 단계 도달
- 전남 완도군(넙도제) 4월말 '정상' 단계 개선 전망

종합 검토의견

- (전국 가뭄) 3월 강수 영향으로 가뭄상황이 호전되고 있으며, 그 간 누적된 강수부족으로 남부 지역의 댐·저수지 저수율이 낮은 상황
 - * (최근 1년 강수 평년비) 전국 81%, 경남 67.5%, 전남 77.2%
- 해당 지역의 가뭄 상황이 지속되고 있어 용수공급 감량 및 인근 수원 연계 中
- 가뭄 확대·심화에 대비하여 극한가뭄 수준의 선제적 대응 필요
- (대응방향) 홍수기前까지 모니터링 강화 및 가뭄 심화 대비 철저
 - 다목적댐 및 용수댐
 - (모니터링) 전국 단위의 가뭄상황 모니터링 강화(주간단위 상황조사) 및 가뭄 예·경보와 연계한 소국가적인 가뭄 대응 이행
 - (댐 운영) 가뭄심화 대비, 홍수기 전까지 댐 용수비축 체계 유지 및 단계별 철저한 긴축 운영 강화
 - 지자체 수원지 (완도군-넙도제)
 - 인근 관정수를 활용한 연계공급 및 물수요를 감축하여 가뭄관리 하고 있으나, 여전히 저수율이 낮아 지속 모니터링 및 대응 필요
- (협업·지원) 가뭄상황이 심각한 남부지방(경남, 전남) 및 전북 지역의 가뭄상황 완화를 위해 장·단기 가뭄 대책 도입
 - 가뭄의 실질 대응기관인 지자체 대상의 가뭄 컨설팅(속초시 등) 및 피해경감 대책 의견 수렴하여 재정적 지원 추진

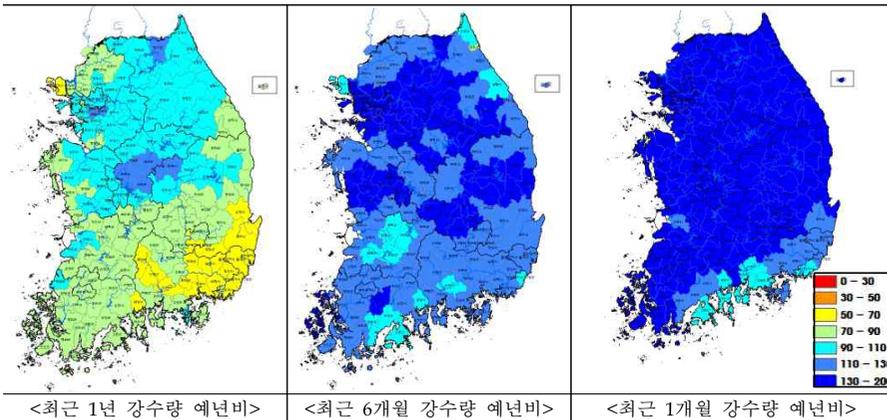
《5월 가뭄 예·경보》

가뭄 상황 및 대응

□ 강수현황

- (전국) 최근 1개월간 평균 134mm로 예년대비 169% 강수 발생하였으나, 최근 1년간(17.5.3~18.5.2) 예년의 87.0%(1,141mm)로 강수 부족 여전
 - 특히 경남 지역은 예년의 71% 이하로 강수 부족 심함
 - 최근 6개월간(17.11.3~18.5.2) 예년의 126%(341mm) 수준

구분	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주	
최근 1년 (2017.5.3~2018.5.2)											
누적강수(mm)	1,141.0	1,274.4	1,218.8	1,175.9	1,299.1	1,168.8	1,088.9	1,023.8	1,014.8	1,223.5	
대비	예년(%)	87.3	93.6	91.3	91.8	101.7	83.4	84.2	71.6	90.3	71.6
	전년(%)	102.3	115.5	135.3	127.6	126.6	96.0	111.2	72.0	92.6	76.3
최근 6개월 (2017.11.3~2018.5.2)											
누적강수(mm)	341.9	279.7	287.6	336.9	329.9	405.4	354.2	386.2	327.9	491.6	
대비	예년(%)	126.0	109.2	130.4	128.6	132.3	123.6	119.6	125.3	137.4	99.5
	전년(%)	147.5	131.3	160.6	170.9	154.8	144.1	150.0	133.6	155.6	119.5
최근 1개월 (2018.4.3~2018.5.2)											
누적강수(mm)	134.2	136.2	121.3	135.4	129.5	141.7	113.7	138.9	137.2	214.4	
대비	예년(%)	169.8	208.2	188.8	189.6	180.1	143.6	148.8	133.3	201.9	161.1
	전년(%)	217.8	323.5	206.8	231.5	207.7	243.6	197.3	161.6	220.0	156.5



- (댐 유역) 최근 1개월간 예년보다 많은 강수(예년의 167%) 영향으로 댐유입 상황은 호전되었으나, 최근 1년간 18개 댐에서 이수(利水) 설계 기준 이하의 댐 유입량 관측 (밀양댐, 운문댐 등에서 200년 빈도 가뭄)

- 다목적댐 : 최근 1년(17.5.3~18.5.2) 강수량은 1,073mm로 예년의 88%

* 남부지방 및 낙동강 중류에 위치한 댐에서 이수기준(20년빈도) 이하 유입량 관측

구분	전국 평균	한 강					낙 동 강					금강		섬진강		기 타					
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥	
최근 1년 (2017.5.3~2018.5.2)																					
강수량(mm)	금년	1,073.2	1,300.6	1,146.8	1,321.1	992.6	882.5	830.6	739.9	955.9	721.9	922.7	1,024.4	782.3	1,135.5	1,081.6	1,111.4	1,053.3	1,143.1	1,194.4	1,029.4
대비(%)	전년	101.2	116.5	115.4	133.7	94.4	93.3	65.2	73.9	87.1	66.0	82.0	77.4	54.1	92.9	104.5	102.3	86.0	115.3	125.1	82.3
	예년	88.2	107.3	94.6	93.4	87.8	89.5	66.3	83.0	97.5	77.9	71.0	68.4	54.5	82.5	92.3	85.2	73.8	85.0	87.8	72.9
갈수빈도(년)	강수	-	-	-	-	5	5	20	20	5	20	10	20	100	5	5	5	10	5	5	10
	유입	-	-	5	5	5	5	20	20	20	50	20	30	200	5	10	10	30	10	5	30
최근 6개월 (2017.11.3~2018.5.2)																					
강수량(mm)	금년	318.6	307.3	295.1	291.7	316.8	318.3	385.0	271.5	360.1	249.6	334.1	392.6	382.1	362.0	325.8	346.6	361.0	416.0	416.5	376.0
대비(%)	전년	127.1	133.7	127.0	133.2	124.0	154.4	128.5	128.9	148.5	103.1	149.7	115.0	95.5	109.7	134.5	117.4	116.9	129.9	151.0	111.9
	예년	112.2	122.2	108.7	106.4	122.2	138.8	110.6	104.2	107.9	94.0	111.2	106.0	104.7	104.6	115.7	101.9	103.0	117.8	122.6	98.8
최근 1개월 (2018.4.3~2018.5.2)																					
강수량(mm)	금년	134.0	142.2	132.9	117.3	166.8	146.0	125.3	89.2	133.2	83.6	132.1	154.8	113.4	131.1	120.9	128.3	125.8	145.5	168.9	138.2
대비(%)	전년	213.9	255.5	213.5	274.6	198.2	215.4	156.0	167.8	260.6	128.6	253.6	202.0	93.0	191.5	215.1	223.7	190.6	213.1	251.2	172.8
	예년	167.6	191.0	175.4	140.2	208.2	216.1	122.6	109.2	119.0	84.9	164.0	132.6	97.2	140.2	178.4	149.5	129.1	168.3	182.2	129.1

- 용수댐 : 최근 1년(17.5.3~18.5.2) 누적 강수량은 867mm로 예년의 68%

* 14개 중 3개댐 제외한 나머지댐에서 이수기준(10년빈도) 이하 댐유입량 관측

구분	전국 평균	한 강					낙 동 강					섬진강영산강				
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림	
최근 1년 (2017.5.3~2018.5.2)																
강수량(mm)	금년	867.1	981.0	1,067.0	772.6	699.5	958.5	788.9	830.6	794.6	829.0	829.0	1,232.0	1,609.0	1,303.2	1,160.7
대비(%)	전년	72.0	95.2	103.3	70.0	73.3	67.1	69.8	65.2	59.4	52.4	52.4	83.5	87.9	84.0	104.0
	예년	68.4	78.2	81.7	70.3	62.2	81.1	65.3	66.3	59.9	58.8	62.3	79.8	86.6	70.5	88.5
갈수빈도(년)	강수	-	5	5	20	-	10	20	200	200	200	-	5	5	10	5
	유입	-	5	5	50	-	20	200	200	200	200	-	10	5	20	10
최근 6개월 (2017.11.3~2018.5.2)																
강수량(mm)	금년	368.6	333.6	392.0	300.5	236.0	428.5	355.2	385.0	375.4	407.0	407.0	506.0	589.0	609.2	357.0
대비(%)	전년	132.5	149.9	144.1	126.1	165.0	136.9	146.3	128.5	115.6	123.0	123.0	121.6	102.4	128.1	123.5
	예년	112.6	106.1	95.7	111.9	84.1	105.7	117.5	110.6	109.1	113.5	115.7	107.8	101.2	128.1	95.7
최근 1개월 (2018.4.3~2018.5.2)																
강수량(mm)	금년	136.9	143.6	137.0	116.0	77.5	115.0	119.3	125.3	128.6	142.0	142.0	178.0	200.0	320.7	141.8
대비(%)	전년	184.7	248.7	342.5	170.6	143.5	149.4	190.7	156.0	140.1	173.2	173.2	153.4	113.6	274.7	215.3
	예년	138.4	158.8	162.5	124.5	96.9	108.9	146.1	122.6	121.6	129.4	132.5	109.4	98.6	195.8	137.9

□ 저수량 현황

- 댐 : 다목적댐은 예년의 118%, 용수댐은 예년대비 107% 수량 확보
 - (다목적댐) 現 저수량은 64.4억m³으로 예년의 118.6% (전월대비 7.8억m³ ↑)

구 분	전국	한 강				낙 동 강								금 강		섬진강		기 타			
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천부향	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암(본+포)	부안	보령	장흥	
저수량 (억m ³)	금년	64.4	15.4	13.2	0.6	5.9	3.4	0.1	0.2	0.2	0.1	2.9	1.7	0.3	3.8	10.7	2.5	2.5	0.2	0.5	0.5
	전년	59.0	13.6	9.9	0.5	6.1	3.0	0.1	0.2	0.3	0.1	4.0	1.4	0.5	3.4	9.0	2.0	3.7	0.2	0.1	0.8
	예년	54.3	12.6	11.8	0.4	5.3	2.2	0.1	0.2	0.3	0.1	2.9	1.2	0.4	3.4	7.0	2.0	3.0	0.3	0.4	0.8
대비 (%)	전년	109.1	113.0	132.7	117.0	96.8	111.5	61.8	70.2	89.8	54.4	73.2	117.6	52.6	111.6	118.2	122.6	67.5	95.0	319.0	68.0
	예년	118.6	121.4	111.7	152.2	110.5	154.4	82.8	83.3	81.6	88.8	90.0	140.0	70.1	114.0	153.2	124.4	83.0	73.4	108.1	65.5
변화량 (백만m ³)	전월 대비	79.3	144.6	166.9	31	124.5	71.1	0.2	2.2	3.8	0.5	44.5	9.8	4.5	34.3	90.6	45.3	11.7	3.2	10.4	8.1
	가뭄단계																				

* 주암댐은 5.9일 정상환원 단계 도달하였으나, 1~3개월 가뭄전망에서 주의단계 재진입이 전망됨에 따라 해당지역에 대한 가뭄 예·경보 단계는 '주의' 유지

- (용수댐) 現 저수량은 1.99억m³으로 예년의 107.5% (전월대비 34.8백만m³ ↑)

구 분	전국	한 강				낙 동 강								섬진강		영산강	
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림		
저수량 (백만m ³)	금년	199.4	9.4	6.9	57.0	12.0	1.1	52.7	7.0	6.6	6.4	1.5	4.4	9.4	20.8	4.38	
	전년	210.1	9.2	6.4	46.8	11.7	1.4	76.5	11.4	6.6	5.4	1.5	3.8	9.1	17.4	2.9	
	예년	185.5	8.3	5.5	35.5	10.3	1.7	67.4	8.5	9.4	6.2	1.4	2.6	6.9	15.9	5.9	
대비 (%)	전년	94.9	101.4	106.7	121.8	102.4	77.7	68.9	61.8	100.2	118.6	100.6	116.7	103.2	119.4	148.9	
	예년	107.5	112.8	125.0	160.4	115.9	63.8	78.2	82.8	70.1	103.7	103.6	172.2	134.9	131.3	73.8	
변화량 (백만m ³)	전월 대비	34.8	-0.1	1.4	7.0	0.9	0.2	19.0	0.2	0.3	0.8	0.0	0.4	1.2	2.7	1.0	
	가뭄단계																

- 농업용저수지 : 저수율 89.8%로 평년의 103% (농공 3,394개소, 전월대비 5.4% ↑)

구분	평균	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
저수율 (%)	금년	89.8	94.2	96.2	99.3	97.8	91.9	78.0	91.1	91.8
	평년	87.1	90.1	92.7	94.2	90.0	86.2	83.2	88.4	79.0
평년대비(%)	103.1	104.5	103.8	105.4	108.6	106.6	93.7	103.1	106.7	116.2
前월대비 변화율(%)	5.4	2.6	-2.1	1.0	3.1	9.4	7.2	3.8	3.9	9.8
전체개소수	3,394	113	79	183	228	419	1,045	671	653	3

* 출처 : 한국농어촌공사(5.1일 기준)

- 지자체 상수원 저수지 : 저수율 80.7% (97개소, 전월대비 7.8% ↑)

구 분	평균	경기	충북	전북	전남	경북	경남	울산	대구	부산	광주	제주
저수율(%)	80.7	66.0	80.0	72.0	75.1	91.7	94.2	97.2	86.8	75.6	93.1	100.0
前월 대비 변화율(%)	7.8	6.3	0.0	0.5	10.1	6.6	5.5	0.0	19.8	4.4	12.7	8.0

* 저수율 40%이하 7개소중 전남에 7개 분포(완도, 영광, 신안, 영암, 고흥)



< 지자체 상수원 저수지 월별 저수량 추이, '17.5~현재 >

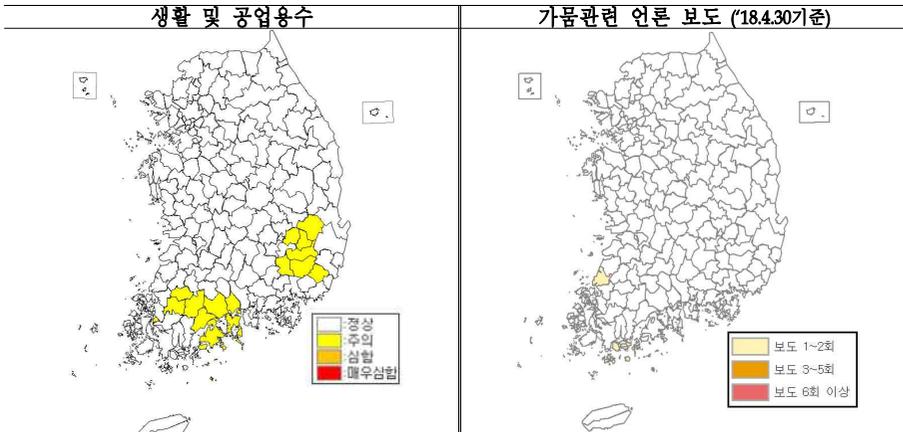
□ 가뭄 대응 현황

3~4월 봄강수 영향으로 가뭄상황이 호전되고 있으나, 전남 9개 시군 및 경남·북 7개 시군에서 가뭄 상황 지속 관리 중

구분	지역	가뭄 단계	주수원 (종류)	저수량(백만m)	現공급 (천톤/일)	대응 현황	자체 저수지
				저수량/예년비(%)	비축량		시·군 저수량 (개소)
전남	9개 시군 광주, 목포, 여수, 순천, 나주, 고흥, 보성, 화순, 광양	주의	주암댐 (수어댐) (광역)	249.2	1,130	하천유지용수 전량 감량 (160천톤/일) 수어(100천m³/일) 연계 상류 보성강댐 저류방류(40천톤/일) ※ 5.9일 정상환원 단계 도달하였으나, 1~3개월 가뭄전망시 주의단계 재진입이 전망됨에 따라 해당지역에 대한 가뭄 예·경보 단계는 '주의' 유지	광주 79% (3)
				35.2 / 83.2	300		순천 100% (1)
				11.7 ↑			보성 85% (1) 여수 100% (2) 고흥 91% (7)
경남	3개 시군 밀양, 창녕, 양산	주의	밀양댐 (광역)	28.6	76.0	하천유지용수 전량 감량 (26천톤/일) 지자체 수원 대체공급 (38.5천톤/일) 농업용수 여유량 감량공급 (6천톤/일)	창녕 95% (2)
				38.9 / 70.1	70.5		대구 86% (2) 영천 95% (2)
				4.5 ↑			
경북	4개 시군 대구, 영천, 경산, 청도	주의	운문댐 (광역)	52.7	71	하천유지용수 전량 감량 (46천톤/일) 지자체 수원 대체공급 (107천톤/일) 금호강 비상도수로 가동 (127천톤/일)	영천 95% (2)
				32.8 / 78.2	280		
				19.0 ↑			

※ [지방상수도 시설 제한급수] 전국 제한급수 해제 (전월대비 4,180세대 ↓ 7,416명 ↓)

□ 가뭄 현황 분야별 지도



구분	지역수	지역	구분	지역수	지역
주의	16	[전남] 광주, 목포, 여수, 순천, 나주, 고흥, 보성, 화순, 광양 [경북] 대구, 영천, 경산, 청도 [경남] 밀양, 창녕, 양산	보도 1~2회	2	[전남] 영광, 완도
심함	-	-	보도 3~5회	-	-
매우심함	-	-	보도 6회 이상	-	-

가뭄전망

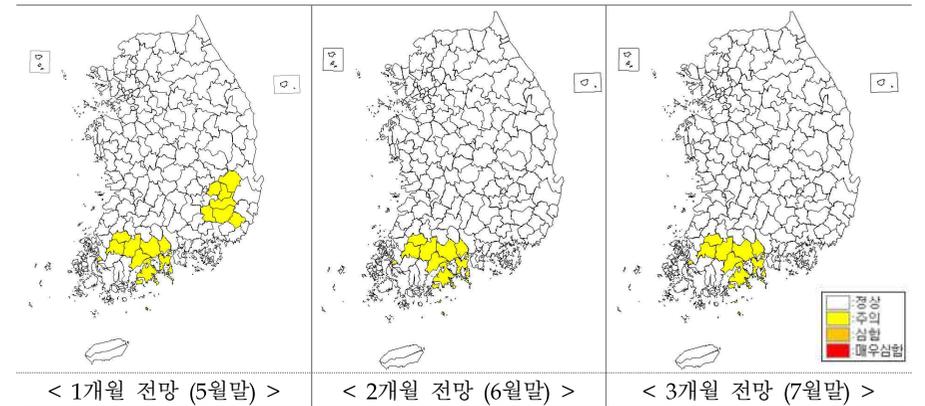
□ 강수전망

- (중기전망 5.5~12) 6일 남부 및 제주지방 예년(2~10mm) 수준의 강수 예상
- (1~3개월 전망) 5·6월은 예년과 비슷하겠으며, 7월은 비슷하거나 적겠음

구분	'18.5월	'18.6월	'18.7월
예년 범위	77.4~115.4mm (101.7mm)	130.3~186.0mm (158.6mm)	240.4~295.9mm (289.7mm)
전국 강수전망	예년과 비슷하겠음	예년과 비슷하겠음	예년과 비슷하거나 적겠음

□ 가뭄전망

봄강수 및 예년수준의 강수전망 영향으로 점차 가뭄 상황이 개선될 것으로 전망되나, 전남(주암댐 급수지역 9개 시군)은 가뭄상황 지속 전망



○ 전남(주암댐·수어댐) 9개 시군 '주의' 단계 지속 전망

* 5월말 '정상' 회복이 전망되나 선제적 가뭄대응 및 6월말 '주의'단계 재진입 고려

○ 경남(밀양댐) 3개 시군 및 경북(운문댐) 4개 시군은 6월말 '정상' 회복 전망

* 운문댐 비상공급 시설은 운영기준(관심단계 진입시 가동종료)에 따라 운영조건

종합 검토의견

- (전국 가뭄) 3~4월 봄강수 영향으로 가뭄상황이 호전되고 있으나, 전남 및 경남·북 지역 16개 시군에서 가뭄 상황 관리 중
 - * (최근 1년 강수 예년비) 전국 87%, 경남 71.6%, 전남 71.6%
 - 해당 시군에 대하여 가뭄 상황이 장기화되고 있어 용수공급 감량 및 인근 수원 연계 中
- (대응방향) 홍수기前까지 모니터링 강화 및 가뭄 지속 대비 철저
 - 다목적댐 및 용수댐
 - (모니터링) 전국 단위의 가뭄상황 모니터링 강화(주간단위 상황조사) 및 가뭄 예·경보와 연계한 손국가적인 가뭄 대응 이행
 - (댐 운영) 가뭄심화 대비, 홍수기 전까지 실수요량 공급 위주의 댐 운영을 통해 댐 용수 비축 강화 (댐 간 연계운영통해 가뭄발생 최소화)
 - 지자체 수원지
 - 단기간의 강수부족으로 용수공급에 쉽게 영향을 받는 지역에 대하여 중장기 물확보 대책 및 안정성 제고방안 도입 필요
 - 가뭄의 실질 대응기관인 지자체 대상의 가뭄 컨설팅(속초시 등) 및 피해경감 대책 의견 수렴하여 가뭄피해 발생 최소화

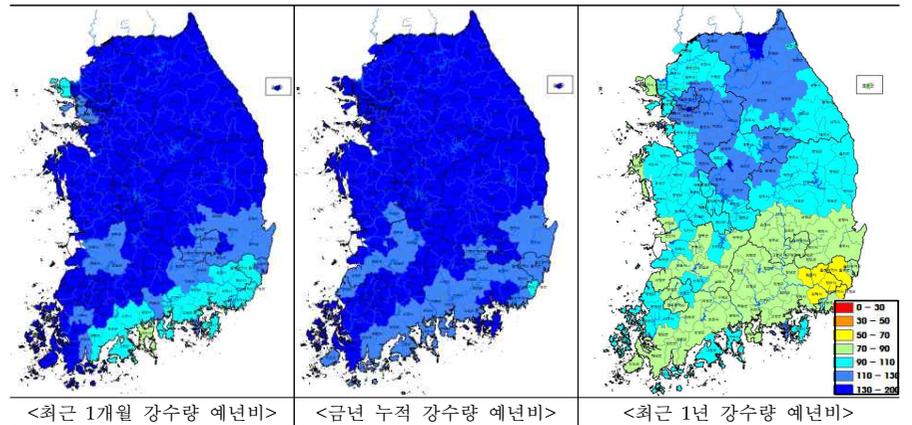
《6월 가뭄 예·경보》

가뭄 상황 및 대응

□ 전국 강수현황

- 최근 1개월간 109mm로 예년(105mm)대비 103% 기록, 금년('18.1.1~'18.6.3) 누적 강수량은 예년의 135%(421mm) 수준
 - 최근 1년간 누적 강수(1,222mm)는 예년에 비해 다소 부족(93%)
 - * 경남지역 5개 시군(밀양, 울주, 김해, 양산, 기장)은 최근1년간 예년대비 70% 이하

구 분	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주
최근 1개월 (2018.5.4~2018.6.3)										
누적강수(mm)	109.2	170.2	172.4	100.8	93.1	94.2	78.8	105.0	77.2	224.6
대비	예년(%)	103.6	164.6	160.1	103.7	98.2	74.6	82.5	83.7	153.6
	전년(%)	338.0	496.9	790.0	295.5	395.3	336.2	122.8	291.4	459.7
금년 누적 (2018.1.1~2018.6.3)										
누적강수(mm)	421.4	418.3	397.8	387.5	384.4	475.7	385.8	476.5	396.2	683.9
대비	예년(%)	135.0	146.6	151.3	136.9	136.8	122.7	125.1	125.2	146.2
	전년(%)	253.2	274.3	325.8	246.7	235.6	294.6	181.3	236.4	242.6
최근 1년 (2017.6.4~2018.6.3)										
누적강수(mm)	1,222.7	1,427.9	1,375.7	1,244.1	1,374.3	1,235.2	1,103.3	1,094.3	1,068.7	1,399.2
대비	예년(%)	93.5	104.9	103.0	97.2	107.5	88.2	85.3	76.5	95.1
	전년(%)	115.6	133.9	177.6	146.0	140.8	108.0	115.7	81.2	100.0



□ 댐 유역

○ (강수 및 유입량) 금년누적 예년 보다 많은 강수가 발생하였으나, 최근 1년간 강수량은 예년에 비해 부족

- 다목적댐의 최근 1년(17.6.4~18.6.3) 강수량은 1,177mm로 예년의 96%

- 최근 댐 유입량은 예년 수준을 보이나, 1년 누계 유입량은 15개 댐에서 이수(利水)기준 이하의 댐 유입량 관측 (밀양댐, 운문댐은 200년 빈도 가뭄)

* 1년누계 남부 및 낙동강 중류의 7개 댐에서 이수기준(20년빈도) 이하의 댐유입량 관측

구분	전국 평균	한 강			낙 동 강							금 강		섬진강		기 타				
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천부향	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암(본+부)	부안	보령	장흥
최근 1년 (2017.6.4~2018.6.3.)																				
강수량(mm)	1,177.4	1,473.2	1,297.6	1,544.1	1,076.1	938.6	852.0	803.3	1,020.7	796.2	989.7	1,085.2	860.8	1,221.2	1,153.8	1,158.6	1,113.3	1,229.6	1,287.3	1,106.9
대비 (%)	115.8	137.9	135.0	165.0	104.9	100.4	68.4	84.7	96.6	77.0	91.2	86.8	61.7	104.8	116.7	111.7	97.7	131.5	148.5	94.8
예년	96.7	121.5	106.8	108.4	95.3	95.3	68.1	89.7	102.9	84.5	76.1	72.5	59.9	88.7	98.4	88.7	78.3	91.3	94.5	78.6
강수 빈도(년)	-	-	-	-	-	10	10	5	10	10	10	10	20	5	-	5	10	5	-	10
유입	-	-	5	-	5	5	10	20	10	20	20	20	200	5	10	10	20	10	5	20
금년 누적 (2018.1.1~2018.6.3.)																				
강수량(mm)	401.8	425.1	424.9	473.6	396.2	363.7	435.1	312.2	392.5	306.7	389.5	450.2	465.2	409.2	369.1	391.9	415.9	474.2	495.1	431.3
대비 (%)	239.6	281.4	264.4	334.1	217.4	231.4	219.5	217.3	238.0	200.3	258.9	210.0	186.0	182.2	230.2	182.7	244.5	210.9	251.1	261.2
예년	143.8	167.5	159.7	169.2	147.2	152.3	124.5	141.3	145.0	119.3	129.5	119.2	119.0	126.3	142.2	127.9	115.8	146.8	157.4	112.9
최근 1개월 (2018.5.4~2018.6.3.)																				
강수량(mm)	121.1	190.4	163.8	243.6	94.5	67.4	70.7	75.9	68.9	85.6	88.2	99.4	114.2	99.3	76.5	88.5	88.1	95.4	147.8	90.4
대비 (%)	367.8	532.1	457.7	609.9	299.4	219.7	120.6	460.6	412.8	437.2	313.2	227.9	275.4	342.8	360.9	163.9	287.4	209.1	235.8	547.4
예년	132.6	196.3	185.4	251.8	101.2	79.7	71.5	148.3	165.5	139.2	93.8	88.4	91.4	102.6	95.3	100.5	73.7	98.4	140.2	70.8

- 용수댐 : 최근 1년(17.6.4~18.6.3) 강수량은 922mm로 예년의 72%

* 1년누계 14개중 8개 댐에서 이수기준(10년빈도) 이하의 댐유입량 관측

구분	전국 평균	한 강			낙 동 강							섬진강영산강			
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림
최근 1년 (2017.6.4~2018.6.3.)															
강수량(mm)	922.1	1,083.2	1,120.0	855.5	743.5	1,012.5	836.0	852.0	842.0	907.0	907.0	1,362.0	1,795.0	1,265.2	1,245.0
대비 (%)	79.8	106.6	108.1	81.1	79.1	73.5	76.7	68.4	64.7	59.1	59.1	96.4	106.2	89.7	119.6
예년	72.9	86.2	85.8	77.8	66.2	85.6	69.2	68.1	63.5	64.4	68.2	88.1	96.5	68.9	94.7
강수 빈도(년)	-	5	-	10	-	5	20	100	50	50	-	5	-	10	5
유입	-	5	5	30	-	10	200	200	200	200	-	10	-	10	5
금년 누적 (2018.1.1~2018.6.3.)															
강수량(mm)	422.6	426.3	416.0	371.4	264.0	460.0	400.0	435.1	454.0	495.0	634.0	774.0	569.2	424.0	
대비 (%)	240.8	273.6	279.2	238.5	256.3	255.6	252.2	219.5	218.8	264.7	264.7	274.5	229.7	222.4	221.4
예년	125.9	150.8	132.2	130.4	90.8	131.0	131.4	124.5	123.7	129.9	134.1	120.1	118.6	110.7	125.5
최근 1개월 (2018.5.4~2018.6.3.)															
강수량(mm)	92.9	113.4	65.0	95.1	59.0	77.0	78.6	70.7	87.8	107.0	107.0	140.0	207.0	153.6	108.2
대비 (%)	269.7	363.6	203.1	386.8	327.8	248.4	230.4	120.6	167.6	274.4	274.4	518.5	517.5	451.7	357.2
예년	88.0	147.7	104.6	103.3	62.6	100.2	81.6	71.5	76.1	89.3	92.8	82.1	94.3	86.7	110.0

□ 수문 현황

○ 댐 : 다목적댐은 예년의 124%, 용수댐은 예년대비 107% 수량 확보
- (다목적댐) 現 저수량은 62.4억m³으로 예년의 124.9% (전월대비 1.9억m³↓)

구분	전국	한 강			낙 동 강							금 강		섬진강		기 타					
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천부향	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암(본+부)	부안	보령	장흥	
저수량(억m ³)	금년	62.4	172	103	07	59	34	00	02	02	01	31	14	03	40	98	21	24	02	05	06
	전년	51.6	117	88	04	54	27	01	02	02	01	35	13	05	32	80	12	33	02	01	07
	예년	49.9	123	105	03	51	20	01	02	03	01	26	10	04	32	62	15	29	03	04	08
대비 (%)	전년	120.9	146.8	117.1	157.4	108.3	124.7	72.9	81.9	106.5	64.3	87.3	112.3	66.5	127.6	122.3	171.4	73.1	113.8	451.3	78.3
	예년	124.9	140.7	97.9	219.6	115.6	170.3	67.8	94.8	90.8	91.9	115.6	144.5	77.2	127.5	157.6	143.0	83.9	79.5	127.3	66.9
변화량(백만m ³)	전월 대비	-19.6	186.1	-275.2	14.6	-4.3	5.4	-2.0	0.2	-0.2	0.1	14.2	-25.4	2.6	15.7	-89.5	-41.1	-8.4	1.0	5.4	2.2

- (용수댐) 現 저수량은 1.92억m³으로 예년의 107.6% (전월대비 6.6백만m³↓)

구분	전국	한 강			낙 동 강							섬진강영산강				
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림	
저수량(백만m ³)	금년	192.9	9.2	6.2	52.3	12.3	1.1	56.1	5.0	6.4	5.3	1.5	4.4	9.3	19.4	4.48
	전년	182.6	8.8	5.8	41.8	10.6	1.2	64.3	6.8	6.3	5.3	1.3	3.4	8.3	16.5	2.2
	예년	179.2	7.8	4.7	35.2	10.3	1.7	65.4	7.3	9.1	5.6	1.4	2.6	7.4	15.0	5.8
대비 (%)	전년	105.6	104.6	106.9	125.2	116.2	92.8	87.2	72.9	101.9	99.8	116.1	129.2	112.1	117.1	201.8
	예년	107.6	118.0	133.0	148.5	119.2	67.2	85.8	67.8	70.0	95.5	105.1	166.7	126.1	129.2	77.9
변화량(백만m ³)	전월 대비	-6.6	-0.2	-0.6	-4.5	0.3	0.0	3.1	-2.0	-0.2	-1.0	0.0	0.0	-0.1	-1.5	0.1

○ 농업용저수지 : 저수율 81.2%로 평년의 110% (농공 3,398개소, 전월대비 8.6%↓)

구분	평균	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
		저수율 (%)	81.2	84.6	94.6	91.3	82.3	83.0	70.8	81.9
평년대비 (%)	110.6	132.5	127.3	119.1	123.4	115.0	93.4	108.6	108.7	119.2
前월대비 변화율 (%)	-8.6	-9.6	-1.6	-8.0	-15.5	-8.9	-7.2	-9.2	-5.7	2.2
전체개소수	3,398	113	79	183	228	419	1,045	676	651	4

* 출처 : 한국농어촌공사(6.1일 기준)

○ 지자체 상수원 저수지 : 저수율 72.2% (97개소, 전월대비 1.2%↓) [붙임4]

구분	평균	경기	충북	전북	전남	경북	경남	울산	대구	부산	광주	제주
저수율(%)	72.2	87.7	99.0	68.7	65.5	64.1	80.8	83.7	92.5	97.3	83.4	100.0
前월 대비 변화율(%)	-1.2	20.0	19.0	1.2	-0.9	-3.2	1.8	-13.5	5.9	1.0	-10.8	-
전월대비 수량(천㎥)	-3,087	1,149	171	7.5	-1,185	-1,229	102	-2,906	861	205	-262	-

* 저수율 40%이하 6개소 전남(완도, 영광, 영암)에 분포



< 지자체 상수원 저수지 월별 저수율 추이, '17.5~현재 >

○ 하천 : 하천을 직접 취수하는 203개소에 대하여 '정상' 공급 중 [붙임4]

- * (1차 판단) 실시간 하천수위(113개소) 기준, (2차 판단) 시설 담당자 유선조사
- 5대강 분류 유량관측 주요지점(30개소) 가뭄 상황은 '정상' 수준

권역	주요지점	평균유량(m³/s) (18.5.25~31)	가뭄 판단기준				가뭄 판단
			관심	주의	심함	매우심함	
한강	팔당대교	899.6	109.6	77.8	67.0	46.9	정상
낙동강	진동	121.9	67.5	43.0	27.0	16.0	정상
금강	공주	90.2	50.0	46.0	35.0	30.0	정상
섬진강	구례2	21.4	11.5	8.5	6.5	4.5	정상
영산강	나주	26.8	15.0	11.5	9.0	6.0	정상

○ 지하수 : 전국에 분포한 지하수 수원 12,558개소* 지하수위 지표 (SGI) 분석결과, 인천 및 전남지역의 수위가 평년에 비해 낮음

- 해당 시군內 제한·운반 급수는 없으나, 낮은 수위 상황에 따른 취수 불안정 등 용수공급 상황 지속 모니터링 [붙임8~9]

* 지방상수도 시설 182개소, 미급수지역(마을상수도5256+소규모7120) 12,376개소

□ 가뭄 대응 현황

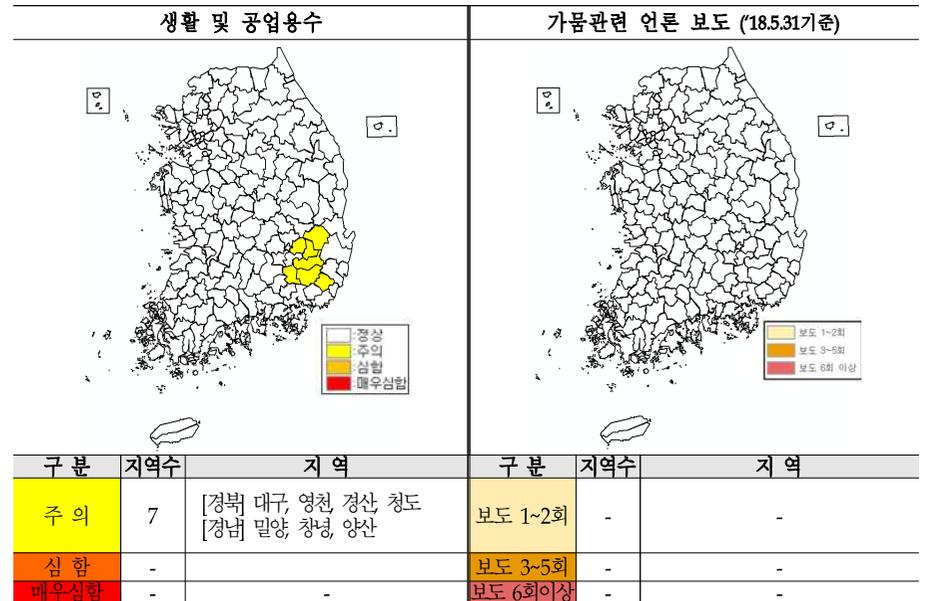
저수율이 낮은 수원을 활용·공급중인 경남·북 7개 시군에서 가뭄 상황 관리 중

구분	지역	가뭄 단계 (중류)	저수량(백만㎥)	現공급(천톤/일)	대응 현황	자체 저수지	
			저수율/예년비(%)	비축량		시·군	저수율(개소)
경북	4개 시군 대구, 영천, 경산, 청도	주의 운문댐(광역)	56.1	71	하천유지용수 전량 감량 (46천톤/일) 지자체 수원 대체공급 (107천톤/일) 금호강 비상도수로 가동 (127천톤/일)	대구	94% (2)
			35.0 / 85.0	280		영천	85% (2)
			3.1 ↑				
경남	3개 시군 밀양, 창녕, 양산	주의 밀양댐(광역)	31.3	133	하천유지용수 전량 감량 (26천톤/일) 지자체 수원 대체공급 (28.5천톤/일) 농업용수 여유량 감량공급 (106천톤/일)	창녕	94% (2)
			42.4 / 77.2	160.5			
			2.6 ↑				

* 밀양댐은 저수량 기준 '정상(관심)' 단계이나 '정상환원' 도달까지 '주의' 단계 대응 중

※ [지방상수도 시설 제한급수] 전국 제한급수無 (전월대비 -세대, -명)

□ 가뭄 현황 분야별 지도



가뭄전망

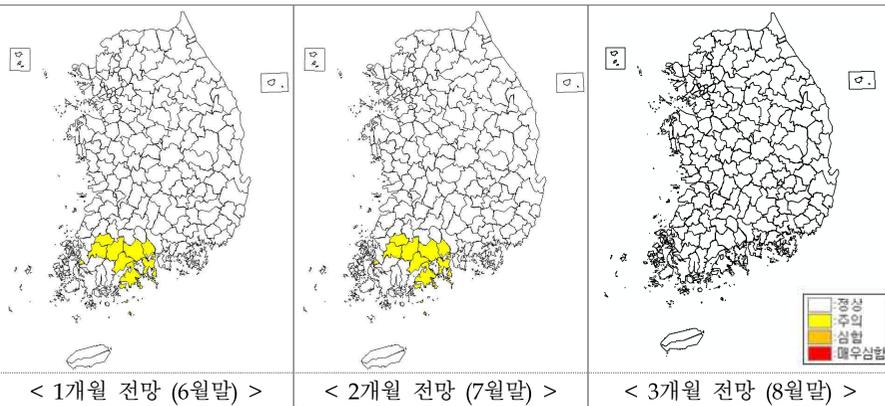
□ 강수전망

- (중기전망 6.6~13) 대체로 맑겠으며, 예년(2mm) 보다 적은 강수 예상
- (1~3개월 전망) 6·7월은 예년과 비슷하겠으며, 8월은 비슷하거나 적겠음

구 분	'18.6월	'18.7월	'18.8월
예년 범위	130~186mm (158.6mm)	240~295mm (289.7mm)	220~322mm (274.9mm)
전국 강수전망	예년과 비슷하겠음	예년과 비슷하겠음	예년과 비슷하거나 적겠음

□ 가뭄전망

예년 수준의 강수 영향으로 경남·북 지역 가뭄 상황은 개선될 것으로 전망되나, 전남(주암댐 급수지역 9개 시군)은 가뭄 단계 '주의' 도달 전망



- 전남(주암댐·수어댐) 9개 시군 6월말 '주의' 단계 도달후, 8월말 '정상' 회복 전망
- 경북(운문댐) 4개 시군 및 경남(밀양댐) 3개 시군은 6월말 '정상' 회복 전망

* 저수량 기준 '정상' 단계 전망되며, '정상환원' 도달까지 가뭄대응 유지

* 운문댐 비상공급 시설은 기준(관심단계 진입시 종료)에 따라 6월중순 운영종료 조건

종합 검토의견

- (전국 가뭄) 봄강수 영향 및 용수비축 위주의 대응으로 가뭄상황이 호전되고 있으나, 경남·북 지역 7개 시군에서 가뭄 상황 관리 중

* (최근 1년 강수 예년비) 경남 76.5%, 전북 85.3%, 전남 88.2%

- 해당 시군에 대하여 용수 비축위해 실 수요량 공급위주 운영

- (대응방향) 기상 상황 등 모니터링 강화 및 가뭄 지속 대비 철저

- 다목적댐 및 용수댐

- (모니터링) 이상기후 등의 영향으로 마른 장마*에 대비한 가뭄상황 모니터링 강화(주간단위 상황조사) 및 가뭄 예·경보와 연계한 손 국 가적인 가뭄 대응 이행

* '17년 여름철 강수량 예년비 : 경남 44%, 전남 68%, 제주 50%

- (댐 운영) 가뭄 지속 대비, 홍수기 전까지 실수요량 공급 위주의 댐 운영을 통해 댐 용수 비축 강화

- 지자체 수원지

- 단기간의 강수부족으로 용수공급에 쉽게 영향을 받는 지역에 대하여 중장기 물확보 대책 및 안정성 제고방안 도입 필요

- 농업용수 공급과 병행하여 생공용수를 활용중인 저수지에 대한 농업용수 공급량 등 관리 철저

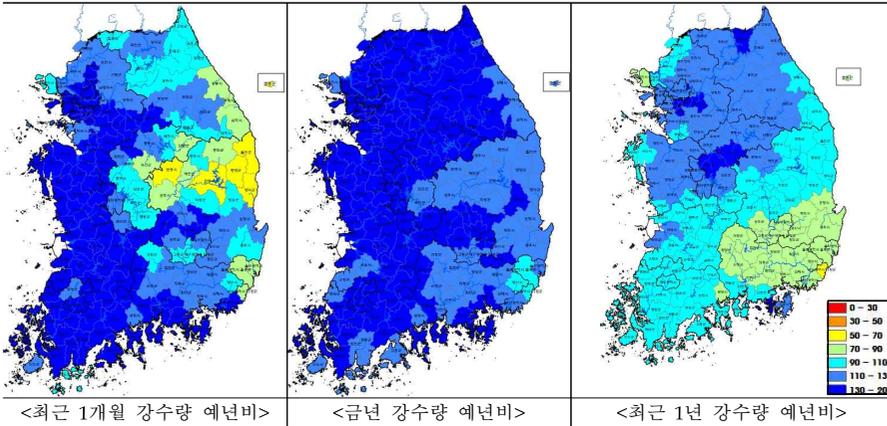
《7월 가뭄 예·경보》

가뭄 상황 및 대응

□ 전국 강수현황

- 최근 1개월간 199mm로 예년(169mm)대비 117%, 금년('18.1.1~'18.7.1) 강수량은 예년의 131%(620mm) 수준
- (금회 6.29~7.2) 전국 126.4mm, 충남 188mm, 전북 160mm, 충북 134mm
- 최근 1년간 누적 강수(1,360mm)는 예년의 104%, 전년의 136% 기록

구분	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주
최근 1개월 (2018.6.2~2018.7.1)										
누적강수(mm)	199.4	144.1	203.2	242.1	172.4	271.1	238.9	228.1	131.7	263.1
대비										
예년(%)	117.7	103.8	148.0	151.6	107.2	125.1	140.3	109.6	90.0	106.5
전년(%)	307.9	203.1	403.5	511.7	243.1	268.7	488.2	293.3	320.7	170.8
※ 5월('18.5.2~6.1)	123.0	191.3	179.6	112.3	112.2	97.7	106.8	112.6	96.1	225.4
금년 누적 (2018.1.1~2018.7.1)										
누적강수(mm)	620.8	562.4	601.0	629.6	556.8	746.7	624.7	704.6	527.8	946.9
대비										
예년(%)	131.7	135.8	153.7	145.3	128.3	126.5	133.2	122.4	128.6	122.5
전년(%)	271.8	260.9	348.7	308.6	243.2	284.7	239.1	254.0	264.4	192.3
최근 1년 (2017.7.2~2018.7.1)										
누적강수(mm)	1,360.2	1,509.0	1,528.6	1,439.2	1,480.9	1,405.5	1,293.7	1,246.6	1,164.0	1,508.2
대비										
예년(%)	104.0	110.8	114.4	112.4	115.9	100.3	100.0	87.2	103.6	88.2
전년(%)	136.5	153.1	220.7	179.9	156.8	130.9	146.8	96.9	113.6	106.4



□ 댐 유역의 강수 및 유입량

- (다목적댐) 금년 582mm 강수(예년의 136%), 1년간('17.7.2~'18.7.1) 1,261mm(예년의 104%)
- 최근 댐 유입량은 예년 수준을 보이나, 1년누계 남부 및 낙동강 하류의 5개 댐에서 이수기준(20년빈도) 이하의 댐유입량 관측

구분	전국 평균	한 강					낙 동 강					금 강		섬진강		기 타				
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천부향	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥
최근 1개월 (2018.6.2~2018.7.1)																				
강수량(mm)	금년 180.1	142.6	169.6	210.7	108.4	84.2	165.3	215.2	192.2	221.4	176.1	261.6	190.3	222.3	165.3	265.2	360.2	290.8	330.7	261.0
대비																				
예년(%)	304.6	223.4	245.4	352.4	363.4	373.2	701.2	837.0	291.5	1,210.8	316.0	436.2	361.1	344.6	243.4	313.4	609.8	1,342.4	595.5	344.2
전년(%)	123.4	110.1	118.1	133.2	74.0	66.6	133.6	254.3	166.2	209.2	108.3	134.8	130.9	165.5	115.4	164.7	197.7	178.8	199.4	159.1
금년 누적 (2018.1.1~2018.7.1)																				
강수량(mm)	금년 582.0	567.7	594.5	684.3	504.7	447.9	601.3	527.4	584.8	529.2	565.5	711.8	655.5	631.8	534.3	657.1	776.9	764.9	825.8	692.6
대비																				
예년(%)	256.6	264.2	258.7	339.5	237.9	249.2	271.1	311.4	253.3	308.7	274.3	259.4	216.5	218.6	234.1	219.7	339.0	310.3	326.8	287.4
전년(%)	136.8	148.1	145.1	156.2	121.4	122.6	127.1	172.6	151.3	145.8	122.0	124.5	122.3	137.9	132.6	140.6	143.5	157.5	171.9	126.9
최근 1년 (2017.7.2~2018.7.1)																				
강수량(mm)	금년 1,261.3	1,466.9	1,336.2	1,505.4	1,128.8	989.0	993.5	991.0	1,143.7	998.4	1,099.3	1,278.9	993.7	1,365.5	1,234.1	1,314.4	1,414.1	1,496.0	1,561.8	1,290.5
대비																				
예년(%)	135.5	155.8	147.9	172.7	121.7	117.1	85.7	114.2	117.2	106.9	109.0	112.2	76.5	129.5	133.9	136.3	143.1	186.9	188.4	127.4
전년(%)	104.1	121.9	110.6	107.0	100.3	101.0	79.9	108.6	114.3	102.0	85.0	85.6	69.5	100.1	105.9	101.0	99.3	111.7	114.4	91.8
강수빈도	강수	-	-	-	-	-	-	5	-	5	5	5	10	-	-	-	5	-	-	5
유입	-	5	-	5	5	5	5	5	10	10	20	20	200	5	5	5	20	10	5	20

- (용수댐) 금년 614mm 강수(예년의 129%), 1년간('17.7.2~'18.7.1) 1,078mm(예년의 85%)
- 1년 누계 7개 댐에서 이수기준(10년빈도) 이하의 댐유입량 관측

구분	전국 평균	한 강				낙 동 강						섬진강		영산강	
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평립
최근 1개월 (2018.6.2~2018.7.1)															
강수량(mm)	금년 180.6	159.3	109.0	217.6	114.0	116.5	159.8	165.3	176.2	158.0	158.0	381.0	498.0	125.3	212.7
대비															
예년(%)	634.9	528.0	990.9	1,379.9	4,560.0	970.8	553.0	701.2	563.4	359.1	359.1	952.5	535.5	206.2	695.0
전년(%)	129.4	117.4	103.3	196.1	98.2	112.4	106.6	133.6	127.1	106.7	112.2	213.8	234.6	62.2	180.9
금년 누적 (2018.1.1~2018.7.1)															
강수량(mm)	금년 614.6	585.6	525.0	589.0	378.0	576.5	559.8	601.3	630.2	653.0	653.0	1,015.0	1,272.0	856.5	636.7
대비															
예년(%)	301.4	314.9	328.1	343.5	358.3	300.3	298.5	271.1	264.0	282.7	282.7	374.5	295.8	270.4	286.7
전년(%)	129.4	140.0	125.0	148.8	92.9	126.8	123.2	127.1	124.7	123.4	128.1	143.8	147.0	119.7	139.8
최근 1년 (2017.7.2~2018.7.1)															
강수량(mm)	금년 1,078.9	1,203.8	1,192.0	1,051.0	852.5	1,115.5	958.2	993.5	982.7	1,007.0	1,007.0	1,698.0	2,196.0	1,487.7	1,425.9
대비															
예년(%)	101.3	125.3	119.7	110.7	96.5	84.2	93.4	85.7	81.1	70.0	70.0	139.0	141.6	119.1	162.7
전년(%)	85.6	95.9	91.5	95.3	76.4	94.6	80.0	79.9	74.6	71.9	76.1	109.8	117.8	81.4	108.7
강수빈도	강수	-	-	5	-	5	10	10	10	20	-	-	-	5	-
유입	-	5	5	10	-	10	100	200	200	200	-	-	10	5	5

□ 저수량 현황

- 댐 : 다목적댐은 예년의 121%, 용수댐은 예년대비 114% 수량 확보
- (다목적댐) 現 저수량은 56.2억m³으로 예년의 121% (전월대비 6.7억m³↓)

구분	전국	한 강				낙 동 강								금 강		섬진강		기 타			
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천부향	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암(분포)	부안	보령	장흥	
저수량(억m ³)	금년	56.2	13.9	8.6	0.5	5.3	2.8	0.0	0.2	0.2	0.1	3.2	1.4	0.3	4.3	8.3	2.0	3.5	0.3	0.6	0.6
	전년	44.5	10.8	7.8	0.4	4.6	2.3	0.0	0.2	0.2	0.1	3.0	0.8	0.4	2.9	6.7	0.6	2.9	0.2	0.1	0.6
	예년	46.3	11.8	9.0	0.3	4.7	1.9	0.1	0.2	0.2	0.1	2.6	0.9	0.4	3.0	5.8	1.2	2.9	0.3	0.4	0.8
대비(%)	전년	126.3	129.0	110.8	108.2	116.0	125.0	112.3	122.5	118.3	99.4	106.4	108.8	86.9	146.7	124.4	309.2	122.4	155.5	681.1	94.7
	예년	121.4	118.2	96.3	139.2	113.3	151.0	61.5	137.4	102.1	131.8	123.3	153.3	88.2	143.9	143.4	166.4	121.1	94.1	158.8	75.0
변화량(백만m ³)	전월 대비	-67.6	-38.0	-187.7	-25.6	-52.3	-59.2	-1.2	4.7	-0.1	1.6	10.2	-6.9	2.2	23.5	-181.1	-11.5	109.9	4.2	10.1	2.7

- (용수댐) 現 저수량은 1.96억m³으로 예년의 114% (전월대비 3.0백만m³↑)

구분	전국	한 강			낙 동 강								섬진강		영산강	
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림	
저수량(백만m ³)	금년	196.7	8.9	6.0	53.5	12.0	1.1	60.2	3.8	6.3	5.5	1.4	4.5	9.4	19.5	4.68
	전년	154.7	8.0	4.8	34.6	10.1	1.0	52.5	3.4	5.3	4.9	1.3	2.9	7.3	16.9	1.6
	예년	172.2	7.2	4.1	31.6	9.8	1.6	66.5	6.3	9.3	5.6	1.4	2.6	7.4	13.8	4.9
대비(%)	전년	127.2	111.4	125.9	154.6	118.5	104.0	114.6	112.3	119.1	111.9	106.4	158.8	128.7	115.0	284.0
	예년	114.2	122.9	146.8	169.0	122.3	67.2	90.6	60.5	67.0	98.1	105.2	172.6	127.4	140.9	95.4
변화량(백만m ³)	전월 대비	3.0	-0.4	-0.2	0.8	-0.3	0.0	4.1	-1.2	-0.2	0.2	0.0	0.1	0.1	-0.1	0.2

○ 농업용저수지 : 저수율 76.1%로 평년의 125% (농공 3,395개소, 전월대비 5.1%↓)
 - 생공용수 목적외 공급저수지 17개소 : 저수율 68%, 평년의 110%

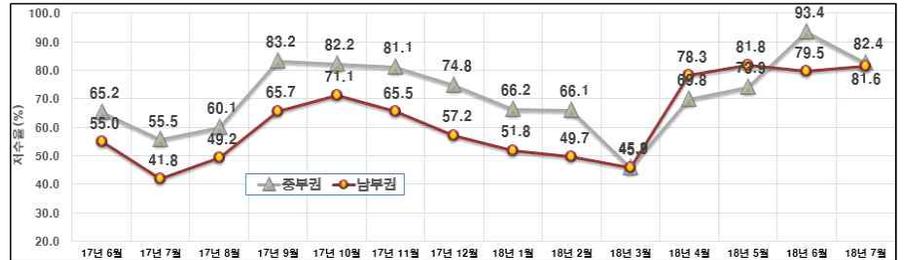
구분	평균	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	
저수율(%)	금년	76.1	88.5	87.2	84.2	93.5	92.9	88.6	84.4	91.5	78.2
	평년	60.5	65.2	67.7	68.7	66.5	68.7	73.6	69.1	71.7	78.6
평년대비(%)		125.8	149.2	131.1	123.7	142.5	136.5	121.7	122.0	128.8	105.2
前월대비 변화율(%)		-5.1	3.9	-7.4	-7.1	11.2	9.9	17.8	2.5	6.0	-15.8
전체개소수		3,395	113	78	183	228	419	1,045	676	649	4

* 출처 : 한국농어촌공사(7.2일 기준)

○ 지자체 상수원 저수지 : 저수율 86.3% (97개소, 전월대비 14.2%↑) [붙임6]

구분	평균	경기	충북	전북	전남	경북	경남	울산	대구	부산	광주	제주
저수율(%)	86.4	71.8	93.0	74.0	85.7	85.2	94.5	70.5	90.3	78.4	80.1	100.0
前월 대비 변화율(%)	14.4	-15.9	-6.0	5.3	20.5	21.8	8.6	-13.2	-2.3	-19.0	-3.3	-
전월대비 수량(천m ³)	35,968	-913	-54	34	28,632	8,467	466	-2,842	-328	-3,803	-81	-

* 저수율 40%이하 4개소 전남 완도(넙도제), 영광(연암제), 영암(용산제, 장산제)



< 지자체 상수원 저수지 월별 저수율 추이, '17.5~현재 >

○ 하천 : 하천을 직접 취수하는 203개소에 대하여 '정상' 공급 중 [붙임7]
 * (1차 판단) 실시간 하천수위 기준, (2차 판단) 시설 담당자 유선조사

- 5대강 본류 유량관측 주요지점(30개소) 가뭄 상황은 '정상' 수준

권역	주요지점	평균유량(m ³ /s) (18.6.25~7.1)	가뭄 판단기준				가뭄 판단
			관심	주의	심합	매우 심합	
한강	팔당대교	685.7	109.6	77.8	67.0	46.9	정상
낙동강	진동	624.1	67.5	43.0	27.0	16.0	정상
금강	공주	246.4	50.0	46.0	35.0	30.0	정상
영산강	나주	219.5	15.0	11.5	9.0	6.0	정상
섬진강	구례2	241.1	11.5	8.5	6.5	4.5	정상

○ 지하수 : 전국에 분포한 지하수 수원* 지하수위 지표(SGI) 분석결과, 함평 등**의 9개 시·군의 지하수위가 평년에 비해 낮음

- 해당 시군內 제한·운반 급수는 없으나, 낮은 수위 상황에 따른 취수 불안정 등 용수공급 상황 지속 모니터링 [붙임8-9]

* 전국 12,558개소 : 지방상수도 182개소, 미급수지역 12,376개소

** 함평, 구례, 영광, 하동, 순천, 나주, 김제, 순창, 수원

□ 가뭄 대응 현황

최근 장마전선 및 제7호 태풍(쁘라삐룬)에 따른 강수영향으로 전국적 가뭄 상황 호전

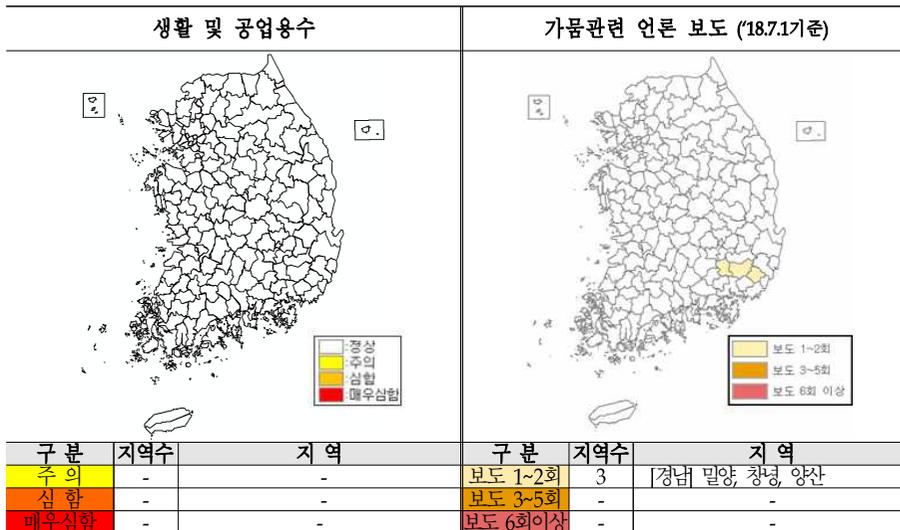
- 現 저수량 기준, 운문댐 '관심' 및 밀양댐 '관심~정상환원'에 해당 되어 '주의' 단계 수준의 가뭄 관리 중이나,
 - 금회강우(6.29~7.2) 및 제7호 태풍에 따른 강수 영향으로 '정상환원' 기준 저수량 도달 예정 [참고2]
- 現 가뭄 대응은 '정상환원' 도달 전까지 지속 예정

◀ 現 가뭄 대응 상황 ▶

구분	지역	주수원 (종류)	저수량(백만m) 저수율/예년비(%) 전월 변화(백만m)	現공급 (천톤/일) 비축량	대응 현황	자체 저수지	
						시·군	저수율 (개수)
경북	4개 시군 대구, 영천, 경산, 청도	운문댐 (광역)	60.2	243	하천유지용수 전량 감량 (46천톤/일) 지자체 수원 대체공급 (107천톤/일)	대구	90% (2)
			37.6 / 90.6 4.1 ↑	162		영천	100% (2)
경남	3개 시군 밀양, 창녕, 양산	밀양댐 (광역)	33.5	111	하천유지용수 전량 감량 (26천톤/일) 지자체 수원 대체공급 (28.5천톤/일) 농업용수 여유량 감량공급 (61천톤/일)	창녕	89% (2)
			44.2 / 88.2 2.2 ↑	115.5			

※ [지방상수도 시설 제한급수] 전국 제한급수無 (전월대비 -세대, -명)

□ 가뭄 현황 지도



가뭄전망

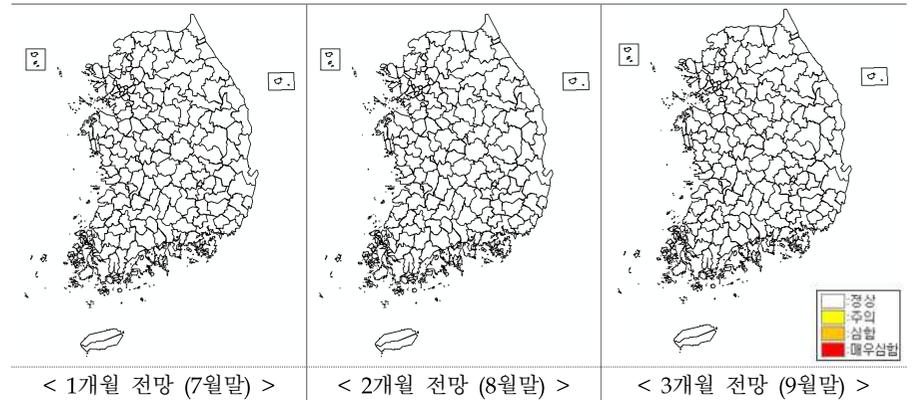
□ 강수전망

- (중기전망 75~12) 5일은 남부, 6일은 전남과 경남, 9일은 중부지방 강우 예상
- (1~3개월 전망) 7~9월은 예년과 비슷하거나 적겠음

구분	'18.7월	'18.8월	'18.9월
예년 범위	240~295mm (289.7mm)	220~322mm (274.9mm)	74.0~220.7mm (162.8mm)
전국 강수전망	예년과 비슷하거나 적겠음	예년과 비슷하거나 적겠음	예년과 비슷하거나 적겠음

□ 가뭄전망

'18년 장마 및 여름철 강수 영향으로 전국 가뭄상황 없을 것으로 전망



- 전국적 가뭄상황은 정상 단계를 유지 할 것으로 전망됨

□ 종합의견

- 금년 예년보다 많은 강수 및 장마 영향으로 전국의 가뭄 상황은 정상 수준을 유지할 것으로 전망되나,
 - 전국 강수량은 예년과 비슷하거나 적을 것으로 전망(기상청)되고, 여름철 강수 변동성을 고려하여 가뭄 상황 모니터링 지속 요
 - * '17년 여름철 강수량 예년비 : 경남 44%, 전남 68%, 제주 50%

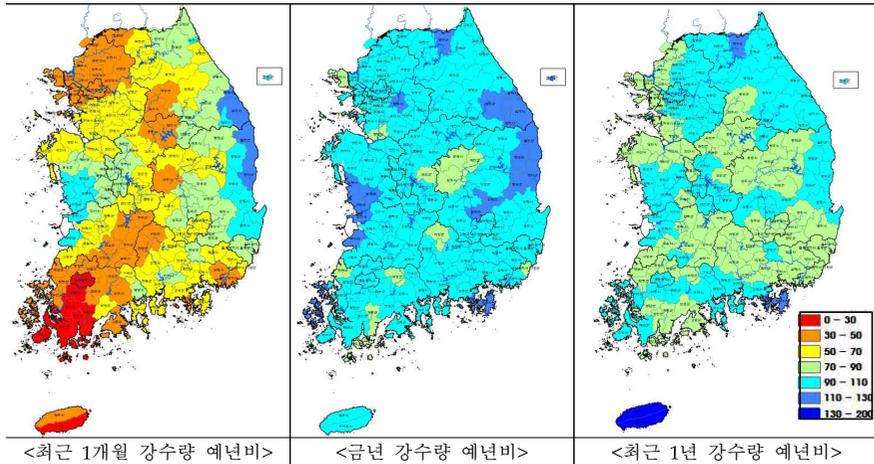
《8월 가뭄 예·경보》

가뭄 상황 및 대응

□ 전국 강수현황

- 최근 1개월간 172mm로 예년(295mm)대비 58.2%, 금년 강수량은 725mm로 예년의 95%, 최근 1년간 1,158mm로 예년의 88%
- 장마이후(7.11~8.1) 전국 강수량은 9.5mm로 예년 대비 4%로 강수부족 심각
 - * 충남 0.6mm, 전북 1.3mm, 경북 1.4mm, 경남 1.8mm, 경기 12.4mm 등 기록

구분	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주	
최근 1개월 (2018.7.1~2018.8.1)											
누적강수(mm)	172.0	200.0	177.0	208.7	208.8	80.5	191.0	145.3	200.0	36.0	
대비	예년(%)	58.2	60.1	48.5	70.9	65.1	28.8	66.0	48.1	83.8	13.0
	전년(%)	55.5	45.3	33.9	50.7	39.4	44.4	67.6	120.9	86.3	78.0
금년 누적 (2018.1.1~2018.8.1)											
누적강수(mm)	725.4	700.6	705.4	702.9	684.8	783.8	706.4	808.4	677.7	977.5	
대비	예년(%)	95.7	95.0	94.6	97.8	91.9	91.1	94.3	93.0	105.6	94.4
	전년(%)	135.7	107.1	102.2	117.1	91.7	176.7	130.3	203.4	157.7	181.5
최근 1년 (2017.8.2~2018.8.1)											
누적강수(mm)	1,158.6	1,208.8	1,115.5	1,116.4	1,091.2	1,261.4	1,094.6	1,230.2	1,083.7	1,492.7	
대비	예년(%)	88.6	88.8	83.5	87.2	85.4	90.0	84.6	86.0	96.5	87.3
	전년(%)	110.0	117.5	113.3	119.7	96.5	117.0	110.1	100.8	108.1	112.6



□ 댐 유역의 강수 및 유입량

- (다목적댐) 최근 1개월 186mm 강수(예년의 63%), 1년 간 1,379mm(예년의 92%)

- 최근 1개월(7.1~8.1) 댐 유입량은 예년 수준을 보이나, 1년 누계 남부지역 2개댐(남강, 장흥)에서 이수기준(20년빈도) 이하의 댐유입량 관측

구분	전국 평균	한 강					낙 동 강					금강		섬진강		기 타					
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥	
최근 1개월 (2018.7.1~2018.8.1)																					
강수량(mm)	금년	186.6	229.7	209.6	164.1	200.2	188.8	198.3	151.5	161.8	212.5	135.4	184.6	256.4	139.6	163.0	153.0	183.9	260.9	317.3	54.7
대비 (%)	전년	55.9	45.5	47.2	28.2	62.5	65.6	211.7	80.3	90.2	95.9	94.2	119.9	322.7	45.6	51.5	62.0	101.6	73.1	104.0	29.2
	예년	63.6	71.4	65.1	34.8	79.0	92.7	79.0	87.5	77.6	91.0	46.8	59.3	84.6	41.0	38.2	52.3	61.8	86.0	97.7	19.4
금년 누적 (2018.1.1~2018.8.1)																					
강수량(mm)	금년	700.6	738.0	725.9	782.0	660.3	608.0	758.3	653.4	695.0	706.6	649.3	821.8	874.9	713.5	637.4	738.2	811.1	855.0	915.8	704.1
대비 (%)	전년	125.7	102.7	107.8	100.4	124.5	131.2	240.4	183.1	169.4	179.8	185.8	192.0	228.9	120.2	120.3	135.4	197.9	141.8	168.9	164.5
	예년	99.6	106.8	101.6	87.6	100.6	109.0	107.0	139.8	122.0	123.2	88.0	94.7	106.2	91.8	94.9	98.9	99.4	112.3	117.4	87.4
최근 1년 (2017.8.2~2018.8.1)																					
강수량(mm)	금년	1,379.9	1,637.2	1,467.5	1,603.3	1,284.4	1,149.2	1,150.5	1,117.1	1,253.9	1,175.8	1,183.0	1,389.0	1,213.1	1,447.2	1,337.2	1,395.7	1,448.3	1,586.1	1,651.9	1,302.4
대비 (%)	전년	109.4	113.3	109.0	110.7	103.1	101.9	91.8	105.8	108.6	101.7	102.7	107.4	88.0	106.4	109.3	115.3	123.9	137.1	147.7	108.5
	예년	92.6	108.4	97.0	86.1	94.0	98.1	77.7	103.9	105.9	98.9	75.5	77.6	70.7	86.0	93.2	88.3	85.3	98.2	99.2	78.2
감수 빈도(년)	강수	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	10
	유입	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	5	10	5	10	5

- (용수댐) 최근 1개월 216mm 강수(예년의 83%), 1년 간 1,250mm(예년의 82%)
- 1년 누계 4개 댐에서 이수기준(10년빈도) 이하의 댐유입량 관측

구분	전국 평균	한 강					낙 동 강					섬진강영산강				
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림	
최근 1개월 (2018.8.2~2018.8.1)																
강수량(mm)	금년	216.9	280.8	248.0	225.0	170.5	142.0	229.9	198.3	183.6	200.0	200.0	183.0	282.0	184.0	168.2
대비 (%)	전년	165.7	112.5	123.4	141.4	196.0	195.9	197.7	211.7	211.1	266.7	266.7	110.9	180.8	186.3	47.3
	예년	83.2	94.1	90.3	93.6	70.6	87.9	96.5	79.0	69.0	67.9	74.1	63.1	87.4	47.4	52.1
금년 누적 (2018.1.1~2018.8.1)																
강수량(mm)	금년	786.2	781.4	712.0	769.2	521.0	703.0	746.7	758.3	772.4	818.0	818.0	1,137.0	1,489.0	984.7	766.0
대비 (%)	전년	234.9	179.4	197.2	232.9	270.6	265.8	245.8	240.4	237.2	267.3	267.3	260.8	254.1	237.0	132.8
	예년	108.6	111.4	104.3	122.9	81.8	115.8	109.1	107.0	102.0	101.1	106.9	116.5	127.7	90.9	99.7
최근 1년 (2017.8.2~2018.8.1)																
강수량(mm)	금년	1,250.5	1,399.5	1,379.0	1,231.2	995.5	1,242.0	1,145.0	1,150.5	1,124.8	1,172.0	1,172.0	1,820.0	2,413.0	1,616.0	1,555.2
대비 (%)	전년	104.5	115.6	115.2	111.1	102.6	88.9	100.2	91.8	86.6	77.5	77.5	131.2	141.4	119.9	126.3
	예년	82.9	91.0	88.1	92.4	74.0	93.3	80.2	77.7	71.6	69.8	74.3	100.2	111.4	73.6	95.7
감수 빈도(년)	강수	-	-	-	-	-	-	5	10	10	5	-	-	5	5	
	유입	-	-	-	-	-	5	10	20	30	30	5	-	5	5	

□ 수문 상황

- 댐 : 다목적댐은 예년의 106%, 용수댐은 예년대비 121% 수량확보
 - (다목적댐) 現 저수량은 67.1억m³으로 예년의 106% (전월대비 13.1억m³ ↑)

구분	전국	한 강				낙 동 강								금 강		섬진강		기 타			
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥	
저수량 (억m ³)	금년	67.1	16.3	13.3	0.5	7.0	3.4	0.1	0.3	0.1	3.7	0.9	0.5	4.8	8.8	2.0	3.6	0.3	0.7	0.5	
	전년	68.0	19.0	18.5	0.7	5.5	2.7	0.0	0.2	0.2	2.6	0.7	0.3	3.5	9.2	1.2	2.7	0.2	0.2	0.6	
	예년	62.8	15.2	13.9	0.4	5.9	2.4	0.1	0.2	0.3	0.1	3.5	1.1	0.5	4.1	7.9	1.8	3.8	0.3	0.5	0.9
대비 (%)	전년	98.7	85.5	72.2	76.0	125.8	123.5	484.2	174.7	150.8	171.8	142.0	140.9	147.9	137.0	96.5	168.2	131.7	145.9	317.3	92.8
	예년	106.9	106.9	96.2	119.5	118.1	143.6	103.8	169.3	109.6	165.2	105.4	83.8	106.2	117.0	112.2	109.7	95.4	91.8	130.1	57.6
변화량 (백만m ³)	전월 대비	1,320	2460	4725	24	1638	536	66	86	54	46	642	-162	175	672	51.9	251	106.9	94	234	-0.8

- (용수댐) 現 저수량은 2.55억m³으로 예년의 121% (전월대비 69.5백만m³ ↑)

구분	전국	한 강				낙 동 강								섬진강영산강		
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림	
저수량 (백만m ³)	금년	255.0	9.0	6.9	65.8	11.4	1.4	98.8	9.9	7.3	5.3	1.5	4.1	8.9	19.0	5.85
	전년	138.0	9.3	4.8	29.5	10.2	0.8	41.9	2.0	4.9	4.7	1.2	2.9	7.0	16.3	2.5
	예년	210.4	8.0	4.9	40.3	9.8	1.7	81.5	9.5	13.1	5.7	1.3	3.1	8.3	16.8	6.4
대비 (%)	전년	184.9	96.8	145.2	223.3	111.8	166.3	235.8	484.2	149.3	113.2	121.4	140.2	125.7	116.7	238.5
	예년	121.2	112.3	142.2	163.2	116.2	82.3	121.1	103.8	55.8	92.9	112.3	133.1	107.3	112.9	91.5
변화량 (백만m ³)	전월 대비	69.5	0.3	1.0	14.3	-0.6	0.3	44.0	6.6	1.7	0.4	0.1	-0.5	-0.6	1.0	1.5

- 농업용저수지(3,396개소) : 저수율 65.1%, 예년의 89.4% (전월대비 11.0% ↓)
 - 생·공 용수공급 저수지 17개소 : 저수율 56%, 예년의 89.3% (전월대비 10% ↓)

구분	평균	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	
		저수율 (%)	금년	65.1	64.0	81.0	70.1	64.0	66.7	52.9	72.2
	평년	72.9	78.1	83.2	80.4	73.1	69.6	71.4	71.2	74.4	40.6
예년대비(%)		89.4	82.0	97.3	87.2	87.4	95.9	74.1	101.4	93.9	178.8
前월대비 변화율(%)		-11.0	-24.5	-6.2	-14.1	-29.5	-26.2	-35.7	-12.2	-21.6	-5.6
전체 개소수		3,396	113	78	183	228	419	1045	676	650	4

* 출처 : 한국농어촌공사(8.1일 기준, 농공 3,396개소)

- 지자체 상수원 저수지 : 저수율 83.5% (97개소, 전월 대비 4.0% ↓) [붙임5]

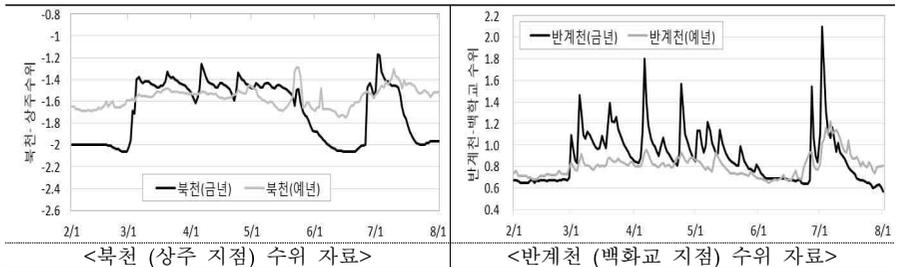
구분	평균	경기	충북	전북	전남	경북	경남	울산	대구	부산	광주	제주
총저수량 (백만m ³)	250.1	5.3	0.9	0.6	140.0	38.8	5.4	21.5	14.6	20.0	2.4	0.6
저수율(%)	83.5	80.0	90.0	84.0	81.6	86.2	87.3	81.1	95.1	87.3	77.0	90.0
前월 변화율(%)	-4.0	8.2	-3.0	10.0	-4.2	0.9	-7.3	10.6	4.8	9.0	-3.2	-10.0
전월대비 수량(백만m ³)	-7.42	0.43	-0.03	0.06	-5.87	0.37	-0.39	2.28	0.71	1.79	-0.08	-0.06

* 저수율 40%이하 4개소 전남 완도(넙도제), 영광(연암제), 영암(용산제, 장산제)

- 하천 : 경북 북천(무양(취)), 반계천(모동(취))의 하천수위 저하로 상주시 취수량 감소 우려, 가뭄 '주의' 단계 [붙임6]

* 무양(취) : 급수인구 9.7천명 일공급량 10천톤 // 모동(취) : 5.9천명, 3천톤

- 그 외 하천 취수 공급 200개소는 '정상' 용수 공급 중



* 예년수위 : 수위계측 이후 일별 평균값

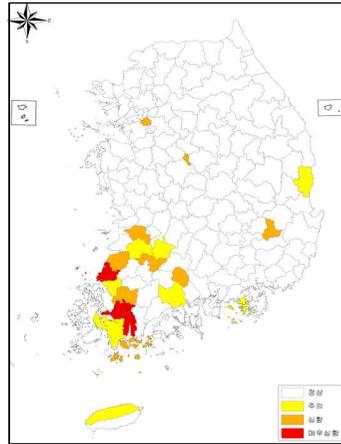
- 국가하천 주요지점(30개소, 갈수예보)중 삼교천(한내다리) 및 섬진강(압록) '관심' 단계 수준으로 유량 감소

권역	주요지점	평균유량(m ³ /s) (18.7,26~8.1)	가뭄 판단기준				가뭄 판단
			관심	주의	심함	매우 심함	
한강	팔당대교	147.9	109.6	77.8	67.0	46.9	정상
낙동강	진동	131.7	67.5	43.0	27.0	16.0	정상
금강	공주	53.8	50.0	46.0	35.0	30.0	정상
삼교천	한내다리	2.4	3.0	2.4	1.7	1.0	관심
영산강	나주	18.7	15.0	11.5	9.0	6.0	정상
섬진강	압록	7.9	8.5	6	4	2.5	관심

- **지하수** : 지하수 활용 공급지역* 가뭄 판단 지하수위 지표(SGI) 분석 결과, 전남(강진군 등 12개 시군**) 등의 SGI 지표값이 낮음 [붙임8~9]

- 해당 시군내 제한·운반 급수는 없으나,
- 지방상수원으로 활용 중인 전남 나주시 및 제주시 등에 대해 낮은 지하수위 상황고려 취수 불안정 등 모니터링 필요

※ '매우심함' 단계인 강진군, 영암군, 영광군의 경우 지하수 활용 소규모급수시설에 대해 가뭄 상황 모니터링 강화



<지하수위 지표(SGI) 7.31일 기준>

- * 전국 12,558개소 : 지방상수도 182개소, 미급수지역 12,376개소
- ** (매우심함) 강진, 영암, 영광 (심함) 수원, 증평, 김제, 순창, 고창, 나주, 구례, 완도, 경산

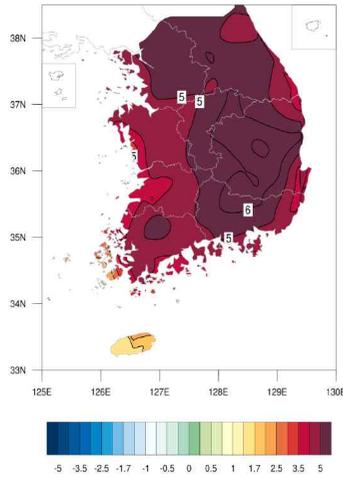
□ **최근 무강우 지속 및 폭염 등에 따른 가뭄 상황**

- (폭염상황) 이상기온 현상으로 과거 대비 최고 5~6℃ 높음

* 향후 10일간 폭염 지속 예보

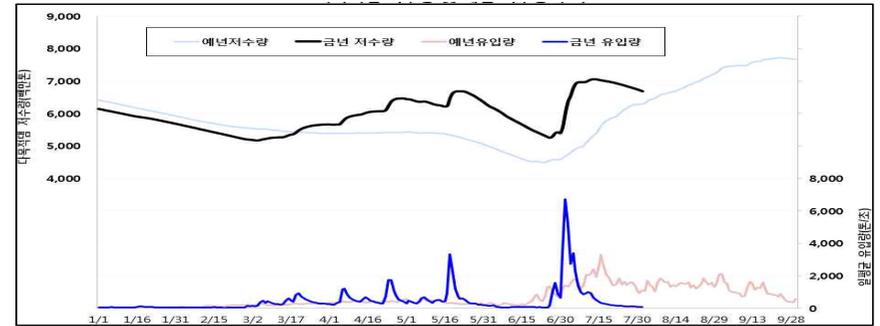


금년 : — 평년 : - - -



<최고기온 편차 '18.7.23~29 ※출처 : 기상청>

- (저수량) 장마이후 무강우 영향으로 다목적댐의 저수량이 급감하고 있어, 지속시 예년 수준 이하로 진입 예상
- (유입량) 최근 10일간 다목적댐의 평균유입량은 115(톤/일)으로 예년의 8.0% 수준으로 적은 유입량 관측



< 다목적댐의 총저수량 및 유입량 변화 >

- (공급량) 최근 폭염 등 영향으로 용수공급량 약 5.8% 증가(전국기준)
- (광역상수도) 5월 이후 공급량 증가, 7월 기준 전월대비 6.4% 증가

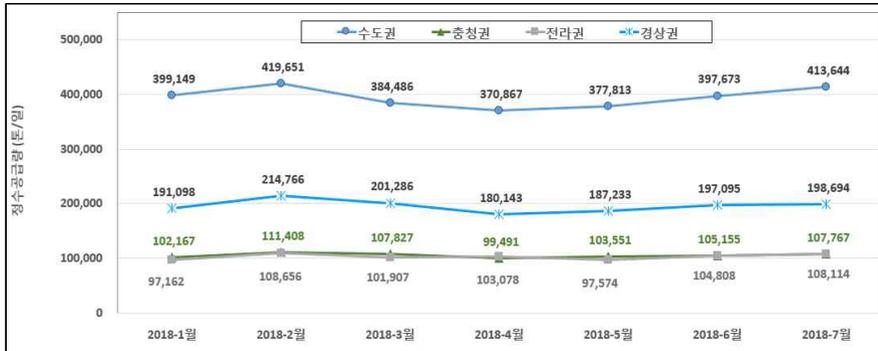


(단위 : m³/일)

구 분	'18.1월	'18.2월	'18.3월	'18.4월	'18.5월	'18.6월	'18.7월
합 계	3,923,266	4,152,874	3,983,397	3,902,013	3,900,920	3,953,158	4,206,830
전월대비 증가율	-	5.8%	-4.0%	-2.0%	-	1.3%	6.4%
수도권	1,723,651	1,850,488	1,801,110	1,728,892	1,703,182	1,739,363	1,883,024
충청권	1,029,775	1,065,150	1,025,072	1,024,092	1,031,583	1,059,577	1,104,477
전라권	669,131	727,415	681,464	668,251	679,008	665,256	699,525
경상권	500,709	509,820	475,752	480,778	487,146	488,962	519,802

* 광역상수도 시설물 대상 정수공급량 계측자료임(36개 시설기준, 일부 시설물 제외)

- (지방상수도) 4월 이후 공급량 증가로 6월 5.0% 증가, 7월 3.0% 증가



(단위 : m³/일)

구분	'18.1월	'18.2월	'18.3월	'18.4월	'18.5월	'18.6월	'18.7월
합계	789,576	854,480	795,505	753,579	766,172	804,731	828,220
전월대비 증가율		8.2%	-6.9%	-5.3%	1.7%	5.0%	3.0%
수도권	399,149	419,651	384,486	370,867	377,813	397,673	413,644
충청권	102,167	111,408	107,827	99,491	103,551	105,155	107,767
전라권	97,162	108,656	101,907	103,078	97,574	104,808	108,114
경상권	191,098	214,766	201,286	180,143	187,233	197,095	198,694

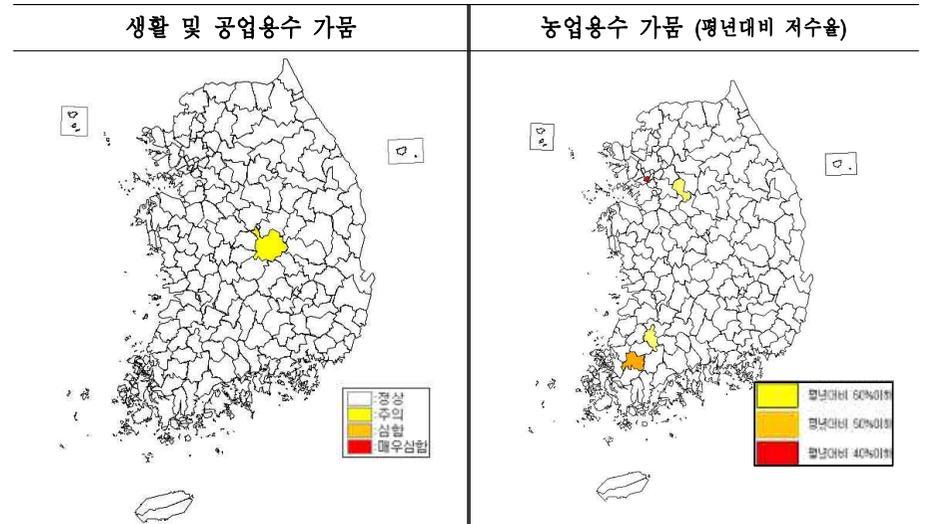
* 지방상수도 위탁운영 지자체(22개 시·군) 대상 정수공급량 계획자료임

☞ 금회 가뭄 예·경보 분석시, 폭염 지속에 따른 기온 상승(5°C)(유역 유출량 약 13% 감소) 및 용수수요량 증가(10%)를 반영하여 가뭄 전망 분석 실시

※ 참고 : 소규모수도시설 가뭄 현황 (8.6일 기준)

- 4개 시·도 9개 시·군의 도서·산간지역 소규모수도시설(지방상수도 미공급 지역)은 2,296세대 4,260명 제한·운반급수 중

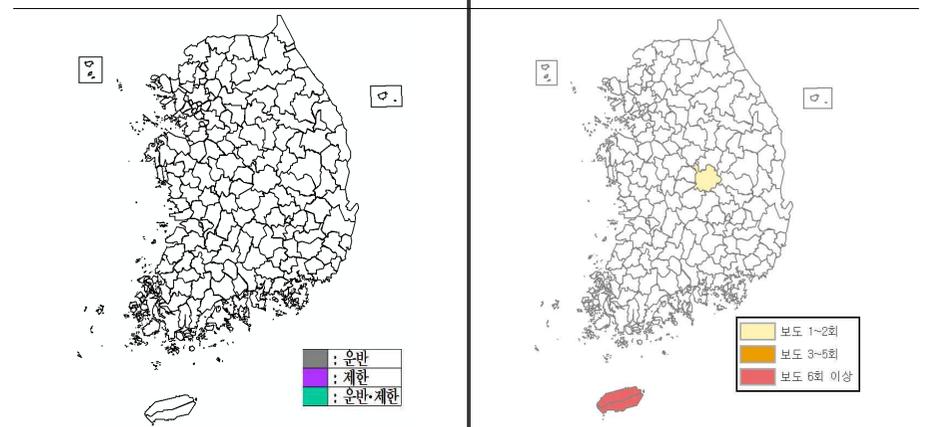
□ 전국 가뭄 현황 분야별 지도



구분	지역수	지역	구분	지역수	지역
주의	1	[경북] 상주	주의	2	[경기] 이천 (59%) [전남] 담양 (58%)
심함	-	-	심함	1	[전남] 나주 (48%)
매우심함	-	-	매우심함	1	[경기] 군포 (39%)

운반·제한급수 ('18.7.23기준, 급수지역대상)

가뭄관련 언론 보도 ('18.7.1~7.31)



구분	지역수	지역	구분	지역수	지역
운반	-	-	보도 1~2회	1	[경북] 상주 (농업)
제한	-	-	보도 3~5회	-	-
운반·제한	-	-	보도 6회이상	2	[제주] 제주, 서귀포 (농업)

□ 가뭄 대응 현황

7월 초 장마 전선 및 태풍 영향으로 예년 수준의 저수량을 확보중이나, 無 강우 지속으로 하천 수위 저하에 따른 취수량 감소로 경북 상주시 (북천, 반계천) 가뭄 대응 中

구분	지역	가뭄 단계 (종류)	하천수위 및 판단기준 * 북천(상주 수위), 반계천(백화교 수위)	대응현황	7월 상주시 강수량
경북 상주	1개	북천 (지방)		<ul style="list-style-type: none"> 하천 상류 농업 저수지(노류) 증가 방류조치 노류제 : 저수량 74%(722천톤) 	136.3mm (예년의47.6%)
		반계천 (지방)		<ul style="list-style-type: none"> 하천 상류 농업 저수지(상판) 증가 방류조치 상판제 : 저수량 64%(3,640천톤) 	

* 예년수위 : 수위계측 이후 일별 평균값

※ [지방상수도 시설 제한급수] 전국 제한급수無 (전월대비 -세대, -명)

< 최근 가뭄현황, 8.8일 기준 >

- 충남 예산군 대흥면 · 예산읍에 생공용수를 공급하는 **예당저수지** (농공)의 **저수율**이 최근 **한달간 41% 급감**(71.5 → 30.4%, 19.2백만m³ ↓)
 - * 생공용수 공급 농업용저수지 17개 중 저수율 40% 이하는 예당, 경천·대아·동상 4개소
- 충남 예산군 **예당저수지**(농공)는 **농업용수 간단급수**(8.3~) 시행중이며, 용수부족 대비 **공주보 도수로**(13만m³/일) **연계 공급 中** (8.9~)
 - * (간단급수) 5일급수·5일단수 * (공주보 연계 도수로) 시설용량 218천m³/일, 25km

가뭄전망

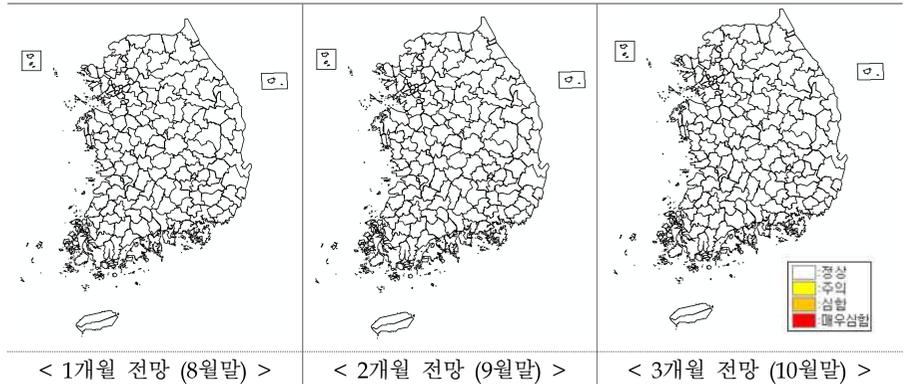
□ 강수전망

- (중기전망 8.1~11) 대체로 맑은 날 지속, 예년(4mm/일)보다 적은 강수 예상
- (1~3개월 전망) 8~9월은 예년과 비슷하거나 적겠으며, 10월은 비슷하겠음

구분	'18.8월	'18.9월	'18.10월
예년 범위	220~322mm (274.9mm)	74.0 ~ 220.7mm (162.8mm)	33.1 ~ 50.8mm (50.2mm)
전국 강수전망	예년과 비슷하거나 적겠음	예년과 비슷하거나 적겠음	예년과 비슷하겠음

□ 가뭄전망

강수(~7월초)영향으로 전국 가뭄 상황은 '정상' 단계 유지 전망



- 전국적 가뭄상황은 '정상' 단계를 유지 할 것으로 전망됨
 - * 경북 상주시의 북천, 반계천은 8월 강수 영향으로 '정상' 개선 전망

□ 종합의견

- 7월 초 장마 및 태풍 영향으로 예년 수준의 저수량을 확보중이나, 장마이후 무강우 및 폭염 영향으로 하천 수위 저하 발생
 - 경북 상주시(북천, 반계천) 외 하천수를 활용 공급중인 지역의 정상적 용수공급위해 인근 연계수원 확보 등 선제적 대응필요
 - * 일부 농업용저수지의 저수율이 급감하고 있어, 이에 대한 대책 도입
- 폭염 및 가뭄지속 대비, 저수지·하천 등 **가뭄상황 모니터링 강화**
 - * '17년 여름철 강수량 예년비 : 경남 44%, 전남 68%, 제주 50%

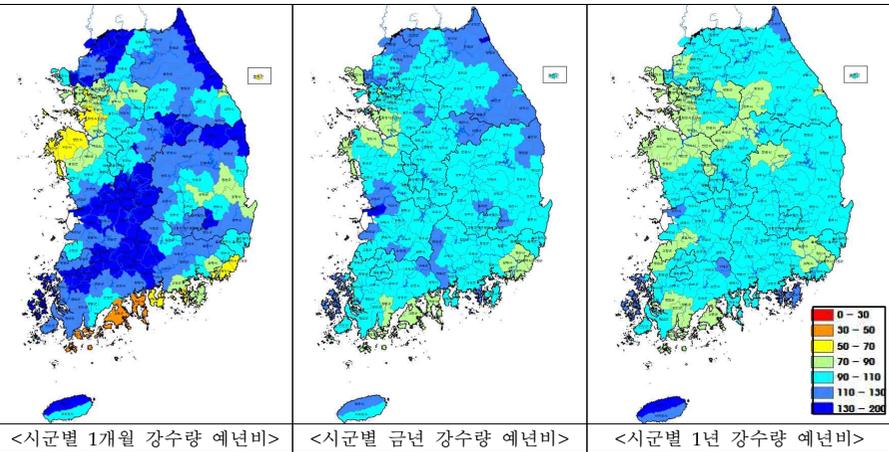
《9월 가뭄 예·경보》

가뭄 상황 및 대응

□ 전국 강수현황

- 최근 1개월간 293mm로 예년(276mm)대비 105%, 금년 강수량은 1,018mm로 예년의 97%, 최근 1년간 1,213mm로 예년의 92%
- 태풍 '솔릭' 및 집중호우 기간(8.22~31) 예년의 230% 강수발생(242mm)
- * 충북 320mm, 전북 310mm, 충남 260mm, 강원 258mm, 경남 255mm 등 기록

구분	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주
최근 1개월 (2018.8.3.~2018.9.2.)										
누적강수(mm)	293.3	376.6	232.5	273.3	329.9	253.3	320.3	328.7	254.3	369.3
대비	예년(%)	105.9	122.2	72.9	95.5	119.9	94.3	120.8	114.6	130.7
	전년(%)	123.0	107.2	80.3	107.1	133.3	113.0	160.6	224.9	191.3
금년 누적 (2018.1.1.~2018.9.2.)										
누적강수(mm)	1,018.7	1,077.2	937.9	976.2	1,014.7	1,037.1	1,026.7	1,137.1	932.0	1,346.8
대비	예년(%)	97.7	102.1	87.2	96.4	98.6	91.3	100.4	97.8	101.8
	전년(%)	131.7	107.1	95.8	114.0	102.1	155.2	138.2	209.1	142.8
최근 1년 (2017.9.3.~2018.9.2.)										
누적강수(mm)	1,213.2	1,233.9	1,058.4	1,133.3	1,173.6	1,289.9	1,213.9	1,412.7	1,115.1	1,668.9
대비	예년(%)	92.8	90.6	79.2	88.5	91.8	92.1	93.8	98.8	97.6
	전년(%)	102.2	97.2	86.9	99.9	91.3	104.3	107.0	118.7	122.6



□ 댐 유역의 강수 및 유입량

- (다목적댐) 최근 1개월 351mm 강수(예년의 134%), 1년 간 1,211mm(예년의 100%)
- 전체 댐에서 이수기준(20년빈도) 이상의 댐유입량 관측

구분	전국 평균	한 강					낙 동 강					금강		섬진강		기 타				
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천	보현	함천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥
최근 1개월 (2018.8.3.~2018.9.2.)																				
강수량(mm)	금년 351.9	356.5	322.2	268.7	321.0	194.9	393.1	196.3	319.9	190.7	377.8	501.7	328.6	463.8	372.0	381.7	431.1	362.0	345.0	438.5
대비 (%)	전년	157.5	103.4	132.4	85.1	173.0	185.7	414.2	144.2	184.8	175.4	226.2	266.3	412.3	212.6	156.8	186.1	188.2	231.5	148.7
	예년	134.8	126.9	131.8	105.4	136.7	91.7	166.8	98.8	181.3	128.0	132.9	150.8	108.6	142.5	144.8	133.6	140.5	123.3	127.4
금년 누적 (2018.1.1.~2018.9.2.)																				
강수량(mm)	금년 1,052.5	1,094.5	1,048.0	1,050.7	981.3	803.0	1,151.5	849.7	1,017.0	897.3	1,027.1	1,323.5	1,203.5	1,177.2	1,009.4	1,119.9	1,242.2	1,217.0	1,260.8	1,142.6
대비 (%)	전년	134.2	102.9	113.9	96.0	136.1	140.2	280.6	171.3	171.6	177.8	198.8	214.7	260.5	145.0	130.2	147.7	194.0	160.3	161.4
	예년	107.4	109.8	107.6	90.5	108.9	103.0	120.7	126.2	134.7	124.0	98.7	108.6	105.7	105.9	107.2	107.1	108.2	114.8	118.7
최근 1년 (2017.9.3.~2018.9.2.)																				
강수량(mm)	금년 1,211.8	1,230.1	1,161.3	1,168.5	1,122.2	962.2	1,356.2	988.5	1,217.4	1,035.2	1,261.2	1,556.4	1,387.3	1,402.2	1,179.2	1,343.2	1,469.5	1,438.0	1,469.3	1,364.5
대비 (%)	전년	109.6	95.0	101.5	87.2	113.8	112.7	134.9	117.9	119.2	118.3	135.8	134.2	133.9	111.9	104.9	113.7	124.5	123.9	133.2
	예년	99.9	101.8	96.0	83.4	100.0	98.3	108.4	109.6	117.2	105.9	97.2	104.4	97.2	102.0	100.9	103.1	103.1	106.8	107.8
갈수 빈도(년)	강수	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	유입	5	5	10	5	5	-	5	5	-	5	5	5	-	5	5	10	5	-	10

- (용수댐) 최근 1개월 325mm 강수(예년의 125%), 1년 간 1,304mm(예년의 103%)
- 최근 유입량은 예년 수준을 보이나, 1년 누계 사연댐과 대암댐에서 이수기준(10년빈도) 이하 댐유입량 관측

구분	전국 평균	한 강			낙 동 강						섬진강영산강				
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평립
최근 1개월 (2018.8.3.~2018.9.2.)															
강수량(mm)	금년 325.6	289.5	222.0	223.4	173.5	230.5	345.0	393.1	395.8	347.0	347.0	293.0	435.0	512.2	348.3
대비 (%)	전년	222.5	116.1	63.6	145.7	82.6	160.1	273.6	414.2	484.9	510.3	510.3	302.1	254.4	220.0
	예년	125.3	111.8	87.9	88.7	80.0	114.9	140.4	166.8	144.3	128.4	142.0	117.5	150.0	130.3
금년 누적 (2018.1.1.~2018.9.2.)															
강수량(mm)	금년 1,111.8	1,070.9	934.0	992.6	694.5	933.5	1,091.6	1,151.5	1,168.1	1,165.0	1,165.0	1,430.0	1,924.0	1,496.9	1,114.3
대비 (%)	전년	230.3	156.1	131.5	204.2	171.5	226.6	252.3	280.6	286.8	311.5	311.5	268.3	254.2	230.9
	예년	111.7	110.6	99.0	111.9	80.9	115.2	115.9	120.7	112.5	107.0	114.4	115.2	130.5	99.2
최근 1년 (2017.9.3.~2018.9.2.)															
강수량(mm)	금년 1,304.0	1,197.5	1,077.0	1,146.4	872.0	1,254.0	1,253.5	1,356.2	1,356.3	1,390.0	1,390.0	1,856.0	2,525.0	1,800.6	1,346.7
대비 (%)	전년	134.0	133.5	110.8	131.2	107.1	108.8	136.5	134.9	134.0	123.2	123.2	165.6	165.6	142.9
	예년	103.2	95.8	83.3	104.5	78.8	106.7	104.0	108.4	102.6	99.0	104.7	120.1	134.6	98.1
갈수 빈도(년)	강수	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	유입	-	-	-	-	5	5	5	10	20	-	5	-	5	5

□ 수문 상황

- 댐 : 다목적댐은 예년의 115%, 용수댐은 예년대비 113% 수량확보

- (다목적댐) 現 저수량은 85.8억m³으로 예년의 115% (전월대비 19.2억m³ ↑)

구분	전국	한 강				낙 동 강								금 강		섬진강		기 타			
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천부향	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암(본+포)	부안	보령	장흥	
저수량 (억m ³)	금년	85.8	19.8	19.3	0.6	8.3	2.8	0.2	0.3	0.3	0.1	4.5	1.6	0.6	6.7	11.1	2.7	5.0	0.4	0.8	0.8
	전년	75.6	21.9	18.3	0.7	6.7	3.2	0.0	0.2	0.2	0.1	2.8	1.3	0.3	4.2	10.2	1.5	3.0	0.2	0.4	0.6
	예년	74.2	18.3	15.7	0.5	6.9	2.9	0.1	0.2	0.3	0.1	4.5	1.3	0.5	5.2	9.1	2.1	4.5	0.4	0.6	1.1
대비 (%)	전년	113	90	106	92	125	85	671	160	156	154	162	122	196	161	110	179	168	161	216	132
	예년	115.5	108.2	122.8	117.7	120.1	94.5	135.3	143.2	135.4	151.7	101.1	120.8	110.6	129.2	122.6	130.6	109.8	109.7	98.8	128.5
변화량 (백만m ³)	전월 대비	1,925	360	607	12	135	-52	8	0	6	-1	81	69	7	193	237	81	143	6	10	23

- (용수댐) 現 저수량은 2.75억m³으로 예년의 113% (전월대비 22.6백만m³ ↑)

구분	전국	한 강			낙 동 강								섬진강		영산강	
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림	
저수량 (백만m ³)	금년	274.9	9.4	7.0	57.5	12.5	1.5	104.2	17.8	11.6	6.9	1.3	4.5	9.4	24.6	6.84
	전년	146.4	9.2	6.9	37.2	12.6	0.8	36.3	2.7	4.5	4.9	1.3	2.5	6.5	17.6	3.4
	예년	242.2	8.6	5.7	52.8	10.3	1.6	89.7	13.1	15.4	6.4	1.4	3.2	8.1	19.0	7.0
대비 (%)	전년	187.8	101.2	101.5	154.8	99.4	188.8	287.6	670.6	255.0	140.3	100.3	182.9	143.4	139.6	198.5
	예년	113.5	109.2	122.7	109.0	122.1	90.2	116.2	135.3	75.2	107.3	95.3	141.7	115.2	129.3	98.1
변화량 (백만m ³)	전월 대비	22.6	0.4	0.1	-7.2	1.2	0.1	6.3	8.1	4.5	1.5	-0.1	0.4	0.6	5.9	1.0

○ 농업용저수지(3,384개소) : 저수율 75.5%, 예년의 101%(전월대비 10% ↑) [붙임3]

- 생·공 용수공급 저수지 17개소 : 저수율 69%, 예년의 109% (전월대비 13% ↑)

구분	평균	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
저수율 (%)	금년	75.5	72.4	93.5	82.5	69.2	83.4	60.4	79.2	82.0
	평년	74.3	77.0	83.4	79.7	72.8	74.0	70.7	75.5	74.8
예년대비(%)	101.6	94.1	112.2	103.6	94.9	112.7	85.5	105.0	109.5	113.0
前월대비 변화율(%)	10.4	8.4	12.5	12.4	5.2	16.7	7.5	7.0	12.1	27.4
전체 개소수	3,384	113	78	182	228	417	1045	669	649	3

* 출처 : 한국농어촌공사(9.2일 기준, 농공 3,384개소)

○ 지자체 상수원 저수지 : 저수율 84.6% (97개소, 전월 대비 1.1% ↑) [붙임4]

구분	평균	경기	충북	전북	전남	경북	경남	울산	대구	부산	광주	제주
총저수량 (백만m ³)	250.1	5.3	0.9	0.6	140.0	38.8	5.4	21.5	14.6	20.0	2.4	0.6
저수율(%)	84.6	85.7	100.0	97.5	84.6	86.3	73.7	86.8	100.0	85.5	100.0	100.0
前월 대비 변화율(%)	1.1	5.7	10.0	13.5	3.0	0.1	-13.6	5.7	4.9	-1.8	23.0	10.0
전월대비 수량(백만m ³)	2.86	0.30	0.09	0.09	4.24	0.05	-0.74	1.23	0.71	-0.37	0.56	0.06

* 저수율 40%이하(5개소) : 완도(넙도제, 척치제)·영암(장산제, 학용제), 창원(성주지)

○ 하천 : 202개소 취수 수위 확보하여 '정상' 용수공급 중 [붙임5]

* 전월 '주의' 단계인 상주시 북천(무양(戬))은 수위상승(전월대비 0.6m ↑), 가뭄해소

- 국가하천 주요지점(30개소, 갈수예보)의 가뭄 상황 '정상' 단계

권역	주요지점	평균유량(m ³ /s) (18.8.27~9.2)	가뭄 판단기준				가뭄 판단
			관심	주의	경계	심각	
한강	팔당대교	2256.3	109.6	77.8	67.0	46.9	정상
낙동강	진동	2133.7	67.5	43.0	27.0	16.0	정상
금강	공주	792.5	50.0	46.0	35.0	30.0	정상
영산강	나주	142.5	15.0	11.5	9.0	6.0	정상
섬진강	압록	433.9	8.5	6	4	2.5	정상

○ 지하수 : 지하수 활용 공급지역* 가뭄판단위한 지하수위 지표(SGI) 분석 결과, 고흥군 등 14개 시군**의 SGI 지표값이 낮음 [붙임6]

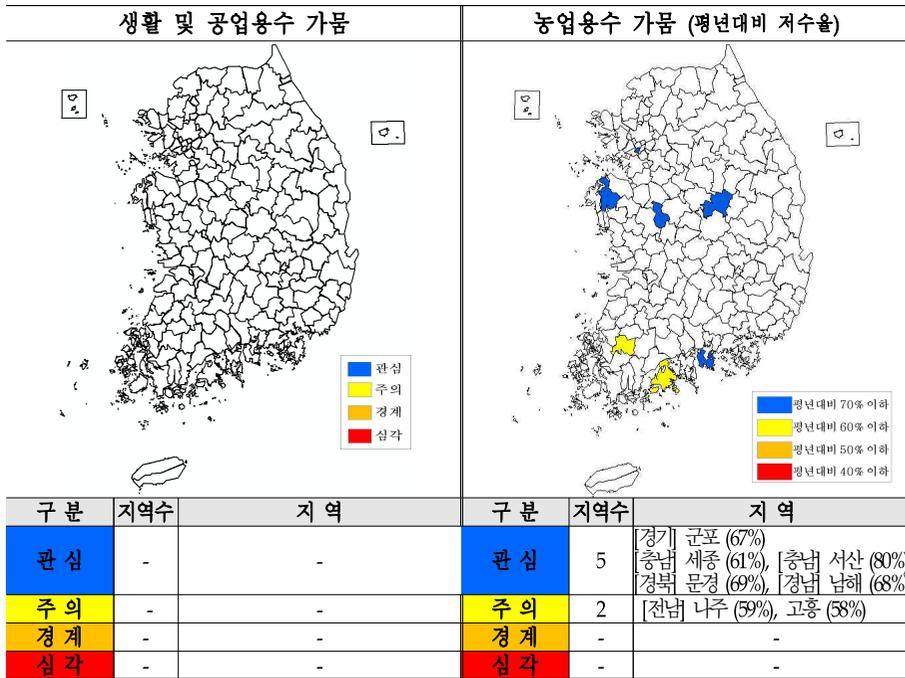
- 해당 시군內 제한·운반 급수는 없으나, 지방상수도로 활용·공급중인 전남 나주시에 대해 예년보다 낮은 월평균 지하수위 관측

- '심각' 수준을 보이는 지역에 대하여 지하수를 수원으로 하는 마을급수 시설 등에 대한 가뭄 모니터링 강화

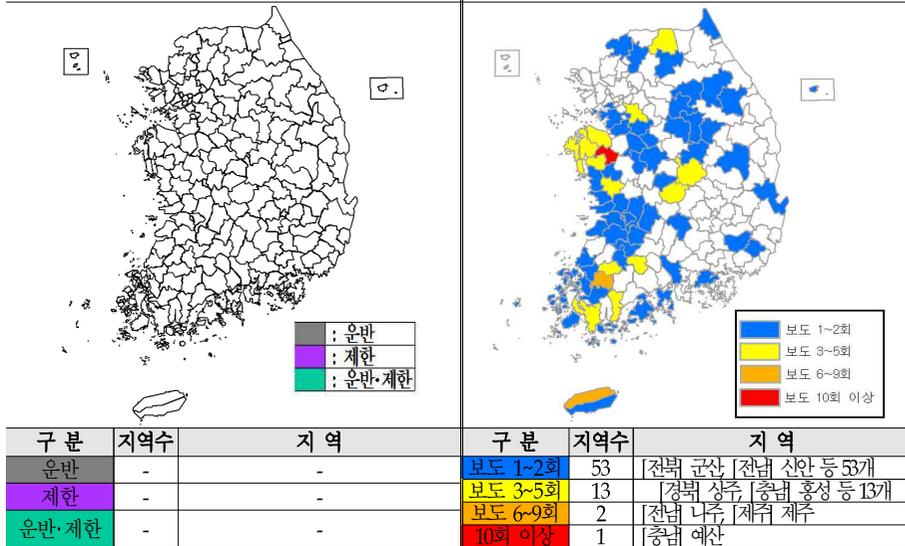
* 전국 12,558개소 : 지방상수도 182개소, 미급수지역 12,376개소

** (경계) 수원, 가평, 삼척, 논산, 예산, 군산, 순천, 나주, 해남, 영암(심각) 태안, 김제, 고흥, 경산

□ 전국 가뭄 현황 분야별 지도



운반·제한급수 ('18.8.27기준, 급수지역대상) 가뭄관련 언론 보도 ('18.8.1~9.1)



□ 가뭄 대응 현황

8월말 태풍 '솔리' 및 집중호우 영향으로 가뭄 해소, '정상' 용수공급 중

※ [지방상수도 보급지역] 제한급수 無 (전월대비 - 세대, -명)
 ※ [상수도 미보급지역] 9개 시군 도서·산간지역 2,100세대(3,624명) 제한·운반급수 중 (전월대비 196세대↓, 636명↓) (8.27 기준) [붙임기]

가뭄전망

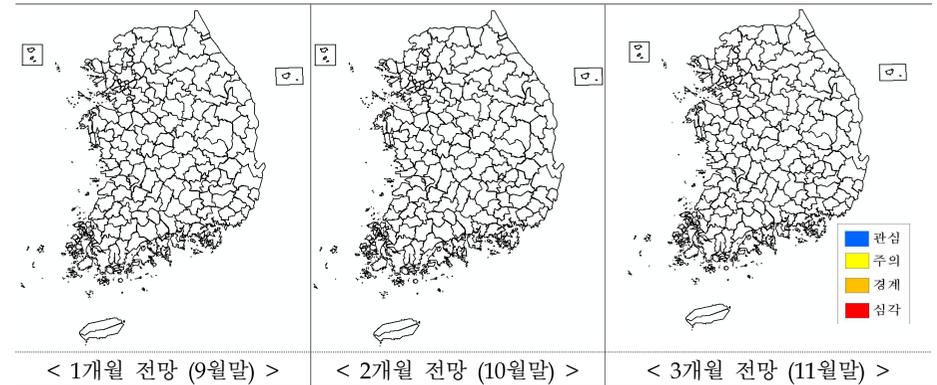
□ 강수전망

- (중기전망 9.6~13) 전국 9.7일 강수예보, 예년(3~12mm/일)보다 많겠음
- (1~3개월 전망) 9월은 예년과 비슷·적겠으며, 10·11월은 비슷·많겠음

구분	'18.9월	'18.10월	'18.11월
예년 범위	74.0 ~ 220.7mm (162.8mm)	33.1 ~ 50.8mm (50.2mm)	22.8 ~ 55.8mm (46.7mm)
전국 강수전망	예년과 비슷하거나 적겠음	예년과 비슷하거나 많겠음	예년보다 많겠음

□ 가뭄전망

8월말 및 9월 강수 영향으로 전국 가뭄 상황은 '정상' 단계 유지 전망



□ 종합의견

- 8월말 태풍 및 집중호우로 예년보다 많은 저수량을 확보중이나, 강수 불확실성 등에 따른 가뭄발생 대비 수원 상황 모니터링 철저

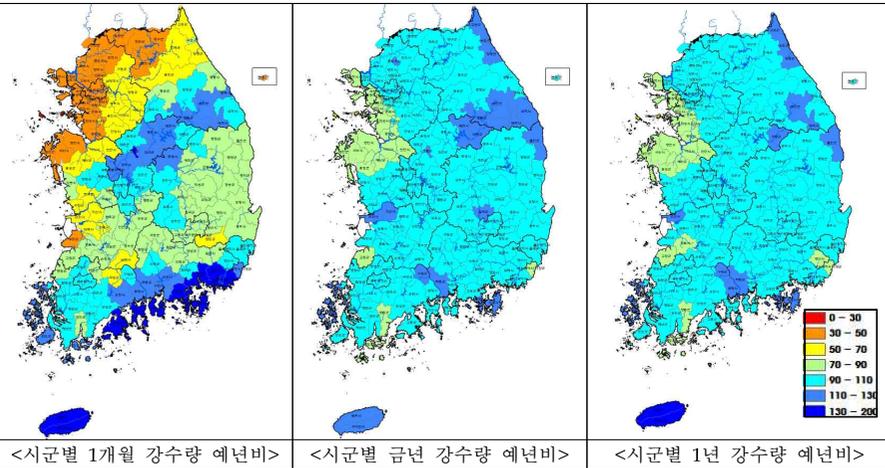
◀10월 가뭄 예·경보▶

가뭄 상황 및 대응

□ 전국 강수현황

- 최근 1개월간 136mm로 예년(161mm)대비 84%, 금년 강수량은 1,145mm로 예년의 96%, 최근 1년간 1,248mm로 예년의 95%
- 최근 1개월 강수 예년비 : 경기 37.4%, 강원 52.3%, 전북 63.9%

구분	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주
최근 1개월 (2018.9.1~2018.9.30.)										
누적강수(mm)	136.5	98.1	58.4	119.8	154.2	180.0	90.8	192.8	135.9	330.8
대비	예년(%)	84.7	52.3	37.4	79.9	104.1	111.0	63.9	110.5	158.0
	전년(%)	148.1	239.4	212.8	160.3	183.5	152.3	89.3	122.3	144.6
금년 누적 (2018.1.1~2018.9.30.)										
누적강수(mm)	1,145.7	1,175.3	996.3	1,096.0	1,168.9	1,187.5	1,117.3	1,298.8	1,067.4	1,576.3
대비	예년(%)	96.7	96.6	82.2	95.7	100.7	93.0	97.3	98.6	104.1
	전년(%)	132.4	112.3	98.9	117.7	108.4	151.0	132.3	185.2	143.0
최근 1년 (2017.10.1~2018.9.30.)										
누적강수(mm)	1,248.0	1,291.0	1,089.3	1,178.4	1,243.7	1,322.1	1,202.8	1,416.7	1,156.6	1,805.3
대비	예년(%)	95.4	94.8	81.6	92.0	97.3	94.4	93.0	99.0	102.9
	전년(%)	112.6	104.4	89.9	105.5	98.3	117.1	111.8	136.7	121.3



□ 댐 유역의 강수 및 유입량

- (다목적댐) 최근 1개월 132mm 강수(예년의 97%), 1년 간 1,267mm(예년의 104%)
- 전체 댐에서 이수기준(20년빈도) 이상의 댐유입량 관측

구분	전국 평균	한 강					낙 동 강					금강	섬진강	기 타							
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥	
최근 1개월 (2018.9.1~2018.9.30.)																					
강수량(mm)	금년	132.9	76.6	176.6	136.8	119.3	89.6	147.2	89.4	125.8	78.6	140.5	164.3	122.5	108.2	110.5	133.1	155.4	71.5	116.4	191.6
대비 (%)	전년	180.4	208.2	458.0	503.8	170.9	105.9	102.4	110.3	106.1	99.1	110.2	141.9	116.8	85.3	108.2	104.3	167.1	61.1	120.1	193.2
	예년	97.9	57.4	127.0	97.1	86.3	76.9	80.1	72.7	102.5	52.0	91.3	97.8	72.1	79.0	89.7	99.2	104.2	52.2	79.6	127.1
금년 누적 (2018.1.1~2018.9.30.)																					
강수량(mm)	금년	1,182.1	1,171.1	1,224.6	1,187.6	1,099.5	892.4	1,291.8	939.1	1,142.2	975.6	1,165.1	1,476.9	1,318.2	1,284.8	1,119.8	1,252.9	1,363.8	1,288.5	1,377.2	1,292.1
대비 (%)	전년	137.8	106.4	127.7	105.9	139.0	135.7	233.1	162.7	160.6	167.0	180.9	201.7	232.6	136.9	127.7	141.4	186.0	147.0	156.9	180.0
	예년	107.4	106.3	111.1	92.1	106.8	100.4	115.5	120.2	131.3	114.3	98.8	108.1	101.8	104.2	106.7	107.8	106.1	108.6	115.0	104.1
최근 1년 (2017.10.1~2018.9.30.)																					
강수량(mm)	금년	1,267.7	1,269.9	1,299.3	1,278.1	1,170.7	967.0	1,352.8	996.8	1,224.1	1,034.2	1,271.7	1,594.0	1,397.2	1,382.9	1,187.6	1,348.6	1,498.2	1,392.5	1,488.7	1,414.9
대비 (%)	전년	119.8	98.4	115.9	98.4	122.9	120.0	143.7	134.3	132.5	134.9	149.3	154.3	146.8	116.0	109.8	119.2	143.0	125.1	136.0	133.6
	예년	104.4	104.9	107.3	91.2	103.8	98.9	107.6	110.5	117.9	106.1	98.5	106.7	97.5	100.7	101.6	103.4	105.6	104.4	109.8	100.6
갈수빈도(년)	강수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	유입	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	

- (용수댐) 최근 1개월 134mm 강수(예년의 86%), 1년 간 1,309mm(예년의 103%)
- 1년간 누계 댐유입량은 대암댐에서 이수기준(10년빈도) 이하 관측

구분	전국 평균	한 강					낙 동 강					섬진강영산강				
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림	
최근 1개월 (2018.9.1~2018.9.30.)																
강수량(mm)	금년	134.5	220.8	233.0	92.5	106.5	151.5	108.9	147.2	146.0	140.0	140.0	215.0	371.0	232.2	151.0
대비 (%)	전년	112.5	360.9	423.6	104.9	104.4	76.9	105.4	102.4	108.8	90.9	90.9	66.2	78.1	162.0	119.8
	예년	86.0	127.9	117.3	70.6	68.0	72.4	74.2	80.1	83.6	72.6	75.3	123.7	165.0	121.4	139.4
금년 누적 (2018.1.1~2018.9.30.)																
강수량(mm)	금년	1,236.3	1,289.6	1,167.0	1,084.9	801.0	1,076.0	1,196.2	1,291.8	1,308.3	1,300.0	1,300.0	1,578.0	2,145.0	1,686.3	1,265.3
대비 (%)	전년	205.2	172.6	152.5	188.9	158.0	176.7	223.2	233.1	241.6	246.2	246.2	183.9	174.1	213.1	139.6
	예년	108.7	114.2	103.5	108.0	80.1	108.3	111.1	115.5	109.3	102.9	109.6	113.2	128.5	100.8	110.2
최근 1년 (2017.10.1~2018.9.30.)																
강수량(mm)	금년	1,309.0	1,355.1	1,255.0	1,150.4	876.5	1,199.5	1,254.8	1,352.8	1,362.3	1,371.0	1,371.0	1,679.0	2,271.0	1,846.8	1,371.7
대비 (%)	전년	148.0	151.5	130.6	151.0	121.1	114.8	155.2	143.7	145.8	133.9	133.9	137.4	134.1	160.7	119.1
	예년	103.7	107.9	96.5	104.6	78.8	101.6	104.8	107.6	102.7	97.6	103.1	108.4	120.8	100.6	104.2
갈수빈도(년)	강수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	유입	-	-	-	-	5	5	5	5	10	5	5	5	5	5	5

□ 수문 상황

○ 댐 : 다목적댐은 예년의 117%, 용수댐은 예년대비 112% 수량확보

- (다목적댐) 現 저수량은 89.4억m³으로 예년의 117% (전월대비 11.1억m³ ↑)

구분	전국	한 강				낙 동 강								금 강		섬진강		기 타			
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥	
저수량 (억m ³)	금년	89.4	20.9	19.2	0.7	9.0	2.9	0.2	0.3	0.4	0.1	5.3	1.5	0.6	6.8	11.0	2.9	5.6	0.4	0.8	0.9
	전년	74.1	21.1	17.3	0.6	6.4	3.0	0.0	0.2	0.2	0.1	3.0	1.4	0.3	4.3	10.6	1.5	2.9	0.2	0.4	0.5
	예년	76.7	18.7	16.8	0.6	7.3	3.0	0.2	0.2	0.3	0.1	4.8	1.4	0.5	5.2	9.1	2.0	4.6	0.4	0.7	1.1
저수율 (%)	금년	70	72	70	80	72	49	78	62	69	46	68	50	78	83	74	62	80	14	167	74
	전년	121	99	111	108	142	97	627	172	167	159	179	113	219	155	103	191	194	169	209	159
	예년	117	111	114	125	123	97	126	134	143	120	112	114	112	130	121	145	124	100	127	80
변화량 (백만m ³)	전월	1,112	168	270	12	144	47	4	1	5	0	110	-12	3	59	97	50	123	2	8	22
	대비																				

- (용수댐) 現 저수량은 2.82억m³으로 예년의 112% (전월대비 11.5백만m³ ↑)

구분	전국	한 강		낙 동 강								섬진강영산강				
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림	
저수량 (백만m ³)	금년	282.7	9.3	6.9	58.0	13.5	1.7	109.8	21.7	9.8	6.2	1.5	4.5	9.4	22.7	7.75
	전년	151.8	9.2	6.6	38.5	12.7	0.8	32.1	3.5	5.1	5.1	1.4	4.3	9.1	19.3	4.0
	예년	251.8	8.7	6.0	53.7	10.7	1.8	94.2	17.2	16.1	6.2	1.4	3.2	8.2	17.6	6.8
저수율 (%)	금년	64	71	79	56	73	63	69	60	32	47	73	86	94	73	75
	전년	186	101	105	151	107	197	342	627	190	121	108	103	103	118	195
	예년	112	107	116	108	126	93	117	126	61	99	102	140	114	129	114
변화량 (백만m ³)	전월	11.5	0.0	0.0	0.7	1.0	0.2	5.1	4.2	-2.4	-1.2	0.1	0.6	1.0	0.9	1.4
	대비															

○ 농업용저수지(3,384개소) : 저수율 83.1%, 예년의 117%(전월대비 7.6% ↑) [붙임3]

- 생·공 용수공급 저수지 17개소 : 저수율 76%, 예년의 125% (전월대비 7.1% ↑)

구분	평균	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
총저수량(백만m ³)	2,797	170.1	112.1	192.6	319.9	653.1	665.7	419.1	263.5	1.0
저수율 (%)	금년	83.1	81.6	92.4	91.9	82.1	86.5	71.7	87.0	98.4
	평년	70.8	77.7	82.0	76.9	70.5	68.9	65.2	74.1	87.1
예년대비(%)	117.4	105.0	112.7	119.5	116.4	125.7	109.8	117.5	125.6	113.0
前월대비 변화율(%)	7.6	9.2	-1.1	9.4	12.9	3.1	11.3	7.8	7.1	-1.6
전체 개소수	3,384	113	78	182	228	417	1045	669	649	3

* 출처 : 한국농어촌공사(10.1일 기준, 농공 3,384개소)

○ 지자체 상수원 저수지 : 저수율 91.6% (97개소, 전월 대비 3.3% ↑) [붙임4]

구분	평균	경기	충북	전북	전남	경북	경남	울산	대구	부산	광주	제주
총저수량 (백만m ³)	250.1	5.3	0.9	0.6	140.0	38.8	5.4	21.5	14.6	20.0	2.4	0.6
저수율(%)	91.6	85.8	100.0	95.8	93.5	76.0	84.7	98.9	99.4	98.2	91.3	100.0
前월 대비 변화율(%)	3.3	6.7	0.0	-1.3	1.9	-2.6	11.9	12.1	-0.6	16.4	-8.7	0.0
전월대비 수량(백만m ³)	8.21	0.35	0.00	-0.01	2.64	-1.01	0.64	2.61	-0.09	3.29	-0.21	0.00

* 저수율 40%이하 저수지 : 無

○ 하천 : 202개소 취수 수위 확보하여 '정상' 용수공급 중 [붙임5]

- 5대강 국가하천 주요지점의 가뭄 상황 '정상' 단계

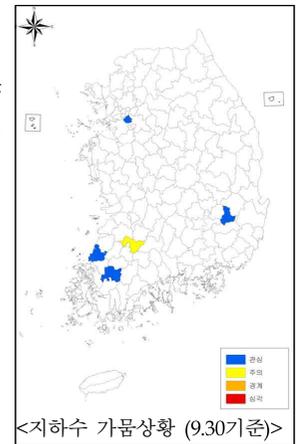
권역	주요지점	평균유량(m ³ /s) (18.9.24~9.30)	가뭄 판단기준				가뭄 판단
			관심	주의	경계	심각	
한강	팔당대교	226.3	109.6	77.8	67.0	46.9	정상
낙동강	진동	201.7	67.5	43.0	27.0	16.0	정상
금강	공주	485.1	50.0	46.0	35.0	30.0	정상
영산강	나주	29.7	15.0	11.5	9.0	6.0	정상
섬진강	압록	24.0	8.5	6.0	4.0	2.5	정상

○ 지하수 : 지하수 활용 공급지역* 가뭄판단위한 지하수위 분석(SCI)결과, 나주시, 순창군 등 5개 시군**의 지하수위가 낮은 상황임 [붙임6]

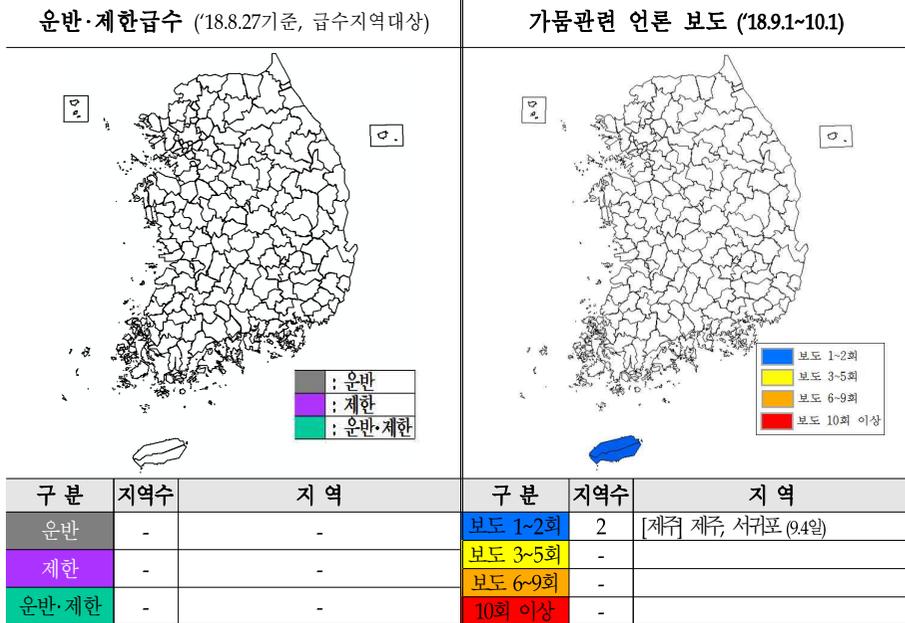
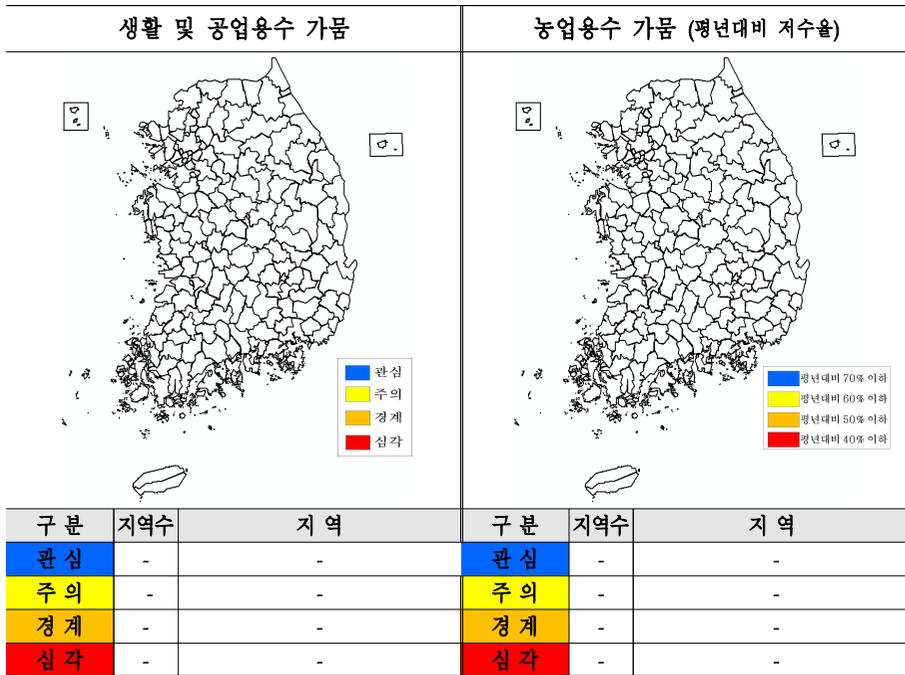
- 해당 시군內 제한·운반 급수는 없으나,
- 지방상수도 수원으로 활용중인 나주시 및 그 외 지역의 소규모 수도시설의 취수 불안정 대비, 모니터링 필요

* 전국 12,558개소 : 지방상수도 182개소
미급수지역 12,376개소

** (관심) 수원, 나주, 영광, 경산 (주의) 순창



□ 전국 가뭄 현황 분야별 지도



□ 가뭄 대응 현황

여름철 강수 영향으로 전국적 가뭄상황 없이, '정상' 용수공급 중

- ※ [상수도 보급지역] 제한급수 無 (전월대비 - 세대, -명)
- ※ [상수도 미보급지역] 2개 시군(진도군, 응진군) 도서지역 1,678세대(2,628명) 제한운반급수중 (9.27기준) (전월대비 422세대 ↓, 996명 ↓) [붙임기]

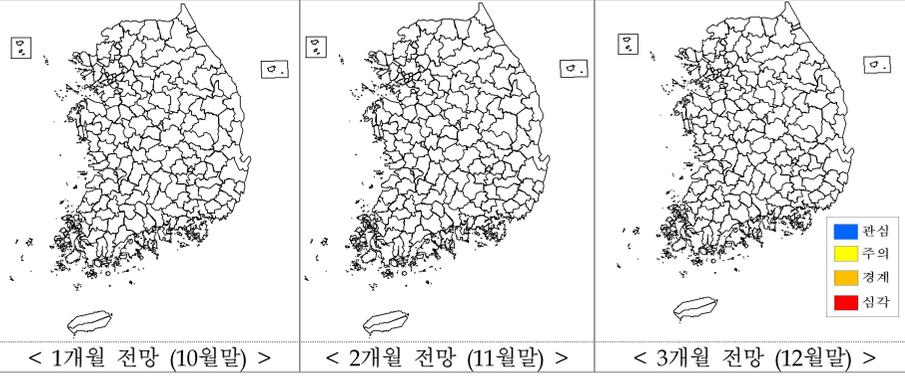
가뭄전망

- 강수전망
 - (중기전망 10.4~11) 10.6~7일 충청이남 강수, 예년(1~6mm/일)보다 많겠음
 - * 제 25호 태풍 '콩레이' 진로에 따라 강수량은 유동적임
 - (1~3개월 전망) 10~11월은 예년과 비슷·많겠으며, 12월은 비슷하겠음

구분	'18.10월	'18.11월	'18.12월
예년 범위	33.1 ~ 50.8mm (50.2mm)	22.8 ~ 55.8mm (46.7mm)	16.6 ~ 28.5mm (24.5mm)
확률 전망	예년과 비슷하거나 많겠음	예년과 비슷하거나 많겠음	예년과 비슷하겠음

□ 가뭄전망

예년보다 많은 댐·저수지 저수량 및 강수전망에 따라 전국 가뭄 상황은 '정상' 단계 유지 전망



□ 종합의견

- 강수전망에 따라 가뭄 '정상' 단계 유지될 것으로 전망되나, 최근 1개월 강수량이 부족한 경기·강원 지역의 소규모 수도시설의 가뭄 발생 대비 필요

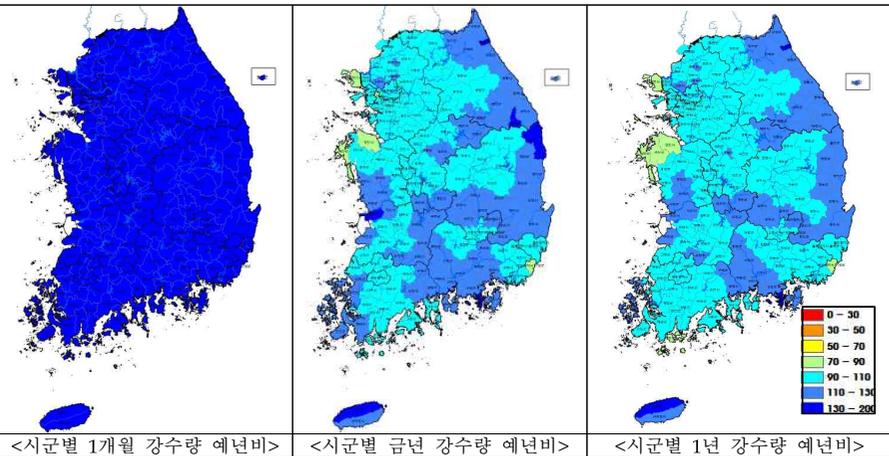
《11월 가뭄 예·경보》

가뭄 상황 및 대응

□ 전국 강수현황

- 최근 1개월간 164mm로 예년(52mm)대비 313%, 금년 강수량은 1,309mm로 예년의 105%, 최근 1년간 1,344mm로 예년의 102%
- 경기 지역 금년 누적 강수는 예년의 87.5%, 최근 1년간 88.0% 수준

구분	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주
최근 1개월 (2018.10.1~2018.10.31.)										
누적강수(mm)	164.2	156.7	110.7	135.9	130.6	166.0	145.7	199.6	200.9	278.6
대비	예년(%)	313.1	242.2	209.9	254.2	264.6	329.6	260.7	376.7	446.8
	전년(%)	242.6	237.2	456.6	443.5	427.1	150.4	381.3	196.3	266.7
금년 누적 (2018.1.1~2018.10.31.)										
누적강수(mm)	1,309.9	1,332.0	1,107.0	1,231.9	1,299.5	1,353.5	1,263.0	1,498.4	1,268.3	1,854.9
대비	예년(%)	105.9	104.0	87.5	102.8	107.4	102.0	104.9	109.4	119.1
	전년(%)	140.4	119.7	107.4	128.1	117.2	150.9	143.0	186.6	154.3
최근 1년 (2017.11.1~2018.10.31.)										
누적강수(mm)	1,344.5	1,381.7	1,175.8	1,283.6	1,343.7	1,377.7	1,310.3	1,514.6	1,282.2	1,887.2
대비	예년(%)	102.8	101.5	88.0	100.2	105.2	98.3	101.3	105.9	114.1
	전년(%)	130.4	114.5	105.9	123.9	113.7	131.9	135.0	163.4	142.8



□ 댐 유역의 강수 및 유입량

- (다목적댐) 최근 1개월 139mm 강수(예년의 281%), 1년 간 1,355mm(예년의 111%)
- 전체 댐에서 이수기준(20년빈도) 이상의 댐유입량 관측

구분	전국 평균	한 강					낙 동 강					금 강		섬진강		기 타				
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천부항	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥
최근 1개월 (2018.10.1~2018.10.31.)																				
강수량(mm)	금년	139.1	108.8	118.4	84.6	116.5	145.4	219.1	130.3	224.2	116.0	169.5	236.4	287.9	135.9	142.1	130.6	171.0	181.2	174.3
대비	전년	269.0	215.4	386.7	221.1	212.6	225.8	448.6	274.5	395.3	238.9	190.8	244.7	479.6	277.2	424.7	243.5	154.5	448.9	453.3
	예년	281.7	243.1	247.8	171.0	269.2	331.5	257.7	174.2	182.5	128.2	333.1	401.0	367.3	243.2	287.8	245.5	293.9	308.6	249.6
금년 누적 (2018.1.1~2018.10.31.)																				
강수량(mm)	금년	1,321.2	1,279.9	1,343.0	1,272.1	1,216.0	1,037.8	1,515.7	1,069.4	1,366.4	1,091.7	1,334.6	1,713.3	1,608.2	1,420.7	1,261.9	1,383.5	1,534.8	1,469.8	1,551.5
대비	전년	145.3	111.2	135.7	109.7	143.8	143.8	251.4	171.2	177.9	172.6	182.1	206.7	256.6	143.8	138.6	147.3	181.9	160.3	169.3
	예년	114.4	111.4	116.4	94.7	113.0	110.8	125.8	124.3	137.2	115.3	107.8	119.6	116.9	110.1	114.4	113.4	113.4	117.0	121.4
최근 1년 (2017.11.1~2018.10.31.)																				
강수량(mm)	금년	1,355.1	1,328.2	1,387.1	1,324.5	1,232.4	1,048.1	1,527.9	1,079.6	1,391.5	1,101.7	1,352.4	1,733.8	1,627.2	1,469.8	1,296.2	1,425.5	1,558.5	1,533.4	1,624.5
대비	전년	137.5	107.1	130.8	106.6	133.3	135.3	216.7	159.6	168.1	155.5	172.3	186.8	214.1	136.4	132.4	139.1	164.9	149.9	161.1
	예년	111.3	109.6	114.4	94.2	109.2	106.7	120.5	118.2	129.4	111.3	104.2	115.4	112.5	106.7	110.8	109.2	109.2	113.9	119.0
가뭄 빈도(년)	강수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	유입	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	5

- (용수댐) 최근 1개월 250mm 강수(예년의 361%), 1년 간 1,502mm(예년의 117%)

구분	전국 평균	한 강		낙 동 강							섬진강영산강				
		평동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림
최근 1개월 (2018.10.1~2018.10.31.)															
강수량(mm)	금년	250.8	216.9	278.0	222.6	217.0	265.5	294.9	219.1	236.0	246.0	246.0	160.0	200.0	259.4
대비	전년	425.3	537.2	479.3	397.0	328.8	261.6	657.8	448.6	488.6	439.3	439.3	195.1	196.1	178.6
	예년	361.9	330.5	342.1	395.8	338.3	226.0	445.6	257.7	315.6	299.4	299.4	210.5	195.0	315.9
금년 누적 (2018.1.1~2018.10.31.)															
강수량(mm)	금년	1,489.2	1,507.1	1,445.0	1,307.5	1,018.0	1,360.5	1,493.4	1,515.7	1,548.0	1,553.0	1,553.0	1,742.0	2,356.0	1,945.7
대비	전년	225.2	191.4	175.6	207.4	177.7	191.5	257.1	251.4	262.5	265.9	265.9	185.3	176.6	207.7
	예년	122.8	125.8	119.3	123.2	95.6	122.1	129.0	125.8	121.6	115.3	122.3	118.4	132.7	110.7
최근 1년 (2017.11.1~2018.10.31.)															
강수량(mm)	금년	1,502.9	1,532.2	1,475.0	1,317.0	1,027.5	1,382.5	1,507.2	1,527.9	1,553.8	1,568.0	1,568.0	1,761.0	2,380.0	1,961.0
대비	전년	199.5	181.5	158.8	186.3	169.6	168.8	229.6	216.7	224.4	225.9	225.9	157.2	150.7	175.2
	예년	117.8	121.3	112.8	118.6	91.6	115.7	123.9	120.5	116.2	110.7	117.0	113.3	126.2	106.2
가뭄 빈도(년)	강수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	유입	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5

□ 수문 상황

- 댐 : 다목적댐은 예년의 130%, 용수댐은 예년대비 112% 수량확보
- (다목적댐) 現 저수량은 95.6억 m³으로 예년의 130% (전월대비 6.2억 m³ ↑)

구분	전국	한 강			낙 동 강								금 강		섬진강		기 타				
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천부향	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암(분포)	부안	보령	장흥	
저수량(억m ³)	금년	95.6	21.8	20.3	0.7	9.5	4.0	0.3	0.3	0.5	0.1	6.4	1.6	0.7	7.0	11.3	3.2	5.7	0.4	0.8	1.1
	전년	71.3	19.8	16.1	0.6	6.2	3.1	0.0	0.2	0.2	0.1	3.2	1.4	0.3	4.2	10.3	1.5	3.0	0.2	0.4	0.5
	예년	73.7	18.0	16.3	0.5	7.1	2.8	0.2	0.2	0.3	0.1	4.6	1.3	0.5	4.9	8.7	1.9	4.3	0.3	0.6	1.0
저수율(%)	금년	75.1	75.2	73.7	83.5	76.5	67.2	108.0	69.3	84.6	50.4	80.8	51.5	89.0	85.8	75.7	69.0	80.8	73.3	72.4	54.9
	전년	134	110	126	115	155	131	777	196	204	187	201	114	262	167	109	214	191	192	213	200
	예년	130	121	125	136	134	143	173	150	166	126	139	124	133	142	129	168	134	113	132	101
변화량(백만m ³)	전월 대비	620	95	111	3	52	106	8	3	9	1	105	6	8	23	32	31	7	2	0	19

- (용수댐) 現 저수량은 3.28억m³으로 예년의 138% (전월대비 45.5백만m³ ↑)

구분	전국	한 강			낙 동 강								섬진강영산강			
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평령	
저수량(백만m ³)	금년	328.2	9.3	6.9	80.7	12.2	2.3	121.7	30.1	15.0	4.6	1.5	4.3	9.1	22.1	8.25
	전년	154.0	9.1	6.4	41.4	13.4	0.9	28.6	3.9	5.4	5.9	1.4	4.2	9.0	20.6	3.8
	예년	237.7	8.5	6.0	48.2	10.9	1.8	89.8	17.4	13.8	6.2	1.4	2.8	7.8	16.4	6.5
저수율(%)	금년	73.8	71.1	78.9	78.2	66.3	87.6	76.0	83.3	49.5	35.4	73.8	82.3	90.9	70.8	80.4
	전년	213	102	108	195	91	246	426	777	278	79	108	101	101	108	215
	예년	138	110	115	167	112	131	136	173	109	75	104	151	116	135	127
변화량(백만m ³)	전월 대비	45.5	0.0	0.0	227	-1.3	0.6	11.9	8.4	5.2	-1.5	0.0	-0.2	-0.3	-0.6	0.5

○ 농업용저수지(3,384개소) : 저수율 86.7%, 예년의 119%(전월대비 3.6% ↑) [붙임3]
 - 생·공 용수공급 저수지 17개소 : 저수율 79%, 예년의 129% (전월대비 3.3% ↑)

구분	평균	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
총저수량(백만m ³)	2,797	170.1	112.1	192.6	319.9	653.1	665.7	419.1	263.5	1.0
저수율(%)	금년	86.7	88.1	88.9	91.9	88.9	88.2	78.1	90.5	96.8
	평년	72.6	81.6	83.1	80.0	73.8	69.9	66.7	75.8	83.3
예년대비(%)	119.5	108.1	106.9	114.9	120.5	126.2	117.1	119.3	126.1	116.2
前월대비 변화율(%)	3.6	6.5	-3.5	0.0	6.8	1.7	6.4	3.5	1.4	-1.6
전체 개소수	3,384	113	78	182	228	417	1045	669	649	3

* 출처 : 한국농어촌공사(10.31일 기준, 농공 3,384개소)

○ 지자체 상수원 저수지 : 저수율 93.2% (97개소, 전월 대비 1.6% ↑) [붙임4]

구분	평균	경기	충북	전북	전남	경북	경남	울산	대구	부산	광주	제주
총저수량(백만m ³)	250.1	5.3	0.9	0.6	140.0	38.8	5.4	21.5	14.6	20.0	2.4	0.6
저수율(%)	93.2	88.5	99.0	97.9	92.7	97.1	82.9	90.2	98.3	91.5	99.9	100.0
前월 대비 변화율(%)	1.6	2.7	-1.0	2.1	-0.8	21.1	-1.8	-8.7	-1.1	-6.7	8.6	0.0
전월 대비 수량(백만m ³)	4.1	0.1	0.0	0.0	-1.1	8.2	-0.1	-1.9	-0.2	-1.4	0.2	0.0

* 저수율 40%이하 저수지 : 無

○ 하천 : 202개소 취수 수위 확보하여 '정상' 용수공급 중 [붙임5]

- 5대강 국가하천 주요지점의 가뭄 상황 '정상' 단계

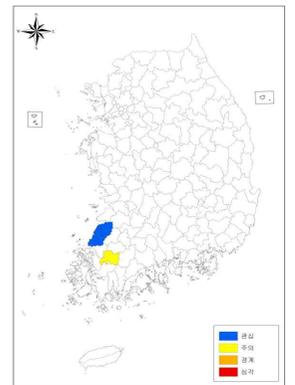
권역	주요지점	평균유량(m ³ /s) (*18.10.24~10.30)	가뭄 판단기준				가뭄 판단
			관심	주의	경계	심각	
한강	팔당대교	201.8	94.3	62.5	50.0	35.0	정상
낙동강	진동	159.4	72.1	37.6	31.5	22.1	정상
금강	공주	58.4	35.0	30.0	20.0	13.0	정상
영산강	나주	29.7	12.5	9.5	7.5	5.0	정상
섬진강	압록	17.1	7.5	5	3.5	2	정상

○ 지하수 : 지하수 활용 공급지역* 가뭄판단위한 지하수위 분석(SGI)결과, 3개 시군(나주, 고창, 영광)의 지하수위가 낮은 상황 [붙임6]

- 해당 시군內 제한·운반 급수는 없으나,
- 지방상수도 수원으로 활용중인 나주시 및 고창·영광군의 소규모 수도시설 취수 장애 대비, 모니터링 필요

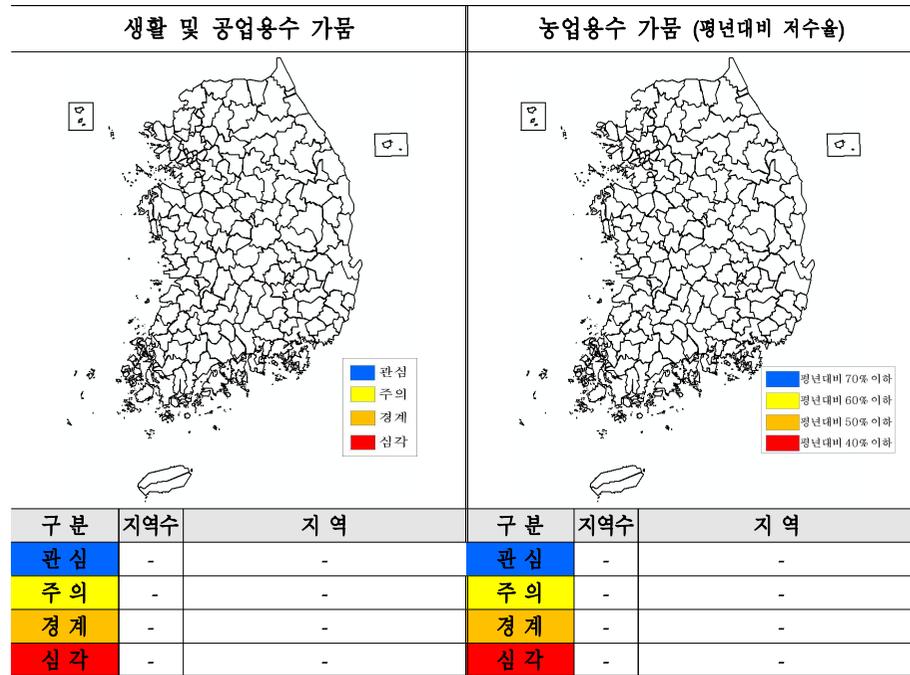
* 전국 12,558개소 : 지방상수도 182개소
 미급수지역 12,376개소

** (관심) 고창, 영광 (주의) 나주



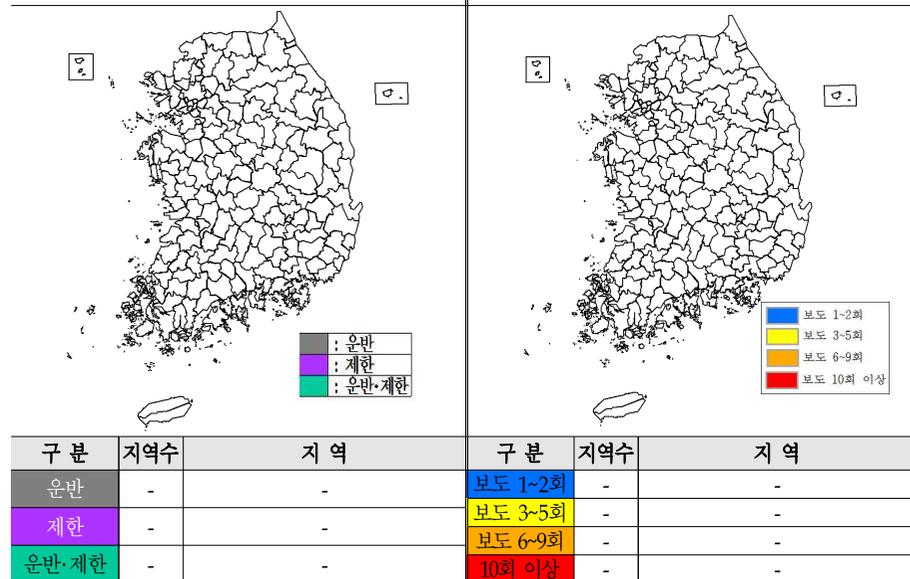
<지하수 가뭄상황 (10.31)>

□ 전국 가뭄 현황 분야별 지도



운반·제한급수 ('18.10.29 기준, 급수지역대상)

가뭄관련 언론 보도 ('18.10.1~'10.31)



□ 가뭄 대응 현황

예년보다 많은 강수 영향으로 전국적 가뭄상황 없이, '정상' 용수공급 중

※ [상수도 보급지역] 제한급수 無 (전월대비 - 세대, -명)

※ [상수도 미보급지역] 2개 시군(진도군, 응진군) 도서지역 1,678세대(2,628명)

제한운반급수중 (10.29기준) (전월대비 - 세대, -명)

[붙임기]

가뭄전망

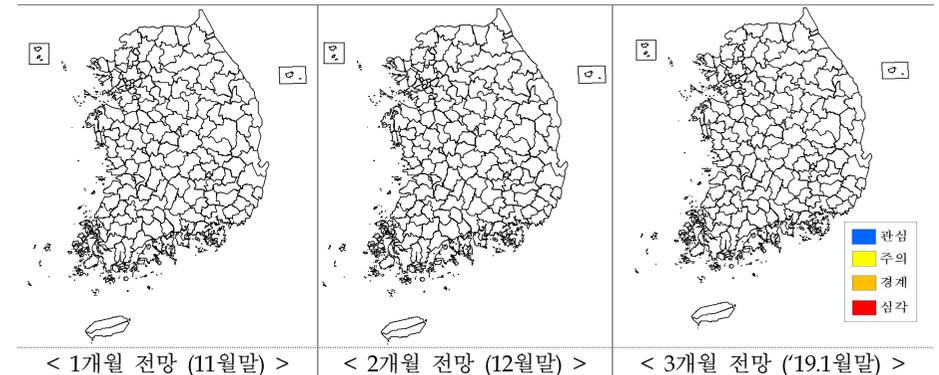
□ 강수전망

- (중기전망 11.4~11) 11.6~7일 강원영동 강수, 예년(1~4mm/일)보다 많겠음
- (1~3개월 전망) 11~12월은 예년과 비슷 많겠으며, '19.1월은 비슷 적겠음

구분	'18.11월	'18.12월	'19.1월
예년 범위	22.8 ~ 55.8mm (46.7mm)	16.6 ~ 28.5mm (24.5mm)	19.0 ~ 28.6mm (28.3mm)
확률 전망	예년과 비슷하거나 많겠음	예년과 비슷하거나 많겠음	예년과 비슷하거나 적겠음

□ 가뭄전망

댐·저수지에서 예년보다 많은 저수량을 확보하고 있고, 강수전망도 향후 3개월간 예년과 비슷 또는 많을 것으로 전망되어 전국 가뭄 상황 '정상' 유지·전망



□ 종합의견

- 가뭄상황 '정상' 단계가 지속될 것으로 전망되며, 소규모 수도 시설 및 도서지역 중심으로 가뭄 모니터링 지속

《12월 가뭄 예·경보》

가뭄 상황 및 대응

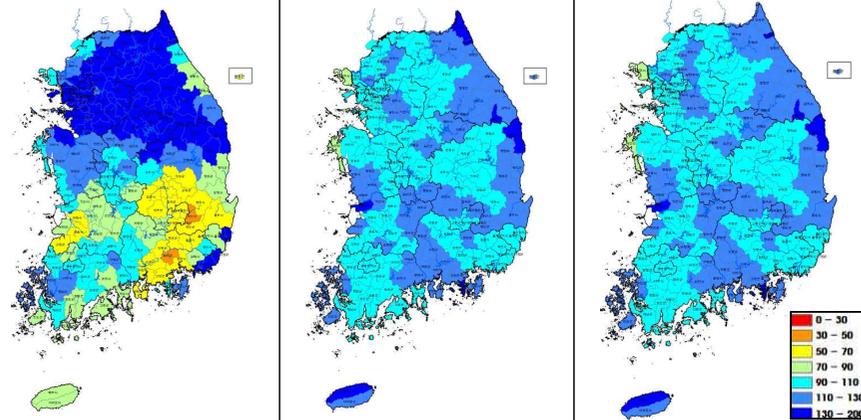
□ 전국 강수현황

○ 최근 1개월간 50mm로 예년(46mm)대비 109%, 금년 강수량은 1,360mm로 예년의 106%, 최근 1년간 1,382mm로 예년의 105%

- 경기 지역 금년 누적 강수는 예년의 89.5%, 최근 1년간 90.8% 수준

* 경북 구미, 경남 합천군 최근1개월간 예년의 50% 이하 강수 기록

구분	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주
최근 1개월 (2018.11.1~2018.11.30)										
누적강수(mm)	50.5	78.1	70.5	56.1	45.7	42.6	38.1	44.0	37.4	42.1
대비	예년(%)	109.6	145.3	138.7	106.5	105.3	90.0	71.6	110.6	63.3
	전년(%)	381.0	238.3	208.5	272.8	233.5	2,759.3	560.8	6,111.1	1,538.4
금년 누적 (2018.1.1~2018.11.30)										
누적강수(mm)	1,360.3	1,410.0	1,177.5	1,288.0	1,345.2	1,396.1	1,301.1	1,542.4	1,305.7	1,897.0
대비	예년(%)	106.0	105.6	89.5	102.9	107.4	101.6	103.5	109.4	118.4
	전년(%)	143.8	123.1	110.6	131.1	119.2	155.4	146.2	191.9	158.4
최근 1년 (2017.12.1~2018.11.30)										
누적강수(mm)	1,382.3	1,427.0	1,212.5	1,319.2	1,369.9	1,418.8	1,341.6	1,558.1	1,317.2	1,916.4
대비	예년(%)	105.7	104.8	90.8	103.0	107.2	101.3	103.7	108.9	112.1
	전년(%)	137.0	117.3	107.5	127.4	116.7	146.7	142.7	174.9	150.4



<시군별 1개월 강수량 예년비> <시군별 금년 강수량 예년비> <시군별 1년 강수량 예년비>

□ 댐 유역의 강수 및 유입량

○ (다목적댐) 최근 1개월 46mm 강수(예년의 310%), 1년 간 1,386mm(예년의 113%)
- 전체 댐에서 물공급 기준(20년빈도) 이상의 댐유입량 관측

구분	전국 평균	한 강						낙 동 강						금강		섬진강		기타			
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암	부안	보령	장흥	
최근 1개월 (2018.11.1~2018.11.30)																					
강수량(mm)	금년 46.0	58.0	56.4	62.8	51.5	39.1	27.0	17.7	21.7	21.4	25.1	37.1	30.9	40.1	36.5	37.6	41.1	46.0	127.4	47.9	
대비(%)	전년	310.2	197.6	206.4	193.6	1,421	5,150	1,500	∞	461.6	∞	1,496	2,835	∞	266.5	373.2	348.0	1,245	579.6	434.5	2,754
	예년	111.1	136.3	139.0	146.7	139.7	122.2	73.8	59.1	55.7	173.7	64.2	77.7	73.3	83.3	85.1	71.7	83.8	103.0	251.2	85.0
금년 누적 (2018.1.1~2018.11.30)																					
강수량(mm)	금년 1,367.2	1,337.9	1,399.5	1,334.9	1,267.6	1,076.9	1,542.7	1,087.1	1,388.1	1,113.1	1,359.6	1,750.3	1,639.1	1,460.8	1,298.4	1,421.1	1,575.8	1,515.8	1,679.2	1,531.7	
대비(%)	전년	147.9	113.4	137.6	112.0	149.2	149.0	255.8	174.1	179.7	175.9	185.1	210.8	261.5	145.7	141.1	149.5	186.3	163.9	177.6	188.7
	예년	114.0	112.1	116.9	96.2	113.7	110.9	124.1	121.8	134.1	116.1	106.2	118.0	115.6	109.0	113.0	111.4	112.2	116.2	126.0	111.0
최근 1년 (2017.12.1~2018.11.30)																					
강수량(mm)	금년 1,386.3	1,356.9	1,416.2	1,354.8	1,280.3	1,086.4	1,554.9	1,097.3	1,408.5	1,123.1	1,375.8	1,769.5	1,658.1	1,494.9	1,323.0	1,452.3	1,597.4	1,571.4	1,722.9	1,560.9	
대비(%)	전년	141.5	108.4	132.2	108.1	140.7	142.7	229.3	165.3	174.0	162.2	177.3	194.8	225.3	140.9	137.6	144.1	177.2	158.8	169.9	180.0
	예년	113.5	111.7	116.4	96.1	113.1	110.2	122.6	120.1	131.7	113.0	105.7	117.6	114.6	108.4	112.6	110.9	111.5	116.3	125.8	110.0
가뭄 빈도(년)	강수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	유입	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	5

○ (용수댐) 최근 1개월 26mm 강수(예년의 68%), 1년 간 1,528mm(예년의 119%)

구분	전국 평균	한 강						낙 동 강						섬진강		영산강	
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평림		
최근 1개월 (2018.11.1~2018.11.30)																	
강수량(mm)	금년 26.8	46.7	38.0	25.9	10.5	72.0	19.6	27.0	27.2	30.0	30.0	33.0	66.0	38.0	51.9		
대비(%)	전년	2,044.6	222.2	146.2	5,956.5	∞	7,200.0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	6,600.0	∞	2,277.2	
	예년	68.8	94.2	49.6	95.2	34.3	143.4	50.2	73.8	70.9	71.5	71.4	69.4	106.8	69.1	91.5	
금년 누적 (2018.1.1~2018.11.30)																	
강수량(mm)	금년 1,516.0	1,553.8	1,483.0	1,333.4	1,028.5	1,432.5	1,512.9	1,542.7	1,575.3	1,583.0	1,583.0	1,775.0	2,422.0	1,983.7	1,470.7		
대비(%)	전년	228.8	192.2	174.7	211.4	179.5	201.3	260.5	255.8	267.1	271.1	271.1	188.8	181.4	211.8	151.1	
	예년	121.0	124.3	115.0	122.4	93.9	122.8	126.3	124.1	120.0	113.9	120.6	116.7	131.7	109.3	114.6	
최근 1년 (2017.12.1~2018.11.30)																	
강수량(mm)	금년 1,528.4	1,557.8	1,487.0	1,342.4	1,038.0	1,453.5	1,526.7	1,554.9	1,581.0	1,598.0	1,598.0	1,794.0	2,445.0	1,999.0	1,510.2		
대비(%)	전년	209.4	183.0	160.1	194.4	174.0	186.6	239.4	229.3	237.5	241.4	241.4	169.7	163.0	189.0	148.0	
	예년	119.7	123.0	113.5	120.8	92.6	121.3	125.2	122.6	118.2	112.9	119.2	115.3	129.5	108.2	114.0	
가뭄 빈도(년)	강수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	유입	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	5	

□ 수문 상황

- 댐 : 다목적댐은 예년의 137%, 용수댐은 예년대비 134% 수량확보
 - (다목적댐) 現 저수량은 95.2억m³으로 예년의 137% (전월대비 44백만m³ ↓)

구분	전국	한 강				낙 동 강								금 강		섬진강		기 타			
		소양	충주	횡성	안동	임하	성덕	군위	김천 부항	보현	합천	남강	밀양	용담	대청	섬진	주암 (문+포)	부안	보령	장흥	
저수량 (억m ³)	금년	95.2	21.0	21.3	0.7	9.5	3.9	0.3	0.3	0.4	0.1	6.3	1.6	0.6	6.9	11.3	3.2	5.5	0.4	0.8	1.0
	전년	66.5	18.8	14.7	0.6	5.9	2.7	0.0	0.2	0.2	3.1	1.0	0.2	3.9	9.8	1.4	2.8	0.2	0.4	0.5	
	예년	69.6	17.0	15.3	0.5	6.7	2.6	0.2	0.2	0.3	0.1	4.3	1.3	0.5	4.6	8.3	1.9	3.9	0.3	0.6	1.0
저수율 (%)	금년	74.7	72.4	77.6	83.5	76.5	65.8	104	63.6	79.9	46.8	79.2	52.5	83.7	84.2	75.6	69.2	77.6	71.5	70.7	53.6
	전년	143	112	145	123	161	143	733	193	197	203	156	270	175	115	228	198	213	223	212	
	예년	137	123	139	145	142	150	185	147	155	127	145	129	134	150	135	170	140	117	138	104
변화량 (백만m ³)	전월 대비	-44	-81	107	0	0	-8	-1	-3	-3	-1	-12	3	-4	-13	-1	1	-22	-1	-1	-4

- (용수댐) 現 저수량은 2.94억m³으로 예년의 134% (전월대비 33.5백만m³ ↓)

구분	전국	한 강				낙 동 강								섬진강영산강			
		광동	달방	영천	안계	감포	운문	대곡	사연	대암	선암	연초	구천	수어	평립		
저수량 (백만m ³)	금년	294.8	9.2	6.9	73.2	12.3	2.3	113.5	29.1	9.0	5.4	1.4	4.0	8.6	12.0	7.72	
	전년	146.4	8.6	6.1	42.9	13.5	0.8	23.2	4.0	5.3	5.4	1.4	3.8	8.3	19.5	3.4	
	예년	220.4	8.4	6.0	42.1	11.2	1.7	83.1	15.7	12.0	6.2	1.4	2.6	7.4	16.5	6.1	
저수율 (%)	금년	66.3	70.2	79.3	71.0	66.8	88.4	70.8	80.5	29.6	41.4	71.6	76.2	86.1	38.3	75.2	
	전년	201	107	113	171	91	275	489	733	169	100	103	104	104	61	228	
	예년	134	110	115	174	110	139	137	185	75	87	100	155	117	73	126	
변화량 (백만m ³)	전월 대비	-33.5	-0.1	0.0	-7.5	0.1	0.0	-8.3	-1.0	-6.0	0.8	0.0	-0.3	-0.5	-10.2	-0.5	

- 농업용저수지(3,384개소) : 저수율 87.2%, 예년의 116%(전월대비 0.5% ↑) [붙임3]
 - 생·공 용수공급 저수지 17개소 : 저수율 82%, 예년의 128% (전월대비 3.0% ↑)

구분	평균	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
총저수량(백만m ³)	2,797	170.1	112.1	192.6	319.9	653.1	665.7	419.1	263.5	1.0
저수율 (%)	금년	87.2	89.0	89.7	92.6	93.9	88.2	78.2	89.8	90.6
	평년	74.8	84.7	85.4	83.3	79.5	71.4	68.5	77.3	79.6
예년대비(%)	116.5	105.0	105.0	111.1	118.1	123.7	114.2	116.2	122.4	113.8
前월대비 변화율(%)	0.5	0.9	0.8	0.7	5.0	0.0	0.1	-0.7	-1.6	-6.2
전체 개소수	3,384	113	78	182	228	417	1045	669	649	3

* 출처 : 한국농어촌공사(12.1일 기준, 농공 3,384개소)

- 지자체 상수원 저수지 : 저수율 91.2% (97개소, 전월 대비 2.0% ↓) [붙임4]

구분	평균	경기	충북	전북	전남	경북	경남	울산	대구	부산	광주	제주
총저수량 (백만m ³)	250.1	5.3	0.9	0.6	140.0	38.8	5.4	21.5	14.6	20.0	2.4	0.6
저수율(%)	91.2	89.6	84.0	95.0	92.2	94.0	77.7	83.2	92.4	91.9	76.1	100.0
前월 대비 변화율(%)	-2.0	1.1	-15.0	-2.9	-0.5	-3.1	-5.2	-7.0	-5.9	0.4	-23.8	0.0
전월 대비 수량(백만m ³)	-5.1	0.1	-0.1	-0.01	-0.7	-1.2	-0.3	-1.5	-0.9	0.1	-0.6	0.0

* 저수율 40%이하 저수지 : 無

- 하천 : 안정적 취수수위 확보로 '정상' 공급 중(201개소) [붙임5]
 - 5대강 국가하천 주요지점의 가뭄(유량) 상황 '정상' 단계

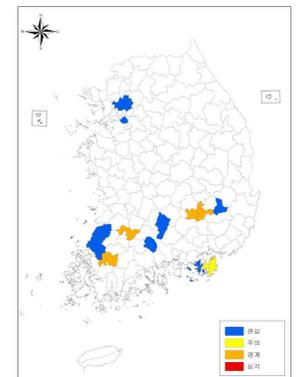
권역	주요지점	평균유량(m ³ /s) (18.11.25~12.1)	가뭄 판단기준				가뭄 판단
			관심	주의	경계	심각	
한강	팔당대교	262.8	94.3	62.5	50.0	35.0	정상
낙동강	진동	117.8	72.1	37.6	31.5	22.1	정상
금강	공주	50.3	35.0	30.0	20.0	13.0	정상
영산강	나주	15.9	12.5	9.5	7.5	5.0	정상
섬진강	압록	12.8	7.5	5	3.5	2	정상

- 지하수 : 지하수 활용 공급지역* 가뭄판단위한 지하수위 분석(SCI)결과, 4개 시군(달성, 순창, 나주, 고령)의 지하 수위가 낮음 [붙임6]

- 해당 시군內 제한·운반 급수는 없으나,
 - 지방상수도 수원으로 활용중인 나주시 및 그 외 지역의 소규모 수도시설 취수 상황 모니터링 필요

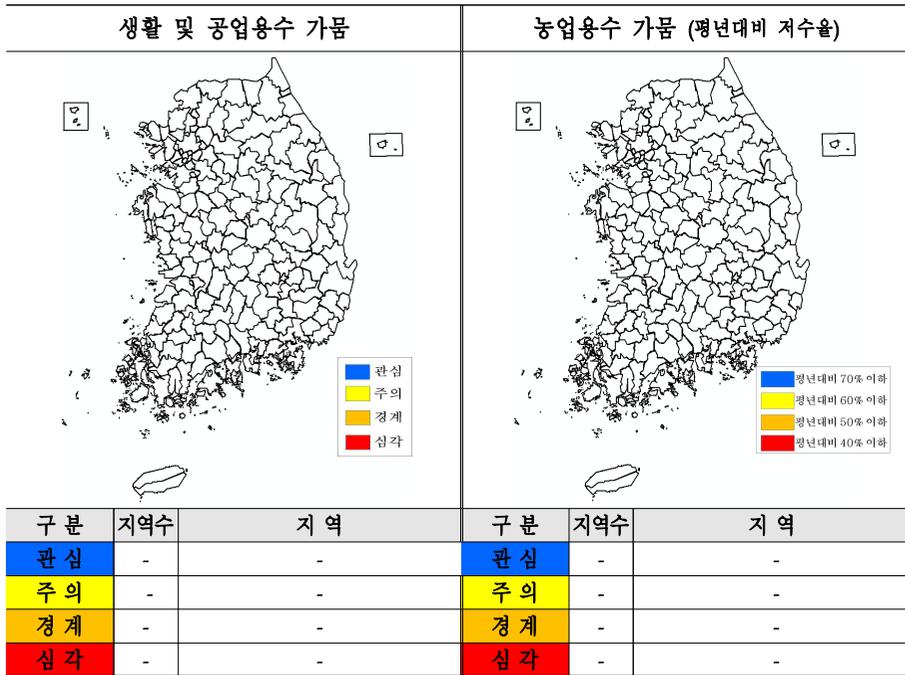
* 전국 12,558개소 : 지방상수도 182개소
 미급수지역 12,376개소

** (주의) 거제 (경계) 달성, 순창, 나주, 고령



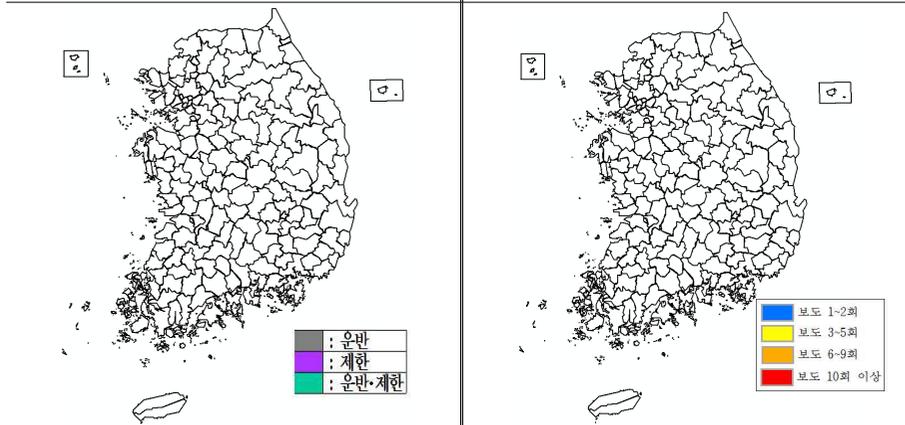
<지하수 가뭄상황 (11.30기준)>

□ 전국 가뭄 현황 분야별 지도



운반·제한급수 ('18.11.29 기준, 급수지역대상)

가뭄관련 언론 보도 ('18.11.1~11.30)



구분	지역수	지역	구분	지역수	지역
운반	-	-	보도 1~2회	-	-
제한	-	-	보도 3~5회	-	-
운반·제한	-	-	보도 6~9회	-	-
			10회 이상	-	-

□ 가뭄 대응 현황

예년 수준의 강수 누적으로 전국적 가뭄상황 없이, '정상' 용수공급 중

※ [상수도 보급지역] 제한급수 無 (전월대비 - 세대, -명)

※ [상수도 미보급지역] 2개 시군(진도군, 울진군) 도서지역 1,678세대(2,628명) 제한운반급수중 (11.29기준) (전월대비 67세대, 116명 ↓)

[붙임기]

가뭄전망

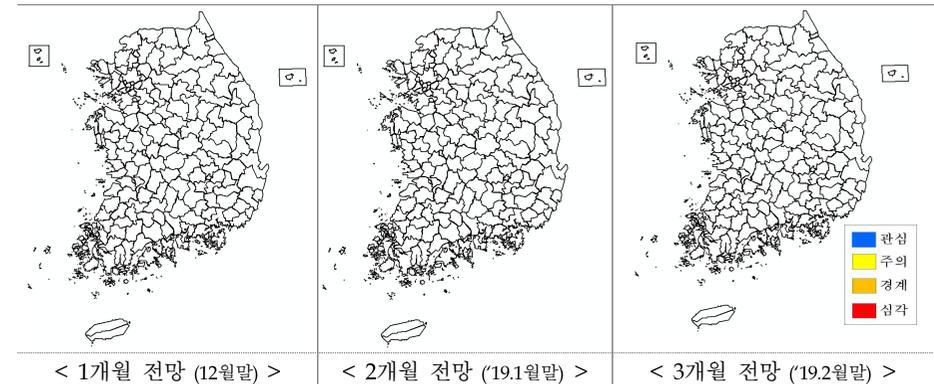
□ 강수전망

- (중기전망 12.6~13) 12.6~7일 전남·제주 강수, 예년(0~2mm/일)과 비슷·많음
- (1~3개월 전망) 12월은 예년과 비슷·많음, 1월은 비슷·적음, 2월은 비슷

구분	'18.12월	'19.1월	'19.2월
예년 범위	16.6 ~ 28.5mm (24.5mm)	19.0 ~ 28.6mm (28.3mm)	19.2 ~ 41.4mm (35.5mm)
확률 전망	예년과 비슷하거나 많겠음	예년과 비슷하거나 적겠음	예년과 비슷하겠음

□ 가뭄전망

예년보다 많은 저수량(댐·저수지) 확보 및 예년 수준의 강수전망에 따라 전국 가뭄 상황 '정상' 단계 유지·전망



□ 종합의견

- 가뭄 상황 '정상' 단계가 지속될 것으로 전망되며, 소규모 수도 시설 및 도서지역 중심으로 가뭄 모니터링 지속