

2013~2018 장기가뭄 분석·평가 보고서

2013 ~ 2018 Sustained Drought
Analysis & Assessment Report

2018. 11.



□ 본 보고서는 K-water 물정보종합센터 국가가뭄정보분석센터의
가뭄정보 분석·평가 분야 전문 집필진에 의해 작성 제작되었음

□ 감 수 자 문

K-water	前 미래기술안전본부장	황 필 선
	前 미래기술본부장	정 구 열

차 례

표 차 례	iii
그림차 례	v
제1장 머리말	1
제2장 수문현황	5
2.1 강수량	7
2.2 유출량	10
2.3 수문현황	12
제3장 가뭄현황 분석	9
3.1 가뭄지수	21
3.2 가뭄예경보	34
3.3 가뭄빈도	39
3.4 가뭄심도	45
3.5 가뭄특성	64
제4장 가뭄원인 분석	57
4.1 기상학적 측면	77
4.2 용수관리 측면	80
4.3 가뭄관리 체계 측면	82
제5장 가뭄대응 및 영향 평가	19
5.1 주요 대응현황	93

5.2 가뭄피해 현황	106
5.3 언론 빅데이터 분석	117
제6장 결 언	123
참고문헌	127

표 차례

표 2.1.1	예년대비 연강수량 비율(%)	7
표 2.1.2	최근 6개년의 연강수량 및 최저순위	9
표 2.2.1	전국 월별 예년대비 자연유출량 비율(%)	10
표 2.3.1	전국 다목적댐 수문현황('13~'18)	13
표 2.3.2	전국 용수댐 수문현황('13~'18)	14
표 2.3.3	전국 지자체 저수지 저수량('13~'18)	15
표 2.3.4	농어촌공사 저수지 저수량('13~'18)	16
표 2.3.5	주요 5대강 유역 평균 유량('13~'18)	17
표 3.1.1	SPI에 의한 가뭄의 분류	21
표 3.1.2	PDSI에 의한 가뭄의 분류	28
표 3.3.1	전국의 연강수량(mm) 및 가뭄빈도(재현기간, 년)	40
표 3.3.2	다목적댐의 연간유입량 갈수빈도분석 결과(2013년 ~ 2015년)	43
표 3.3.3	다목적댐의 연간유입량 갈수빈도분석 결과(2016년 ~ 2018년)	44
표 3.4.1	전국 주요 관측소별 최근 가뭄 심도	46
표 3.4.2	전국 59개 관측소의 '13~'18 기간 중 가뭄사상 추출결과	48
표 3.5.1	기간별 누적 가뭄심도 및 지속기간	69
표 4.2.1	다목적댐의 계약량 대비 공급량 비율	80
표 4.2.2	용수댐의 계약량 대비 공급량 비율	80
표 4.3.1	미국의 가뭄관리 조직 및 역할	86
표 4.3.2	영국의 가뭄관리 조직 및 역할	87
표 4.3.3	호주 - 1999년 도입된 '예외적인 상황'에 대한 기준	87
표 5.1.1	2016~2017년 보령댐 도수로 공급운영 실적	94
표 5.1.2	보령댐 급수체계 조정 현황	98
표 5.1.3	댐 용수공급량 조정 대응단계 및 감축량	100

표 5.1.4	충남지역 누수탐사 추진현황	101
표 5.1.5	긴급 누수저감 사업 수행결과(K-water)	101
표 5.1.6	2017년 가뭄해소위해 비상공급 지원실적(K-water)	103
표 5.1.7	충남지역 가뭄해소위한 홍보 현황(K-water)	104
표 5.2.1	급수지역 피해현황(2013~2018년)	106
표 5.2.2	미급수지역 피해현황(2013년)	108
표 5.2.3	미급수지역 피해현황(2014년)	109
표 5.2.4	미급수지역 피해현황(2015년)	110
표 5.2.5	미급수지역 피해현황(2016년)	112
표 5.2.6	미급수지역 피해현황(2017년)	114
표 5.2.7	미급수지역 피해현황(2018년)	116
표 5.3.1	2017~2018년 가뭄관련 언론보도 시도별 모니터링 결과	117
표 5.3.2	2017년 가뭄관련 언론보도 월별 모니터링 결과	118
표 5.3.3	2018년 가뭄관련 언론보도 월별 모니터링 결과	120

그림 차례

그림 2.1.1 예년대비 연강수량 비율 분포(2013~2018.7)	8
그림 2.1.2 연도별 전국 연강수량('73~'18)	9
그림 2.2.1 전국 월별 자연유출량 (2013~2018.7)	10
그림 2.2.2 유출량 예년비(%)(2013~2018)	11
그림 2.3.1 전국 다목적댐 수문현황('13~'18)	12
그림 2.3.2 전국 용수댐 수문현황('13~'18)	14
그림 2.3.3 전국 지하채 저수지 저수량('13~'18)	15
그림 2.3.4 농어촌공사 저수지 저수량('13~'18)	16
그림 2.3.5 주요 5대강 유역 평균 유량('13~'18)	17
그림 3.1.1 전국 SPI3 (2013~2018.7)	22
그림 3.1.2 전국 SPI6 (2013~2018.7)	25
그림 3.1.3 전국 자기보정 파머지수(2013~2018.7)	28
그림 3.1.4 전국 지표수 공급지수(2013~2018.7)	31
그림 3.2.1 가뭄 예경보 분석 및 발표 프로세스	34
그림 3.2.2 가뭄 예경보 발령지역	35
그림 3.2.3 2016년 국가 가뭄 예경보 발령지역	36
그림 3.2.4 2017년 국가 가뭄 예경보 발령지역	37
그림 3.2.5 2018년 국가 가뭄 예경보 발령지역	38
그림 3.3.1 2013년 ~ 2015년 시군별 가뭄빈도 분포	41
그림 3.3.2 2016년 ~ 2018년 시군별 가뭄빈도 분포	41
그림 3.3.3 2013년 ~ 2015년 댐별 유입량 갈수빈도분석 결과	42
그림 3.3.4 2016년 ~ 2018년 댐별 유입량 갈수빈도분석 결과	43
그림 3.4.1 가뭄 특성의 정의(Yoo et al., 2012)	45
그림 3.4.2 최근 6년간('12.7~'18.6) 관측소별 누적 가뭄심도 및 지속기간	46
그림 3.4.3 속초 관측소 가뭄사상	52
그림 3.4.4 대관령 관측소 가뭄사상	52

그림 3.4.5 춘천 관측소 가뭄사상	52
그림 3.4.6 강릉 관측소 가뭄사상	52
그림 3.4.7 서울 관측소 가뭄사상	52
그림 3.4.8 인천 관측소 가뭄사상	53
그림 3.4.9 원주 관측소 가뭄사상	53
그림 3.4.10 수원 관측소 가뭄사상	53
그림 3.4.11 충주 관측소 가뭄사상	53
그림 3.4.12 서산 관측소 가뭄사상	53
그림 3.4.13 울진 관측소 가뭄사상	54
그림 3.4.14 청주 관측소 가뭄사상	54
그림 3.4.15 대전 관측소 가뭄사상	54
그림 3.4.16 추풍령 관측소 가뭄사상	54
그림 3.4.17 포항 관측소 가뭄사상	54
그림 3.4.18 군산 관측소 가뭄사상	55
그림 3.4.19 대구 관측소 가뭄사상	55
그림 3.4.20 전주 관측소 가뭄사상	55
그림 3.4.21 울산 관측소 가뭄사상	55
그림 3.4.22 광주 관측소 가뭄사상	55
그림 3.4.23 부산 관측소 가뭄사상	56
그림 3.4.24 통영 관측소 가뭄사상	56
그림 3.4.25 목포 관측소 가뭄사상	56
그림 3.4.26 여수 관측소 가뭄사상	56
그림 3.4.27 완도 관측소 가뭄사상	56
그림 3.4.28 제주 관측소 가뭄사상	57
그림 3.4.29 성산 관측소 가뭄사상	57
그림 3.4.30 서귀포 관측소 가뭄사상	57
그림 3.4.31 진주 관측소 가뭄사상	57
그림 3.4.32 강화 관측소 가뭄사상	57
그림 3.4.33 양평 관측소 가뭄사상	58

그림 3.4.34 인천 관측소 가뭄사상	58
그림 3.4.35 인제 관측소 가뭄사상	58
그림 3.4.36 홍천 관측소 가뭄사상	58
그림 3.4.37 제천 관측소 가뭄사상	58
그림 3.4.38 보은 관측소 가뭄사상	59
그림 3.4.39 천안 관측소 가뭄사상	59
그림 3.4.40 보령 관측소 가뭄사상	59
그림 3.4.41 부여 관측소 가뭄사상	59
그림 3.4.42 금산 관측소 가뭄사상	59
그림 3.4.43 부안 관측소 가뭄사상	60
그림 3.4.44 임실 관측소 가뭄사상	60
그림 3.4.45 정읍 관측소 가뭄사상	60
그림 3.4.46 남원 관측소 가뭄사상	60
그림 3.4.47 장흥 관측소 가뭄사상	60
그림 3.4.48 해남 관측소 가뭄사상	61
그림 3.4.49 고흥 관측소 가뭄사상	61
그림 3.4.50 영주 관측소 가뭄사상	61
그림 3.4.51 문경 관측소 가뭄사상	61
그림 3.4.52 영덕 관측소 가뭄사상	61
그림 3.4.53 의성 관측소 가뭄사상	62
그림 3.4.54 구미 관측소 가뭄사상	62
그림 3.4.55 영천 관측소 가뭄사상	62
그림 3.4.56 거창 관측소 가뭄사상	62
그림 3.4.57 합천 관측소 가뭄사상	62
그림 3.4.58 밀양 관측소 가뭄사상	63
그림 3.4.59 산청 관측소 가뭄사상	63
그림 3.4.60 거제 관측소 가뭄사상	63
그림 3.4.61 남해 관측소 가뭄사상	63
그림 3.5.1 기간별 누적 가뭄심도 및 기간 산정 예시	64

그림 3.5.2 '12.7~'13.6 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도	66
그림 3.5.3 '13.7~'14.6 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도	66
그림 3.5.4 '14.7~'15.6 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도	67
그림 3.5.5 '15.7~'16.6 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도	67
그림 3.5.6 '16.7~'17.6 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도	68
그림 3.5.7 '17.7~'18.6 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도	68
그림 3.5.8 서울관측소 SPI3를 이용한 주기성 분석 결과	72
그림 3.5.9 서울관측소 SPI6를 이용한 주기성 분석 결과	73
그림 3.5.10 서울관측소 SPI12를 이용한 주기성 분석 결과	74
그림 4.1.1 2013년 시군별 6개월 표준강수지수(SPI6) 분포	77
그림 4.1.2 2014년 시군별 6개월 표준강수지수(SPI6) 분포	77
그림 4.1.3 2015년 시군별 6개월 표준강수지수(SPI6) 분포	78
그림 4.1.4 2016년 시군별 6개월 표준강수지수(SPI6) 분포	78
그림 4.1.5 2017년 시군별 6개월 표준강수지수(SPI6) 분포	79
그림 4.1.6 2018년 시군별 6개월 표준강수지수(SPI6) 분포	79
그림 4.2.1 시·도별 상수도 유수율 (2016, 환경부)	81
그림 4.3.1 NDMC의 가뭄 감시 현황	83
그림 4.3.2 국가 가뭄 예경보 체계	84
그림 4.3.3 가뭄정보 판단 및 제공 프로세스	85
그림 4.3.4 가뭄 취약성 평가 모식도 및 취약지도(안)	88
그림 4.3.5 2018 국제 가뭄포럼 주요 활동	89
그림 5.1.1 평립댐-수양제 연계 공급	95
그림 5.1.2 합천댐 용수공급 계통도 및 남강댐간 연계운영 모식	96
그림 5.1.3 한강수계 댐 연계 운영 현황	96
그림 5.1.4 댐-보-하굿둑 연계운영 모식	97
그림 5.1.5 보령댐 가뭄대응위해 급수체계 조정 현황	98
그림 5.1.6 운문댐의 가뭄대응위한 지자체 급수체계조정 모식도	99

그림 5.1.7 월별 절수 관련 주요지표 변동추이	102
그림 5.1.8 가뭄 취약성 개념	105
그림 5.2.1 급수 보급지역 피해현황	107
그림 5.3.1 2017년 지역별 가뭄관련 언론보도 발생 현황	118
그림 5.3.2 2017년 월별 가뭄관련 언론보도 분포도	119
그림 5.3.3 2017년 지역별 가뭄관련 언론보도 발생 현황	120
그림 5.3.4 2017년 월별 가뭄관련 뉴스 분포도	121

제1장 머리말



제1장 머리말

- 가뭄은 홍수와 달리 장기간에 걸쳐 광범위한 지역에 피해를 발생시키는 재해임
 - 강수량 부족이 지속될 경우 농업 생산에 피해를 입히고, 더 장기화 될 경우 수자원 감소로 이어져 생공용수 공급에 차질을 빚으며, 사회·경제적인 피해로 확대됨
 - 이러한 가뭄의 진행 과정에 따라 가뭄은 기상학적 가뭄, 농업 가뭄, 수문학적 가뭄, 사회경제학적 가뭄으로 분류됨
- 우리나라의 가뭄은 규모의 차이는 있지만 2000년 이후 발생 주기가 짧아져 2008년 이후에는 거의 매년 발생하고 있으며, '13~'18년까지 5년에 걸친 장기 가뭄은 전국적인 피해를 초래함(김한수 등, 2016)
- 우리나라는 여름철 홍수기에 연강수량의 2/3가 발생하는데,
 - '13~'17년 여름철 강수가 연속적으로 예년에 못 미치면서 가뭄이 장기화 됨
 - 기상학적 가뭄이 수문학적 가뭄으로 확대되면서 주요 생공용수 공급원인 다목적댐, 용수댐의 저수율은 정상적인 용수 공급을 위협하는 수준으로 저하되었음
 - 다행히 보령댐 도수로나 금호강 도수로 등 대체수원의 활용과 수원 간 연계공급, 공급체계 변경 등 적극적인 대응과 '18년 봄, 여름의 강수 영향으로 수원들의 상황이 회복되면서 피해를 최소화할 수 있었음
- 비록 '13~'18년에 걸친 장기 가뭄은 해소되었지만, 이러한 규모의 가뭄은 향후 재발할 수 있음
 - 기후변화의 영향을 고려한다면, 더 큰 규모의 장기 가뭄 발생도 우려되는 상황임
 - 따라서 '13~'18년 가뭄을 분석하고 평가하는 일은 향후 발생할 수 있는 가뭄 대비에 필수적인 일이라 할 수 있음
- 본 보고서는 '13~'18년 가뭄의 기상·수문학적 특징을 분석하고, 이로 인한 피해 발생 지역과 규모를 검토하며, 가뭄 대응 대책을 되돌아봄으로써 가뭄 대비에 필요한 정보 제공을 목적으로 함

제2장 수문현황

2.1 강수량

2.2 유출량

2.3 수문현황

제2장 수문현황

2.1 강수량

- 기상청(ASOS, AWS), 환경부, K-water 관할 1,290개 관측소의 강우 관측 자료를 바탕으로 전국 167개 시군 면적강수량을 2013~2018년 7월에 대해 산정함
- 167개 시군의 면적강수량 산정 결과,
 - 2013년, 강원 영동, 충남 서부 일부 지역, 경상, 남해안 지역을 중심으로 예년 대비 90% 이하의 강수 발생
 - 2014년, 경기, 강원 영서 지역이 예년 대비 70% 이하의 강수가 발생했으며, 특히 경기 북부는 예년 대비 50% 이하의 강수가 발생하여 강수 부족 심각했음
 - 2015년, 제주, 남해안 및 강원 영동 일부 지역을 제외한 대부분의 지역에서 예년 대비 90% 이하로 강수 부족 발생
 - 2016년, 경기, 강원, 충청 일부 지역을 중심으로 강수 부족이 발생했으며, 특히 충남 북서부, 경기 남부 지역 예년 대비 70% 이하 강수 발생
 - 2017년, 전국 대부분 지역이 예년 대비 90% 이하의 강수가 발생했고, 특히 남부 지역은 예년 대비 70% 이하의 강수가 발생했으며, 경남 일부 지역에서는 예년 대비 50% 이하의 강수 발생으로 강수 부족이 심각했음
 - 2018년 7월까지, 전국 대부분 지역이 예년 대비 100% 수준의 강수 발생

표 2.1.1 예년대비 연강수량 비율(%)

	전국	강원	경기	충남	충북	전남	전북	경남	경북	제주
2013	93.5	105.9	108.2	89.9	93.6	87.6	94.6	81.0	86.1	99.1
2014	89.5	72.3	59.7	81.0	78.1	103.1	94.5	105.6	102.3	155.7
2015	74.6	71.8	62.6	64.3	63.6	84.6	68.8	84.3	69.9	166.5
2016	96.2	90.0	76.3	78.4	85.2	107.7	91.4	114.5	98.2	144.9
2017	74.7	89.6	82.4	76.7	93.8	63.6	72.1	55.3	84.9	81.3
2018 (1~7월)	100.5	107.3	100.7	99.0	95.7	94.4	95.3	98.1	315.9	129.0

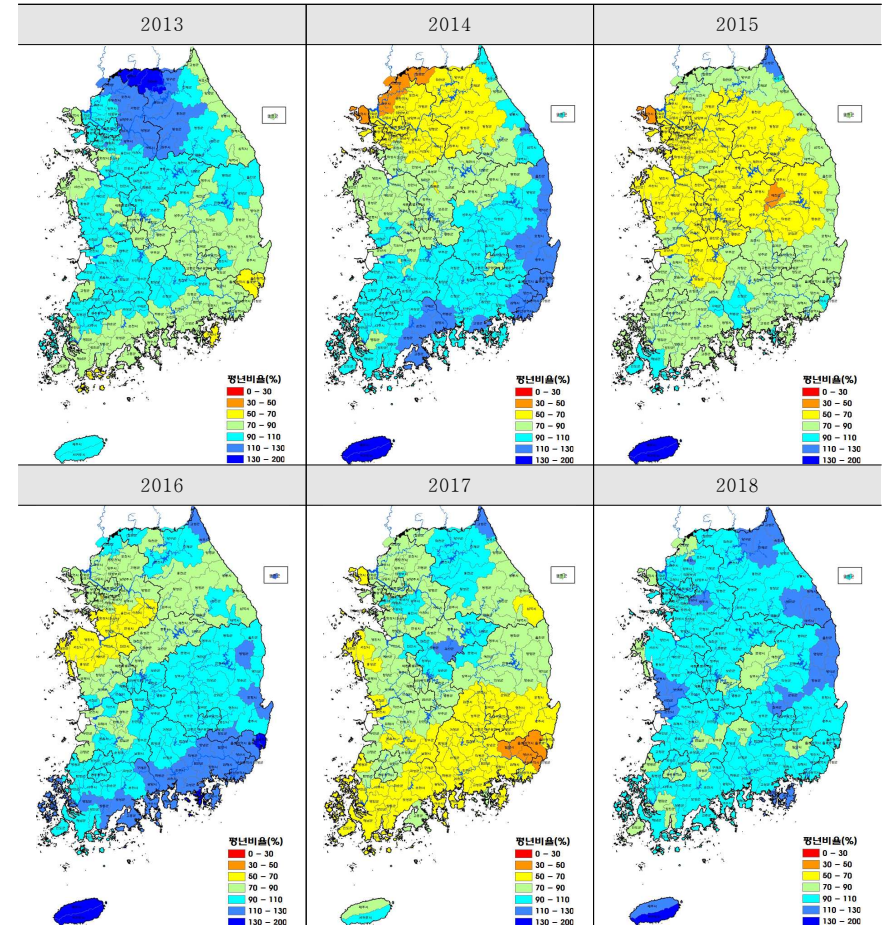


그림 2.1.1 예년대비 연강수량 비율 분포(2013~2018.7)

- 최근 6개년간 강수량의 과거 통계자료간 비교를 통해 기상학적 가뭄의 심각성을 평가하였음
 - 2015년 연강수량 949mm은 과거 44년간의 연강수량에서 최저 3위, 2017년은 966mm로 최저 5위를 기록하여 매우 심각한 강수부족이 지속 발생함
 - 2013년이후, 평균강수량(1307mm) 이하의 강수가 지속 발생하였으며, 2015년 극심한 강수부족으로 기상·수문학적 가뭄 심화에 원인으로 작용

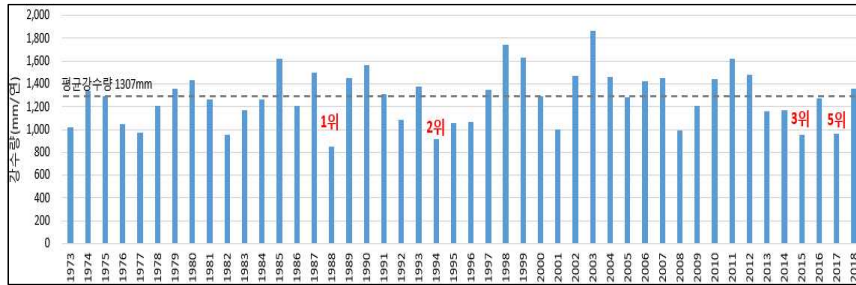


그림 2.1.2 연도별 전국 연강수량 ('73~'18)

표 2.1.2 최근 6개년의 연강수량 및 최저순위

구 분 (연도)	2013	2014	2015	2016	2017	2018
연강수량(mm)	1162.2	1173.1	949.3	1272.4	966.8	1,355
최저순위	14위	16위	3위	22위	5위	29위

※ 1988년 848mm(1위), 1994년 912mm(2위)

2.2 유출량

- 전국의 하천 유출량을 수위-유량 관계식에 의해 산정하는 것은 자료의 가용성 부족 및 신뢰성 면에서 적용이 어려움
- 본 분석에서는 일단위 강우-유출 모형인 토양수분 저류구조 Tank 모형(Sugawara et. al., 1984)을 활용하여 제주도를 제외한 전국 113개 중권역에 대한 유출량을 산정함
- 2013~2018년 7월까지의 유출량 산정 결과, 2013~2017까지 매년, 예년('67~'12) 대비 100% 이하의 유출량이 발생함
- 우리나라는 연유출량의 약 72%가 6~9월에 발생하는데, 2013~2017년 매해 이 기간의 유출량이 예년 이하를 기록함
 - 특히, 2015년은 6~9월 전체에 예년 이하의 유출량을 기록하였음

표 2.2.1 전국 월별 예년대비 자연유출량 비율(%)

	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
1월	168.9	79.5	111.4	104.9	124.1	62.4
2월	244.0	68.9	71.2	162.4	59.9	31.9
3월	170.5	93.2	60.2	131.5	40.9	230.8
4월	65.0	49.4	94.4	134.3	55.3	154.3
5월	95.3	43.6	55.8	101.8	16.6	175.9
6월	70.1	22.7	22.1	26.9	10.6	90.5
7월	143.3	26.9	53.3	107.0	93.1	82.0
8월	56.7	118.6	27.0	13.3	91.9	-
9월	55.1	64.5	19.4	74.3	38.9	-
10월	124.9	161.9	62.3	234.1	94.3	-
11월	73.4	149.6	242.7	68.5	39.6	-
12월	117.5	140.6	224.1	162.1	43.2	-
합계	96.5	72.5	52.7	81.9	66.6	-

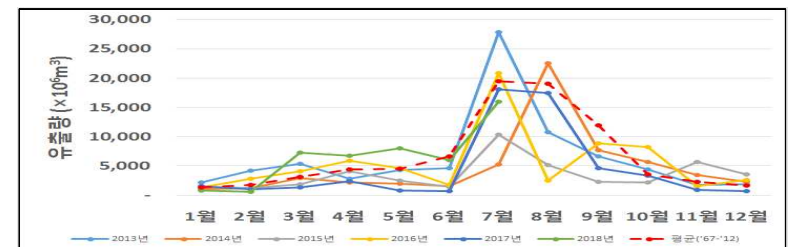


그림 2.2.1 전국 월별 자연유출량 (2013~2018.7)

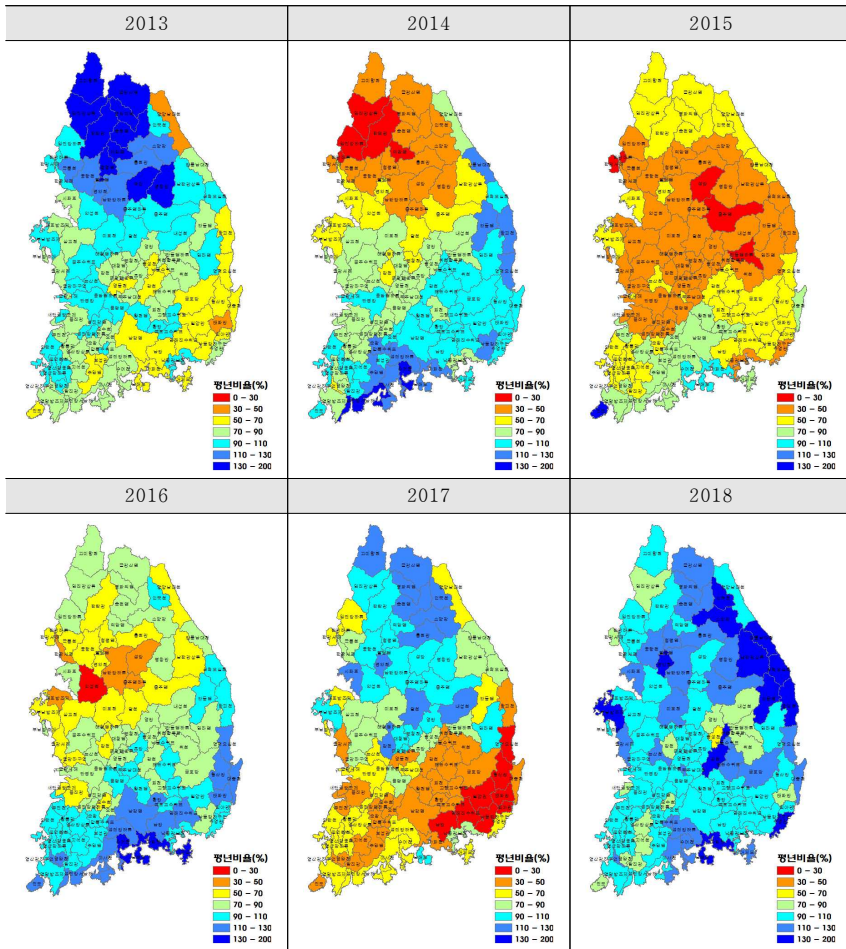


그림 2.2.2 유출량 예년비(%)(2013~2018)

2.3 수문현황

2.3.1 다목적댐

- 2013년부터 2018년 7월초까지의 전국 다목적댐(19개소)의 수문현황
 - 2013년 초(1월 1일) 다목적댐의 총 저수량은 83.9억㎥으로 예년(63.9억㎥)보다 약 20억㎥ 가량 많았음(예년의 131.3%)
 - 그러나, 지속된 강수 부족 현상으로 10월초 기준 예년수준(97.6%)의 저수율에 도달함
 - 2014~15년에도 이러한 강수부족 현상이 지속되어, '15년 10월초 기준 총 저수량은 48.8억㎥으로 예년(77.1억㎥)보다 약 28.3억㎥ 가량 부족하였음(예년대비 63.3%)
 - 특히, 충남 서부권 8개 시군에 용수를 공급하는 보령댐의 경우 저수량이 26.5억㎥(예년 69.2억㎥, 대비 38.2%)까지 떨어지기도 하였음
- 2017년의 경우 전체적인 수량은 예년수준(96.6%)으로 나타났으나, 지역의 편차가 심하였음
 - 여름철 강수량이 많이 발생(예년대비 108~127% 수준) 하였던 소양강·충주·횡성댐은 예년대비 높은(102~115%) 저수량을 기록하였지만,
 - 남부지방의 경우 강수량이 적었던(예년대비 58~73% 수준) 밀양·주암댐은 예년대비 낮은(50~64%) 저수량을 기록하였음
- 2018년은 2016~2017년부터 지속된 강수부족 현상으로 2월말까지 강원 속초, 전남 완도 등 도서해안지역을 중심으로 가뭄피해가 발생함
 - 이후, 3월초 봄비의 영향과 7월초 장마의 영향으로 7.10 현재 기준으로 저수량 69.5억㎥(예년대비 135.6% 수준) 확보 중



그림 2.3.1 전국 다목적댐 수문현황('13~'18)

표 2.3.1 전국 다목적댐 수문현황('13~'18)

구 분		2013.10.1	2014.10.1	2015.10.1	2016.10.1	2017.10.1	2018.7.10
저수량 (억㎥)	금회	76.8	68.9	48.8	66.6	73.9	69.5
	예년	78.7	78.6	77.1	76.8	76.5	51.3
	대비(%)	97.6	87.6	63.3	86.8	96.6	135.6
누적 강수량 (㎜)	금회	1,107.4	2,301.5	3,294.5	4,580.2	5,706.4	6,563.9
	예년	1,273.3	2,668.3	4,028.9	5,395.5	6,748.8	7,477.9
	대비(%)	87.0	86.3	81.8	84.9	84.4	87.8

2.3.2 용수댐

- '13년부터 '18년 7월초까지의 전국 용수댐(14개소)의 수문현황
 - '13년 초(1월 1일) 용수댐의 총 저수용량은 2.7억㎥으로 예년(2.0억㎥)보다 약 0.7억㎥ 가량 많았음(예년의 132.4%)
 - 그러나, 지속된 강수부족 현상으로 '13년 10월초 기준 저수율은 예년대비 65.8% 수준을 기록함
 - '14년 7월말에는 예년대비 57.4% 수준까지 감소함
 - 이후, '14년 8월초 장마의 영향으로 예년대비 높은 저수량을 기록하였으나,
 - '15년 여름철 마른장마의 영향으로 다시 예년보다 낮은(79.8% 수준) 저수량을 기록함
- 2017년의 경우 용수댐 저수량은 10월초 기준 예년의 60.5% 수준으로 급감하였으며,
 - 특히, 대구광역시 등 4개 시군에 용수를 공급하는 운문댐은 예년대비 34.1% 수준, 영광군 등 4개 시군에 용수를 공급하는 평림댐은 예년대비 58.9% 수준을 기록하는 등 가뭄이 심각하였음
- 2018년은 '16~ '17년부터 지속된 강수부족 현상으로 2월말 저수율은 예년대비 67.9% 수준을 기록하였음
 - 특히 운문댐의 경우 저수율이 8.2%(저수량 13.2억㎥)까지 급감하기도 하였음
 - 이후 3월초 봄비의 영향과 7월초 장마의 영향으로 7.10 현재 기준으로 저수량 2.9억㎥을(예년대비 142.2% 수준) 확보 중임



그림 2.3.2 전국 용수댐 수문현황('13~'18)

표 2.3.2 전국 용수댐 수문현황('13~'18)

구 분		2013.10.1	2014.10.1	2015.10.1	2016.10.1	2017.10.1	2018.7.10
저수량 (억㎥)	금회	1.7	3.1	2.1	2.8	1.5	2.9
	예년	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5	2.0
	대비(%)	65.8	116.1	79.8	106.5	60.5	142.2
누적 강수량 (㎜)	금회	831.6	2,283.2	3,399.6	4,767.6	5,801.6	6,713.3
	예년	1,279.0	2,681.0	4,062.1	5,443.7	6,803.7	7,592.6
	대비(%)	65.0	85.2	83.7	87.6	85.3	88.4

2.3.3 저수지(지자체, 농촌공)

- 생공용수를 공급하는 전국 지자체 저수지(97개소)의 수문현황
 - 조사를 시작한 2017년의 경우 전국적인 강수부족현상에 따라 만수위 대비 56.6% 수준인 1.41억㎥의 저수용량을 확보함
- 겨울부터 지속된 강수부족 현상으로 2018년 초 만수위 대비 44.0% 수준까지 급감함
 - 3월초 전국적인 봄비의 영향과 7월초 이른 장마의 영향으로 만수위 대비 73.1% 수준인 1.82억㎥의 저수량을 확보 중임

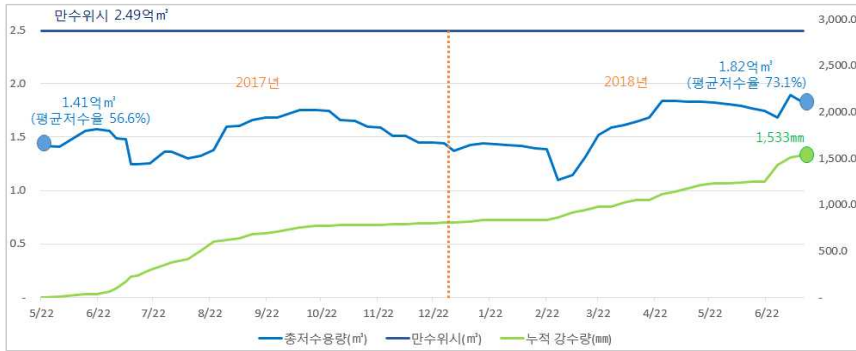


그림 2.3.3 전국 지하채 저수지 저수량('13~'18)

표 2.3.3 전국 지하채 저수지 저수량('13~'18)

구 분	2017년도				2018년도		
	3.31	6.30	9.30	12.31	3.31	6.30	7.10
저수량 (억m³)	-	1.5	1.7	1.4	1.6	1.7	1.8

- 농어촌공사 소관 저수지 중 목적 외 사용 계약으로 생공용수를 공급하는 저수지(전국 17개소)의 수문현황
 - '13년 초(1월 1일) 생공용수를 공급하는 농업용저수지의 총 저수용량은 1.6억m³으로 예년(1.4억m³)보다 약 0.2억m³ 가량 많았음(예년의 114.6%)
 - 그러나 최근 5년간 지속적으로 여름철 강수량이 예년보다 부족하여, 매년 여름철이 끝난 10월 1일 기준으로 볼 때 예년대비 부족한 저수량을 기록함
 - 특히 2015년의 경우 10월초 저수용량은 0.5억m³으로 예년(1.3억m³) 대비 41.0% 수준이었음
 - 2018년의 경우 봄철 많은 양의 강수와 7월 초 장마의 영향으로 현재(7.10 기준) 예년대비 높은 저수량을 보유 중임



그림 2.3.4 농어촌공사 저수지 저수량('13~'18)

표 2.3.4 농어촌공사 저수지 저수량('13~'18)

구 분	2013.10.1	2014.10.1	2015.10.1	2016.10.1	2017.10.1	2018.7.10	
저수량 (억m³)	금회	1.1	1.3	0.5	0.8	1.3	1.5
	예년	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.1
	대비 (%)	89.0	100.0	41.0	63.2	97.5	129.4

2.3.4 하천

- '13~'18년 주요 5대강(한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강)의 수문현황
 - 연유량 평균을 비교하면 앞선 댐 및 저수지 현황에서도 나타나듯이, 가뭄이 극심했던 2015년의 유량이 다른 해에 비해 매우 낮았음(연간 유량 평균 : 85.2m³/s)
 - 2018년의 경우 작년부터 지속된 강수부족현상으로 연초(2월)까지 낮은 유량을 보였으나, 3월초 봄비의 영향과 7월초 장마의 영향으로 충분한 하천 수량을 확보 중임

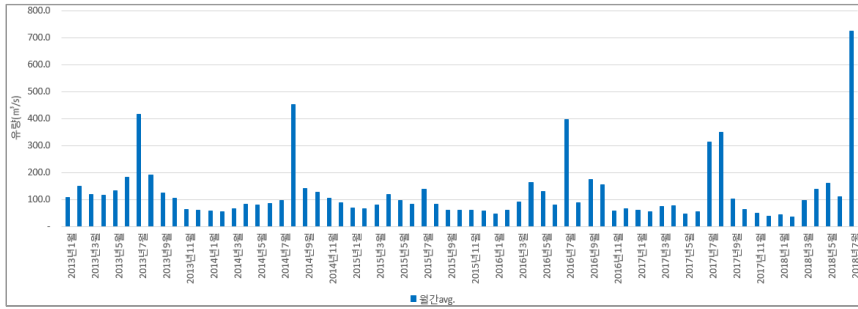


그림 2.3.5 주요 5대강 유역 평균 유량('13~'18)

표 2.3.5 주요 5대강 유역 평균 유량('13~'18)

구 분	2013년도		2014년도		2015년도		2016년도		2017년도		2018년도	
	1월	7월	1월	7월	1월	7월	1월	7월	1월	7월	1월	7월
월간 유량 평균 (m³/s)	107.9	415.3	58.5	96.7	68.6	139.7	47.2	396.0	61.2	313.0	45.5	723.7
연간 유량 평균 (m³/s)	148.7		153.2		85.2		124.6		114.0		187.1 (1~7월 평균)	

제3장 가뭄현황 분석

3.1 가뭄지수

3.2 가뭄예경보

3.3 가뭄빈도

3.4 가뭄심도

3.5 가뭄특성

제3장 가뭄현황 분석

3.1 가뭄지수

3.1.1 표준강수지수

- SPI 지수(McKee et. al., 1993)는 기상학적 가뭄지수로 가장 일반적으로 활용되는 평가 방법임
 - 특정한 시간에 대한 계산 단위를 3, 6, 9, 12개월 등과 같이 설정하고, 시간단위별로 강수 부족량을 계산하여 각각의 용수공급원이 가뭄에 미치는 영향을 산정하는 방식임
 - 이렇게 특정 시간단위로 산정된 SPI 지수는 각 시간단위에 따라 여러 분야에 활용 가능함
- 가뭄분석 시스템을 통해 지속시간 3개월(SPI3), 6개월(SPI6)에 대해 2013년 1월부터 월단위로 분석을 진행하였으며, 표 3.5는 SPI에 의한 가뭄의 분류를 도시한 것임

표 3.1.1 SPI에 의한 가뭄의 분류

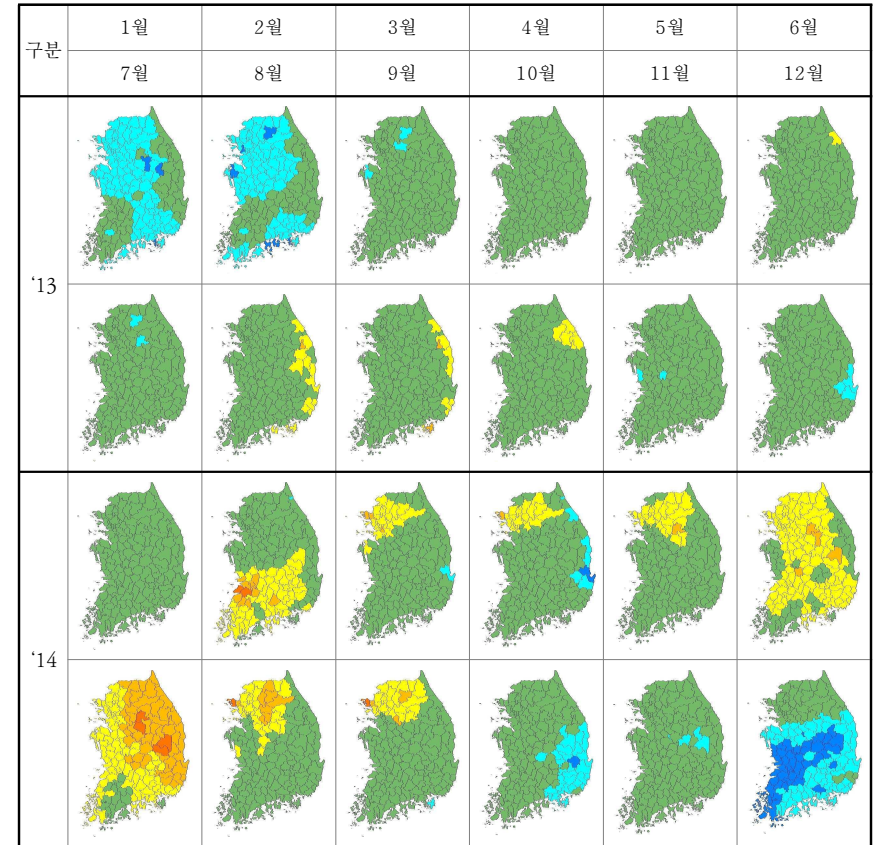
가뭄지수의 범위	수분상태	가뭄지수의 범위	수분상태
2.0 이상	극한습윤	1.5 ~ 2.0	심한습윤
1.0 ~ 1.5	보통습윤	-1.0 ~ 1.0	정상상태
-1.5 ~ -1.0	보통가뭄	-2.0 ~ -1.5	심한가뭄
-2.0이하	극한가뭄		

- 분석 대상지점은 기상청에서 관리하고 있는 관측소중 남한 내륙의 64개 관측소 자료를 활용함
 - 이들 관측소의 과거 관측일로부터 일 강수량 자료를 이용하였고, 역거리가중법 (Inverse Distance Weighting, IDW)으로 공간보간하고, 최종적으로 시군 단위로 평균하여 도시함

가. SPI3

- 지속시간 3개월인 경우 '15년 하반기와 '17년 상반기가 가장 가뭄이 심각했던 것으로 나타남

- 연도별로 살펴보면, '13년 8월부터 일부 영동지방부터 가뭄이 발생하기 시작하여 '14년도 들어 전국적으로 확산되다가 '16년 잠시 주춤하였으며 이후 '17년 상반기부터 다시 심각해지다가 '18년 3월부터 해갈되어 가는 것으로 분석됨



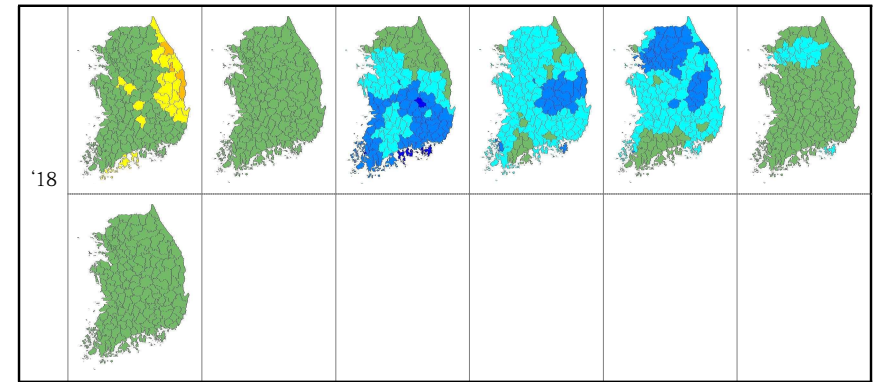
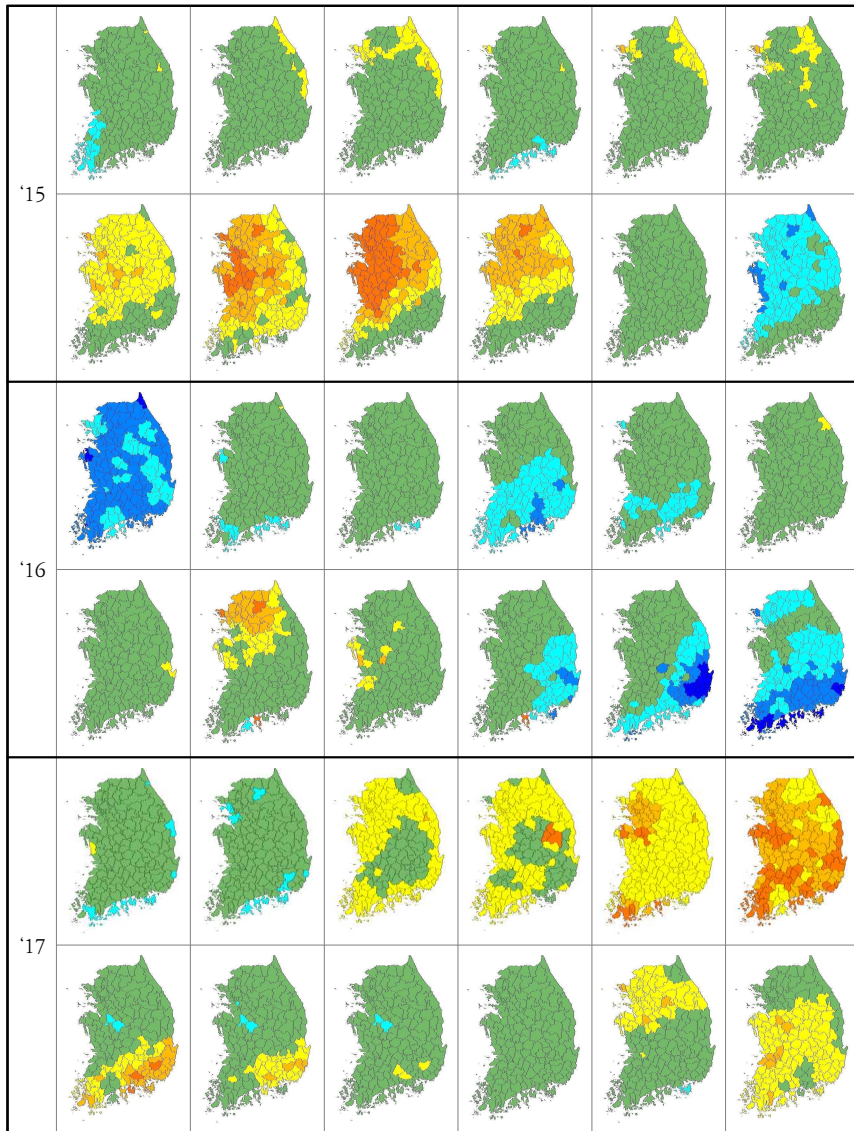
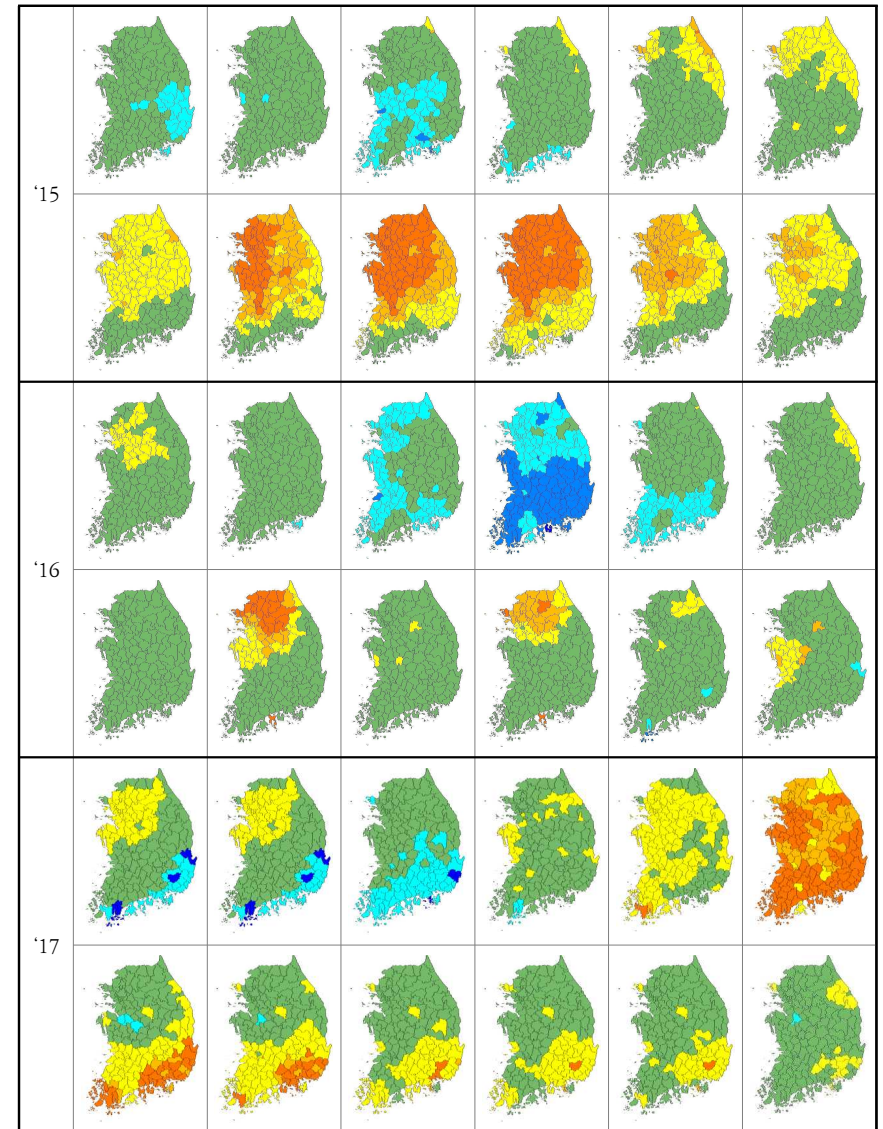
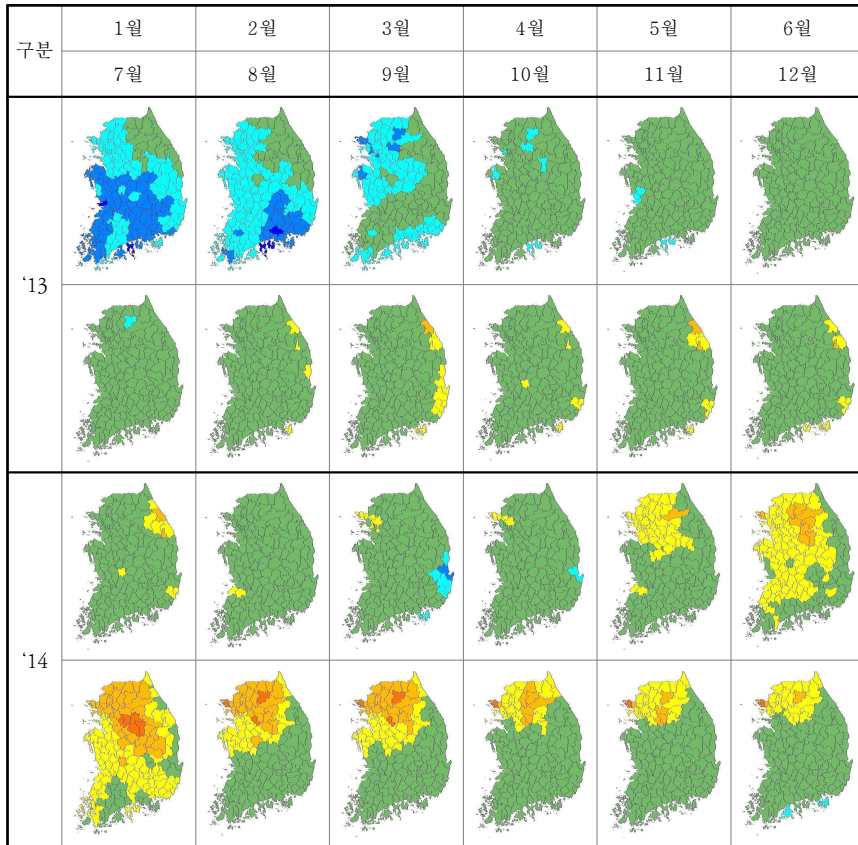


그림 3.1.1 전국 SPI3 (2013~2018.7)

나. SPI6

○ SPI6의 경우 SPI3와 유사한 것으로 나타남

- '15년 하반기와 '17년 상반기가 가장 심각했던 것으로 나타났고 특히, '13년 8월부터 영동 일부지역에서 시작된 가뭄은 '18년 3월까지 '15년 1,2월, '16년 2~5월, '17년 3월을 제외하고 우리나라는 지속적으로 가뭄의 영향을 받은 것으로 분석됨



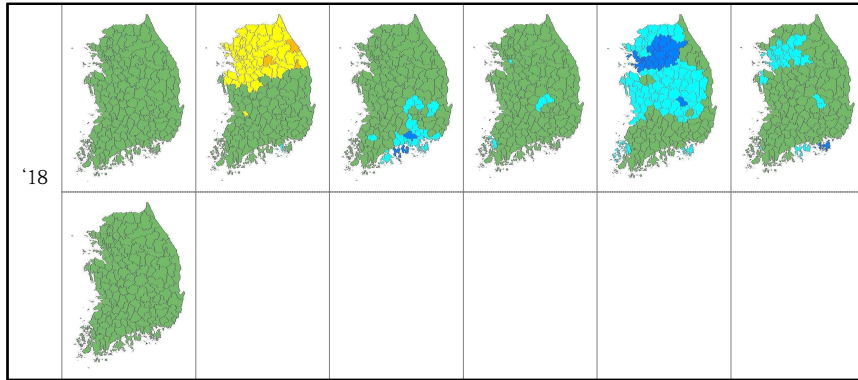


그림 3.1.2 전국 SPI6 (2013~2018.7)

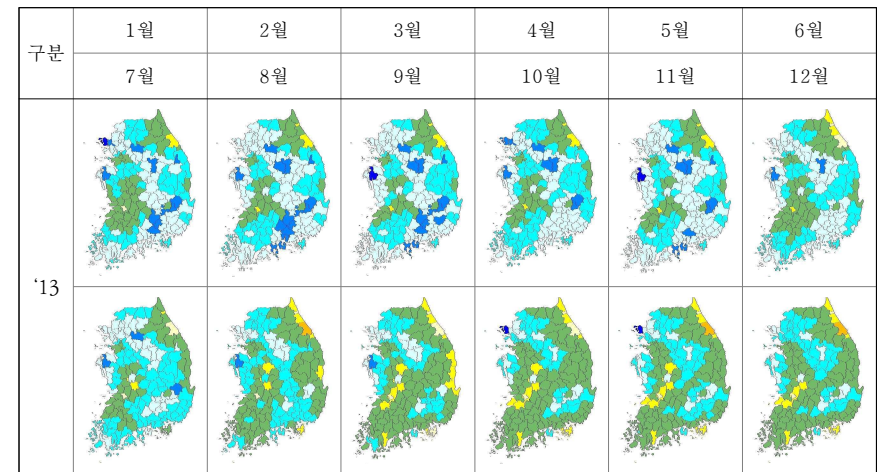
3.1.2 파머지수

- PDSI는 기후가 상이한 두 지역에 대한 지역적인 편차를 고려함으로써 시간과 공간의 일관된 비교를 통해 얻어지는 가뭄지수로 개발되어 세계적으로 널리 사용되고 있음
- Palmer(1965)는 가뭄을 “장기간의 이상 수분부족”이라 정의하였으며, 이상 수분부족은 “정상적인 기후에서 현저하게 벗어난 비정상적인 수분부족 기간”이라 정의함
 - 이러한 PDSI 지수는 수문학적 가뭄지수로 가뭄 정의를 통해 Palmer는 가뭄의 심도를 수분부족량과 수분부족기간의 함수로 나타내었음
- PDSI지수는 강수량, 기온 뿐 만아니라 유효토양수분량과 일조시간 등의 자료를 사용해서 Thornthwaite와 Mather(1955)의 월열지수법(Monthly heat index method)으로 잠재증발산량을 추정한 후, 대상지역의 실제 강수량과 기후학적으로 필요한 강수량과의 차이를 계산함으로써 수분편차를 계산함
 - 즉, 강수량과 기온 자료뿐 만아니라 지역적 유효토양수분량에 근거하여 산정된 잠재량들로부터 증발산량, 함양량, 유출량 및 손실량을 포함하여 물수지 방정식의 모든 기본적인 사항들이 결정됨
 - 하지만 수분편차만을 이용하여 가뭄의 심도를 비교하는 것은 적절하지 않을 수 있기 때문에 시 공간적 편차를 보정하기 위해 기후특성인자를 계산하여 최종적으로 PDSI 지수를 산정하는 방식임
 - 64개의 관측소의 일 강수량 및 기상 자료를 이용하였고 최종적으로 IDW 기법으로 공간보간하고, 이를 다시 전국 시도단위로 평균하여 도시함

표 3.1.2 PDSI에 의한 가뭄의 분류

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 경우 '13년 속초지역에서 시작된 가뭄은 영동지방과 일부 중부지방을 중심으로 확산되다가 '15년 상반기 잠시 주춤하다가 '15년 하반기에 가장 심각했던 것으로 나타났으며 이후 '17년 5월부터 다시 심해진 가뭄은 '18년 7월까지 지속되고 있는 것으로 나타남



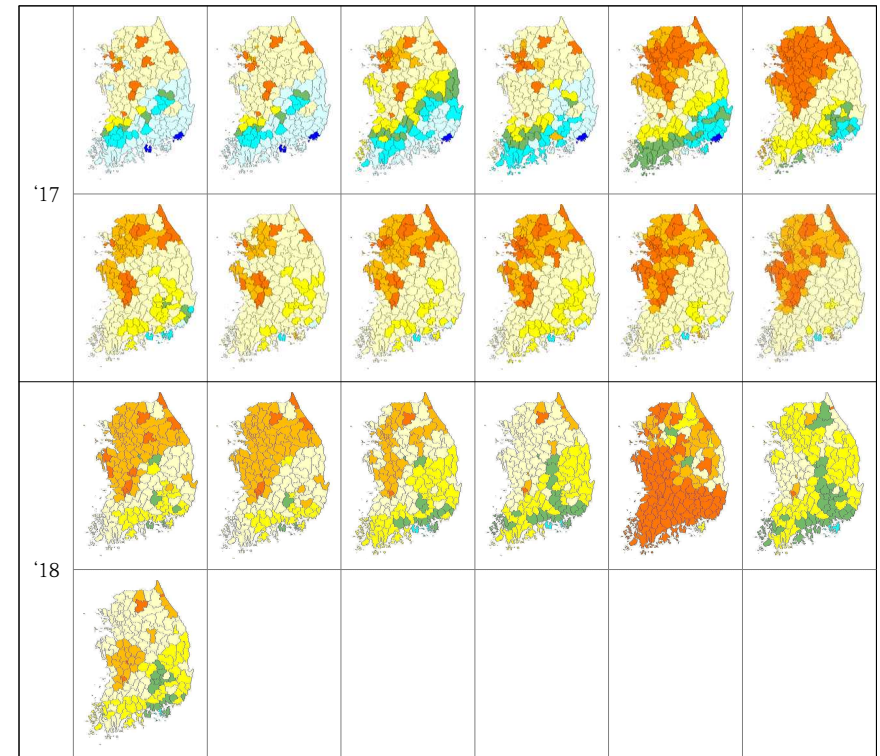
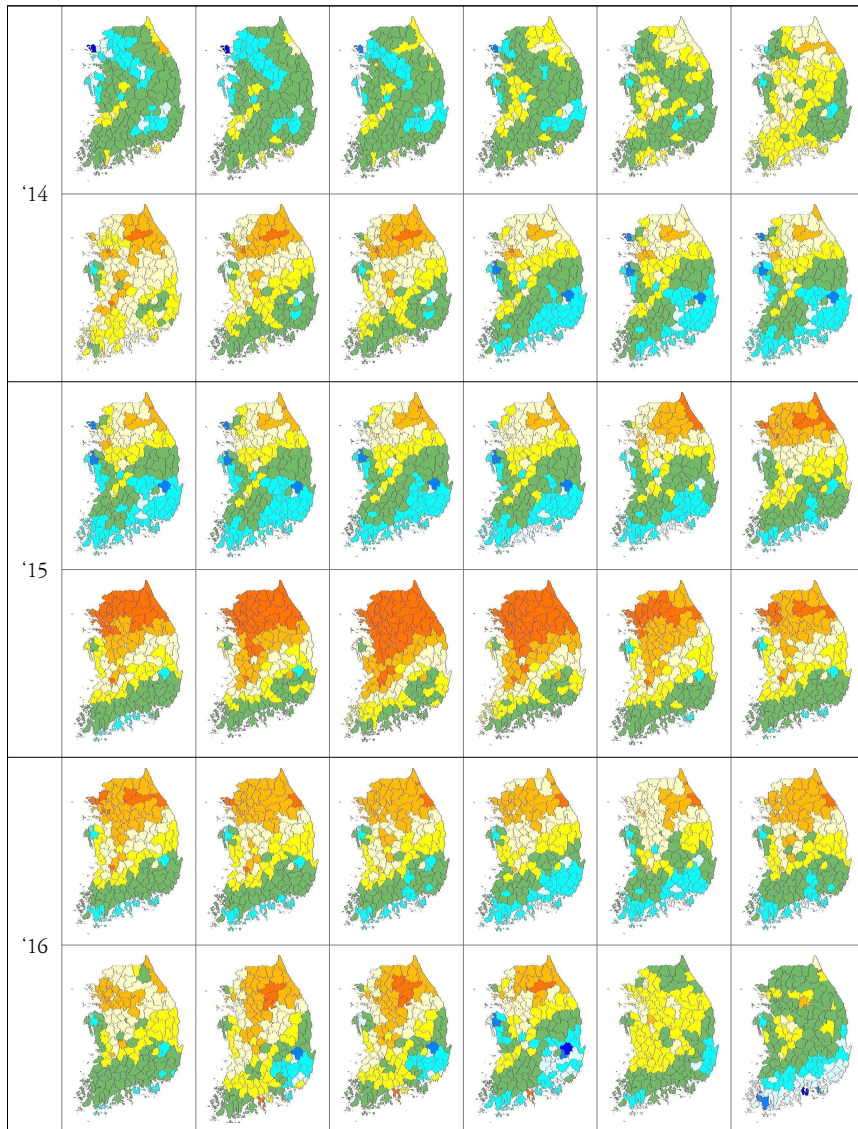


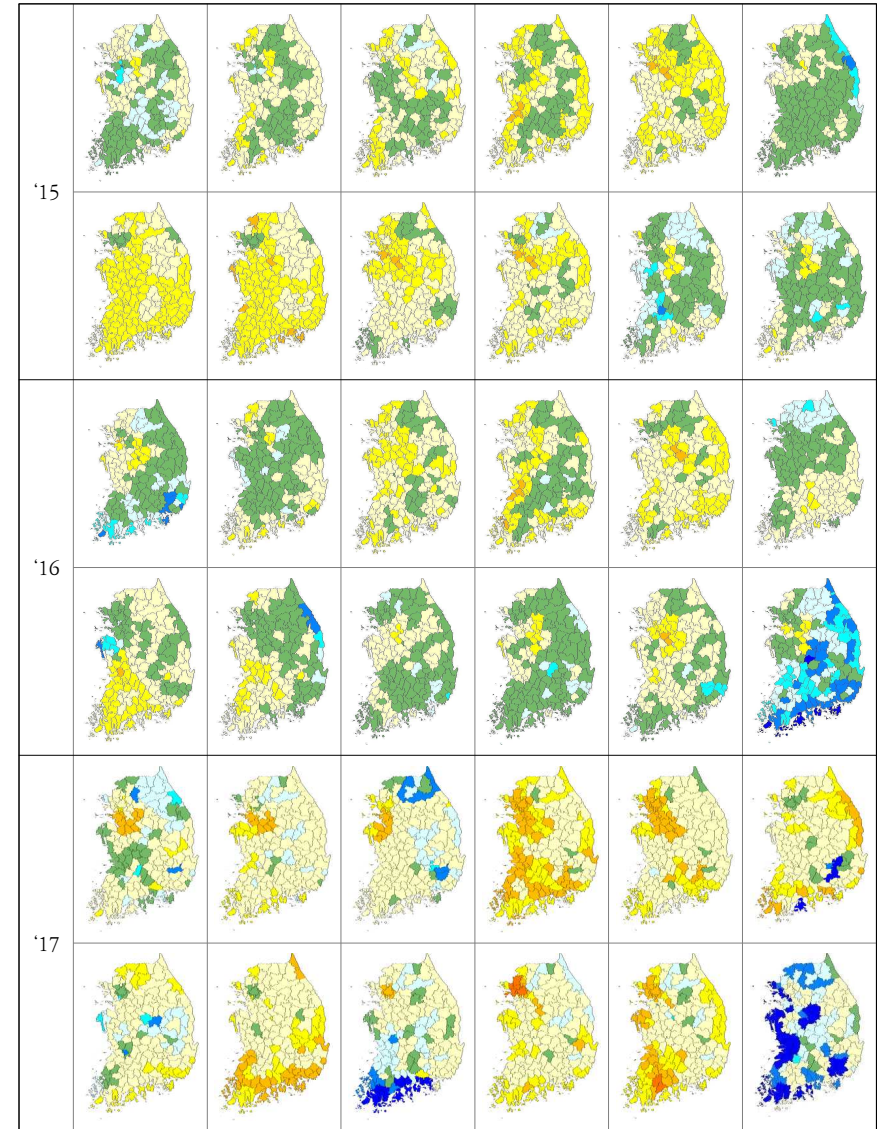
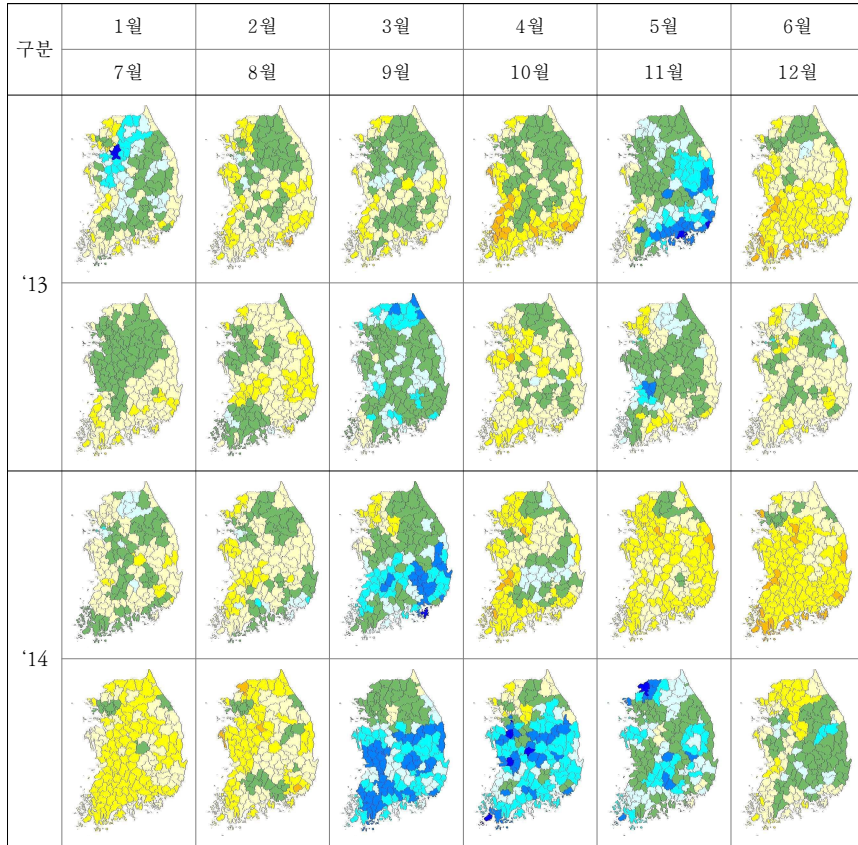
그림 3.1.3 전국 자기보정 파머지수(2013~2018.7)

3.1.3 지표수 공급지수

- 지표수 공급지수(MSWSI)는 수문학적 가뭄지수인 SWSI를 보완한 지수로서 지하수위 인자를 고려하여 지표 및 지표하 수문특성을 반영할 수 있는 장점이 있음
 - MSWSI는 전국을 32개 구역으로 분할한 MSWSI 구역 단위로 계산됨
 - 각 구역별로 선정된 입력자료들의 월별 통계치(평균, 표준편차)를 계산한 후, 특정 월의 자료와 평균, 표준편차를 이용하여 비초과확률을 계산함
 - 입력 인자별 월별 평균치를 이용하여 해당 월의 가중치를 계산한 후, 이를 앞서 계산된 비초과확률과의 MSWSI 계산식에 따라 최종적인 MSWSI값을 산정하게 됨
 - 가중치의 산정은 월별 통계자료를 이용하여 계산되는데, 자료가 존재하지 않는 월일

경우 존재하지 않는 자료를 제외한 나머지를 이용하여 계산된 가중치를 사용하여 가뭄지수를 계산함

- 2013년부터 자료를 바탕으로 K-water의 가뭄정보시스템(국토교통부와 한국수자원공사, 2008)을 이용하여 MSWSI를 계산하고 가뭄을 분석함
 - 2013년부터 MSWSI 계산 결과는 SPI와 유사하게 '15년 하반기와 '17년 상반기가 가장 심했던 것으로 나타났으나 가뭄의 영향을 받은 지역은 SPI 보다 넓게 분포하고 심도는 적은 것으로 나타남



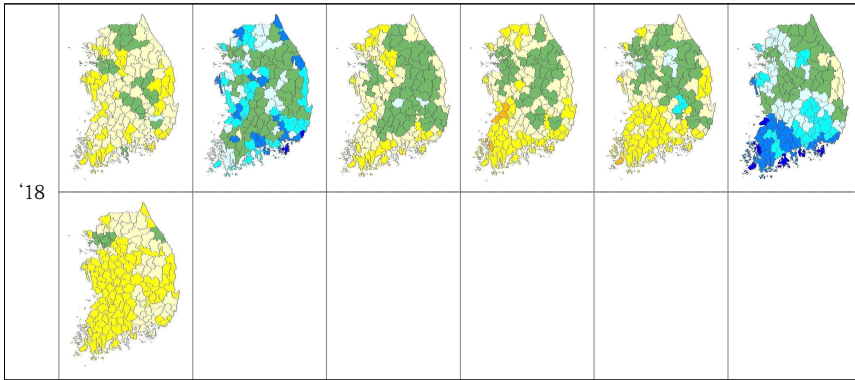


그림 3.1.4 전국 지표수 공급지수(2013~2018.7)

3.2 가뭄예경보

3.2.1 가뭄 예경보 체계

- '15년 9월 국가정책조정회의를 통해 국가 가뭄 예경보 시행이 결정되었으며, 이후 '16년 2월 제3차 물관리협의회에서 가뭄 예경보를 위한 구체적 시행방안을 확정함
- 가뭄 예경보는 관계부처 및 K-water 등 산하기관이 참여하며 기상가뭄, 생활 및 공업용수 가뭄, 농업가뭄의 총 3가지 가뭄에 대해 현황 및 1, 3개월 전망을 심각한 정도에 따라 구분하여 발표하며, '16년 3월부터 시범운영되어 '17년 1월 정식운영중에 있음
- 가뭄 예경보의 발령주체는 행정안전부 장관이고, 관계부처 공동명의로 발령되며, 매월 1일 기준 전국 167개 시군을 대상으로 가뭄정보를 분석하고 관계부처 회의를 통해 매월 10일 대국민 발표중에 있음

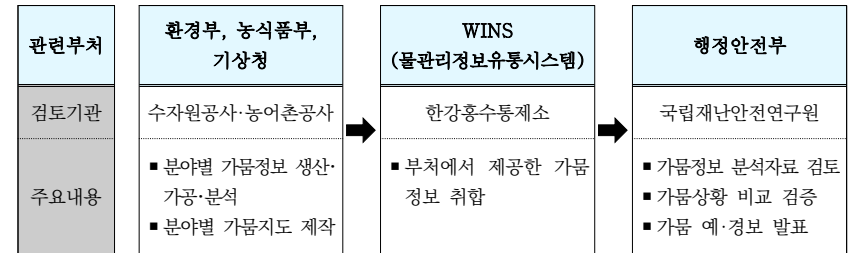


그림 3.2.1 가뭄 예경보 분석 및 발표 프로세스

3.2.2 가뭄 예경보 발령 현황 ('16.3월~, 매월)

- '16~18년 가뭄 '주의' 및 '심함' 단계가 발령된 지역 중 6회 이상 가뭄이 지속된 지역은 28개 시·군으로 나타났으며, 보령댐, 운문댐, 밀양댐 등을 수원으로 활용 공급중인 시·군에서는 11회 이상 가뭄 예경보 발령이 된 바 있음

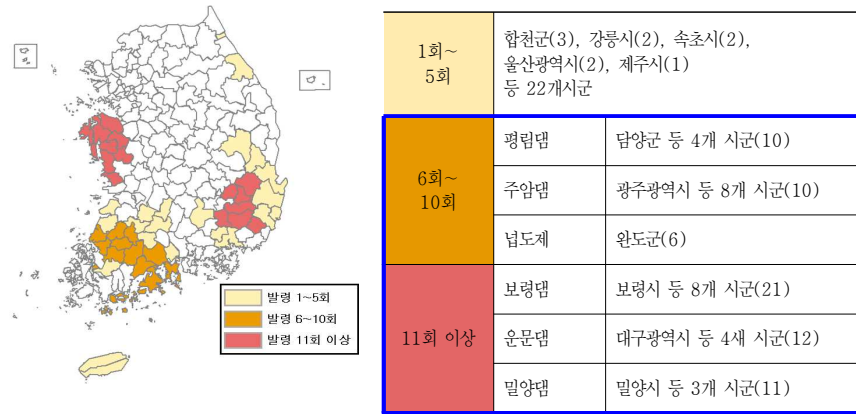


그림 3.2.2 가뭄 예경보 발령지역

- 2016년도에는 보령댐 공급지역(충남8개 시군) 중심으로 가뭄이 지속되었으며, 6월 오봉댐 저수량 하락에 따라 강릉시 가뭄 '주의' 단계 발령, 이후 강수영향으로 가뭄상황 '정상'으로 호전됨
- 3월 '주의' 단계 수준이던 보령댐 등을 수원으로 활용 공급중인 충남 8개 시군은 4월부터 '정상' 상황으로 호전되었으나, 9월부터 '주의' 단계 재발령 후 가뭄상황이 지속된 것으로 분석됨

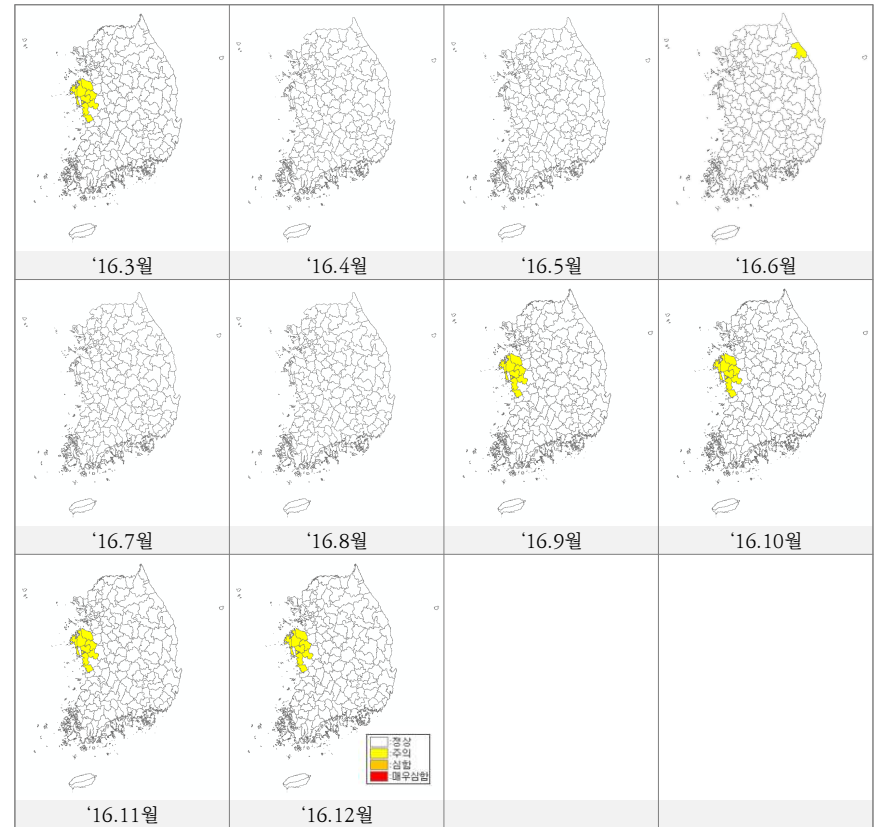


그림 3.2.3 2016년 국가 가뭄 예경보 발령지역

- 2017년도에는 상반기 충남지역 중심으로 가뭄이 지속되었으며, 6월 이후 남부지방으로 확대되는 것으로 나타남
 - 1~5월까지 보령댐 등을 수원으로 활용 공급중인 충남 8개 시군 주의단계를 유지하였으며, 6월부터 충남 8개 시군 심함 단계로 심화되었고, 강원(강릉, 속초) 및 평림댐 공급 전남 4개 시군에서 주의단계로 나타남
 - 8월부터는 평림댐 등을 수원으로 공급중인 전남 4개 시군 및 남부지방 일대로 주의단계 발령된 바 있으며,
 - 특히, 9월부터는 운문댐 등을 수원으로 공급·활용중인 경북 4개 시군은 가뭄 심함 단계로 가뭄상황이 심화됨

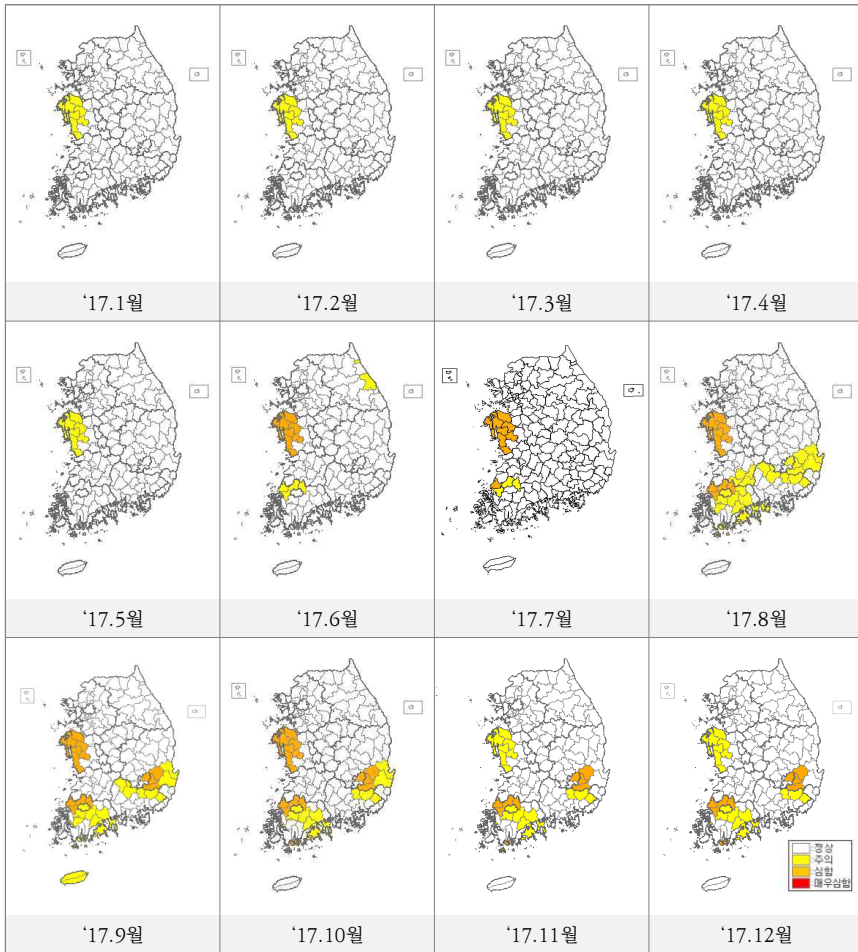


그림 3.2.4 2017년 국가 가뭄 예경보 발령지역

- 이후, 단계적으로 전국의 가뭄상황이 개선되었으며 7월에는 태풍 영향으로 경남·북 지역의 가뭄상황이 정상 단계로 호전된 것으로 나타남

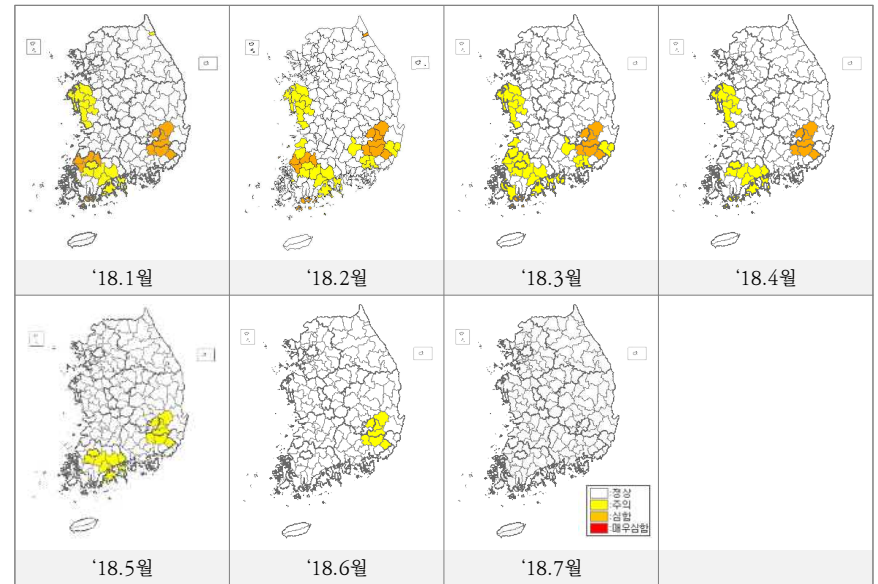


그림 3.2.5 2018년 국가 가뭄 예경보 발령지역

- 2018년도에는 예년보다 많은 양의 봄 강우 및 제 7호 태풍 영향으로 7월부터 가뭄상황이 호전되어, 7월부터 전국적인 가뭄 상황이 완전 해소됨
 - 1~4월까지 충남 및 경남·북, 전남지방 가뭄상황이 지속되었으며, 3월부터 발생한 봄 강우 영향으로 가뭄상황이 점차 호전되어 5월부터 충남지역의 가뭄 상황이 호전되었음

3.3 가뭄빈도

- 2013년~2018년의 가뭄심도를 평가하기 위해 1966년부터 2018년까지 전국의 면적강수량 자료를 구성
- 우리나라 전역의 면적강수량을 산정하기 위해 2011년까지는 기초사원 전국유역조사 자료를 사용하였고, 2012년부터는 국토교통부, 기상청(ASOS, AWS), K-water가 관리하고 있는 TM 강우관측소의 자료를 사용
- 면적강수량 산정을 위한 자료로 1,290개 지점의 자료를 이용하였으며, 결측자료는 주변 관측소의 자료를 이용하여 IDW(Inverse Distance Weights) 방법으로 보완
- 지점별 강수량을 전국, 도, 시군의 면적강수량은 티센법을 이용하여 산정
- 최소 강우량 빈도분석에 사용한 확률분포형은 3변수 Weibull 분포형
 - Weibull 분포형은 Type-III 극치분포라고도 하며, GEV(Generalized Extreme Value) 분포에서 형상 매개변수가 '0'보다 큰 경우로 하한값이 '0'
 - 일반적으로 오른쪽으로 왜곡되는 형태를 가지므로 갈수량 계열 등 연최소값 계열의 빈도분석에 자주 사용되며(윤용남, 2007), 세계기상기구에서 추천하는 갈수량 빈도분석에서 추천하는 분포형(WMO, 2008)
 - Weibull 분포형의 확률밀도함수, 누가확률밀도함수, 역함수의 형태는 다음과 같으며, γ 는 위치 매개변수, α 는 규모 매개변수, β 는 형상 매개변수임

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x-\gamma}{\alpha} \right)^{\beta-1} \exp \left[- \left(\frac{x-\gamma}{\alpha} \right)^{\beta} \right], \quad \alpha > 0, \beta > 0, \gamma \leq x$$

$$F(x) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{x-\gamma}{\alpha} \right)^{\beta} \right]$$

$$x(F) = \gamma + \alpha [-\ln(1-F)]^{1/\beta}$$

- 3변수 Weibull 분포형의 매개변수는 통계적으로 가장 효율적인 매개변수 추정값을 얻을 수 있는 최우도법(maximum likelihood method)을 사용
 - 최우도법으로 매개변수를 찾지 못하는 경우에는 L-모멘트법으로 구해진 매개변수를 사용
- Weibull 확률분포함수와 추정된 매개변수를 사용하여 전국 연간강수량의 재현기간별 최소강수량(가뭄빈도) 산정

표 3.3.1 전국의 연강수량(mm) 및 가뭄빈도(재현기간, 년)

구분 (평균)	전국	강원도	경기도	충청남도	충청북도	전라남도	전라북도	경상남도	경상북도	제주
	1,247.7	1,233.1	1,260.1	1,226.0	1,167.7	1,347.0	1,272.0	1,393.2	1,079.1	1,750.1
2013	1,187.9	1,342.3	1,397.7	1,128.6	1,113.9	1,192.8	1,220.0	1,140.3	949.5	1,692.9
	5	-	-	5	5	5	-	5	5	-
2014	1,137.7	916.8	771.2	1,017.3	929.3	1,404.0	1,218.3	1,485.9	1,113.3	2,661.0
	5	100	200	5	10	-	-	-	-	-
2015	948.0	909.8	808.2	806.9	756.8	1,152.1	887.7	1,186.5	763.9	2,845.2
	20	200	100	50	30	5	20	5	20	-
2016	1,222.2	1,140.3	985.4	983.9	1,014.1	1,466.1	1,178.3	1,612.4	1,120.0	2,476.8
	-	5	10	10	5	-	5	-	-	-
2017	949.6	1,135.5	1,064.2	962.4	1,115.6	866.0	930.3	778.9	781.4	1,390.1
	10	5	5	10	5	20	10	30	20	5

- 2013년부터 2018년 7월말까지 시군별 가뭄빈도정보를 도시한 결과,
 - 전국 강수량의 최소 강수량분석에 의하면 2013년과 2014년은 5년 빈도 수준의 가뭄 상황, 2015년은 20년 빈도, 2016년은 평년수준의 빈도, 2017년은 10년 빈도 수준의 상황
- 2013년에는 충청도, 전라남도, 경상도가 평균보다 작은 연강수량이 내렸고, 2014년에는 지역적으로 편차가 매우 큰 해였음
- 경기도와 강원도가 100년 빈도 이상의 가뭄 상황이었고, 그 외 지방은 평년 수준의 강수 발생
- 가뭄이 전국적으로 가장 극심했던 2015년은 강원도 지역이 200년, 경기도 지역이 100년, 충청도 지역이 30년, 전북과 경남지역이 20년 빈도수준의 가뭄상황이었음
- 2016년에는 경기도와 충청남도가 10년 빈도 수준의 가뭄 상황을 나타냄
- 2017년에는 우리나라의 남부지방(전라, 경상)이 20년 빈도 이상의 가뭄상황이었음
- 2018년은 봄비와 장마의 영향으로 가뭄 상황이 해소됨

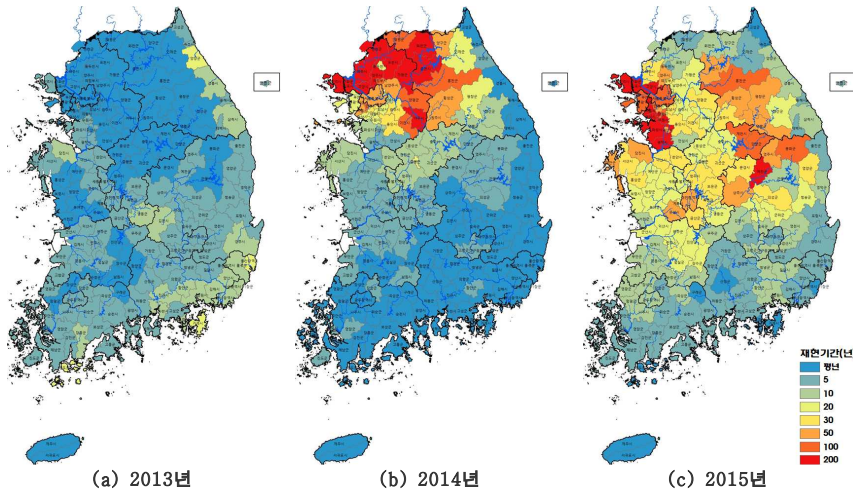


그림 3.3.1 2013년~2015년 시군별 가뭄빈도 분포

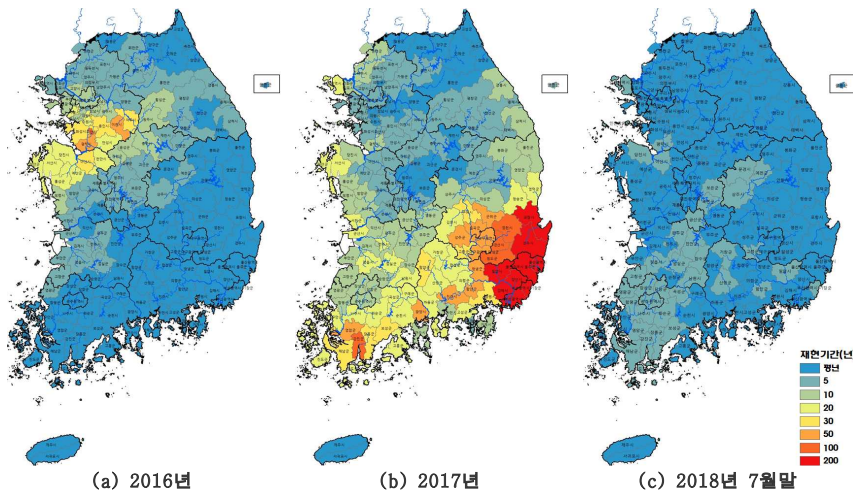


그림 3.3.2 2016년~2018년 시군별 가뭄빈도 분포

- 행정구역별 강수량에 의한 가뭄빈도 정보와 함께 전국의 생활 및 공용용수를 약 70%를 공급하고 있는 다목적댐과 용수댐의 연간 유입량 자료로 갈수 빈도분석을 수행하여 가뭄 상황을 분석함
 - Weibull 확률분포함수의 3가지 매개변수는 최우도법으로 추정
 - 댐별 추정매개변수에 의한 확률분포형으로 연도별 유입량에 대한 재현기간을 산정
- 2013년 다목적댐 연간유입량은 대부분 5년 빈도 수준의 갈수량이 유입되었고, 한강유역의 댐은 평년 수준
- 2014년에 소양강댐은 연평균 29m³/s가 유입되어 200년 빈도 수준이었고, 충주댐은 20년, 황성댐은 100년 빈도 수준
- 2015년은 소양강댐, 충주댐, 황성댐, 안동댐의 연유입량은 50년 빈도 이상의 수준
- 2016년 다목적댐 연간유입량은 대부분 5년 빈도 수준의 갈수량이 유입되었고, 충주댐과 황성댐은 10년 빈도 수준
- 2017년은 한강유역을 댐을 제외한 대부분의 댐에 10년 ~ 200년 수준의 유량이 유입
 - 특히 밀양댐이 200년 수준, 장흥댐이 100년 빈도 수준
- 2018년 7월말까지의 전국 댐 유입량은 평년 정도의 수준

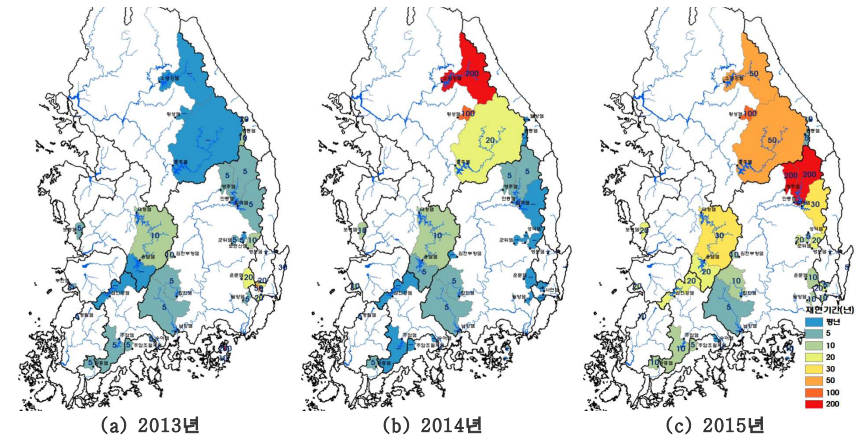


그림 3.3.3 2013년~2015년 댐별 유입량 갈수빈도분석 결과

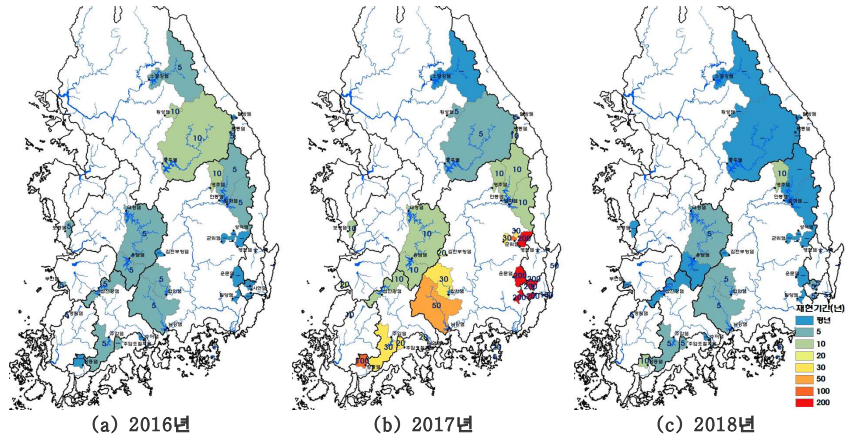


그림 3.3.4 2016년~2018년 댐별 유입량 갈수빈도분석 결과

표 3.3.2 다목적댐의 연간유입량 갈수빈도분석 결과(2013년~2015년)

유역	댐명	2013년		2014년		2015년	
		유입량	재현기간	유입량	재현기간	유입량	재현기간
한강	소양강	75.08	-	29.24	200	33.84	50
	충주	144.81	-	73.40	20	55.50	50
	횡성	7.44	-	1.37	100	1.43	100
낙동강	안동	22.53	5	22.85	5	9.50	200
	임하	10.98	5	17.48	-	5.66	30
	성덕	0.44	-	0.64	-	0.35	5
	영주	6.57	5	5.67	5	1.48	200
	군위	0.82	5	1.20	-	0.46	20
	김천부항	0.99	10	1.36	-	0.98	10
	보현산	0.28	5	0.41	-	0.22	10
	합천	14.58	5	17.13	5	11.55	10
	남강	51.46	5	62.49	5	46.93	5
금강	밀양	1.65	5	3.00	-	1.54	10
	용담	19.59	-	16.60	5	10.05	20
섬진강	대청	41.88	10	42.98	10	26.00	30
	섬진강	17.21	-	16.87	-	8.84	20
기타	주암	14.08	5	22.83	-	11.06	10
	주암(조)	2.64	5	4.69	-	2.74	5
기타	부안	1.12	5	0.84	10	0.61	20
	보령	3.37	5	2.27	10	1.91	20
	장흥	3.40	5	3.94	5	2.92	10

표 3.3.3 다목적댐의 연간유입량 갈수빈도분석 결과(2016년~2018년)

유역	댐명	2016년		2017년		2018년	
		유입량	재현기간	유입량	재현기간	유입량	재현기간
한강	소양강	52.05	5	62.63	-	65.14	-
	충주	91.51	10	108.57	5	133.35	-
	횡성	2.74	10	4.23	5	4.03	-
낙동강	안동	23.24	5	17.40	10	27.76	-
	임하	15.20	5	8.57	10	19.87	-
	성덕	0.70	-	0.17	30	1.02	-
	영주	4.67	10	4.10	10	3.37	10
	군위	1.17	-	0.44	30	1.47	-
	김천부항	1.45	-	0.62	20	1.41	-
	보현산	0.45	-	0.13	100	0.58	-
	합천	17.12	5	6.09	30	13.06	5
	남강	61.41	5	20.48	50	47.21	5
	밀양	2.93	-	0.57	200	2.66	-
금강	용담	18.41	5	12.50	10	19.91	-
	대청	47.03	5	35.58	10	47.12	5
섬진강	섬진강	15.18	5	9.62	10	17.42	-
	주암	19.26	5	5.51	30	15.27	5
기타	주암(조)	3.74	-	1.39	20	2.70	5
	부안	1.01	5	0.57	20	1.60	-
	보령	2.65	5	1.94	10	5.04	-
	장흥	4.90	-	1.32	100	3.10	10

3.4 가뭄심도

3.4.1 가뭄심도 및 지속기간 분석방법

- 월별 강수량의 예년대비 과부족량 개념인 강수 아노말리(Anomaly)를 계산한 후 가뭄사상을 추출하여 지속기간, 심도 등을 추출
- 가뭄사상 추출 과정에서 지속기간에 따라 1~3개월은 기상가뭄, 3~6개월은 농업가뭄, 6개월 이상은 수문학적 가뭄 사상 표현
- 본 분석에서는 방재기상정보를 제공하고 있는 기상청 관측소 59개 지점의 관측소별 전 기간 월강수량 자료를 이용
- 강수량 자료의 분석 종점은 '18년 6월까지이며, 지속기간을 12개월로 설정하여 관측소별 가뭄사상을 추출

< 가뭄특성의 정의 >

- ◇ 가뭄심도(Drought Severity) : 가뭄사상동안 강수 부족량(또는 SPI)의 총합
- ◇ 가뭄지속기간(Drought Duration) : 가뭄사상이 지속된 기간
 - 시작시점 : 강수량이 절단수준에 해당하는 평균강수량보다 낮아져 강수부족이 발생하는 시점
 - 종료시점 : 평균강수량보다 높은 강수사상이 발생하는 시점
- ◇ 가뭄강도(Drought Intensity) : 가뭄심도를 가뭄지속기간으로 나눈 값
 - Drought Intensity $i = S/D_i$ (S : 가뭄심도, D_i : 가뭄지속기간)

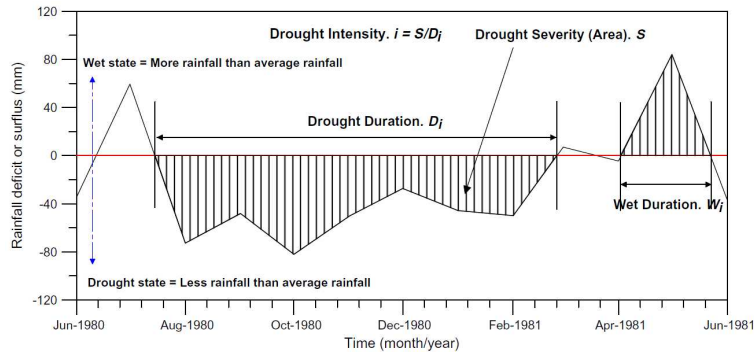


그림 3.4.1 가뭄 특성의 정의(Yoo et al., 2012)

3.4.2 가뭄심도 및 지속기간 분석 결과

- 최근 가뭄의 지속기간과 심도를 종합적으로 고려하면 수도권과 충청지역의 가뭄이 가장 심한 것으로 나타남
- 제주의 최근 가뭄은 지속기간에 비해 강수부족이 심한, 강도 높은 가뭄을 겪고 있음

표 3.4.1 전국 주요 관측소별 최근 가뭄 심도

구 분	가뭄시작	가뭄종료	지속기간 (월)	가뭄심도 (mm)	가뭄강도 (mm/월)	최대심도 (mm)
강릉	'16년 11월	'18년 4월	18	274.6	15.3	27.7
서울	'14년 2월	'18년 3월	50	1,591.2	31.8	55.3
인천	'14년 2월	'18년 4월	51	1,271.7	24.9	49.8
청주	'14년 1월	'17년 6월	42	1,099.5	26.2	47.0
대전	'13년 8월	'18년 4월	57	1,278.3	22.4	50.8
대구	'17년 7월	진행 중	12	231.1	19.3	29.0
전주	'13년 12월	진행 중	55	975.2	17.7	41.1
광주	'14년 4월	'18년 5월	14	284.7	20.3	32.2
부산	'17년 5월	'18년 5월	13	251.0	19.3	36.5
목포	'17년 5월	'18년 5월	13	255.2	19.6	33.3
제주	'16년 12월	진행 중	19	622.5	32.8	55.7

- 위 표에 포함되지는 않았지만, 대관령 관측소의 경우 '12년 6월 이후 현재까지 계속 가뭄이 지속되고 있어 지속기간과 가뭄심도의 누적 값이 전체 관측소 중 가장 큼

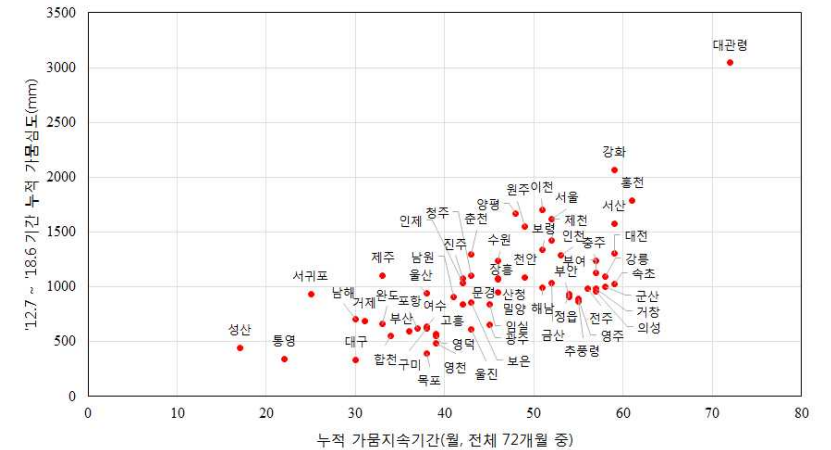


그림 3.4.2 최근 6년간('12.7~'18.6) 관측소별 누적 가뭄심도 및 지속기간

- '18년 상반기의 강수로 장기간 지속된 가뭄상황이 많이 개선되었으나, 아직 59개 관측소 중 27개 관측소는 가뭄이 종료되지 않은 것으로 분석됨
- 가뭄이 진행 중인 관측소들을 광역시를 포함한 지역권으로 살펴보면 다음과 같음
 - ※ 관측소별 괄호 안의 숫자는 현재 가뭄의 지속기간과 심도를 나타냄
 - (경기) 강화(56개월, 2,017mm)
 - : 강화 관측소는 '14년 2월부터 각각 50개월, 51개월 간 가뭄이 지속되다 최근에는 가뭄이 해소된 서울, 인천 관측소와 비슷한 특성을 보이며, 2013년 말부터 현재까지 장기간 강도 높은 가뭄상황인 것으로 분석됨
 - (강원) 대관령(73개월, 3,067mm)
 - : 강릉의 연속된 가뭄과 홍천의 2013년 말 이후 장기간의 가뭄이 최근 종료된 것과 달리 대관령은 '12년 6월 이후 현재까지 매우 심각한 강수부족을 보임
 - (충남) 보령(48개월, 1,305mm), 금산(15개월, 232mm)
 - : 보령은 최근 4년째 심한 강수부족을 보이며, 금산의 경우 현재 가뭄은 15개월 간 지속되었지만 이전에도 '13년 8월부터 23개월간, '15년 8월부터 13개월간 가뭄이 지속되었음. 서산의 경우도 '13년 8월부터 58개월간 가뭄이 지속되다 지난달에야 종료되는 등 충남지역의 가뭄은 장기간 극심한 가뭄의 양상을 보임
 - (전북) 군산(20개월, 444mm), 전주(55개월, 975mm), 부안(35개월, 700mm), 임실(19개월, 341mm), 정읍(19개월, 350mm), 남원(15개월, 398mm)
 - : 전북 북부지역이 3~4년 이상의 장기간 강수부족을 겪고 있으며, 최근 들어 전북 남부지역의 강수부족도 지속되고 있음
 - (전남) 완도(16개월, 409mm), 장흥(18개월, 452mm), 해남(16개월, 485mm), 고흥(10개월, 163mm)
 - : 전남지역의 최근 가뭄은 비교적 짧은 1~1.5년 사이에 심한 강도를 보임
 - (경북) 울진(10개월, 141mm), 포항(10개월, 265mm), 대구(12개월, 231mm), 의성(16개월, 231mm), 영천(10개월, 201mm)
 - : 경북지역의 경우 최근 1년 정도 사이에 비교적 약한 강도의 가뭄이 발생
 - (경남) 울산(10개월, 364mm), 진주(15개월, 622mm), 거창(20개월, 481mm), 합천(12개월, 328mm), 밀양(12개월, 483mm), 산청(18개월, 658mm)
 - : 경남지역은 전남과 유사하게 최근 1~1.5년 사이 심한 강도의 가뭄특성을 보임
 - (제주) 제주(19개월, 623mm), 서귀포(14개월, 350mm)
 - : 제주의 최근 가뭄은 전남, 경남과 비슷한 지속기간임에도 더욱 심한 강도를 보임

표 3.4.2 전국 59개 관측소의 '13~'18 기간 중 가뭄사상 추출결과

관측소명	연도	시작 월	지속기간 (월)	가뭄심도 (mm)	가뭄강도 (mm/월)	최대심도 (mm)
속초	2012	7	48	923.3	19.2	53.2
	2016	11	2	13.2	6.6	11.6
	2017	7	1	16.5	16.5	16.5
	2017	9	8	72.2	9.0	18.5
대관령	2012	6	73	3,066.6	42.0	69.7
	2014	7	26	1,148.7	44.2	56.1
춘천	2016	11	1	2.8	2.8	2.8
	2017	2	6	64.9	10.8	21.6
	2017	10	6	38.6	6.4	9.5
강릉	2012	12	23	403.9	17.6	43.4
	2015	2	17	414.2	24.4	48.4
	2016	11	18	274.6	15.3	27.7
서울	2014	2	50	1,591.2	31.8	55.3
인천	2014	2	51	1,271.7	24.9	49.8
원주	2014	6	47	1,545.9	32.9	52.7
수원	2013	10	46	1,237.2	26.9	53.9
충주	2013	9	56	1,228.6	21.9	45.5
서산	2013	8	58	1,538.5	26.5	46.8
울진	2013	4	2	9.1	4.5	6.6
	2013	7	9	103.4	11.5	27.1
	2014	6	2	18.4	9.2	13.3
	2015	4	3	19.6	6.5	7.2
	2015	8	13	296.8	22.8	41.0
	2016	11	1	1.8	1.8	1.8
	2017	7	1	12.2	12.2	12.2
	2017	9	10	141.1	14.1	25.7
청주	2014	1	42	1,099.5	26.2	47.0
대전	2013	8	57	1,278.3	22.4	50.8
	2013	8	18	303.5	16.9	36.5
	2015	3	4	16.2	4.0	4.9
	2015	8	13	330.9	25.5	33.6
추풍령	2016	11	19	210.1	11.1	21.1
	2013	8	12	140.6	11.7	29.3
	2015	8	13	196.3	15.1	26.7
포항	2017	9	10	265.4	26.5	36.6
	2013	8	37	541.9	14.6	34.0
	2016	11	20	443.9	22.2	36.9
군산	2013	9	1	4.8	4.8	4.8
	2013	12	3	8.3	2.8	4.3
	2014	6	2	14.2	7.1	11.4
	2015	8	9	73.1	8.1	13.1
	2016	6	1	0.4	0.4	0.4
	2016	8	1	3.4	3.4	3.4
대구	2017	7	12	231.1	19.3	29.0
	2013	12	55	975.2	17.7	41.1

관측소명	연도	시작 월	지속기간 (월)	가뭄심도 (mm)	가뭄강도 (mm/월)	최대심도 (mm)
울산	2013	8	12	354.7	29.6	37.6
	2015	3	1	0.1	0.1	0.1
	2015	8	13	192.4	14.8	26.9
	2017	9	10	363.7	36.4	49.5
광주	2013	9	16	129.7	8.1	20.3
	2015	3	1	4.2	4.2	4.2
	2015	7	12	221.4	18.5	26.1
	2016	8	1	4.1	4.1	4.1
부산	2017	4	14	284.7	20.3	32.2
	2013	9	11	269.6	24.5	38.2
	2015	8	7	48.0	6.9	14.6
	2016	4	5	22.9	4.6	8.6
통영	2017	5	13	251.0	19.3	36.5
	2013	9	11	259.1	23.6	35.9
	2015	10	2	8.9	4.4	5.8
	2016	5	1	0.7	0.7	0.7
목포	2016	8	1	3.5	3.5	3.5
	2017	10	5	63.1	12.6	17.3
	2013	10	1	2.0	2.0	2.0
	2013	12	14	94.2	6.7	15.6
여수	2015	3	1	4.6	4.6	4.6
	2015	8	8	33.0	4.1	6.7
	2017	5	13	255.2	19.6	33.3
	2013	9	11	229.0	20.8	34.2
완도	2013	9	11	129.9	10.0	15.5
	2017	4	14	277.8	19.8	31.8
	2013	4	1	0.8	0.8	0.8
	2013	9	11	238.8	21.7	28.2
제주	2016	6	4	17.5	4.4	12.9
	2017	3	16	408.7	25.5	45.8
	2013	8	12	459.7	38.3	48.6
	2016	8	2	23.7	11.8	11.9
성산	2016	12	19	622.5	32.8	55.7
	2013	8	12	374.1	31.2	46.9
	2017	4	4	70.5	17.6	30.3
	2017	12	1	0.7	0.7	0.7
서귀포	2013	8	11	580.8	52.8	67.0
	2017	5	14	349.7	25.0	48.8
	2013	9	12	297.2	24.8	37.8
진주	2015	8	13	144.8	11.1	21.2
	2017	4	15	621.9	41.5	61.7
	2013	11	56	2,017.2	36.0	63.8
양평	2014	7	46	1,647.1	35.8	54.8
이천	2014	3	50	1,706.0	34.1	53.6
인제	2012	7	12	166.0	13.8	36.6
	2014	7	24	843.8	35.2	42.2
	2016	11	1	1.4	1.4	1.4
	2017	3	5	25.2	5.0	8.9

관측소명	연도	시작 월	지속기간 (월)	가뭄심도 (mm)	가뭄강도 (mm/월)	최대심도 (mm)
홍천	2012	6	8	81.1	10.1	36.4
	2013	4	2	4.6	2.3	4.3
	2013	12	52	1,703.5	32.8	56.3
제천	2014	4	50	1,426.0	28.5	53.4
보은	2013	8	37	813.8	22.0	46.0
	2017	3	5	32.3	6.5	12.4
천안	2013	9	47	1,068.4	22.7	50.2
보령	2014	7	48	1,305.3	27.2	47.8
부여	2013	8	57	1,124.5	19.7	47.5
금산	2013	8	23	443.8	19.3	46.0
	2015	8	13	354.3	27.3	36.6
	2017	4	15	231.8	15.5	26.2
부안	2013	9	17	183.0	10.8	32.5
	2015	3	1	2.1	2.1	2.1
	2015	8	35	699.8	20.0	35.1
임실	2014	5	7	30.8	4.4	15.2
	2015	3	18	456.8	25.4	45.7
	2016	12	19	340.9	17.9	31.6
정읍	2013	8	18	304.7	16.9	33.1
	2015	3	3	4.0	1.3	3.3
	2015	8	13	268.0	20.6	29.5
	2016	12	19	350.5	18.4	30.5
남원	2014	7	26	513.4	19.7	42.2
	2017	4	15	398.0	26.5	40.5
장흥	2013	8	13	339.5	26.1	38.0
	2015	8	14	274.6	19.6	29.9
	2017	1	18	452.4	25.1	42.6
해남	2013	9	21	372.5	17.7	34.3
	2015	8	14	136.3	9.7	21.2
	2017	3	16	485.3	30.3	48.8
	2013	8	12	249.7	20.8	31.6
고흥	2015	8	14	119.7	8.6	26.1
	2017	4	3	37.8	12.6	19.2
	2017	9	10	162.8	16.3	29.7
영주	2013	8	23	271.5	11.8	42.5
	2015	8	14	429.6	30.7	48.3
	2016	11	2	5.3	2.7	4.9
	2017	2	15	181.9	12.1	28.6
문경	2014	1	33	762.6	23.1	49.7
	2016	11	8	68.4	8.5	16.6
영덕	2013	4	1	0.3	0.3	0.3
	2013	8	12	185.2	15.4	27.9
	2015	8	13	244.2	18.8	35.1
	2017	4	4	32.2	8.1	9.8
의성	2017	9	7	76.7	11.0	15.3
	2013	8	37	712.0	19.2	38.9
	2016	11	1	0.2	0.2	0.2
	2017	3	16	230.8	14.4	26.1

관측소명	연도	시작 월	지속기간 (월)	가뭄심도 (mm)	가뭄강도 (mm/월)	최대심도 (mm)
구미	2013	9	11	144.0	13.1	16.9
	2015	8	13	240.2	18.5	27.8
	2017	5	13	237.0	18.2	30.5
영천	2013	9	11	75.7	6.9	23.1
	2015	8	13	171.3	13.2	22.4
	2017	4	4	20.2	5.1	7.6
거창	2013	9	10	201.3	20.1	27.5
	2015	9	21	229.2	10.9	27.6
	2016	8	14	256.6	18.3	27.0
합천	2013	9	1	2.2	2.2	2.2
	2014	1	2	3.9	1.9	3.7
	2014	5	3	25.3	8.4	20.3
밀양	2013	9	17	207.7	12.2	31.8
	2015	3	1	3.7	3.7	3.7
	2015	6	1	0.0	0.0	0.0
산청	2013	9	13	233.8	18.0	28.9
	2015	8	12	483.4	40.3	56.3
	2017	7	12	271.6	20.9	41.3
거제	2013	9	13	77.5	8.6	15.5
	2015	8	9	51.6	12.9	26.0
	2016	6	4	1.3	1.3	1.3
남해	2013	1	18	658.2	36.6	62.0
	2015	7	13	459.5	35.3	46.6
	2016	8	5	40.1	8.0	15.3
105 Gangneung	2013	8	5	40.1	8.0	15.3
	2016	8	1	2.8	2.8	2.8
	2017	6	2	10.7	5.4	9.6
108 Seoul	2013	9	8	155.8	19.5	32.3
	2015	9	11	291.5	26.5	45.6
	2015	10	4	17.9	4.5	9.8
90 Sokcho	2016	7	2	13.3	6.7	10.9
	2017	5	3	27.4	9.1	13.2
	2017	9	9	355.3	39.5	55.0

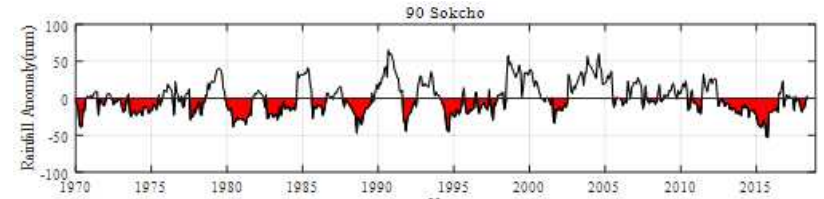


그림 3.4.3 속초 관측소 가뭄사상

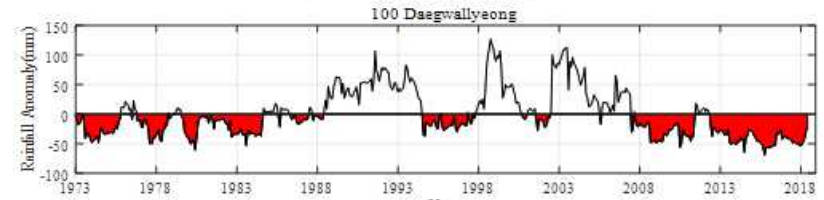


그림 3.4.4 대관령 관측소 가뭄사상

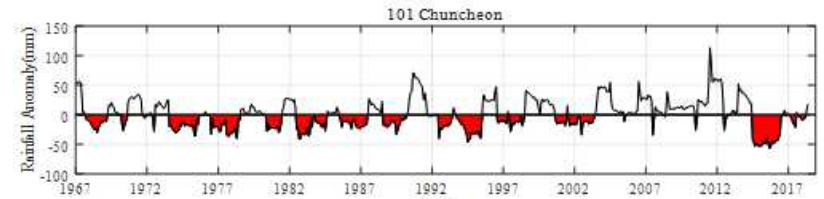


그림 3.4.5 춘천 관측소 가뭄사상

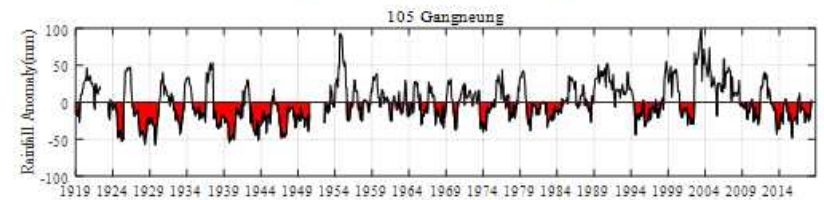


그림 3.4.6 강릉 관측소 가뭄사상

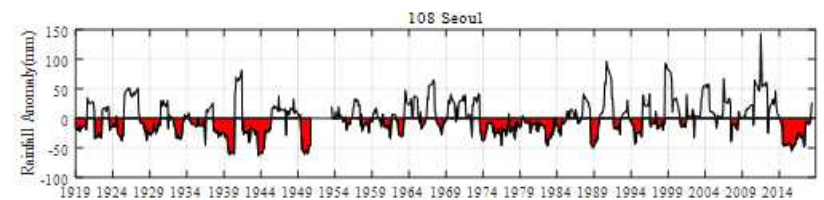


그림 3.4.7 서울 관측소 가뭄사상

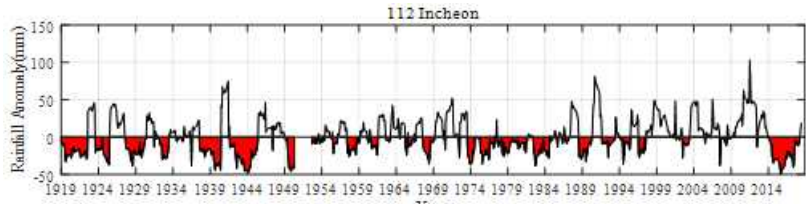


그림 3.4.4 인천 관측소 가뭄사상

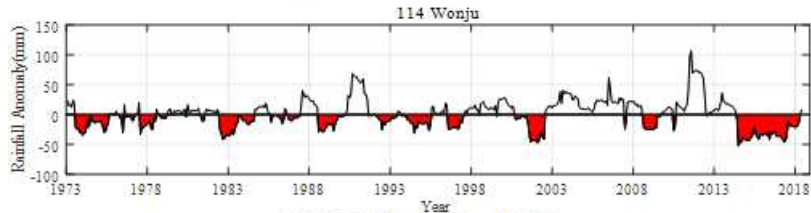


그림 3.4.5 원주 관측소 가뭄사상

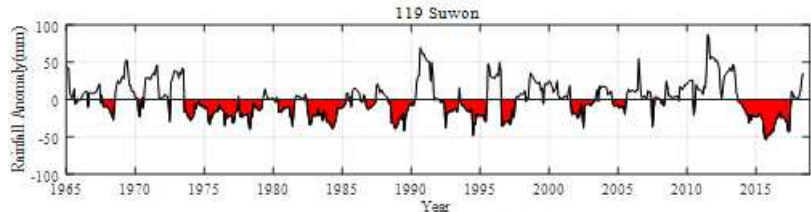


그림 3.4.6 수원 관측소 가뭄사상

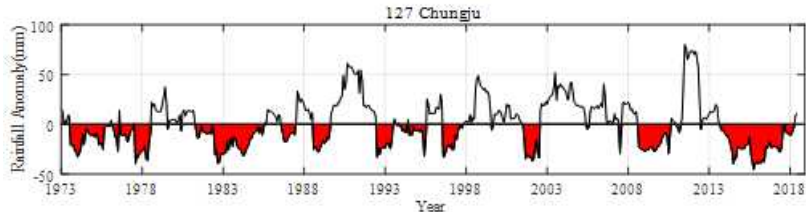


그림 3.4.7 충주 관측소 가뭄사상

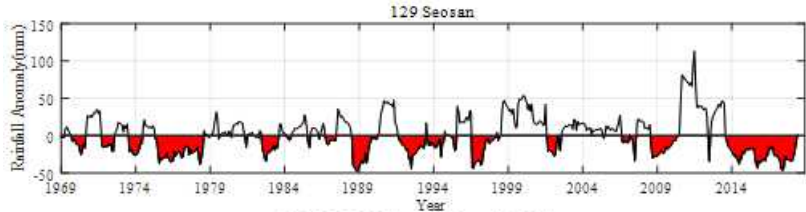


그림 3.4.8 서산 관측소 가뭄사상

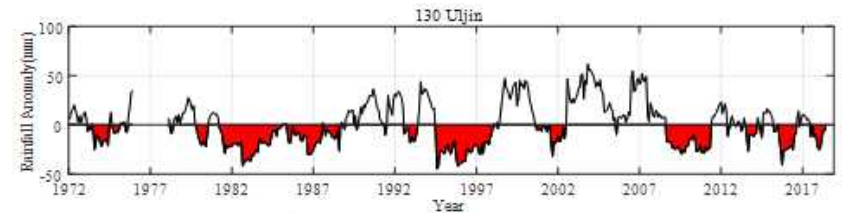


그림 3.4.5 울진 관측소 가뭄사상

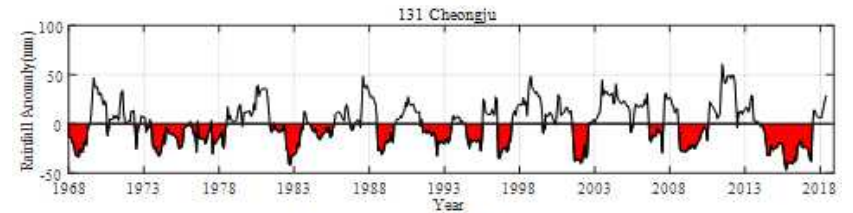


그림 3.4.6 청주 관측소 가뭄사상

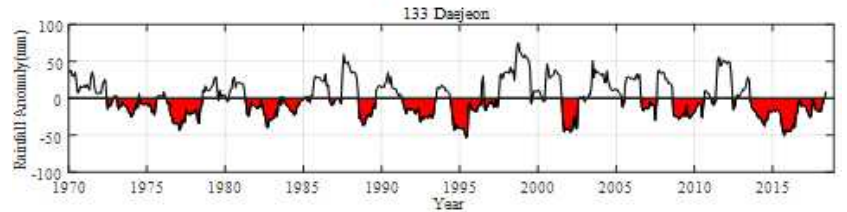


그림 3.4.7 대전 관측소 가뭄사상

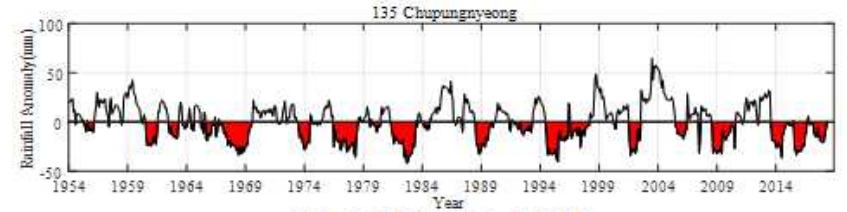


그림 3.4.8 추풍령 관측소 가뭄사상

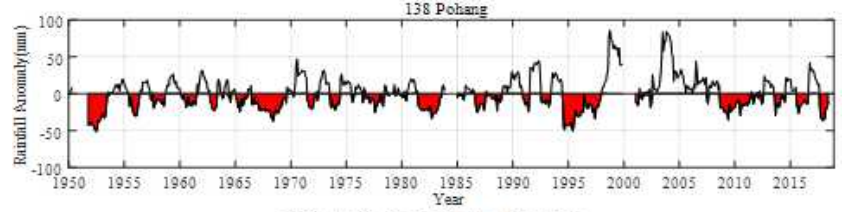


그림 3.4.9 포항 관측소 가뭄사상

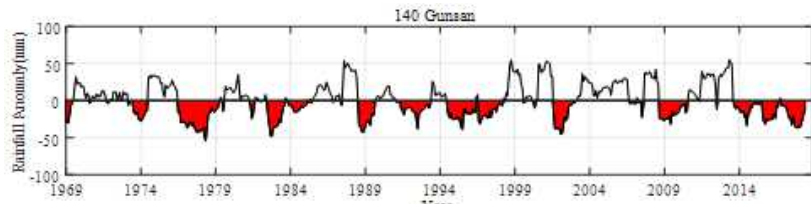


그림 3.4.6 군산 관측소 가뭄사상

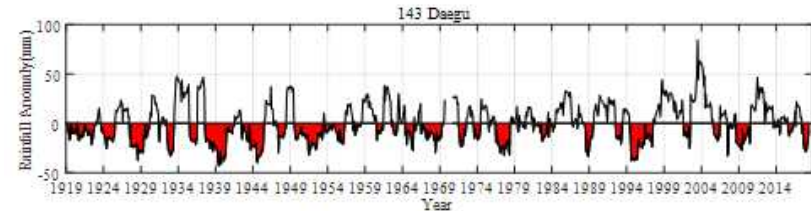


그림 3.4.7 대구 관측소 가뭄사상

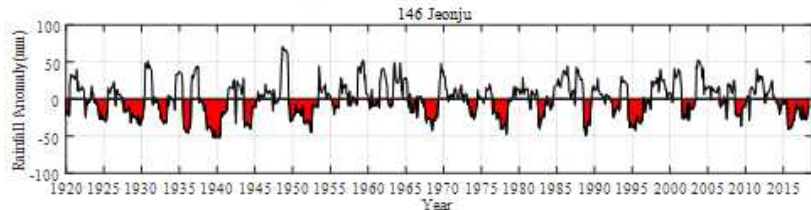


그림 3.4.8 전주 관측소 가뭄사상



그림 3.4.9 울산 관측소 가뭄사상

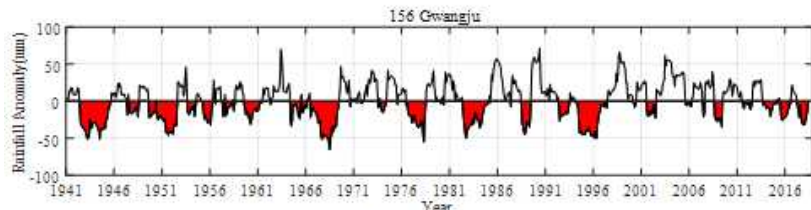


그림 3.4.10 광주 관측소 가뭄사상

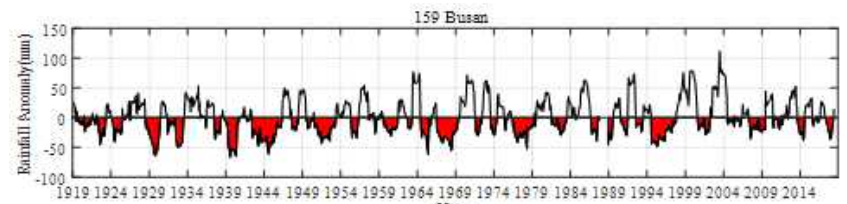


그림 3.4.7 부산 관측소 가뭄사상

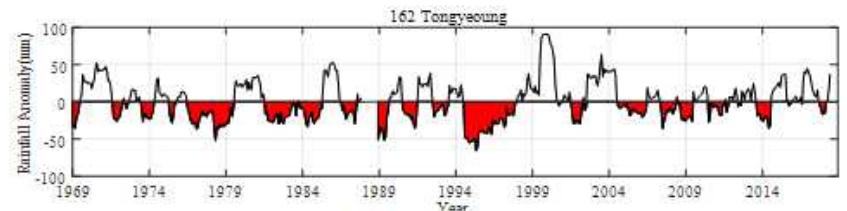


그림 3.4.8 통영 관측소 가뭄사상

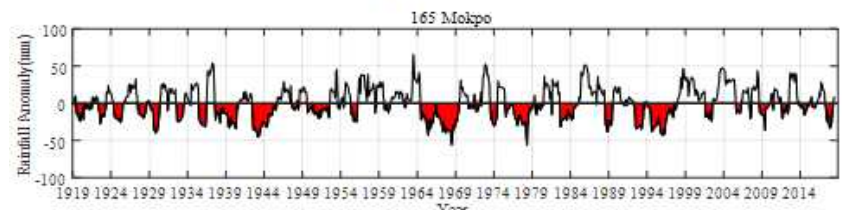


그림 3.4.9 목포 관측소 가뭄사상

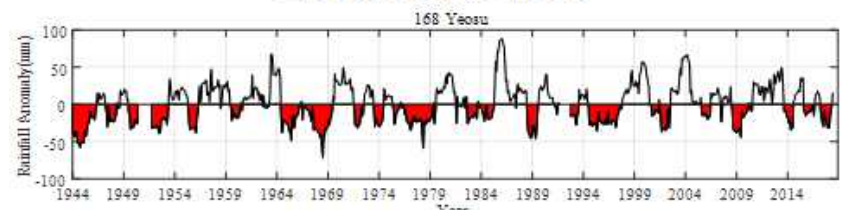


그림 3.4.10 여수 관측소 가뭄사상

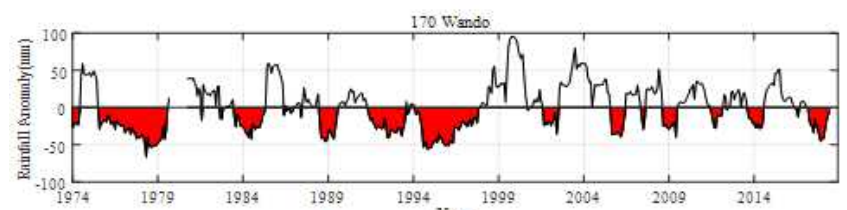


그림 3.4.11 원도 관측소 가뭄사상

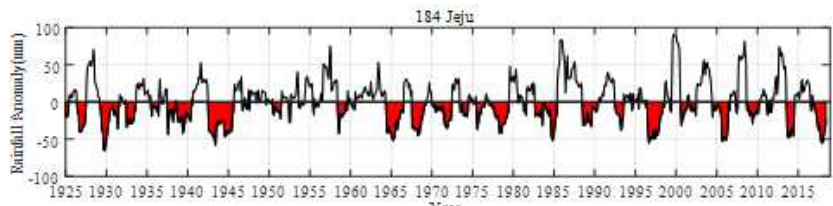


그림 3.4.8 제주 관측소 가뭄사상

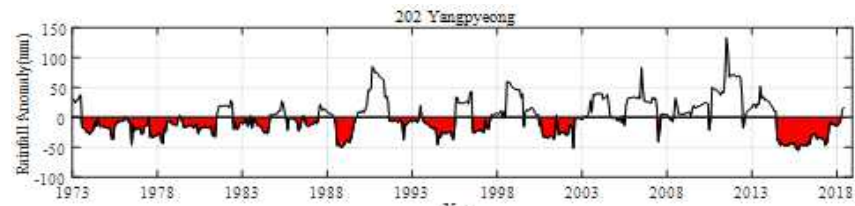


그림 3.4.9 양평 관측소 가뭄사상

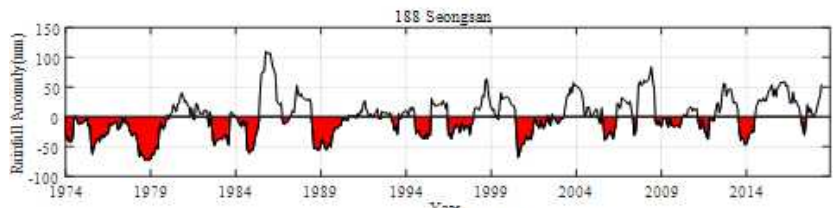


그림 3.4.9 성산 관측소 가뭄사상

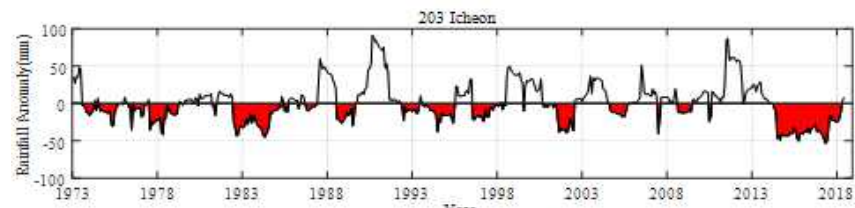


그림 3.4.10 인천 관측소 가뭄사상

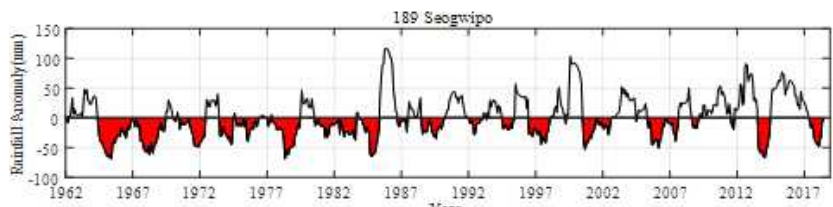


그림 3.4.10 서귀포 관측소 가뭄사상



그림 3.4.11 인제 관측소 가뭄사상

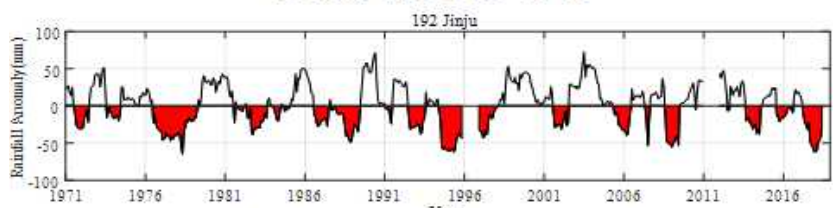


그림 3.4.11 진주 관측소 가뭄사상

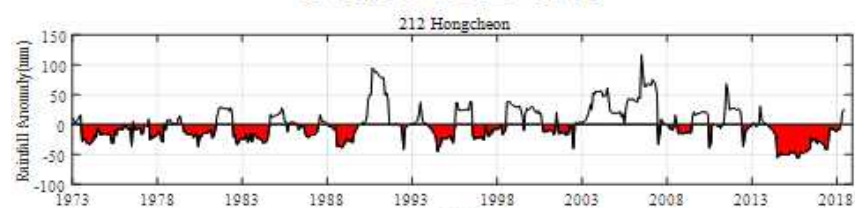


그림 3.4.12 홍천 관측소 가뭄사상

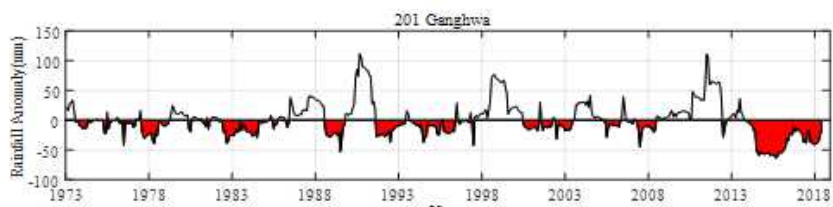


그림 3.4.12 강화 관측소 가뭄사상

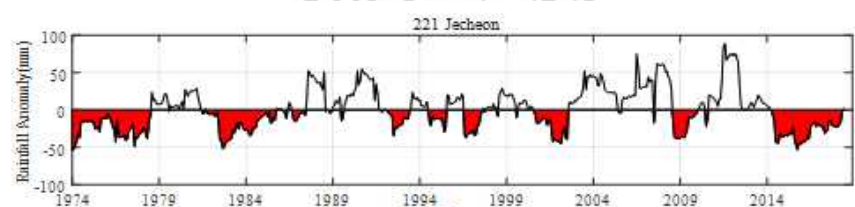


그림 3.4.13 제천 관측소 가뭄사상

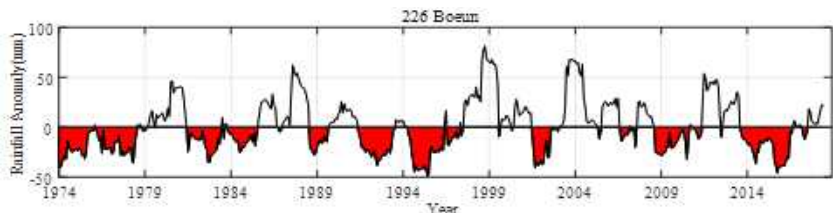


그림 3.4.10 보은 관측소 가뭄사상

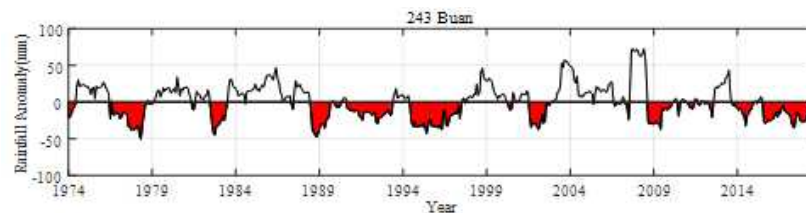


그림 3.4.11 부안 관측소 가뭄사상

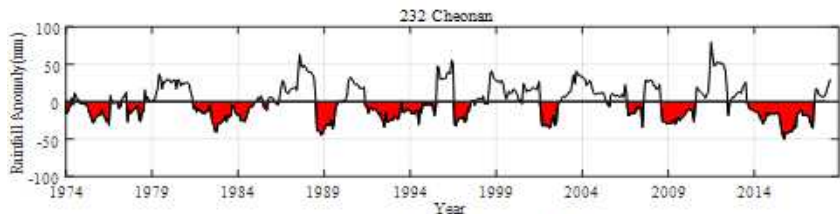


그림 3.4.11 천안 관측소 가뭄사상

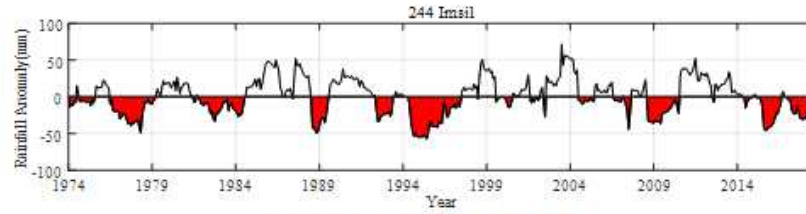


그림 3.4.12 임실 관측소 가뭄사상

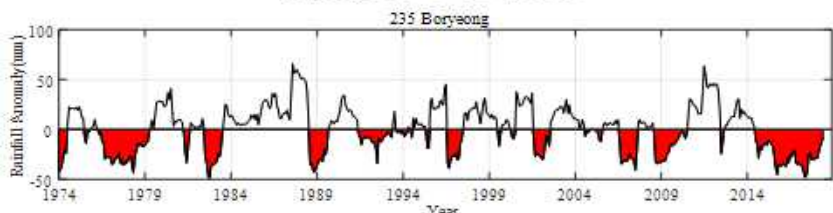


그림 3.4.12 보령 관측소 가뭄사상

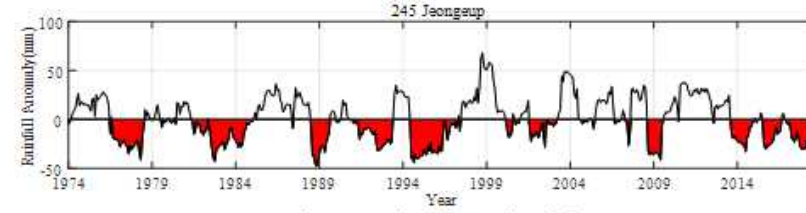


그림 3.4.13 정읍 관측소 가뭄사상

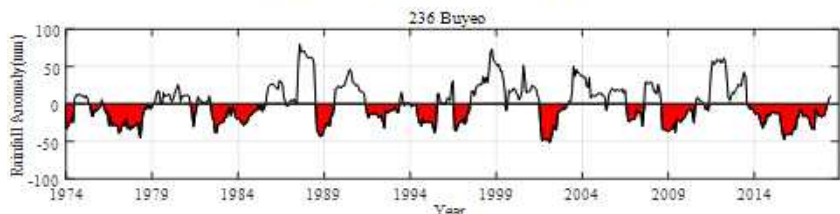


그림 3.4.13 부여 관측소 가뭄사상

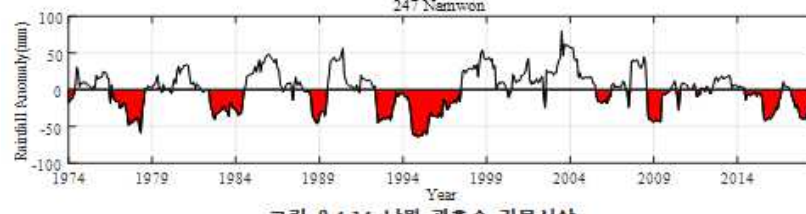


그림 3.4.14 남원 관측소 가뭄사상

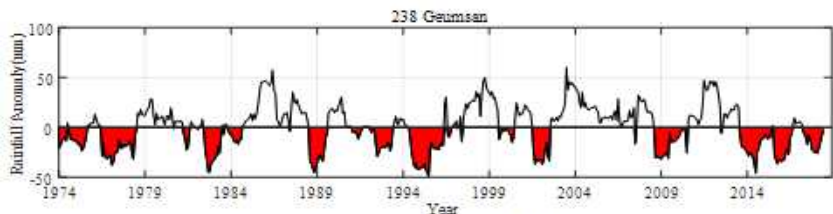


그림 3.4.14 금산 관측소 가뭄사상

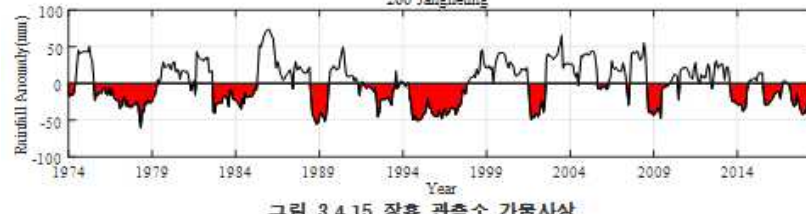


그림 3.4.15 장흥 관측소 가뭄사상

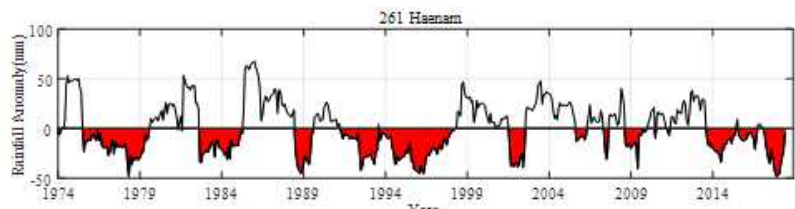


그림 3.4.12 해남 관측소 가뭄사상

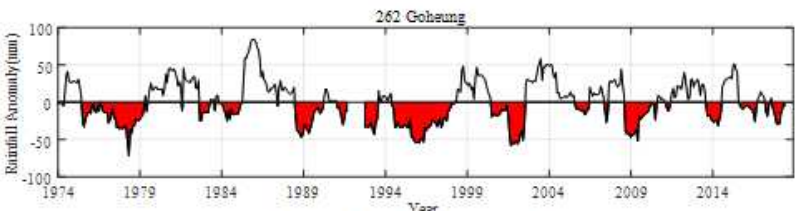


그림 3.4.13 고흥 관측소 가뭄사상

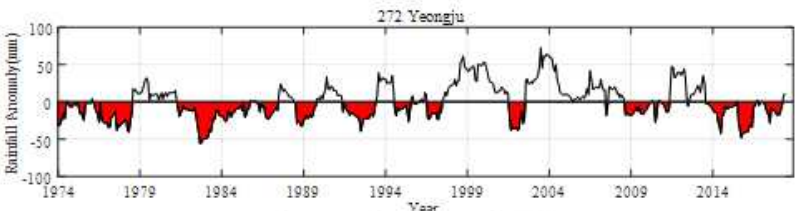


그림 3.4.14 영주 관측소 가뭄사상

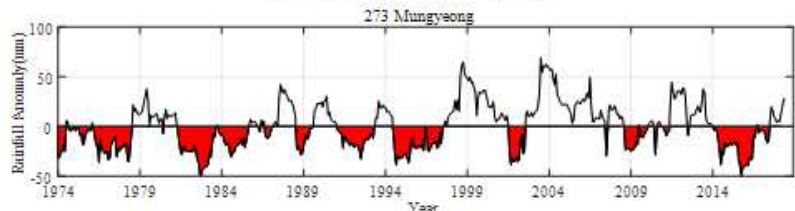


그림 3.4.15 문경 관측소 가뭄사상

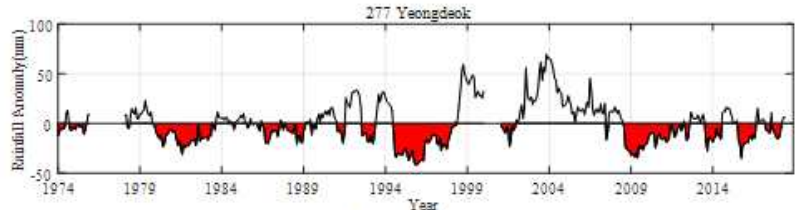


그림 3.4.16 영덕 관측소 가뭄사상



그림 3.4.18 의성 관측소 가뭄사상

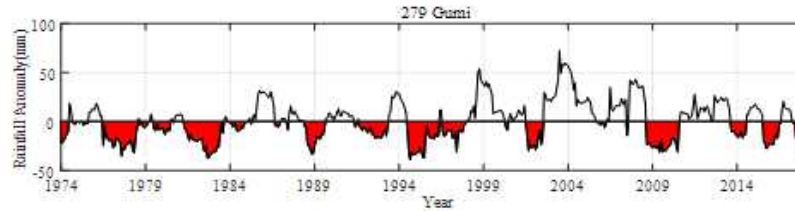


그림 3.4.14 구미 관측소 가뭄사상

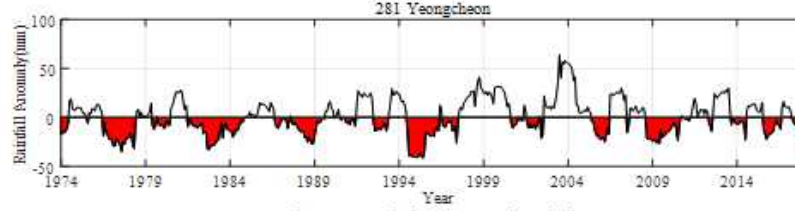


그림 3.4.15 영천 관측소 가뭄사상

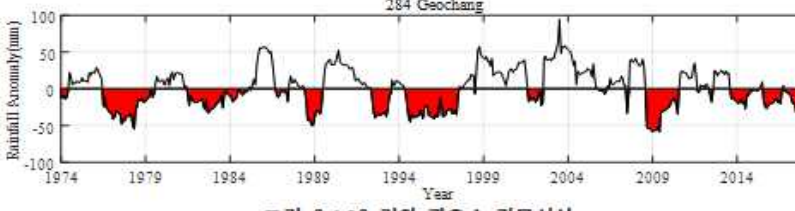


그림 3.4.16 거창 관측소 가뭄사상

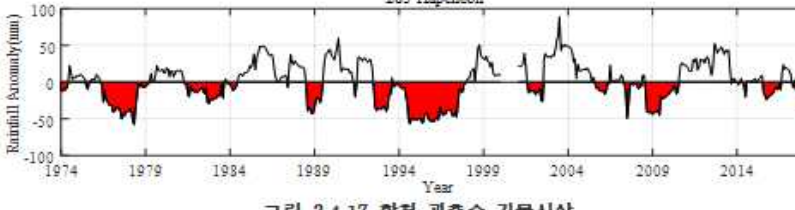


그림 3.4.17 함천 관측소 가뭄사상

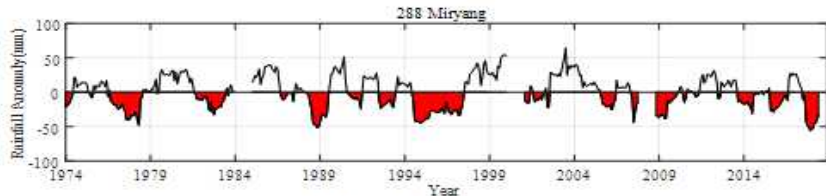


그림 3.4.14 밀양 관측소 가뭄사상

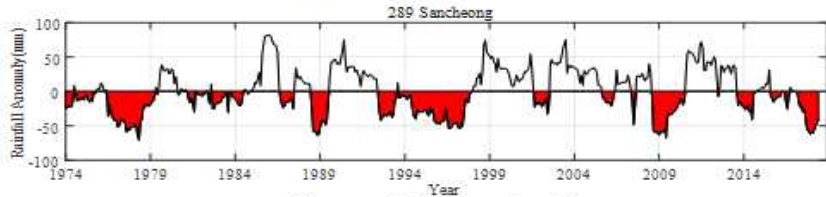


그림 3.4.15 산청 관측소 가뭄사상

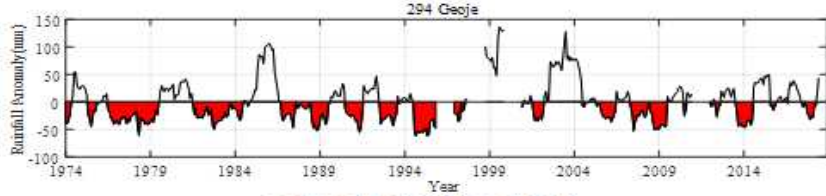


그림 3.4.16 거제 관측소 가뭄사상

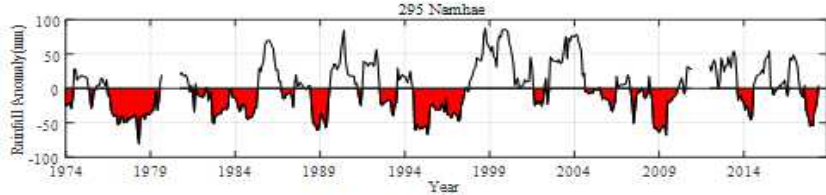


그림 3.4.17 남해 관측소 가뭄사상

3.5 가뭄특성

3.5.1 시공간적 분포

- 본 절에서는 분석 대상인 '13~'18 장기가뭄이 시간에 따라 공간적으로 어떻게 변화했는지를 알아보기 위해, 앞서 추출한 전국 59개 관측소의 월별 가뭄심도를 이용하여 연도별 가뭄 특성을 재분석 함
 - 분석 기간의 종료시점이 '18년 6월이고 '12년 중반 이후 이미 가뭄이 시작된 지역들도 존재하기 때문에, 분석기간은 '12.7~'18.6까지 최근 6년 자료를 이용하여 12개월 씩 기간을 나누어 가뭄의 시공간적 변화를 분석함
 - 즉 분석된 자료는 해당 연도의 하반기(7월)부터 이듬해 상반기(6월)까지 1년 기간 동안의 가뭄 특성을 보여줌
 - 연도별 가뭄 특성은 심도와 지속기간 두 가지 특성의 공간분포를 나란히 비교 도시함

< 가뭄특성의 연도별 누적 방법 >

- ◇ 누적 가뭄심도(누적 강수과부족) : 분석 기간 동안 강수과부족의 총합
- ◇ 누적 가뭄기간(누적 강수부족기간) : 분석 기간 중 가뭄사상이 발생한 기간 합계
- ※ 산정 예 : 아래 그림이 특정 연도(12개월) 기간에 추출된 가뭄사상이라고 할 때, 누적 가뭄심도는 가뭄기간의 가뭄심도 -100과 가뭄이 아닌 기간의 강수과부족 합계 60을 더해 -40으로 산정하고, 누적 가뭄기간은 전체 12개월 중 가뭄이 발생한 월을 합해 8개월로 산정

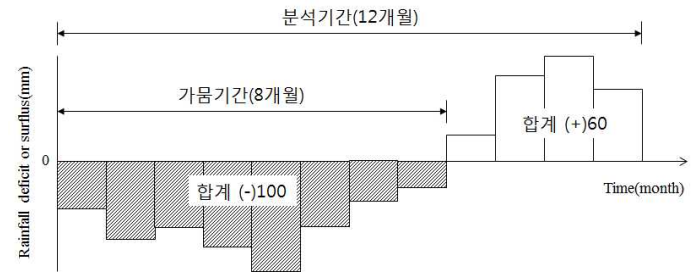


그림 3.5.1 기간별 누적 가뭄심도 및 기간 산정 예시

- 각 관측소의 기간별 누적 가뭄심도 및 누적 가뭄기간을 공간보간 기법 중 하나인 Kriging 기법을 이용해 지도상에 표현
 - 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도 좌측의 누적 가뭄심도 그래프는 강수부족량이 클수록, 즉 가뭄이 심할수록 붉은색으로 표현됨

- 우측의 누적 가뭄기간 분포도는 12개월 중 가뭄에 해당하는 월이 많을수록, 즉 가뭄이 오랫동안 지속될수록 붉은색으로 표현됨
- '12~'13년에는 강원지역 4개 관측소(속초, 대관령, 춘천, 인제)가 가뭄상황이었으며, 누적 가뭄기간은 춘천이 4개월, 나머지 3개 관측소는 12개월 전 기간 가뭄에 해당했던 것으로 분석됨
- '12~'13년에 강원지역을 중심으로 시작된 가뭄이 '13~'14년에는 한강수계 중상류지역을 제외한 전국적 가뭄으로 확대됨
- '14~'15년에는 전남, 경북, 경남 일부지역과 제주를 제외한 전국적 가뭄이 지속 심화되었으며, 이 기간에 강원, 경기, 충청, 전북 지역의 가뭄심도는 매우 증가
- '15~'16년에는 제주도(제주, 서귀포, 성산)와 전남서부해안(완도), 경남서부해안(통영, 거제, 남해)을 제외한 전국의 관측소가 가뭄상황인 것으로 분석되었으며, 전국 대부분의 관측소에서 연중 가뭄이 지속되었던 것으로 분석됨
- '16~'17년 기간에는 경기, 강원, 충남 및 전북지역의 가뭄심도가 이전 해와 같이 심각한 상황으로 유지되었으며, 전남 일부, 경북 일부 및 경남 지역의 가뭄은 완화됨
- '17~'18년 기간에는 전국 8개 관측소(수원, 청주, 통영, 성산, 인제, 보은, 천안, 문경)의 가뭄이 해소된 것으로 분석되었으며, 경기, 강원내륙 등 중부권과 충남의 가뭄심도가 완화된 반면 전남북, 경남북, 동해안 및 제주의 가뭄심도 및 지속기간은 오히려 증가함

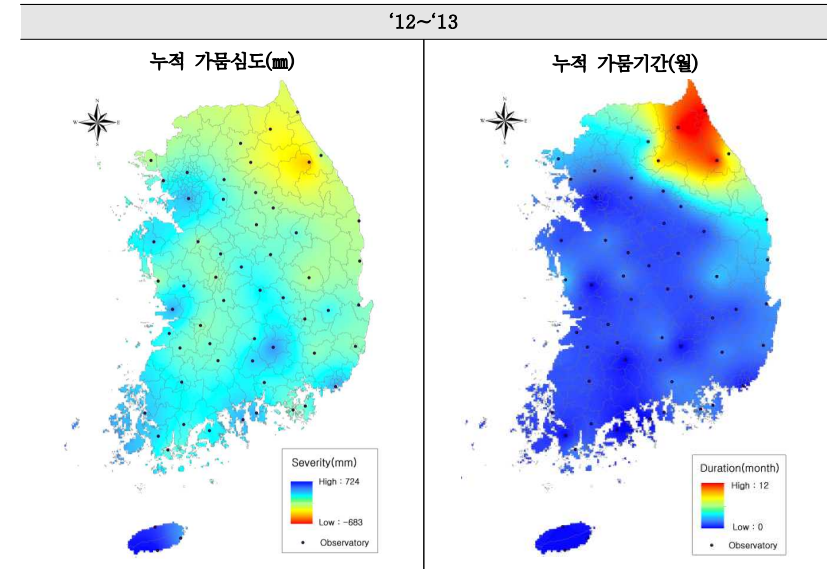


그림 3.5.2 '12.7~'13.6 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도

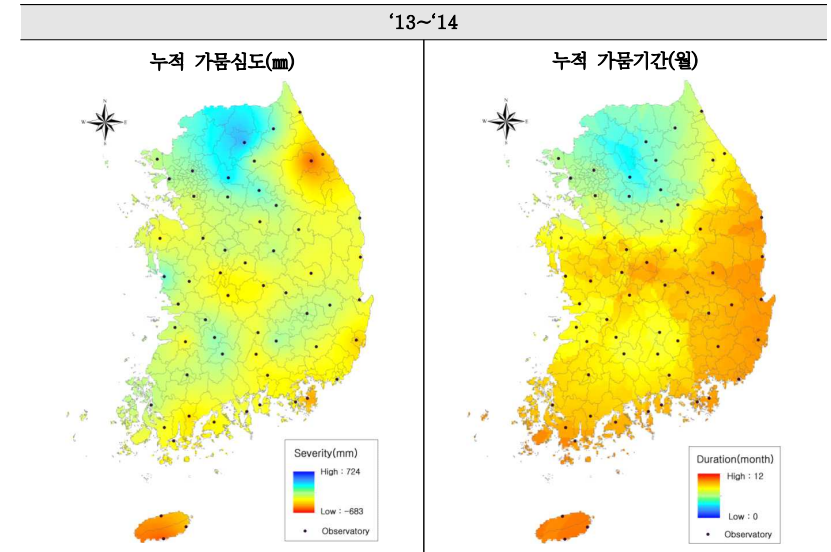


그림 3.5.3 '13.7~'14.6 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도

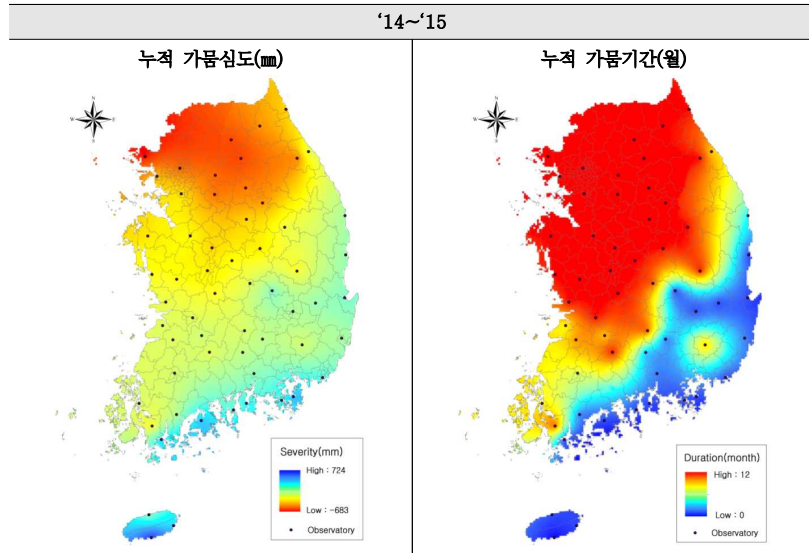


그림 3.5.4 '14.7~'15.6 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도

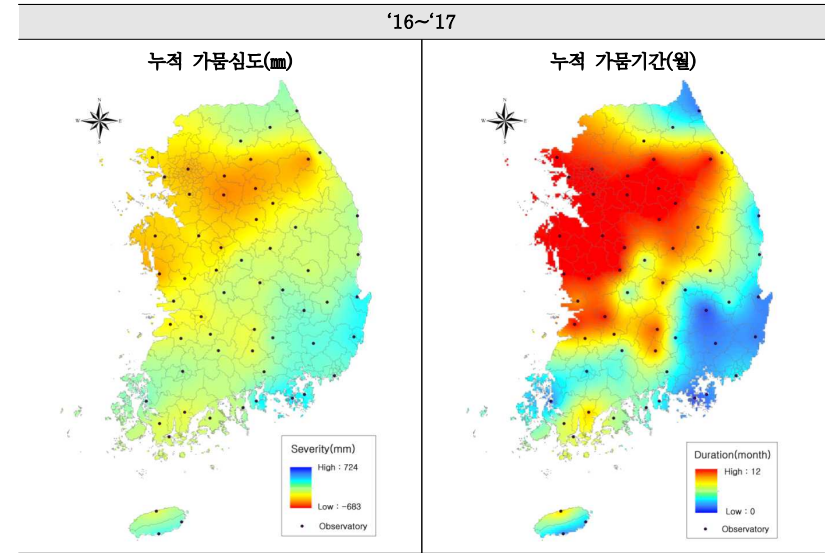


그림 3.5.6 '16.7~'17.6 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도

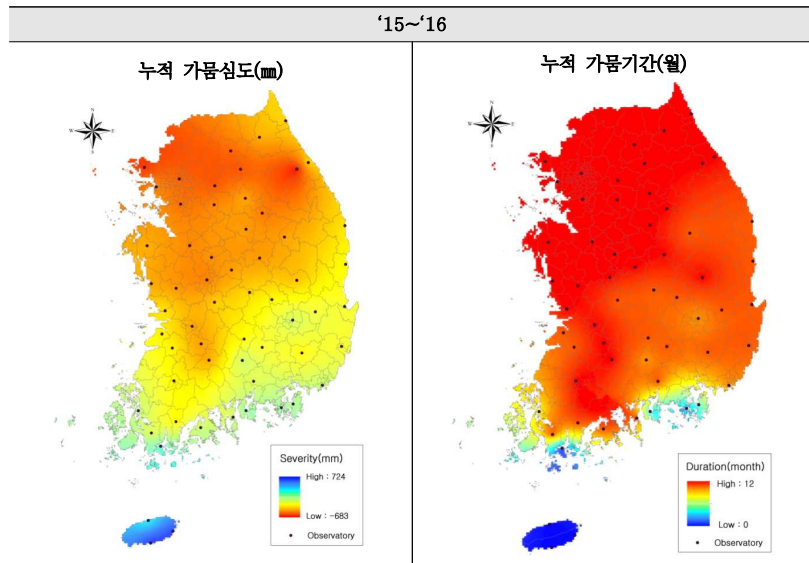


그림 3.5.5 '15.7~'16.6 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도

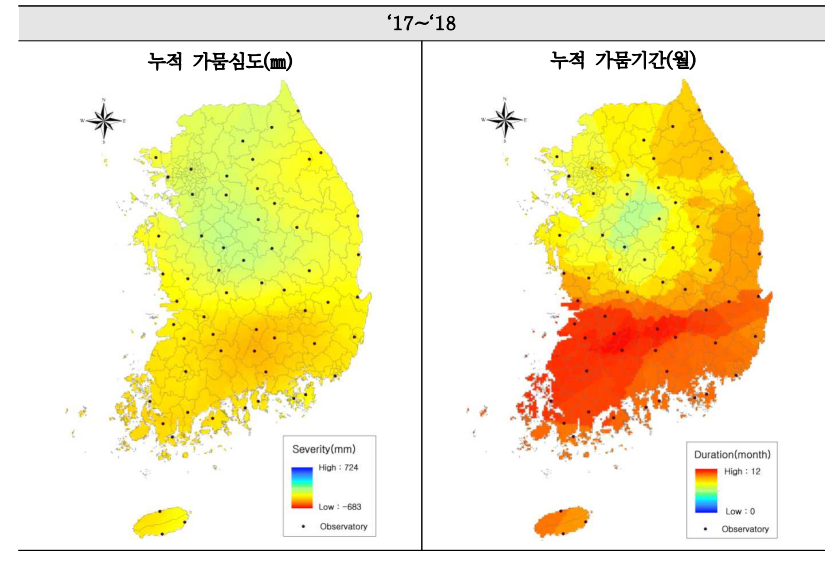


그림 3.5.7 '17.7~'18.6 기간누적 가뭄심도 및 가뭄지속기간 분포도

표 3.5.1 기간별 누적 가뭄심도 및 지속기간

관측소	'12~'13		'13~'14		'14~'15		'15~'16		'16~'17		'17~'18	
	누적심도 (mm)	기간 (월)	누적심도 (mm)	기간 (월)	누적심도 (mm)	기간 (월)	누적심도 (mm)	기간 (월)	누적심도 (mm)	기간 (월)	누적심도 (mm)	기간 (월)
속초	-104.5	12	-188.9	12	-318.2	12	-311.9	12	51.8	2	-81.9	9
대관령	-365.0	12	-545.7	12	-468.7	12	-669.8	12	-453.3	12	-541.0	12
춘천	-17.5	4	395.1	0	-598.2	12	-546.9	12	-34.1	8	-22.4	7
강릉	12.9	7	-326.5	12	-118.0	9	-323.9	12	-55.6	8	-188.1	10
서울	226.4	2	72.1	5	-534.9	12	-544.0	12	-391.8	12	-47.2	9
인천	224.2	2	45.2	5	-363.1	12	-474.1	12	-313.0	12	-60.5	10
원주	74.5	2	178.0	1	-499.9	12	-409.3	12	-437.3	12	-180.6	10
수원	390.5	0	-56.1	9	-278.9	12	-518.7	12	-328.0	12	100.3	1
충주	106.4	1	-100.0	10	-314.4	12	-432.9	12	-279.1	12	-62.3	10
서산	327.8	1	-178.6	11	-273.4	12	-390.2	12	-331.0	12	-322.2	11
울진	13.2	4	-100.8	10	60.3	4	-277.8	11	50.9	3	-152.7	11
청주	160.2	1	-3.1	6	-301.8	12	-449.5	12	-305.8	12	145.3	0
대전	76.7	2	-211.1	11	-252.3	12	-489.9	12	-173.1	12	-117.4	10
추풍령	263.2	1	-200.1	11	-90.5	11	-306.6	11	-67.3	10	-157.4	11
포항	139.5	2	-121.8	11	132.1	1	-160.9	11	246.7	2	-240.4	10
군산	422.0	1	-82.7	11	-114.0	12	-280.1	12	-114.2	10	-340.4	12
대구	157.1	1	17.8	5	37.5	1	-66.7	10	146.2	1	-231.1	12
전주	102.5	1	13.0	7	-94.5	12	-406.9	12	-195.5	12	-243.0	12
울산	103.0	2	-309.4	11	50.2	2	-166.9	11	244.6	2	-360.1	10
광주	246.0	1	-27.6	10	-53.4	7	-221.4	12	59.6	4	-258.0	11
부산	419.9	0	-194.8	10	197.9	1	-28.0	10	125.6	4	-225.7	11
통영	116.7	2	-213.2	10	223.5	1	51.0	3	300.4	1	16.3	5
목포	378.6	1	13.3	8	-53.1	8	-9.9	8	148.0	2	-224.8	11
여수	402.3	0	-144.5	10	170.7	1	-71.5	11	2.6	5	-204.8	11
완도	167.0	2	-200.0	10	314.9	1	162.5	1	-55.9	7	-339.4	12
제주	652.1	0	-404.6	11	99.9	1	278.4	0	-118.3	9	-515.6	12
성산	446.7	0	-361.9	11	335.4	1	605.2	0	155.7	3	185.9	2
서귀포	718.0	0	-565.8	11	638.9	0	631.3	0	225.3	2	-342.9	12
진주	211.8	2	-216.4	10	101.3	2	-106.0	11	29.7	5	-561.9	12
강화	22.8	3	-4.2	8	-676.9	12	-625.0	12	-266.7	12	-385.9	12
양평	146.6	2	308.1	0	-533.0	12	-569.2	12	-422.6	12	-92.9	10
이천	213.0	1	51.0	4	-516.3	12	-476.4	12	-473.2	12	-208.7	10
인제	-166.0	12	160.8	0	-454.5	12	-389.3	12	-4.4	5	93.3	1
홍천	-78.1	9	-16.0	7	-601.2	12	-573.5	12	-370.1	12	-52.3	9
제천	60.2	2	67.1	3	-434.7	12	-500.0	12	-267.6	12	-199.4	11
보은	223.3	1	-138.5	11	-208.0	12	-425.9	12	-25.0	6	120.1	1
천안	95.4	2	-109.3	10	-222.9	12	-465.8	12	-243.7	12	152.8	1
보령	78.9	3	166.7	0	-192.3	12	-407.8	12	-406.7	12	-298.5	12
부여	245.5	0	-82.7	11	-198.9	12	-439.1	12	-225.3	12	-125.9	10
금산	158.1	1	-242.2	11	-181.1	12	-335.1	11	-4.0	5	-209.0	12
부안	230.9	1	-35.0	10	-82.5	8	-253.4	11	-213.1	12	-230.0	12
임실	160.9	1	100.0	2	-31.8	9	-421.3	12	-90.6	9	-266.1	12

관측소	'12~'13		'13~'14		'14~'15		'15~'16		'16~'17		'17~'18	
	누적심도 (mm)	기간 (월)	누적심도 (mm)	기간 (월)	누적심도 (mm)	기간 (월)	누적심도 (mm)	기간 (월)	누적심도 (mm)	기간 (월)	누적심도 (mm)	기간 (월)
정읍	151.2	1	-192.8	11	-83.4	10	-241.8	11	-95.2	9	-270.2	12
남원	166.7	0	76.3	0	-83.6	12	-404.5	12	-36.4	5	-358.2	12
장흥	224.5	1	-280.2	11	28.5	2	-219.8	11	-123.7	9	-360.8	12
해남	321.9	0	-172.1	10	-169.8	11	-84.8	11	-110.1	7	-405.7	12
고흥	254.7	0	-217.9	11	366.4	1	-30.1	11	-38.8	6	-156.5	10
영주	171.1	1	-107.2	11	-139.1	12	-415.5	11	-60.1	10	-118.6	10
문경	168.3	1	5.5	6	-256.2	12	-434.1	12	-89.7	11	158.3	0
영덕	44.4	3	-167.0	11	84.8	1	-215.9	11	-13.2	5	-61.0	8
의성	25.9	3	-160.7	11	-166.1	12	-352.5	12	-45.8	7	-204.2	12
구미	227.9	1	-105.9	10	122.7	1	-228.0	11	89.4	4	-233.8	11
영천	232.1	1	-13.9	10	86.3	1	-136.2	11	42.9	5	-208.3	11
거창	201.0	2	-140.3	10	-61.4	11	-207.3	11	-120.1	11	-395.2	12
합천	471.9	0	66.0	5	8.7	2	-165.8	11	100.0	4	-328.3	12
밀양	111.1	2	-138.2	10	-44.4	9	-210.7	11	182.9	2	-483.4	12
산청	340.1	1	-190.7	10	2.1	3	-46.8	10	-111.0	10	-591.1	12
거제	161.2	2	-425.1	12	391.5	1	38.9	5	236.1	2	-105.6	9
남해	396.0	1	-188.7	10	236.0	1	72.9	4	258.9	4	-360.4	10

3.5.2 가뭄 주기성 분석

- 웨이블릿 분석(wavelet analysis)은 웨이블릿 변환(wavelet transform)을 이용하여 시간 영역과 주파수영역을 동시에 분석하는 방법의 하나임
- 연속신호와 이산신호 모두에 적용할 수 있으며, 시계열 자료의 주요 정보인 순환변동, 계절 변동 등에 대한 분석이 가능
- 함수에 따라 여러 종류의 웨이블릿이 있으며, 본 분석에서는 Morlet 웨이블릿을 이용
- 가뭄 주기성 분석을 위한 시계열 자료는 장기간 관측 자료를 보유한 서울관측소의 강수량 자료를 이용하여, SPI3, SPI6 및 SPI12를 산정
- 일반적으로 SPI1~3은 기상학적 가뭄, SPI3~6은 농업가뭄, SPI6~12는 수문학적 가뭄을 대표하는 것으로 알려짐
- 따라서 본 분석에서는 기상, 농업, 수문학적 가뭄의 주기적 발생 특성을 각각 SPI3, SPI6, SPI12에 대한 웨이블릿 분석을 통해 해석해 보고서 함

< Wavelet 개요(이금희, 2005)

웨이블릿은 삼각함수와 같이 일정한 시간 t 의 함수 $f(t)$ 를 근사할 수 있는 기초함수(basis)이다. 웨이블릿은 특정시간에 한정된 작은 파동을 의미하는데 대표적 웨이블릿으로는 Haar 웨이블릿, Daubechies 웨이블릿, Chui-Wang 웨이블릿 등이 있다. 웨이블릿 함수는 평탄한 부분(저주파, 장기변동)을 설명하는 부웨이블릿(father wavelets, scaling function: ϕ)과 평탄하지 않은 부분(고주파, 단기변동)을 설명하는 모웨이블릿(mother wavelets: ψ)으로 구성되어 있다. 시계열 y_t 가 함수 $f(t)$ 와 오차로 구성되어 있을 경우 아래 식과 같은 웨이블릿급수추정량(wavelet series estimator)으로 $f(t)$ 를 추정할 수 있다. 이 때 $\phi(t)$ 는 시계열변동의 평탄한(smoothing, 추세순환변동)부분을, ψ_{jk} 는 평탄하지 않은 부분(계절·불규칙변동)을 나타낸다.

$$\hat{f}(t) = \sum_k \hat{c}_{j_0,k} \phi_{j_0,k}(t) + \sum_j \sum_k \hat{d}_{j,k} \psi_{j,k}(t)$$

여기서, $\hat{c}_{j_0,k}$ 는 $\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T y_i \phi_{j_0,k}(\frac{i}{T})$, $\hat{d}_{j,k}$ 는 $\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T y_i \psi_{j,k}(\frac{i}{T})$ 이다.

웨이블릿계수는 직접 계산하기보다는 일정한 알고리즘 - 이산형웨이블릿변환(DWT, discrete wavelet transformation)으로 계산한다. 웨이블릿계수는 역이산형웨이블릿변환(IDWT, inverse discrete wavelet transformation)을 이용하여 원계열로 다시 복원할 수 있다.

- SPI3의 경우 2.5~3.5년 및 6~7년 주기의 강도가 가장 큰 것으로 분석됨
- 통계적 유의성 측면에서 1년 이하 주기만이 선택되고 있으며, 경년주기(inter-annual variability)에 해당하는 2-8년 주기에 경우 해당 스펙트럼의 강도는 상대적으로 크나 통계적으로 유의하지 않은 주기로 분류됨.
- 32년 주기에서 강한 스펙트럼을 보이는 것은 증가경향이 일부 있는 것으로 판단되나 자료의 길이 및 경향성의 유의성 측면에서 유의하지 않은 것으로 분석됨

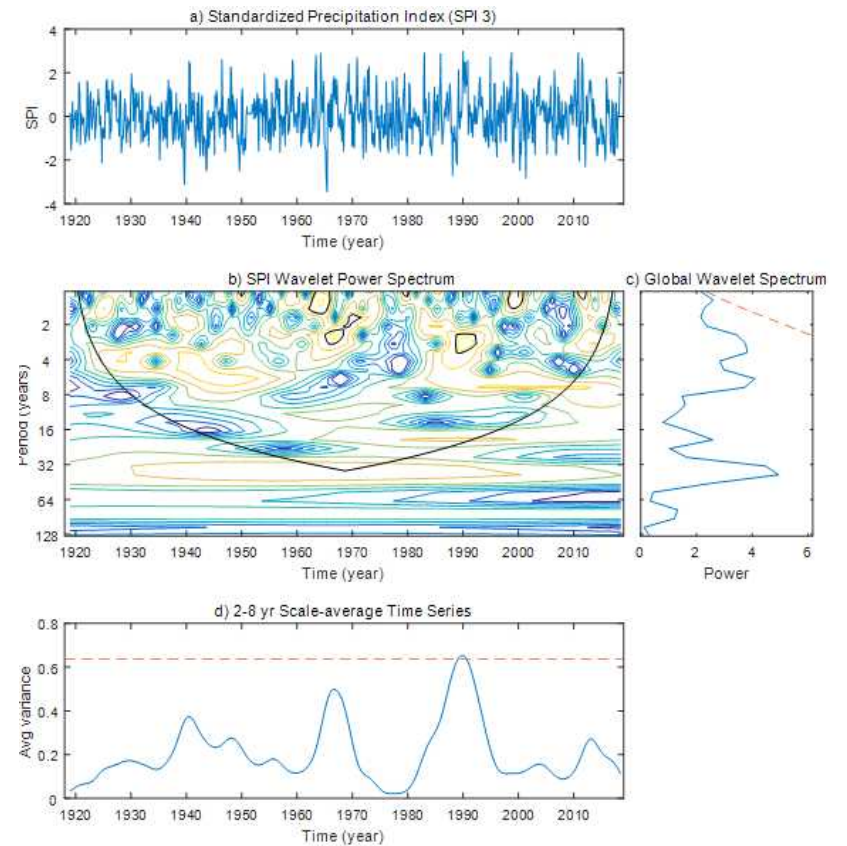


그림 3.5.8 서울관측소 SPI3를 이용한 주기성 분석 결과

- SPI6의 경우 2~8년의 경년변화의 강도가 가장 상대적으로 높은 것으로 분석되었으며 통계적으로 유의한 주기로 분류됨
- 최근에는 이러한 경년변화의 변동성이 더욱 커지고 있는 것으로 확인할 수 있으며, 1940년대 이후로 지속적인 경향성이 있는 것을 32년 주기의 스펙트럼으로부터 유추가 가능하나 자료의 길이 및 Edge 효과를 고려할 때 유의하지 않음

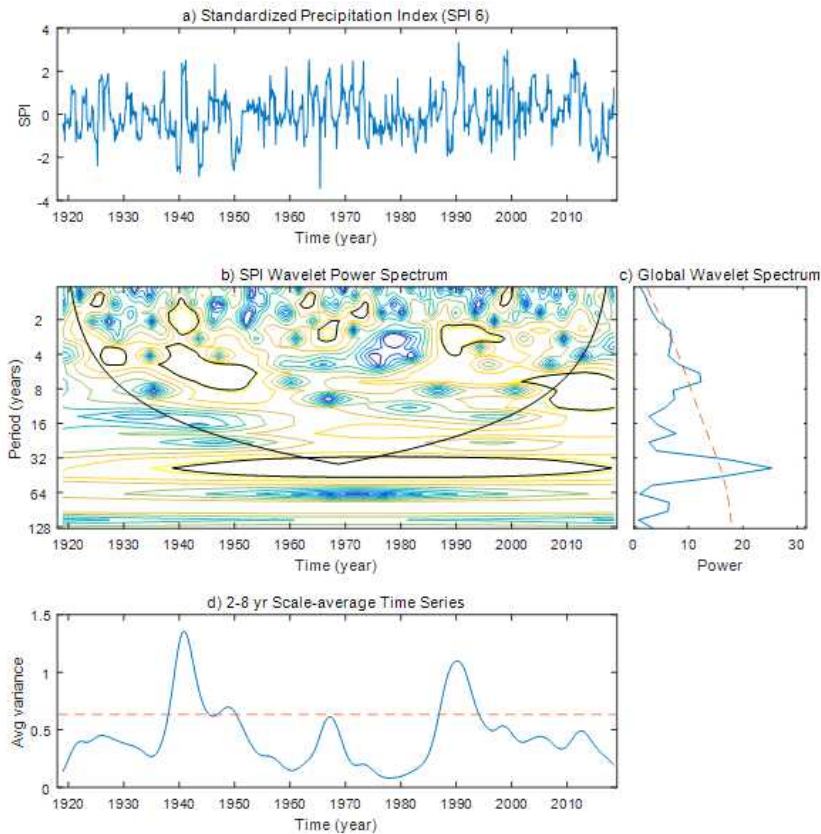


그림 3.5.9 서울관측소 SPI6를 이용한 주기성 분석 결과

- SPI12에 대한 주기성 분석 결과는 2~3년 및 5~8년 주기의 강도가 높은 것으로 나타났으며, 최근에는 10년 전후의 주기성을 갖는 강우 변동성을 보임
- 40년 전후 주기의 경우 매우 큰 강도를 보이고 있으나, 자료 말단에서 나타나는 가장자리 효과를 감안하여 판단에 유의할 필요가 있음

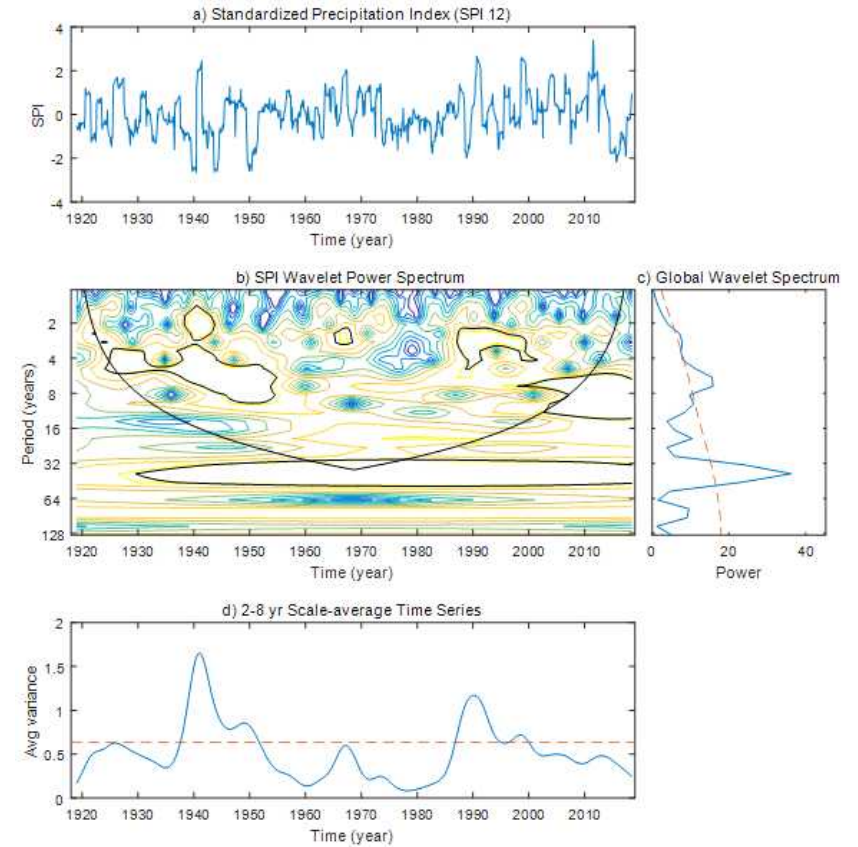


그림 3.5.10 서울관측소 SPI12를 이용한 주기성 분석 결과

제4장 가뭄원인 분석

4.1 기상학적 측면

4.2 용수관리 측면

4.3 가뭄관리 체계 측면

제4장 가뭄원인 분석

4.1 기상학적 측면

- (강수부족) 2016년 봄철 강수부족 발생이후, 2017년 전국적으로 강수부족이 확대된 후 남부지역에 강수부족 지속, 2018년 장마와 태풍 영향으로 전국의 강수부족 완전해소
- 지속기간 6개월 표준강수지수(SPI)를 활용하여 행정구역별 분석결과, 2017년 남부지역의 강수부족이 극심한 수준

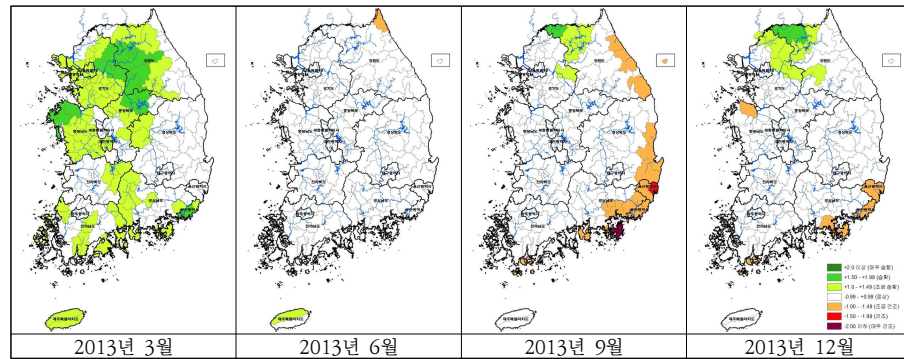


그림 4.1.1 2013년 시군별 6개월 표준강수지수(SPI6) 분포

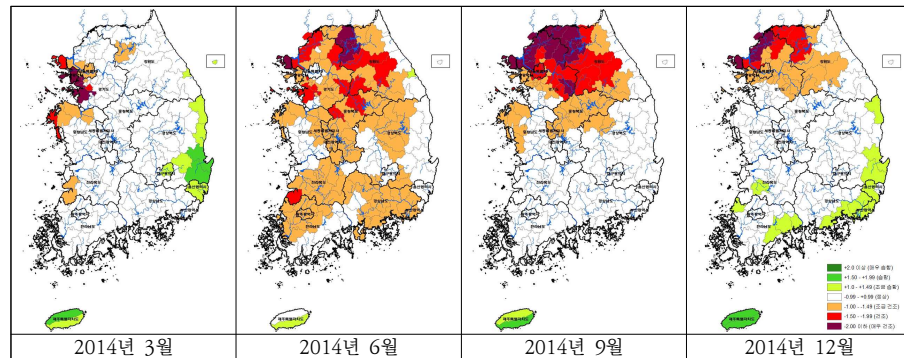


그림 4.1.2 2014년 시군별 6개월 표준강수지수(SPI6) 분포

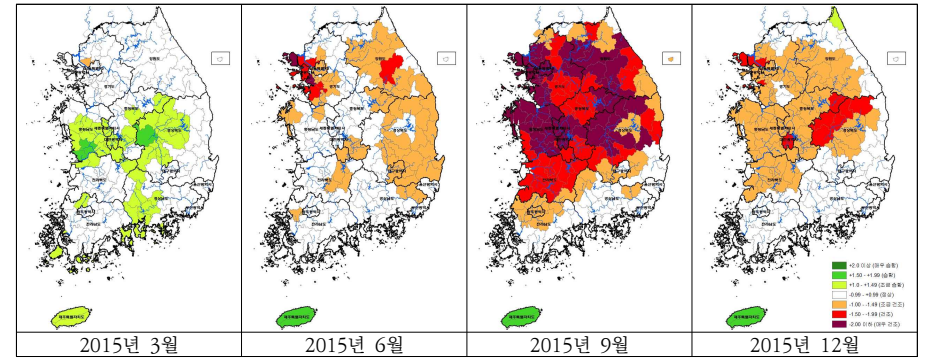


그림 4.1.3 2015년 시군별 6개월 표준강수지수(SPI6) 분포

- (2016년도) 6월 강수부족 지역발생 후, 9월부터 강수부족 지속
- 6월 동해북부 지역 강수부족(조금 건조) 발생
- 9월부터 서울·인천·경기·충남, 동해남부 지역 강수부족(건조) 지속

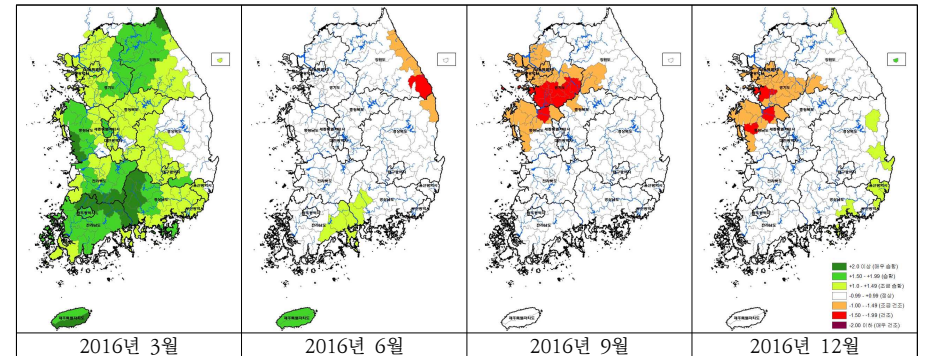


그림 4.1.4 2016년 시군별 6개월 표준강수지수(SPI6) 분포

- (2017년도) 봄철 적은 강수로 전국이 강수부족 지역으로 확대, 6월 이후 남부지역은 예년보다 적은 강수로 인해 심한 강수부족 지속
- 3월까지 강수량으로 강수부족 지역이 줄어들었으나, 인천강화경기일부 지역 강수부족 지속
- 봄철 강수량 부족으로 강수부족 지역이 전국으로 확대되었으며, 특히 서울·경기·강원·전남·경남 지역은 매우 부족

- 여름철 강수로 인해 서울경기강원충청 지역은 강수부족이 완화되었으나, 남부지역은 예년보다 적은 강수로 인해 심한 강수부족 지속

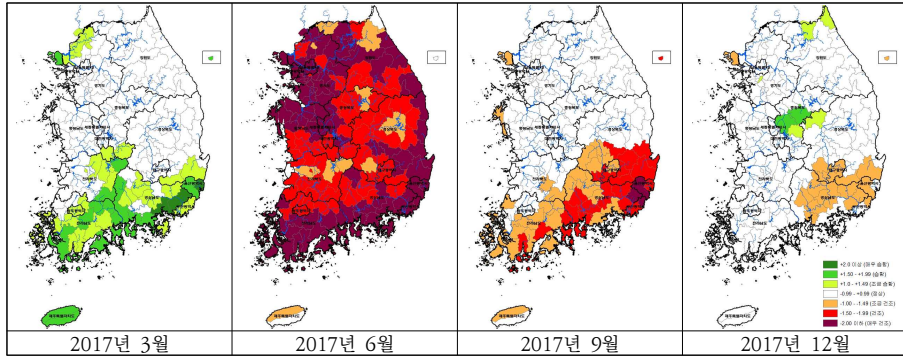


그림 4.1.5 2017년 시군별 6개월 표준강수지수(SPI6) 분포

- (2018년도) 봄철 강수로 강수부족 상황 호전, 6월말~7월초 강수부족 지역 완전 해소
 - 3월까지 강수량으로 강수부족 지역이 줄어들었으나, 일부 지역 부족 지속
 - 6월말~7월초 장마 및 태풍 영향 집중호우로 강수부족 완전 해소

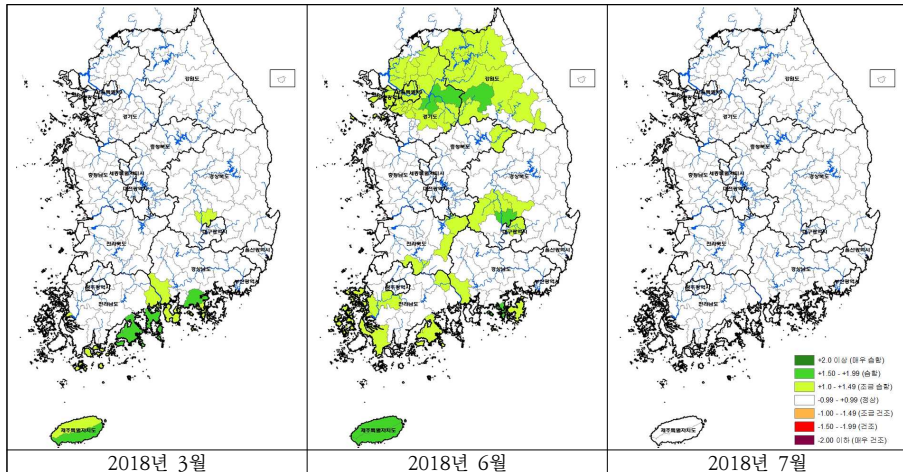


그림 4.1.6 2018년 시군별 6개월 표준강수지수(SPI6) 분포

4.2 용수관리 측면

4.2.1 물수요 증가

- 다목적댐·용수댐은 설계당시 용수수요를 고려하여 적절한 저수용량을 확정하여 설계를 진행하고 있으나, 급수인구의 증가 및 물수요의 지속적인 증가로 인해 댐에서 용수공급할 수 있는 능력보다 많은 양의 용수를 공급하게 되는 경우 물부족으로 인한 가뭄이 발생할 수 있음
- 2018년 다목적댐, 용수댐의 용수계약현황을 보면
 - 주암댐, 부안댐의 경우 기본계획공급량 수준으로 용수계약되어 있어 평균이하의 강수 부족 시 물 부족에 쉽게 노출될 우려가 있음
 - 또한 물공급 능력대비 물수요가 높은 편이며, 지속적으로 수요량이 증가하고 있어 가뭄 발생의 원인으로 작용하고 있음
 - 용수댐의 경우 평립댐, 영천댐, 대암댐, 구천댐의 용수수요율이 높은 편으로 물수요의 지속증가에 대한 대응이 필요함

표 4.2.1 다목적댐의 계약량 대비 공급량 비율

구분	소양강	충주	횡성	안동	합천	임하	남강	밀양	군위	대청	용담	주암	부안	보령	장흥
'18년 계약량 (백만톤/년, A)	1,074	2,448	37	374	495	248	132	39	19	755	265	418	27	79	49
기본계획공급량 (백만톤/년, B)	1,200	2,731	72	450	520	363	155	51	32	1,271	493	431	28	91	101
용수수요율 (A/B,%)	89.5	89.6	51.4	83.1	95.2	68.3	85.2	76.5	59.4	59.4	53.8	97.0	96.4	86.8	48.5

표 4.2.2 용수댐의 계약량 대비 공급량 비율

구분	광동	달방	감포	운문	평립	수어	영천	대암	연초	구천
'18년 계약량 (백만톤/년, A)	10	6	1	85	10	22	79	18	5	7
기본계획공급량 (백만톤/년, B)	26	13	2	137	9	27	80	18	6	7
용수수요율 (A/B,%)	40.4	43.5	18.6	61.9	108.7	78.7	97.9	100.0	77.5	100.0

4.2.2 용수공급 효율(유수율)

- 수원의 확보와 관리도 가뭄 발생 최소화 측면에서 중요하지만, 확보된 물을 수요자에게 효율적으로 공급하는 것도 중요함
- 일반적으로 물공급은 수원의 물을 수요자까지 공급하기 위해 정수장-배수지 등의 시설을 거치게 되고, 시설간 관로를 통해 용수공급이 이루어짐
- 공급상에 시설의 노후화와 외부환경 등으로 인해 발생하는 누수량을 저감하는 것이 가뭄 발생 최소화를 위해 중요함
- 지역별 유수율(총급수량과 요금으로 징수되는 수량의 비율, 유수수량/총급수량) 자료를 보면, 전국 평균 유수율은 81% 수준이나, 강원, 전라, 경상, 제주 지역의 유수율은 평균 67%로 많은 양의 물이 공급중에 손실된다고 볼 수 있음
 - 이는 곧 수원의 취수량 증대로 이어지고, 수원의 수량부족에 따른 가뭄 발생을 심화시키는 것으로 판단됨

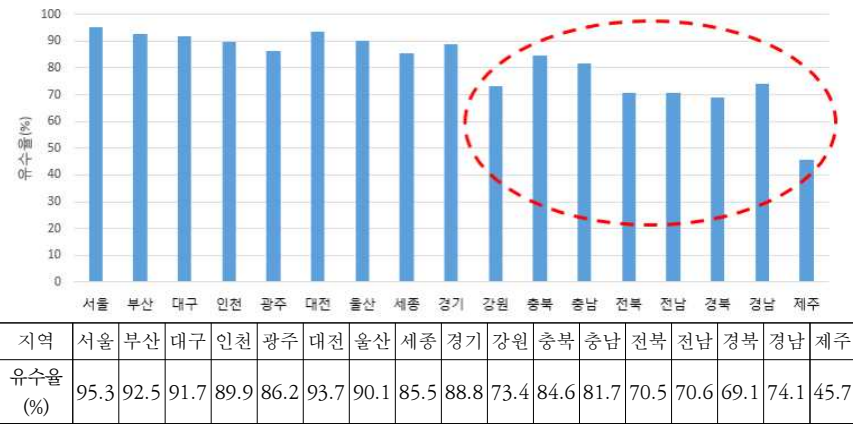


그림 4.2.1 시·도별 상수도 유수율 (2016, 환경부)

4.3 가뭄관리 체계 측면

4.3.1 개요

- 가뭄은 장기간에 걸쳐 사회 전반적으로 큰 영향과 파급효과를 야기시키는 재해임
- 가뭄의 발생 빈도와 심도는 지속적으로 증가하고 있어 수자원의 개발 등 구조적인 대책만으로는 한계가 있음
- 가뭄을 사전에 인지하고 대응할 수 있도록 하는 예경보 체계의 도입 및 정착과, 국민들의 절수, 물절약 동참 등을 유도하기 위한 다양한 비구조적 방안이 제시될 필요가 있음
 - 아울러, 지역적 가뭄발생 특성(노출성, 취약성 등)에 대한 객관적인 평가를 기반으로 맞춤형 대책을 선정하고 투자하는 등 효율적 방안 마련이 중요

가. 가뭄예방 체계

- 그간 가뭄 대응은 가뭄이 발생하고 난 후 용수공급 지원, 특별교부세 지원 등 사후대응 및 복구의 한시적 대책 위주
- 복구 중심의 가뭄 대응 체계로는 가뭄으로 인한 피해를 예방할 수 없으며, 선진국의 경우 예경보 체계를 통해 사전에 인지하고 대응코자 하는 노력을 하고 있음
- 미국 국가가뭄경감센터(NDMC)에 분석에 따르면, 가뭄을 예측하고 대비하는 것이 피해 발생 후 대응복구 하는 것보다 약 4배 경제적
- 우리나라는 '14~15년도 연속 가뭄으로 많은 피해가 발생하였으며, 특히 충남지역을 중심으로 자율제한급수를 시행하는 등 물 확보에 어려움이 많았음
- 정부는 반복되는 가뭄피해를 선진국과 같이 선제적으로 예방하기 위한 체계 도입이 필요함을 인지하고 '15년 9월 국가정책조정회의에서 국가 가뭄 예경보의 도입과 가뭄정보 분석을 위한 전문기관인 국가가뭄정보분석센터 설립을 결정
- 국가 가뭄 예경보 시행과 이를 위한 수자원법 등 법적 기반마련을 추진하여, 우리나라도 본격적인 가뭄 예방체계 구축을 개시
- 신뢰도 높은 가뭄 정보 제공과 국민이 참여하는 가뭄관리 체계 마련을 위해 지속적인 투자와 연구개발, 국제협력 등이 필요할 것으로 판단됨

1) 선진국의 가뭄예방 체계

- 미국은 물관련 기관별 가뭄 정보를 통합하고 분석하여 지역별 특성을 고려한 가뭄 모니터링 및 조기 경보를 시행
- 이를 위하여 1995년 ‘국가 가뭄 경감센터(NDMC, National Drought Mitigation Center)’를 설립하여 미국 전역에 대한 가뭄정보를 수집·분석하여 제공하는 한편 기관별로 효율적인 가뭄대책을 수립·지원
- 2006년에는 ‘국가 통합 가뭄정보 시스템법(NIDIS Act)’을 제정하여 국가 통합가뭄정보 시스템을 구축하는 한편 가뭄 정보의 제공을 위해 가뭄포털을 구축하여 운영 중
- 미국의 U.S. Drought Monitor는 다양한 가뭄정보를 종합하여 미국 전역의 가뭄 상황을 사용자가 이해하기 쉽고 이용하기 편리하도록 하나의 지도에 표출

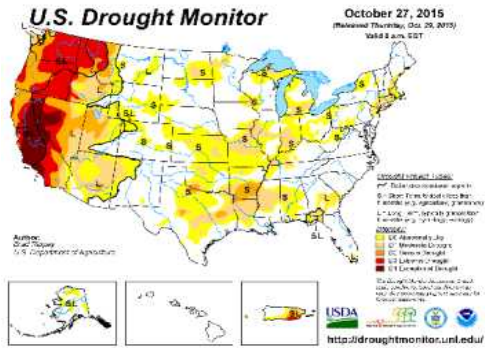


그림 4.3.1 NDMC의 가뭄 감시 현황

- 호주의 경우에는 가뭄상황 및 관리를 농림수산식품부에서 농업 정책의 일부로 다루고 있으며, 자연재해 구호기금을 조성하거나 특별법을 제정하여 주 정부의 재정적 으로 지원
- 가뭄을 예측할 수 없는 자연 재해가 아닌 농가 경영의 위험요소로 인식하고 평소 위기 관리를 통해 대처
- 영국(잉글랜드, 웨일즈)의 경우, 가뭄 발생 시 환경청의 주도 아래 각 유역별로 위치한 물회사들과 지방정부가 유기적으로 협력하여 매뉴얼에 따라 단계별로 가뭄에 대처
- 각 유역을 담당하고 있는 물회사는 물관리와 가뭄 관리를 유기적으로 연계하고 각 유역별 상황에 따라 소비자의 물사용 제한과 같은 행정조치를 자율적으로 시행할 수 있는 권한이 있어 효율적으로 대처

- 이와 같이, 미국 등 물관리 선진국에서는 가뭄정보분석, 가뭄 대응 가이드라인 수립 등으로 가뭄에 신속하고 효과적으로 대응할 수 있는 체계를 구축

2) 우리나라 국가 가뭄 예경보 체계

- ‘15.9월 국가정책조정회의를 통해 국가 가뭄 예경보 시행과 이를 기술적으로 지원하기 위해 K-water에 가뭄정보분석센터 구축을 결정
- 이에따라 ‘15.11월 국가가뭄정보분석센터를 개소하고, 국가 가뭄 예경보 시행을 위한 기술적·정책적 지원활동을 개시
- ‘16.2월 제3차 물관리협의회에서 국가 가뭄 예경보 시행방안을 확정하고, 16년 3월부터 12월까지 시범운영을 거쳐, ‘17년부터 본격운영 실시

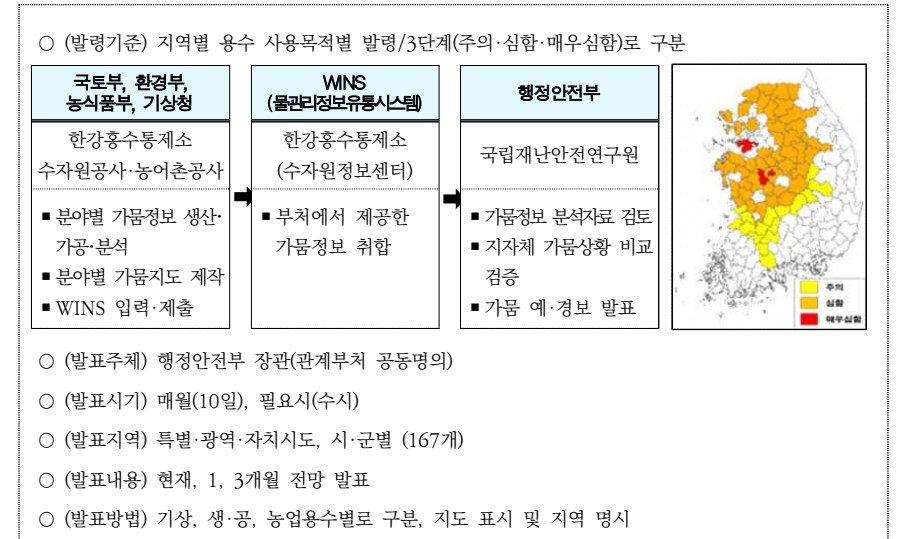


그림 4.3.2 국가 가뭄 예경보 체계

- 대부분의 국가에서는 가뭄을 예측하고 판단하기 위해 강수량, 기온 등을 통해 계산되는 SPI, PDSI, SMI 등 가뭄지수를 사용
- 그러나 우리나라는 생활 및 농업용수 사용의 대부분을 댐 등에 의존하고 있으며 복잡한 물공급 네트워크를 통해 공급되므로 가뭄지수로 가뭄을 판단할 경우 실제 생공용수 가뭄 상황을 반영하는데 한계

- 국가가뭄정보센터에서는 가뭄 기초조사를 통해 전국 3,503개 읍면동('17년 기준)의 수원과 취수장, 정수장, 배수지, 수용가까지의 물공급 체계를 조사하고, 이러한 정보를 바탕으로 국민들이 체감하는 가뭄정보를 제공하기 위해 실제 물 공급원으로 사용되는 수원(댐, 저수지, 하천, 지하수 등)의 실시간 수문자료를 활용하여 지역의 가뭄을 판단하고 그 결과를 제공

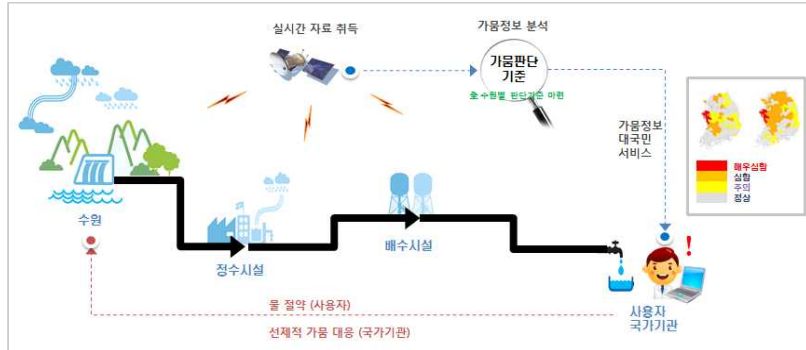


그림 4.3.3 가뭄정보 판단 및 제공 프로세스

나. 가뭄관리 체계 및 정책

- 우리나라 가뭄 관련 대응 및 복구 총괄 업무는 자연 및 안전관리 기본법 등에 의거 행정안전부가 수행하고, 물관리 담당부처 및 기관에서 소관 분야별로 수행
- 각 부처의 가뭄 관련 정보는 기관별(행정안전부·환경부·농식품부·기상청 등) 목적과 업무특성에 따라 개별 생산·제공하여 정보의 사용자들의 입장에서는 혼란이 불가피
- 각 소관부처에서 관련 사항 중심으로만 가뭄 대응을 담당하면서 중복투자 및 가뭄대응 효율성 저하, 연계성 부족 등 여러 가지 어려움 발생
- 최근 정부조직법 개정을 통해 국토부의 물관리 기능을 환경부로 일원화하고, 물관리 기본법을 제정하는 등 다양한 노력을 통해 통합적인 관점에서 물관리를 시행 할 수 있는 기반을 마련해 가고 있음
- 심화되는 기후변화와 그에 따라 빈번하게 발생하는 극심한 가뭄재해에 효과적으로 대비하기 위해서는 지역 내에서 가용한 모든 수자원, 예를 들면 댐, 상수도 시설, 농업용저수지, 하천, 지하수 등을 각 소관부처에 관계없이 통합적인 관점에서 효율적으로 활용하는 체계 마련이 필요

- 또한, 지역별 가뭄의 노출특성 등을 객관적으로 비교·검토하여 가뭄 발생의 원인을 규명하고, 이에 따라 지역 맞춤형 가뭄대책이 수립·추진될 수 있는 평가체계 마련이 시급

1) 선진국 가뭄관리 조직 체계

- 미국은 연방정부에서 주도적으로 가뭄을 관리하며 농무성, 국토안전부, 국방부, 보건사회복지부 등 관련부처에서 가뭄관련 자료의 취득, 조사, 피해대책 수립, 예측 등의 업무를 구분하여 시행

표 4.3.1 미국의 가뭄관리 조직 및 역할

소 속	기 관	역 할
농무성	위험관리국	· 가뭄 등의 재해에 대한 곡물 보험 프로그램 제공
	경제연구서비스	· 가뭄이 농업 및 산업에 미치는 경제적 영향 평가
상무성	해양대기국	· 국립기후자료센터를 운영하여 가뭄과 관련된 기상관측 자료를 실시간으로 제공
내무성	개척국	· 댐, 수로, 발전소 등 건설 및 국가 물 공급
	지지로사국	· 실시간 하천유량 부족량 정보 제공
국토안전부	연방재난안전청	· 가뭄 등 재해경감 계획 수립 등에 관한 정보 제공
국방부	미육군공병단	· 댐, 수로 등 건설 및 지역단위 물공급
보건사회복지부	질병통제센터	· 가뭄 등 재해로 인한 공중보건 악화 우려 시 개입
환경보호청		· 환경보호를 목적으로 가뭄대비 절수제품 및 조정 구축 등 사업 수행
항공우주국		· 위성자료를 기반으로, 가뭄 관측 자료 제공

- 영국 가뭄관리 책임기관으로는 환경청, 정부, 상수도 회사 및 지자체로 구분되며, 환경청이 주도적 역할을 수행

표 4.3.2 영국의 가뭄관리 조직 및 역할

소 속	대 응 내 용
정 부	<ul style="list-style-type: none"> · 가뭄발생 시 물을 효율적으로 사용하기 위한 홍보 캠페인 · 가뭄 단계에 부합한 행동 결정 · 가능한 가뭄 단계에 대해 지역 탄력성 그룹과 긴급배치 대응 준비
환경청	<ul style="list-style-type: none"> · 하천 유량, 지하수위, 저수지 수위, 하천생태 등의 모니터링 · 가뭄발생시 일반인, 정부 및 언론에 수자원 상태 보고 · 가뭄계획에 따른 상수도 회사의 물 관리의 이행여부 감시 · 상수도 회사들이 환경적 피해 없이 용수확보 가능한 방안 제시 · 가뭄 및 물 이용에 대한 관심 유도 · 저수 또는 유량상황 악화 시 물 확보 대책 수행 · 가뭄의 피해를 저감시키는 행동 수행 · 환경을 보호하기 위한 가뭄 규칙 수립
상수도회사	<ul style="list-style-type: none"> · 소비자를 물을 현명하게 쓰기를 홍보 캠페인 실시 · 물 사용량을 절감시키기 위해 다른 사업들과 연계 · 누수량 절감 및 물 보존 계획 시행 · 비상용수공급시설을 활용한 물 공급량 증가 · 물 확보를 위한 가뭄 허가 및 물 사용량 절감을 위한 가뭄명령 실시 · 비상가뭄명령에 따른 제한적인 물 공급(급수탑, 탱크 등) 실시
지방자치단체	<ul style="list-style-type: none"> · 상수도 회사와 환경청과 함께 지역 내 현명한 물이용 홍보 실시 · 심각한 가뭄발생시 상수도 회사들에게 비상가뭄대책 마련 촉구

- 호주의 국가 가뭄정책은 호주 농림수산물부 관할이나, 실제적인 가뭄 대책을 포함한 대부분의 가뭄정책은 주 정부의 소관임
- 평소 가뭄에 대한 위기관리와 정책 마련은 주 정부와 농민에게 맡기고 연방정부는 '예외적인 상황' 발생시 재정 지원으로 한정
- 주정부는 다양한 수단을 마련, 평소 농민의 가뭄 예방, 대책 마련, 예외적인 상황 선포 이전 피해 경감, 복구 등 지원

표 4.3.3 호주 - 1999년 도입된 '예외적인 상황'에 대한 기준

조 건	세 부 내 용
사건이 극히 드물고 심각한 경우	평균 20년에서 25년 마다 발생하는 사건을 가리키며, 농가 경영의 심각한 손실을 초래하여 국가 개입이 불가피한 경우
사건이 심각한 농가 소득 하락을 장기간 초래한 경우	평상시 위기관리로 대응할 수 없을 정도의 심각한 농가 소득 하락이 초래되어 1년 이상 지속된 경우
사건이 평소 구조조정 프로그램을 통해 대비할 수 없었거나 예측 불가능한 경우	사건이 예측 가능하거나 평상시 위기관리로 대처할 수 있을 정도, 또는 여타의 다른 프로그램으로 지원이 가능한 경우 제외

2) 가뭄 취약지도 구축

- '15년 이후 연이은 지역별 가뭄피해 대응방안으로 가뭄취약성 평가를 통한 선제적 가뭄 대응·피해저감 대책수립 지원기반 마련하기 위해 가뭄 취약지도 작성을 추진(근거 : 수자원법 제7조)
- '18년도에는 가뭄 취약성 평가 기준수립 및 가뭄취약지도 제작지침 등 기본계획 수립하고, '19년부터 권역별 가뭄 취약지도 구축을 시행 예정('19년 낙동강권역, '20년 한강, '21년 금영섬권역)



그림 4.3.4 가뭄 취약성 평가 모식도 및 취약지도(안)

- 원인별 고·저 위험지역 및 위험가중요인 분석, 저감대책 평가 등을 통한 지역별 맞춤형 가뭄대책 수립 등 정책의사 결정 지원에 활용할 수 있을 것으로 기대

다. 국민 참여 및 국제협력 확대

- 기후변화에 따라 가뭄 발생의 심도가 깊어지고 있어, 구조적 대책만으로 가뭄을 대응하는데는 한계가 있음
- 광역적으로 발생하고 있는 가뭄에 효율적으로 대응하기 위해서는 국제적 공조와 협력체계를 지속적으로 구축·운영 해야 함
 - 가뭄과 관련된 국가별 경험과 기술, 정책 등을 공유하고, 상호 협력을 통한 공동대응 체계 마련이 중요
- 또한, 국민들이 가뭄을 체감하고, 물 절약 등 가뭄대응에 동참하는 수요관리 측면의 가뭄 대응체계 마련이 중요
 - 일본의 경우, '94년 대가뭄 시 실시한 여론조사에서 절수에 대한 질문에 '절수하고 있

다'고 응답한 사람은 59.9%로 높고, 매년 6.1일을 '절수의 날'로 지정하여, 절수 캠페인 및 콘서트 등 문화행사를 개최하고 있음

- 국민의 가뭄인지를 위해 국민이 체감할 수 있는 가뭄정보를 서비스하고, 가뭄의 심각성과 물절약 등 대응방안에 대해 지속적으로 교육해야 할 필요가 있음

1) 가뭄대응 국제협력 추진

- 국가가뭄정보분석센터는 가뭄관리를 위한 정책과 기술을 교류하고, 국제적으로 광범위하게 발생하는 가뭄에 공동대응 하기 위해 2018 국제 가뭄포럼을 개최
 - * 일시/장소 : '18. 5. 31(목) ~ 6.1(금) / K-water 세종관(대전 대덕구)
- 환경부 및 K-water와 Asia Water Council, 물학술단체연합회 주관으로 개최된 금번 행사는 가뭄관련 해외 주요인사* 및 국내·외 전문가 등(약 200명)이 참석
 - * 보츠와나 장관, 태국 청장, 캄보디아·인니 국장, 美 국가가뭄경감센터장 등 참석
- 국가별 가뭄관련 사례, 정책·기술 발표, 토의 등을 통해 가뭄 대응방안 공유 및 국제 협력기반을 구축하고, 기술세션을 통해 가뭄 감시·대응 기술에 대한 전문가 발표, 공유 및 논의, 가뭄정책·기술 공유, 가뭄극복 협력 회의록(MOM) 채택 등
- 아울러, 가뭄관리 선진기관인 美 NDMC와 K-water간 기술교류·협력 MOU체결



그림 4.3.5 2018 국제 가뭄포럼 주요 활동

제5장 가뭄대응 및 영향 평가

5.1 주요 대응현황

5.2 가뭄피해 현황

5.3 언론 빅데이터 분석

제5장 가뭄대응 및 영향 평가

5.1 주요 대응현황

5.1.1 대체 수원 확보

가. 보령댐 도수로 건설·운영

- 2015년 충남 서·북부권(보령댐 유역)의 극심한 가뭄 발생으로 급수조정 등 국가적 재난 상황 발생으로 금강~보령댐을 연계하는 도수로 건설·운영하여 보령댐 용수공급 안정성을 확보함
 - 보령댐 도수로 설치로 긴급 용수공급체계 확립
 - 용수공급을 위한 안정적인 보령댐 저수를 확보
 - 하천수와 호수수를 연계 이용한 물 순환시스템 구축
 - 부여군 가뭄취약지역에 농업용수 공급으로 영농급수체계 개선

< 보령댐 도수로 사업개요 >

- ◇ 사업위치 : 충남 부여군 규암면, 구룡면, 내산면, 외산면 일원
- ◇ 시설개요
 - 취수장(Q=121천m³/일) : 1개소,
 - 도수로로 : D1,100mm(주철관, 유리섬유복합관, 강관), L=21.9km
 - 제1가압장(Q=115천m³/일) : 1개소, · 제2가압장(Q=115천m³/일) : 1개소
 - 2차 수처리시설(폭기+세라믹여재) : 1개소
- ◇ 사업기간(임시 공급시설 : 착수일로부터 100일, 영구 공급시설 : 착수일로부터 360일)



- 2016년에는 도수로 통수(16.2) 이후 보령댐으로 총 84.2만m³(32일간), 분기관로로 총 4.0만m³(3일간)의 농업용수 지원(부여군)하였으며, 2017년에는 보령댐 계계단계 도달(3.25) 즉시 가동하여 보령댐 생공용수 일 공급량의 약 50%에 해당되는 양인 1,460만m³을 공급(지속 공급중)하고, 농업용수는 부여군 요청에 따라 총 2.8만m³(4일간)을 지원함

표 5.1.1 2016~2017년 보령댐 도수로 공급운영 실적

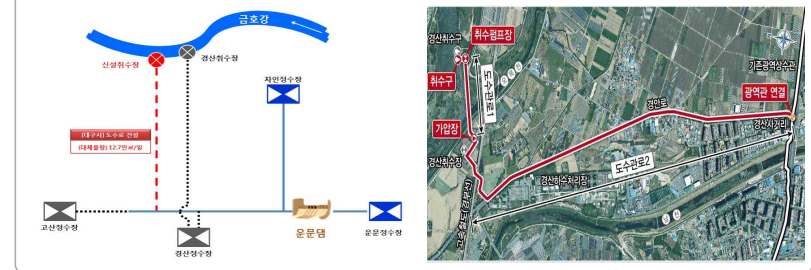
구분	공급물량	공급기간	비고
2016년	보령댐 공급	84.2만m ³	'16.2.16 ~ '3.18
	농업용수(부여군)	4.0만m ³	'16.9.1, 9.6 ~ 7
2017년	보령댐 공급	3,330만m ³	'17.3.25 ~ '18.3.23
	농업용수(부여군)	2.8만m ³	'17.5.23 ~ '24, 6.19 ~ 20

나. 금호강 비상도수로 건설·운영

- 2017년 극심한 강수부족에 따른 운문댐의 저수량 부족으로 용수 공급지장이 우려되어, 인근 금호강의 수량을 연계공급하기 위한 도수로 건설을 시행함
 - 급수지역인 대구시, 경산시 등 약 88만명의 대규모 용수부족을 예방하는 효과

< 금호강 광역상수도 비상공급시설 개요 >

- ◇ 시설용량 : 127천m³/일
- ◇ 시설개요 : 취수시설(취수펌프장, 가압장) 및 도수로로 3.1km
- ◇ 사업경위 : 275억원 ('17.11.24. 착공 → '18.2.13. 통수 → '18.12. 사업 준공)
- ◇ 공급계통 : 금호강 → 도수로로 → 금호강계동(광역) → 대구시 고산정수장



다. 수원간 대체·연계 공급

- 평림댐의 가뭄 장기화 대비, 선제적으로 장성댐 간선수로를 활용한 농업용수 5천톤/일 대체공급시설(1단계)을 시행하였으며, 추가대책으로 인근 농업용댐(수양제) 활용하여 10천톤/일 생활용수 대체공급(2단계)을 추진하여 대응함



그림 5.1.1 평림댐-수양제 연계 공급

- 2017년 주암댐 가뭄 발생에 대응하고자, 관계기관 협의를 통해 섬진강댐(다목적댐), 보성강댐, 수어댐(용수댐) 등 인근 댐과의 연계운명을 실시하여 주암댐 용수비축에 기여
 - 섬진강댐 활용 : 주암(본)댐 하루 생·공용수 16만m³/일 중 섬진강댐 배분량(17.8만m³/일) 범위 내 섬진강 본류 방류를 증량하여 7만m³/일 대체 완료('17.8.3)
 - 보성강댐 활용 : 득량만 필요수량(농업용수 등) 외 가능량은 보성강 본류로 방류하여 최대한 주암댐 저류 공급
 - 수어댐 활용 : 하절기 계절적 수요로 인한 여수산단 공급량 감소로 주암 조절지댐 공급량 일부(1.7만m³/일)를 수어댐에서 대체 공급(7.22~)
- 낙동강에 위치한 댐간 연계운명을 통해 가뭄에 대응
 - 합천댐을 수원으로 활용 취수증인 시설물의 일부는 낙동강 본류에 위치하고 있어, 상대적으로 수량이 풍부한 댐에서 추가방류토록 운영함으로써 합천댐 용수비축을 시행

- 수계내 남강댐과 연계하여 대체(108.0만m³/일) 공급 (2017년 9월 기준)

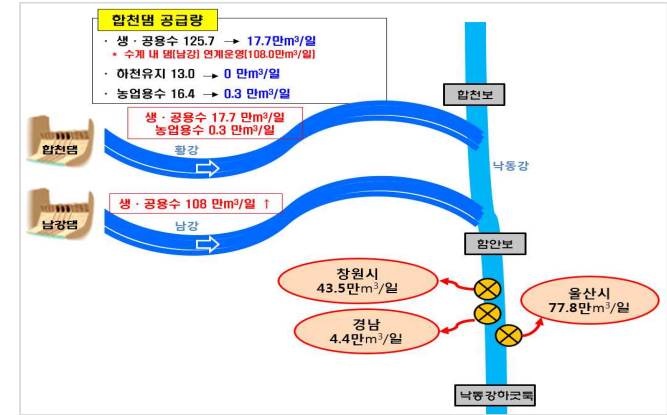


그림 5.1.2 합천댐 용수공급 계통도 및 남강댐간 연계운영 모식

- 한강수계에 위치한 소양강댐·충주댐은 봄철 강우량 부족으로 저수상황이 악화되어 하루에 위치한 팔당댐 등 수력댐 연계운영으로 댐용수의 용수비축토록 가뭄대응한 바 있음 (2017년)



그림 5.1.3 한강수계 댐 연계 운영 현황

- 낙동강 유역내 위치한 댐-보-하굿둑을 상호 연계운영하여, 하굿둑의 수량확보 규모를 기준으로 여유물량만큼 상류댐에서 감량 공급하되, 최소 직하류 생·공용수 공급량은 보장하는 체계로 가뭄 대응
 - 보-하굿둑은 관리수위를 유지하고 본류 용수이용에 문제가 없는 범위 내에서 댐 용수를 최대한 비축하는 체계 운용

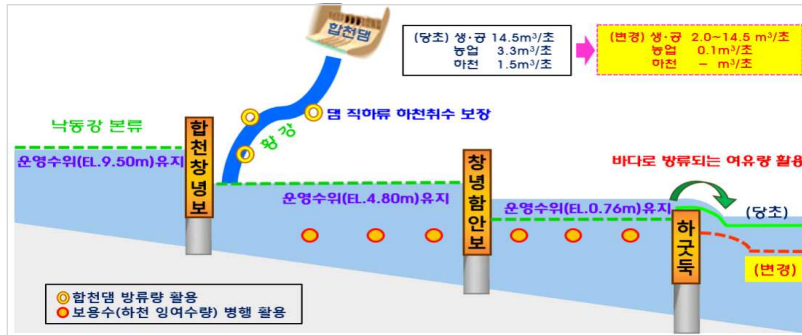


그림 5.1.4 댐-보-하굿둑 연계운영 모식

5.1.2 급수체계 조정

- 2015년 보령댐 용수사용량 절감을 위해 보령댐광역상수도 급수대상지역 인근의 광역상수도 및 지방상수도 시설을 연계 활용하여 극한 가뭄에도 단수 없이 안정적인 수돗물 공급을 위하여 대응
 - 타수원을 사용하는 광역상수도 여유량을 활용하여 연계 공급이 가능한 서천군, 당진시 및 당진화력에 용수 공급하여 물부족이 없도록 조치
 - 급수체계 조정을 통하여 보령댐 용수 사용량 절감 -“일평균 31천㎥ 절감”-
 - 용담댐, 대청댐 등 타수원을 사용하는 인근 광역상수도의 여유량을 보령댐광역상수도 급수대상지역인 서천군 및 당진시에 일평균 31천㎥ 전환 공급, 이는 보령댐광역상수도 일평균 공급량(200천㎥, '15.9월)의 약 16% 수준으로 보령댐 저류량을 추가 확보하여 극한 가뭄에도 지역 주민 불편 최소화

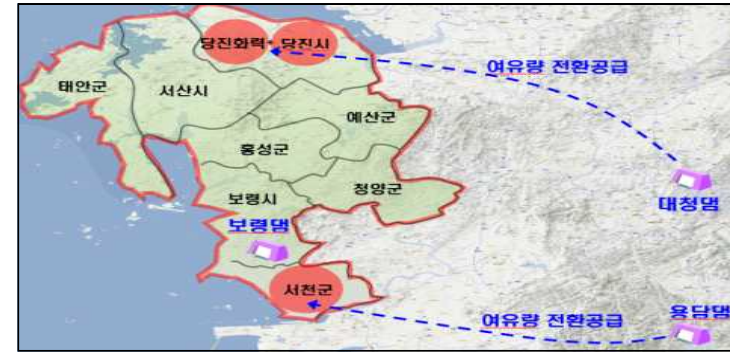
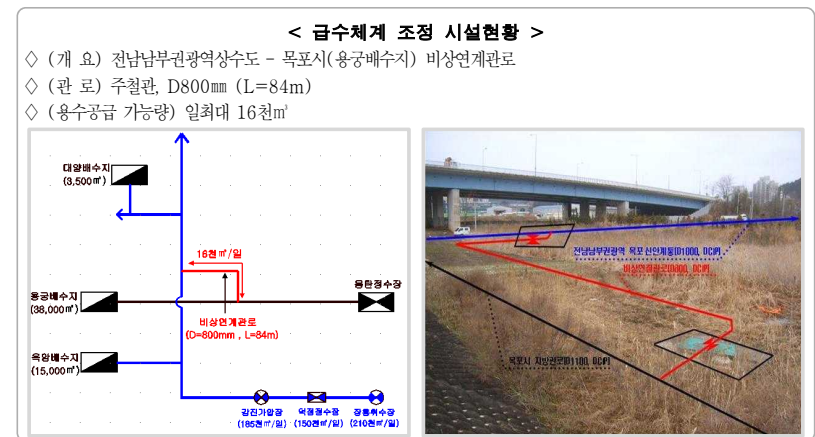


그림 5.1.5 보령댐 가뭄대응위해 급수체계 조정 현황

표 5.1.2 보령댐 급수체계 조정 현황

구 분	체계전환	전환 공급량(㎥)		
		'15.9.1~12.31	'16.1월	소계
계		3,522,754	1,026,828	4,549,582
서천군	보령댐→용담댐	1,209,963	314,643	1,524,606
당진시	보령댐→대청댐	1,015,918	310,695	1,326,613
당진화력		1,296,873	401,490	1,698,363

- 주암댐 계통 광역 급수체계 조정을 통해 목포시 공급량(총 5.5만㎥/일) 중 일부(0.5만㎥/일)를 전남남부권 광역(장흥댐 수원)으로 급수체계 조정하여, 가뭄 대응(2017년)



- 평림댐은 광역용수를 공급하는 지자체에 대해 공급량 관리를 시행
 - 평림댐 급수시군에 대해 인근 수원간 연계하여 공급함으로써, 자체 정수장의 시설용량을 증량하여 광역상수도 공급량을 감량 대응
 - * 장성정수장 2.1천㎥/일, 담양 신계정수장 1.1천㎥/일, 영광정수장 1.4㎥/일
- 밀양댐의 경우, 댐 용수 부족에 대비하여 공급시군인 양산, 밀양, 창녕군의 자체수원을 활용증대토록 조치
 - 양산시는 낙동강 취수량 점진적 증대(최대 2.5만㎥/일)를 시행하였고, 밀양시는 밀양강 취수량 점진적 증대로 최대물량 대체(0.15만㎥/일, 8.14~)
 - 창녕군의 경우 자체정수장 가동을 점진적 증대하여 대체공급(0.24만㎥/일, 8.30~)(2017년)
- 운문댐은 준공 이후, 최저 저수량을 기록하여 극심한 용수부족난에 대응하기 위해 지자체의 수원을 최대활용토록 함
 - 이로써 운문댐의 용수공급량 일부를 대체공급하여 용수비축효과

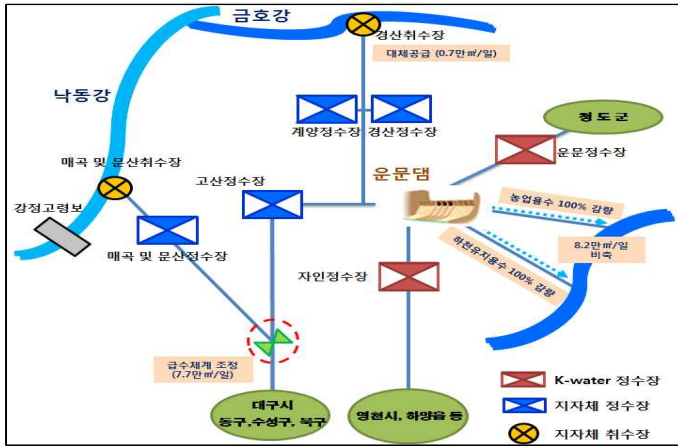


그림 5.1.6 운문댐의 가뭄대응위한 지자체 급수체계조정 모식도

5.1.3 확보 수자원의 효율적 관리

가. 댐 용수공급량 조정

- 전국의 다목적댐·용수댐의 유입특성, 용수공급의 필요량 등을 고려하여 가뭄 단계에 해당하는 기준저수량을 설정하여, 가뭄 단계에 따라 용수공급량을 감축하여 용수비축 시행

표 5.1.3 댐 용수공급량 조정 대응단계 및 감축량

대응단계	필요 감축량
관심단계	생공용수 미 계약량 감량 (생공용수 배분량 - 생공용수 계약량)
주의단계	하천유지용수 100% + 용수별 여유량 (생공용수 : 계약량 - 실사용 계획량) (농업용수 : 배분량 - 실사용 계획량)
경계단계	주의단계 감축량 + 농업용수 실사용량 4~6월 20%, 7~9월 30% 감량 * 추가 감량여부는 관계기관 협의를 거쳐 결정
심각단계	경계단계 감축량 + 생공용수 실사용량 20% 감량 * 추가 감량여부는 관계기관 협의를 거쳐 결정

- 가뭄 대응 단계 기준저수량에 해당하는 댐에 대하여 용수공급량을 감량하였으며, 한강권역의 주요댐 및 보령댐에 대하여 관계기관 협의를 통해 신속하게 댐 공급량 감축하여 용수비축

< 2016년 주요댐의 용수비축 실적 >

- (한강권역 소양강댐·용수댐) 가뭄대응 단계별 조치를 통해 총 19.1억톤, 211일분 비축
 (1차) 하천유지용수 감량 → (2차) 발전용댐 연계 → (3차) 최소 필요수량 공급
 ⇒ 발전용댐과 다목적댐을 연계, 가뭄에 대응하는 유역 통합물관리 구현
- (보령댐) 한 발 앞선 단계별 조치를 통해 총 10.7백만톤, 46일분 비축
 (1차) 하천유지용수 감량 → (2차) 급수체계 조정 → (3차) 20% 자율 급수조정
 ⇒ 수계내 전체 물공급시설 연계 및 자율적 물절약을 통한 가뭄극복 실현

나. 용수공급관로 누수저감

- 보령댐 저수량 고갈 등 긴급·비상 상황이 우려됨에 따라 안정적인 수돗물 공급을 위한 수자원 확보를 위해 충남서부권 5개 시·군*의 상수도 누수저감사업 추진
 - * 보령시, 당진시, 서천군, 홍성군, 태안군
- 충남서부권 6개 지자체에 총 267건 누수탐사를 시행하였고, 각 지자체별 누수탐사 지원 및 복구로 총 7,762㎡/일 누수저감 효과

표 5.1.4 충남지역 누수탐사 추진현황

구 분	계	보령시	홍성군	태안군	청양군	서천군	당진시
누수탐사(건)	267	78	82	63	10	15	19
저감량(㎡/일)	7,762	3,078	2,782	1,082	306	102	412

- 긴급누수저감사업으로 누수탐사 및 복구를 위해 K-water 자체탐사반 활용 162건 적출하였으며, 5개 지자체 대상 누수탐사용역 수행
 - 보령 48건, 태안 33건, 홍성 66건, 서천 15건 적출

표 5.1.5 긴급 누수저감 사업 수행결과(K-water)

구분	누수 탐사 건수	누수저감량
합계	162건	2,833㎡/일
보령	대천(배), 창동(배) 등 48건	-
홍성	홍성(배), 광천(배) 등 33건	2,203㎡/일
태안	남문(배), 정죽(배) 등 66건	528㎡/일
서천	서천(배), 장흥(배) 등 15건	102㎡/일



관로누수탐사



감압밸브교체

5.1.4 자율급수 조정

- 보령댐 급수지역의 경우, 극한 가뭄에 따른 보령댐 저수량 고갈을 예방하고, 안정적 수돗물 공급을 위해 충남서부권 8개 시·군의 각 가정 등에서 절약할 수돗물에 대해 절수지원금(인센티브)제도를 도입하여, 평상시 용수 사용량의 20%를 절감하는 목표를 정하고 자율적인 급수조정 실시
 - * 8개 시·군 : 보령, 서천, 청양, 홍성, 예산, 서산, 태안, 당진
- '15.10~12월 3개월간 47.2%의 수용가가 절수 참여, 총 2,808천㎡ 절감효과를 보였으며, 동기간 8개 시·군 광역상수도 공급량은 전년 比 18천㎡/일 절감되는 등 자발적 절수유도를 통한 보령댐 저수량 보존에 기여
 - * 참여율 : 10월 35.9 → 12월 47.2%, 절수량 : 10월 825 → 12월 1,057천㎡



그림 5.1.7 월별 절수 관련 주요지표 변동추이

5.1.5 물차 및 병물 지원, 홍보

가. '15~'16년 보령댐 가뭄

- 자율급수 조정전 비상급수 계획을 사전에 수립 시행함으로써 지역본부별 배치된 자체보유 물차(15ton) 7대를 보령 및 아산권관리단에 전진배치 운영하였으며 병물 총 87천병을 8개 시·군에 지원하는 등 선제적으로 대응
 - 지자체 지원을 위해 15ton 물차 7대를 89일간 상시 대기운영하였으나, 지원 요청 및 물차를 통한 비상급수 지원 실적은 없음
 - K-water 병물공장 3개소(청주, 성남, 밀양)에서 비상시 최대 확보 가능물량을 사전에 파악하여 대비 * 확보가능 수량은 총 80.3천병(1.8L 50.3천병, 0.5L 30.0천병)
 - 8개 시·군의 지원 요청에 따라 총 87천병의 병물 지원 * 0.5L 36.5천병, 1.8L 50.3천병

나. '17년 가뭄 지원

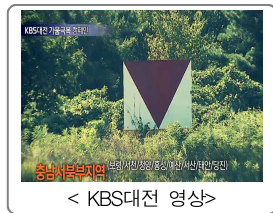
- 6월 가뭄이 전국적으로 확산됨에 따라, 전국 가뭄피해 및 우려지역을 대상으로 용수목적별 지원대책을 검토
 - 가뭄지역 인근 댐, 광역상수도, 지하수 관측정 등 소관 시설물을 활용한 지원계획을 수립하고 지자체의 지원요청 시 집중적인 지원 실시
 - 아울러, 시설물 활용이 어려운 지역에는 병물, 물차를 통해 전국 가뭄극복에 기여
- * (6월) 1,747.5천㎥ → (7월) 1,064.2천㎥ → (8월) 272.1천㎥ → (9월) 26.0천㎥

표 5.1.6 2017년 가뭄해소위해 비상공급 지원실적(K-water)

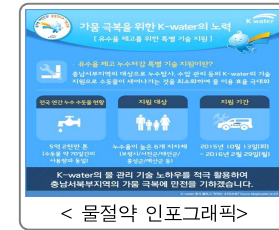
구 분	계 (m ³)	댐용수 (m ³)	광역상수도 (m ³)	보 용수 (m ³)	지하수 (m ³)	물차 (m ³)	병물 (m ³)
누 계	3,907,717.0	1,463,738.0	2,421,878.0	551.0	10,531.0	10,517.5	501.5
한 강	824,012.6	239,312.0	573,100.0	551.0	6,200.0	4,777.0	72.6
금영섬	1,253,128.3	-	1,242,806.0	-	4,331.0	5,674.5	316.8
낙동강	1,837,776.1	1,231,626.0	605,972.0	-	-	66.0	112.1

다. 다각적 물절약 홍보·교육

- 가뭄에 대한 올바른 여론 형성 및 K-water가 중심이 된 미래 물관리 방향에 대한 선도적 언론홍보 활동을 전개
 - 가뭄현장에 대한 언론 취재 유도 및 보도로 가뭄의 심각성에 대한 국민인식 제고 및 미래 물관리를 위한 우호적 분위기 조성
 - (TV 공익 캠페인) '가뭄 심각성 및 물 절약' 컨셉 영상 제작 및 KBS, SBS, YTN 등 주요 방송(중앙·지방)과 가뭄극복을 위한 물절약 캠페인



- (시사교양) 전국민이 시청하는 시사교양 프로그램을 통한 절수동참 등 가뭄의 심각성 기획홍보로 국민의 가뭄에 대한 인식 제고(15.1 ~ 12월)
- (지면광고) 물 절약 지면광고 및 포스터·리플렛 제작 및 매체 홍보
- 웹툰, 인포그래픽, 인포무비, 이벤트 등 SNS 활용 온라인 집중홍보 전개



- (홍보물) 현수막, 리플렛, 절수기, 병물, 스티커 등 활용

표 5.1.7 충남지역 가뭄해소위한 홍보 현황(K-water)

구 분	계	보령	서천	서산	홍성	태안	청양	예산	당진
현수막(개)	158	15	10	30	15	41	10	15	22
리플렛(장)	132,920	20,050	4,600	34,450	13,400	14,400	5,170	9,650	31,200
병물(병)	61,230	7,280	3,000	19,520	6,740	6,760	5,760	3,380	8,790
절수기(개)	6,211	1,316	604	1,330	454	720	228	576	983
스티커(장)	57,120	12,700	4,650	4,250	13,150	4,000	870	2,000	15,500

5.1.6 가뭄 취약성 지표 마련 등 정책

가. 가뭄 취약성 평가

- 지역별 가뭄발생 특성과 원인을 분석하고 지역·유역별 효과적 가뭄대책 수립을 통해, 가뭄대응 능력을 평가하여 지역 가뭄저감 대책 수립에 필요한 정보·기준 제공
 - 이를 통해, 정부·지자체의 가뭄대응 정책계획 수립시 의사결정 지원

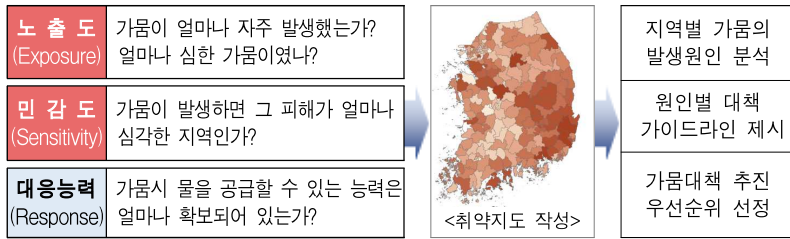


그림 5.1.8 가뭄 취약성 개념

나. 가뭄 취약지도 구축

- 지역별·유역별 취약성을 평가하는 요소별 주제도 구축 및 지역간 상대비교, 요소들을 조합한 취약지도 구축에 활용
 - 원인별 고·저 위험지역 및 위험가중요인 분석, 저감대책 평가 등을 통한 지역별 맞춤형 가뭄대책 수립 등에 활용

5.2 가뭄피해 현황

5.2.1 급수 보급지역 피해현황

- 전국 상수도 보급 지역의 가뭄 피해 현황을 2013년부터 2018년 6월까지 연도별로 정리함.
 - 최근 기후변화의 영향으로 크고 작은 가뭄이 2-3년 주기로 국내에서 발생하고 있으며, 2006년 이후로는 거의 매년 가뭄이 발생하고 있음.
- 특히 2014년~2015년에는 충남서부권의 용수공급을 담당하는 보령댐이 역대 최저 저수율을 기록하면서 대규모 용수공급 제한 상황에 직면하였으나, 보령댐 도수로 건설 및 댐 용수공급 조정기준 수립·시행과 함께 가뭄 피해를 최소화하기 위한 대응 노력(급수체계 조정 및 절수지원금 제도, 자율급수 조정)으로 용수 피해는 발생하지 않음

표 5.2.1 급수지역 피해현황(2013~2018년)

연도	시도명	시군명	지역 (마을명)	피해기간 (시작일)	피해기간 (종료일)	피해인구 (명)
2013년	경남	남해군	남해읍, 이동면	2013-10-23	2013-12-31	13,298
	전남	완도군	청산면, 노화읍, 금일읍	2013-09-06	2013-12-31	3,151
2014년	경남	남해군	이동면 외 3개면	2014-01-01	2014-03-17	10,030
	전남	완도군	고금면 외 5개면	2014-01-01	2015-09-04	11,460
2015년	강원	속초시	8개동 전체	2015-06-17	2015-06-26	82,079
	전남	신안군	임자면 외 3개면	2015-11-01	2015-12-31	11,090
2016년	전남	신안군	임자면 외 3개면	2016-01-01	2016-05-04	11,090
2017년	전남	신안군	임자면 외 3개면	2017-06-10	2017-12-31	13,112
	전남	완도군	노화읍, 보길면	2017-07-13	2017-12-31	8,315
2018년	전남	신안군	임자면 외 2개면	2018-01-01	2018-04-23	7,416
	전남	완도군	노화읍, 보길면	2018-01-01	2018-05-14	7,924
	강원	속초시	8개동 전체	2018-02-06	2018-03-06	82,079

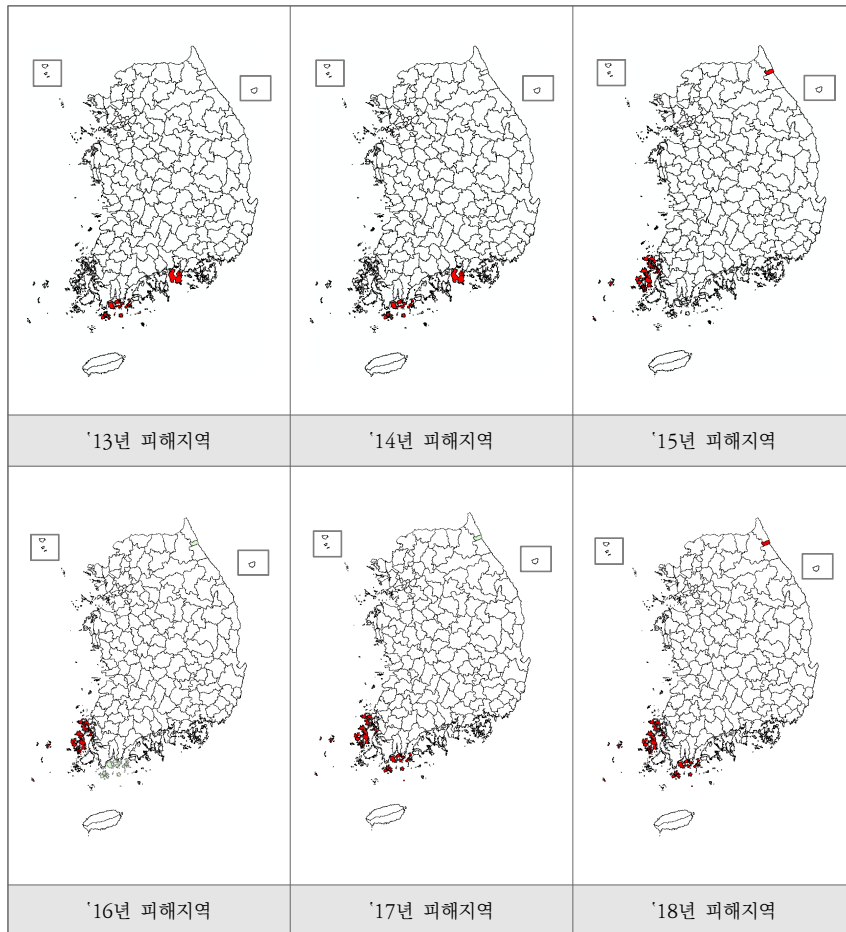


그림 5.2.1 급수 보급지역 피해현황

5.2.2 급수 미보급지역 피해현황

- 전국 상수도 未 보급 지역의 가뭄 피해 현황을 2013년부터 2018년 6월까지 연도별로 정리함
 - 최근 기후변화의 영향으로 크고 작은 가뭄이 2-3년 주기로 발생하고 있으며, 2013년부터 가뭄 피해 현황은 점차 증가하여 2015년에 34개 시군, 17,616명, 2017년에는 50개 시군, 26,649명의 큰 가뭄 피해 발생
- 가뭄 피해가 컸던 2017년과 2015년의 연간 강수현황을 살펴보면,
 - 2017년은 강수가 집중되는 여름철(6~8월)에도 7월을 제외하고 평균 이하의 강수가 발생했고, 그 외 계절에도 강수량이 부족하여 전국 강수량 962.1mm로 평균 대비 79.0% 수준이었으며, 2015년에는 900.2mm를 기록

가. 2013년도

- 경기, 경남, 경북, 울산, 전남의 12개 마을, 2,011명 가뭄 피해 발생

표 5.2.2 미급수지역 피해현황(2013년)

시도	시군구	지역 (마을명)	피해기간 시작일	피해기간 종료일	피해인구 (명)
경기	-	(4개 마을)			303
	광주시	퇴촌면 영동1리 거먹골	2013-01-10	2013-06-17	59
	안성시	공도읍 건천리	2013-02-07	2013-03-05	80
	안성시	죽산면 칠장리	2013-07-30	2013-09-04	124
	안성시	금광면 석하리	2013-10-02	2013-10-31	40
경남	-	(1개 마을)			193
	통영시	육지면 연화리	2013-08-20	2013-12-21	193
경북	-	(3개 마을)			601
	경주시	내남면 박달2리 도진	2013-08-19	2013-08-20	108
	울진군	북면 덕구1리 외1개마을	2013-07-25	2013-09-30	493
울산	-	(1개 마을)			243
	북구	송정동 지당마을	2013-08-12	2013-08-12	243
전남	-	(3개 마을)			671
	강진군	대구면 저두리 외 2개마을	2013-08-10	2013-08-20	671

※ 본 자료는 환경부에서 취합/관리하는 가뭄(운반·제한급수) 피해발생 및 대응현황 자료를 정리한 자료임 (타 통계자료와 다소 상이할 수 있음)

나. 2014년도

- 강원, 충청, 경상, 인천 등 87개 마을, 6,936명 가뭄 피해 발생

표 5.2.3 미급수지역 피해현황(2014년)

시도	시군구	지역 (마을명)	피해기간 시작일	피해기간 종료일	피해인구 (명)
	-	(36개 마을)			2,519
강원	삼척시	노곡4리2반(비화진) 외 1개마을	2014-07-28	2014-08-18	110
	영월군	김삿갓면 와석(든돌) 외 3개마을	2014-05-27	2014-06-12	77
	원주시	단구동 귀론부락 외 1개마을	2014-07-18	2014-08-18	172
	인제군	남면 관대리 외 1개마을	2014-07-11	2014-08-18	85
	춘천시	서면 안보2리	2014-07-14	2014-08-18	191
	평창군	대화면 상안미2리 외 6개마을	2014-06-05	2018-08-18	516
	홍천군	서면 팔봉리	2014-05-05	2014-05-15	30
	홍천군	홍천읍 하오안2리	2014-06-05	2014-06-10	17
	홍천군	남면 남노일리 외 1개마을	2014-07-22	2014-07-25	22
	화천군	간동면 구만리(배터) 외 13개마을	2014-06-01	2014-08-18	1,299
경기	-	(21개 마을)			1,600
	가평군	북면 백둔리 한터 외 17개마을	2014-01-04	2014-12-30	1,387
	광주시	퇴촌면 영동1리 거머골 외 2개마을	2014-01-13	2014-07-22	213
경남	-	(1개 마을)			193
	통영시	육지면 연화리	2014-01-03	2014-03-25	193
경북	-	(9개 마을)			520
	안동시	녹전면 매정리	2014-07-29	2014-09-30	37
	영양군	영양읍 등부리 외 2개마을	2014-07-01	2017-07-31	61
	울진군	북면 덕구1리 외 2개마을	2014-07-28	2014-08-04	167
	의성군	사곡면 화전3리 외 1개마을	2014-07-21	2014-08-04	255
	-	(5개 마을)			861
인천	강화군	화도면 내리	2014-06-05	2014-07-28	180
	옹진군	연평면 소연평도 외 2개마을	2014-11-18	2014-12-09	531
	중구	무의도 큰무리	2014-05-09	2014-12-11	150
전북	-	(1개 마을)			100
	부안군	위도면 상왕등리	2014-06-12	2014-06-20	100
충남	-	(7개 마을)			760
	금산군	부리면 방우리 외 6개마을	2014-03-15	2014-08-01	760
충북	-	(7개 마을)			383
	단양군	영춘면 어은동	2014-07-16	2014-07-18	117
	보은군	마로면 세중리	2014-06-23	2014-07-17	17
	영동군	화산면 범화리(하사)	2014-06-27	2014-07-03	66
	영동군	양산면 수두리(대곡)	2014-08-01	2014-08-06	12
	제천시	수산면 오터리	2014-08-01	2014-08-06	50
	충주시	양성면 강천리(서음)	2014-07-16	2017-08-06	121

※ 본 자료는 환경부에서 취합/관리하는 가뭄(운반제한급수) 피해발생 및 대응현황 자료를 정리한 자료임
(타 통계자료와 다소 상이할 수 있음)

다. 2015년도

- 강원, 충청, 경북 등 198개 마을, 17,616명 가뭄 피해 발생

표 5.2.4 미급수지역 피해현황(2015년)

시도	시군구	지역 (마을명)	피해기간 시작일	피해기간 종료일	피해인구 (명)
	-	(58개 마을)			4,717
강원	강릉시	강동면 산성우리 외 4개마을	2015-05-29	2015-06-26	491
	동해시	망상동(만우마을)	2015-05-27	2015-06-26	615
	삼척시	내미로리6반 외 4개마을	2015-05-26	2015-06-26	556
	양구군	고대리 외 1개마을	2015-02-20	2015-06-26	90
	영월군	김삿갓면 대야리(가재골)	2015-06-07	2015-06-26	25
	영월군	주천면 판운2리(소탄) 외 3개마을	2015-10-08	2015-11-09	93
	원주시	소초면 의관리 높은절 외 1개마을	2015-03-02	2015-04-03	127
	인제군	남면상수내리	2015-02-10	2015-02-22	11
	인제군	인제읍 장수터 외 5개마을	2015-06-02	2015-10-19	359
	정선군	임계면 문래2리(하동) 외 6개마을	2015-05-30	2015-06-26	264
	정선군	남면 광덕리	2015-10-14	2015-10-19	45
	춘천시	남산면 광관3리 외 4개마을	2014-12-01	2015-06-26	289
	춘천시	서면 안보리	2015-10-08	2015-10-19	60
	평창군	대화면 상안미2리 외 1개마을	2015-01-05	2015-04-03	200
	평창군	대화면 상안미4리 외 6개마을	2015-06-09	2015-06-26	604
	경기	평창군	미탄면 백운리	2015-09-21	2015-10-14
화천군		상서면 파포리 외 1개마을	2014-12-19	2015-02-22	415
화천군		하남면 서오지리 외 1개마을	2015-06-01	2015-07-12	245
횡성군		청일면 춘당2리 외 2개마을	2015-04-30	2015-06-26	216
-		(18개 마을)			1,304
가평군		청평면 호명리 증박골 외 14개마을	2015-01-01	2015-07-07	1,130
광주시		퇴촌면 영동1리 거머골 외 1개마을	2015-01-13	2015-07-20	109
안성시		금광면 장죽리	2015-10-20	2016-02-22	65
-		(41개 마을)			3,290
경북		봉화군	재산면 현동리 곤드골 외 7개마을	2015-05-30	2015-06-26
	봉화군	재산면 동면리 소갯골	2015-10-14	2015-11-06	40
	상주시	화동면 어산리 외 1개마을	2015-06-17	2015-06-21	47
	안동시	길안면 송사리 외 6개마을	2015-06-18	2015-06-26	445
	예천군	효자면 두성리	2014-10-01	2015-06-30	9

시도	시군구	지역 (마을명)	피해기간 시작일	피해기간 종료일	피해인구 (명)
경북	울진군	금강송 광희1리 외 18개마을	2015-05-22	2015-06-26	2,196
	의성군	금성면 제오2리 외 1개마을	2015-06-18	2015-06-26	268
	청송군	진보면 괴정1리 본마을	2015-06-20	2015-06-26	56
인천	-	(41개 마을)			6,617
	강화군	길상면 온수리 외 26개마을	2015-01-28	2015-10-22	3,258
	옹진군	대청면 소청도 외 11개마을	2015-01-14	2015-12-31	3,099
	중구	무의도 샘꾸미 외 1개마을	2015-01-14	2015-11-17	260
전북	-	(4개 마을)			255
	무주군	적상면 북창리 초리 외 1개마을	2015-06-01	2015-06-25	132
	임실군	강진면 문방리	2015-06-12	2015-06-15	24
	진안군	진안을 반월리	2015-06-17	2015-06-20	99
충남	-	(1개 마을)			80
	보령시	미산면 풍계리	2015-10-22	2015-11-16	80
충북	-	(35개 마을)			1,353
	괴산군	문광면 옥성리 동학이마을 외 3개마을	2015-10-07	2015-10-12	209
	단양군	어상천면 연곡리 외 4개마을	2015-05-02	2015-06-26	56
	단양군	가곡면 사평3리 외 6개마을	2015-09-16	2015-11-09	177
	영동군	양산면 수두리(대곡) 외 2개마을	2015-05-23	2015-06-26	140
	영동군	영동읍 중가리(목은점) 외 1개마을	2015-09-27	2015-10-01	90
	옥천군	안내면 답양리(양지골,논골) 외 1개마을	2015-09-17	2015-10-02	52
	제천시	금성면 월림리 외 3개마을	2015-06-15	2015-06-26	135
	청주시	문의면 소전리 별앗 외 3개마을	2015-09-22	2015-11-09	186
	충주시	금가면 원포리(종포) 외 2개마을	2015-05-24	2015-06-26	296
	충주시	수안보면 미륵리(법수)	2015-09-18	2015-10-02	12

※ 본 자료는 환경부에서 취합/관리하는 가뭄(온반·제한급수) 피해발생 및 대응현황 자료를 정리한 자료임 (타 통계자료와 다소 상이할 수 있음)

라. 2016년도

○ 강원, 경기, 경북 등 141개 마을, 10,823명 가뭄 피해 발생

표 5.2.5 미급수지역 피해현황(2016년)

시도	시군구	지역 (마을명)	피해기간 시작일	피해기간 종료일	피해인구 (명)	
강원	-	(20개 마을)			785	
	영월군	김삿갓면 예밀2리(예밀촌) 외 4개마을	2016-05-25	2016-06-05	178	
	춘천시	서면 당림리 외 1개마을	2016-01-20	2016-06-12	250	
	태백시	삼수동 천포마을	2016-04-25	2016-08-09	32	
		장성동 금천마을	2016-06-27	2016-07-04	17	
		삼수동 귀네미마을	2016-08-08	2016-08-09	58	
	홍천군	화촌면 송정리 외 5개마을	2016-01-26	2016-02-05	38	
	화천군	동면 개운리	2016-06-14	2016-06-14	22	
		간동면 말골 외 1개마을	2016-05-29	2016-05-30	185	
	횡성군	청일면 봉명리	2016-05-25	2016-05-26	5	
	경기	-	(22개 마을)			1,757
		가평군	상면 행현리 행당 외 11개마을	2016-06-03	2016-12-22	1,250
		광주시	퇴촌면 관음3리 버말도장 외 5개마을	2016-01-22	2016-12-21	454
		안성시	금광면 석하리	2016-11-29	2016-12-31	40
하남시		배알미리 외 2개마을	2016-03-10	2016-05-20	13	
-		(24개 마을)			1,526	
경북	경주시	건천읍 송선리 우중골 외 6개마을	2016-05-30	2016-08-30	603	
	상주시	모서면 득수2리	2016-08-23	2016-08-25	23	
	안동시	와룡면 지내리 외 4개마을	2016-06-08	2016-10-04	363	
	영덕군	강구면 상직리	2016-07-01	2016-08-31	37	
	예천군	용문면 선리 외 2개마을	2015-10-10	2016-07-08	207	
		사곡면 화전3리 외 1개마을	2016-01-26	2016-02-04	80	
	의성군	옥산면 신계1리	2016-03-20	2016-03-22	25	
		신평면 청운1리	2016-08-21	2016-08-22	20	
	청송군	청송읍 월외1리	2016-01-26	2016-01-27	96	
		청송읍 교리 다릿골	2016-05-23	2016-05-24	28	
	포항시	남구 오천읍 항사리(외항사)	2016-07-28	2016-09-26	44	
	인천	-	(19개 마을)			2,719
		강화군	양사면 철산리	2016-02-02	2016-02-28	120
교동면 봉소리			2016-09-14	2016-09-16	55	
서구		원창동 세어도	2016-04-07	2016-09-30	37	
옹진군		덕적면 굴업도 외 13개마을	2016-01-14	2016-12-12	2,247	
중구		무의도 샘꾸미	2016-04-30	2016-05-06	130	
		무의도 개안	2016-12-22	2016-12-23	130	

시도	시군구	지 역 (마을명)	피해기간 시작일	피해기간 종료일	피해인구 (명)
전남	-	(15개 마을)			1,689
	강진군	성전면 월하리	2016-08-19	2016-08-21	62
	고흥군	남양면 선정마을 외 5개마을	2016-08-25	2016-08-28	1,057
		봉래면 봉호마을 외 2개마을	연중	연중	219
	목포시	유달동 외달도	2016-08-01	2016-08-01	94
	여수시	화정면 둔병도	2016-02-10	2016-02-10	41
울촌면 송도		2016-08-10	2016-08-31	176	
장흥군	용산면(녹원리, 재송리)	2016-08-20	2016-09-04	40	
전북	-	(26개 마을)			1,737
	완주군	비봉면 대치리(산시) 외 13개마을	2016-07-10	2016-09-14	1,022
	임실군	강진면 문방리 외 6개마을	2016-09-10	2016-10-11	215
	장수군	장수읍 덕산리 외 1개마을	2016-06-20	2016-07-15	303
	진안군	부귀면 세동리 외 2개마을	2016-08-02	2016-08-04	197
충남	-	(4개 마을)			228
	금산군	부리면 선원리 외 1개마을2	2016-07-26	2016-08-24	70
	천안시	동면 광덕2리	2016-03-10	2016-06-20	78
	홍성군	서부면 광리(소리마을)	2016-05-03	2016-06-10	80
충북	-	(11개 마을)			382
	단양군	영춘면 사지원리	2016-01-25	2016-02-22	23
		영춘면 만중리	2016-12-14	2016-12-22	50
	보은군	속리산면 북암1리	2016-08-17	2016-08-31	21
	제천시	수산면 다불리 외 2개마을	2016-01-26	2016-11-11	55
	충주시	동량면 서운리(서운) 외 1개마을	2016-01-26	2016-04-09	91
		독량면 조동리(조돈) 외 1개마을	2016-05-04	2016-06-25	86
		양성면 강천리(서음)	2016-09-14	2016-12-31	56

※ 본 자료는 환경부에서 취합/관리하는 가뭄(운반·제한급수) 피해발생 및 대응현황 자료를 정리한 자료임 (타 통계자료와 다소 상이할 수 있음)

마. 2017년도

○ 강원, 경기, 경상, 인천, 충청 등 전국적으로 292개 마을, 26,649명 가뭄 피해 발생

표 5.2.6 미급수지역 피해현황(2017년)

시도	시군구	지 역 (마을명)	피해기간 시작일	피해기간 종료일	피해인구 (명)
강원	-	(57개 마을)			4,152
	강릉시	왕산면 목계리	2017-06-26	2017-06-27	77
	고성군	거진읍 산북리	2017-05-24	2017-06-30	69
	삼척시	사둔리2리(구백골) 외 2개마을	2017-05-19	2017-06-25	293
	양구군	상무릉2리 외 1개마을	2017-06-01	2017-06-23	19
	영월군	영월읍 연하2리 외 16개마을	2017-05-30	2017-07-01	451
		소초면 수암리 바위실	2017-02-20	2017-03-10	46
	원주시	신림면 금창리 가리파	2017-05-08	2017-05-20	99
	인제군	기린면 북2리 외 2개마을	2017-06-19	2017-07-03	406
	춘천시	서면 안보리(홍보부락) 외 3개마을	2017-03-20	2017-07-01	321
경북	태백시	철암동 좁씨골길	2017-06-24	2017-06-24	8
	홍천군	남면 신대리 외 5개마을	2017-05-22	2017-06-28	182
	화천군	화천읍 동촌리 외 12개마을	2017-05-30	2017-07-03	864
	횡성군	공근면 창봉리 외 3개마을	2017-01-23	2017-06-29	1,317
	-	(64개 마을)			3,717
경기	가평군	호명리 중박골 외 12개마을	2017-01-02	2017-05-30	754
	광주시	퇴촌면 관음3리(버말도장) 외 10개마을	2017-01-03	2017-07-02	693
		안성시	금광면 삼흥리 외 4개마을	2017-05-01	2017-07-24
	양평군	지평면 월산4리(금의) 외 9개마을	2017-05-26	2017-07-10	1,074
	여주시	금사면 주록리 외 1개마을	2017-05-30	2017-07-24	220
	용인시	수지구 고기동 외 8개마을	2017-06-03	2017-07-20	91
	이천시	백사면 도립리 외 3개마을	2017-06-08	2017-06-21	144
	하남시	구둔박골	2017-05-30	2017-05-30	9
	화성시	마도면 석교리 외 8개마을	2017-05-30	2017-07-26	135
	경남	-	(7개 마을)		
산청군		산청읍 범학리 외 3개마을	2017-05-29	2017-06-05	228
양산시		동면 가산리	2017-06-09	2017-06-22	75
합천군	대양면 후사 외 1개마을	2017-06-13	2017-06-17	79	
경북	-	(16개 마을)			845
	안동시	예안면 도촌리 외 6개마을	2017-06-19	2017-06-25	167
	영천시	화산면 유성리 외 3개마을	2017-06-13	2017-06-27	351
	의성군	비안면 도암1리 외 2개마을	2017-04-12	2017-06-30	162
	청송군	부동면 내룡리 설티마을 외 1개마을	2017-06-12	2017-07-04	165
광주	-	(1개 마을)			108
	북구	충효동(평촌마을)	2017-06-21	-	108
세종	-	(7개 마을)			587
	세종시	전동면 봉대리 외 6개마을	2017-04-26	2017-06-26	587

시도	시군구	지 역 (마을명)	피해기간 시작일	피해기간 종료일	피해인구 (명)
울산	-	(2개 마을)			111
	북구	대안동 어전마을	2017-07-17	2017-07-19	36
	울주군	온양읍 삼광리	2017-07-21	2017-07-23	75
인천	-	(19개 마을)			5,895
	서구	원창동 세어도	2017-05-25	2017-07-31	37
	옹진군	연평면 대연평도 외 16개마을	2017-01-01	2017-07-24	5,728
	중구	무의도 개안	2017-01-14	2017-01-14	130
전남	-	(22개 마을)			2,110
	고흥군	금산면 흥연마을 외 6개마을 봉래면 봉호마을 외 2개마을	2017-05-31	2017-06-09	730
		연중	연중		219
	보성군	득량면 예당리 호동마을 외 10개마을	2017-05-20	-	1,121
	장흥군	장흥읍 성불리	2017-06-05	2017-06-29	40
전북	-	(4개 마을)			128
	군산시	옥도면 말도리	2017-06-14	2017-06-14	63
	완주군	경천면 가천리	2017-06-23	2017-06-23	16
	임실군	강진면 문방리 외 1개마을	2017-06-15	2017-07-21	49
충남	-	(67개 마을)			4,612
	공주시	유구읍 세동리(상세동) 외 4개마을	2017-06-02	2017-07-31	203
	보령시	미산면 풍산리 외 10개마을	2017-06-02	2017-07-10	1,770
	부여군	초촌면 신암리 외 31개마을	2017-03-28	2017-07-10	729
충남	서산시	운산면 수당리 외 3개마을	-	-	699
	태안군	소원면 영전길 1	2017-04-01	2017-07-10	10
		구항면 마온리(마온마을)	2017-01-27	2017-02-15	150
	홍성군	금마면 월암리(마사마을) 외 12개마을	2017-04-12	2017-07-12	1,051
충북	-	(26개 마을)			1,413
	괴산군	장연면 송덕리 송동마을 외 7개마을	2017-05-23	2017-07-03	792
	단양군	가곡면 보발1리(말금) 외 13개마을	2017-05-23	2017-07-03	493
	보은군	속리산면 북암2리	2017-05-26	2017-05-31	19
	영동군	학산면 변화리(하시)	2017-05-29	2017-07-03	66
	옥천군	안내면 장계리(진모레)	2017-06-21	2017-07-03	28
	제천시	송학면 송한리	2017-05-18	2017-05-22	15

※ 본 자료는 환경부에서 취합/관리하는 가뭄(운반제한급수) 피해발생 및 대응현황 자료를 정리한 자료임
(타 통계자료와 다소 상이할 수 있음)

바. 2018년도

○ 강원, 경기, 경남 등 65개 마을, 6,832명 가뭄 피해 발생

표 5.2.7 미급수지역 피해현황(2018년)

시도	시군구	지 역 (마을명)	피해기간 시작일	피해기간 종료일	피해인구 (명)
강원	-	(45개 마을)			2,623
	동해시	삼화동 이기마을	2018-01-13	-	25
	삼척시	역둔리(뒷골) 외 13개마을	2018-01-01	-	571
	양구군	양구읍 용진리 용진	2018-01-30	-	110
	원주시	소초면 수암리 바위실 외 3개마을	2018-01-01	-	361
	인제군	남전2리 소류정 외 5개마을	2018-01-12	-	649
	정선군	고한읍 고한리 만항 외 11개마을	2018-01-15	-	463
	홍천군	두촌면 장남리 산195-3	2018-01-02	2018-01-13	107
	화천군	사너면 삼일1리 잔은방단 외 3개마을	2018-01-10	-	187
	횡성군	강림면 월현리 중동산 외 1개마을	2018-01-04	2018-01-16	150
경기	-	(9개 마을)			600
	가평군	청평면 상천1리 최골 외 4개마을	2018-01-01	2018-02-04	359
	광주시	남중면 김천3리 김단 외 3개마을	2018-01-03	2018-01-30	241
경남	-	(7개 마을)			875
	양산시	원동면 내포리 선장 외 6개마을	2018-01-04	-	875
인천	-	(4개 마을)			2,734
	옹진군	대청면 물골(대청도) 외 3개마을	2018-01-01	-	2,734

※ 본 자료는 환경부에서 취합/관리하는 가뭄(운반제한급수) 피해발생 및 대응현황 자료를 정리한 자료임
(타 통계자료와 다소 상이할 수 있음, '18.6월까지의 자료임)

5.3 언론 빅데이터 분석

- 언론보도는 전국의 가뭄발생지역, 피해현황, 진행추이, 대응상황 등을 직관적으로 파악할 수 있는 척도로서, 상황 분석·파악 및 의사결정에 활용할 수 있는 중요자료임
- 국가가뭄정보분석센터에서는 2017년 1월부터 지속 가뭄 관련뉴스를 모니터링 하고 있으며, 전국 가뭄 모니터링에 필요한 가뭄 발생 및 피해현황을 파악하기 위해 가뭄을 미리 대비하는 내용의 기사 및 오피니언은 제외하고 가뭄발생 및 피해, 대응 관련위주의 기사를 관리·모니터링 중

표 5.3.1 2017~2018년 가뭄관련 언론보도 시도별 모니터링 결과

시도명	2017년도		2018년도	
	보도건수	비율(%)	보도건수	비율(%)
강원도	64	16.6	21	9.5
경기도	67	17.4	1	0.5
경상남도	1	0.3	29	13.1
경상북도	1	0.3	54	24.4
광주광역시	0	-	2	0.9
대구광역시	0	-	16	7.2
대전광역시	0	-	-	-
부산광역시	0	-	-	-
서울특별시	3	0.8	-	-
세종특별자치시	0	-	-	-
울산광역시	0	-	10	4.5
인천광역시	2	0.5	-	-
전라남도	26	6.8	35	15.8
전라북도	0	-	6	2.7
제주특별자치도	4	1.0	-	-
충청남도	213	55.3	43	19.5
충청북도	4	1.0	4	1.8
합계	588	100.0	221	100.0

- 조사된 자료는 가뭄 관련성 여부 확인과 분류과정을 거쳐 167개 시군단위 언론현황 결과 도출
 - 기사내용에 언급되어 있는 지역을 일일이 확인하였고, 동일한 날에 여러 매체에서 게시되는 뉴스는 지역별로 중복될 경우 1건으로 정리하여 모니터링 결과가 중복되지 않도록 하였으며, 기사에서 댐, 하천, 저수지 등의 수원이 물이 부족하다고 언급되었을 경우, 해당 수원에서 물을 공급받는 지역을 기록

- 대상기간('17.1.1~'18.8.3) 언론 모니터링 결과 총 733건의 뉴스, 시·도 단위로는 1,355개 (중복포함)의 지역이 보도됨
- 2017년은 전체 뉴스를 지역별로 구분한 결과,
 - 충청남도가 보령댐 가뭄 여파 등 259건으로 가장 많이 나타났으며,
 - 서울특별시, 부산광역시, 대전광역시, 세종특별자치시 등 대부분의 특·광역시에서 적은 횟수를 기록하였으나,
 - 대구광역시의 경우 운문댐 가뭄으로 인해 하반기에만 28건을 기록함

표 5.3.2 2017년 가뭄관련 언론보도 월별 모니터링 결과

지역	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
강원					69	10	10	4	1	1	1	4	100
경기		3			72	26	3		1				105
경남						5	3	28	2	5	6	13	62
경북					2	6	29	11	7	12	26	19	112
광주								1	1	1	2	2	7
대구							1	4	3	6	7	7	28
대전													0
부산											3		3
서울					3								3
세종							1				1		2
울산							3	5	3		3	5	19
인천				2		7		3					12
전남		4			30	12	7	31	2	18	58	41	203
전북					2	2	2	8				6	20
제주		2			2	1	4	20	2	2		2	35
충남	8	16		8	97	44	40	11	1	17	9	8	259
충북		1			9	17	2		1	1			31
합계	8	26	0	18	286	130	105	126	24	63	116	107	1,001
(%)	0.8	2.6	-	1.8	28.6	13.0	10.5	12.6	2.4	6.3	11.6	10.7	100%

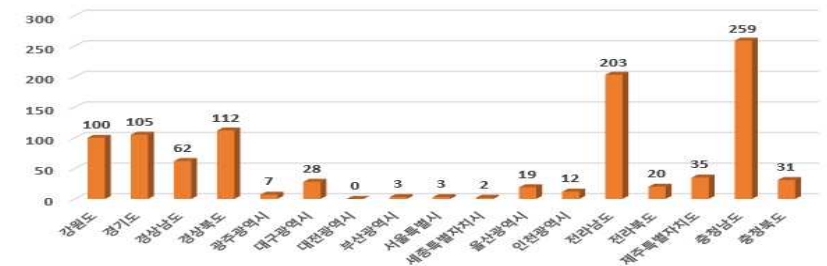


그림 5.3.1 2017년 지역별 가뭄관련 언론보도 발생 현황

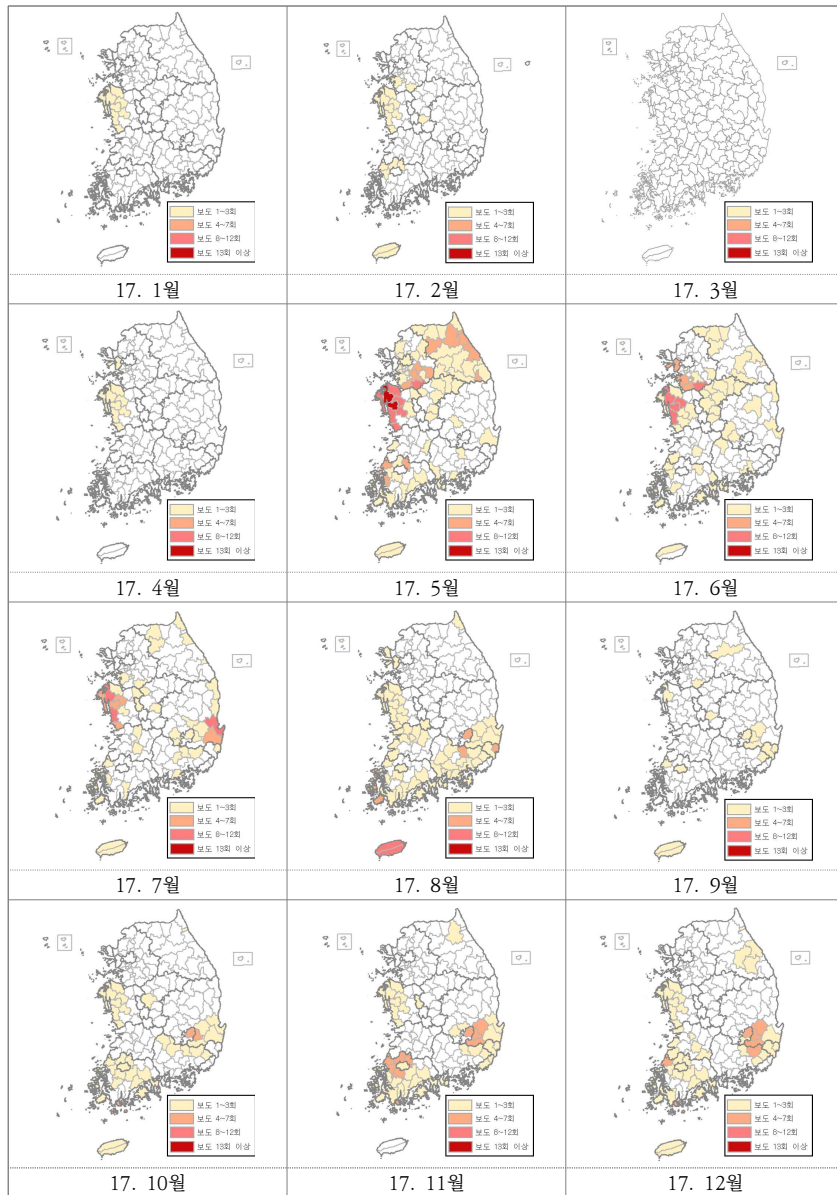


그림 5.3.2 2017년 월별 가을관련 언론보도 분포도

○ 2018년 전체 뉴스를 지역별로 구분한 결과,

- 운문·밀양댐 등을 수원으로 하는 경상남·북도 지역이 120건으로 가장 많이 나타났으며,
- 평림·주암댐 등을 수원으로 하는 전라남·북도 지역이 60건으로 두 번째로 많음

표 5.3.3 2018년 가을관련 언론보도 월별 모니터링 결과

지역	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	합계
강원	7	26						33
경기	2		6					8
경남	21	11	3			3		38
경북	33	34	14				1	82
광주	2							2
대구	11	7	3					21
부산								0
서울								0
세종								0
울산	3	18	2					23
인천								0
전남	29	10	3	1				43
전북	6	7	4					17
제주							2	2
충남	33	18						51
충북		7						7
합계	147	138	35	18	0	3	3	327

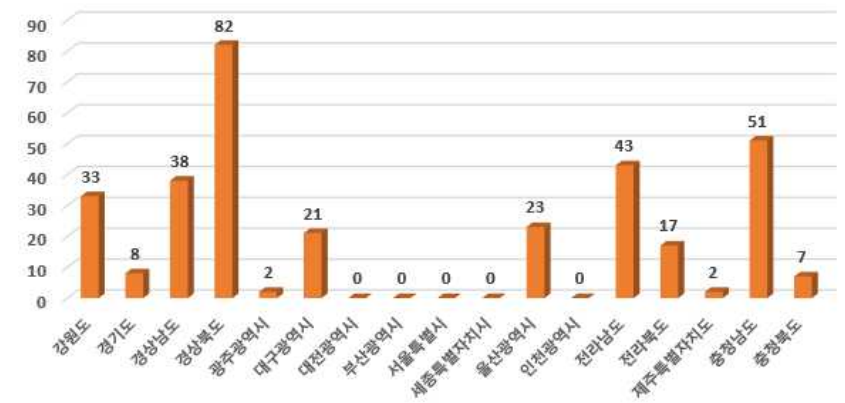


그림 5.3.3 2017년 지역별 가을관련 언론보도 발생 현황

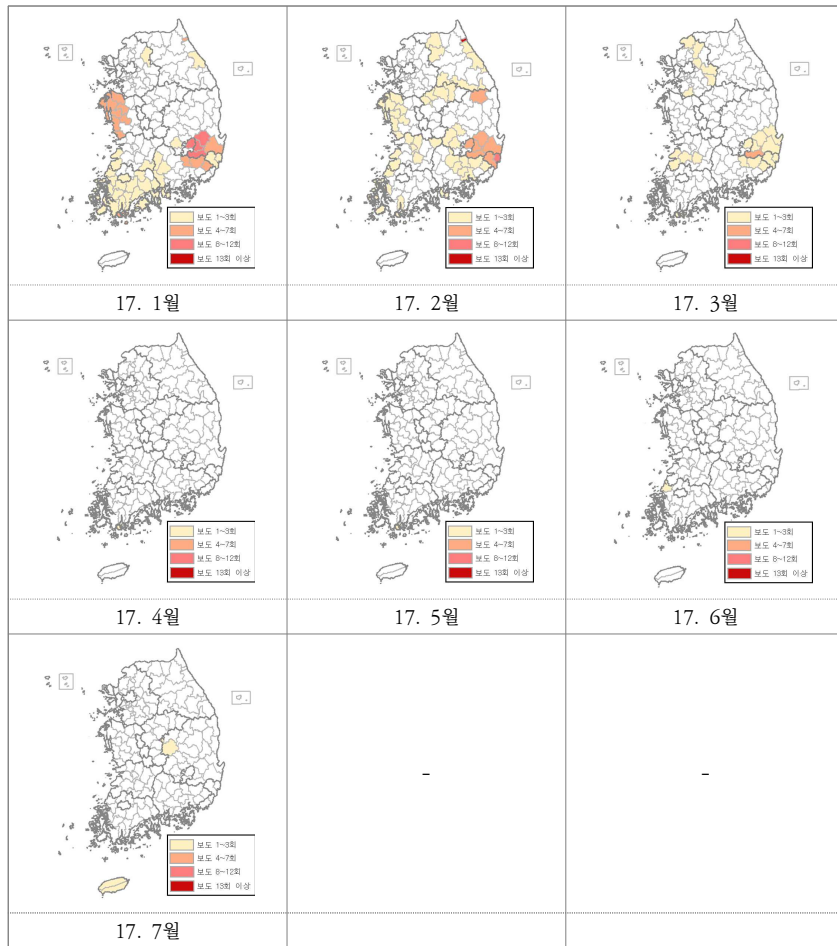


그림 5.3.4 2017년 월별 가뭄관련 뉴스 분포도

제6장 결 언



제6장 결 언

- '13~'18년 가뭄은 '13~'17년 여름철 강수의 부족으로 인한 유출량 저하가 매년 지속되면서 발생함
 - '13~'17년 매해 예년에 못 미치는 강수가 발생했으며, 특히 '15, '17년은 예년대비 74% 수준의 강수량을 기록함
 - 특히 '14, '15년에는 중부 지방이, '16년에는 남부 지방이 강수 부족이 심각하여 이 지역의 가뭄 상황을 심화시킴
 - 연유출량의 약 72%가 발생하는 6-9월의 유출량이 '13~'17에 걸쳐 매해 예년 이하를 기록함
 - 강수 빈도는 거의 매해 전국적으로 5-20년 빈도 수준이었고, '14, '15년에는 강원, 경기 지역이 100~200년 빈도 수준 '17년에는 남부 지방이 10~30년 빈도 수준으로 심각한 강수 부족을 보임
 - 5년간 지속된 강수의 부족은 마른 장마나 태풍의 영향 감소에 의한 것으로 이번과 같은 장기 가뭄이 재발할 경우에 대한 대응책 마련이 필요함
- 장기화 된 강수 부족으로 인해 생공용수 공급 수원들의 저수량을 충분히 확보하지 못함
 - '13~'17년의 강수 부족으로 인해 다목적댐과 용수댐의 홍수기 말 저수량은 매해 예년 이하를 기록하여 물관리의 어려움을 가중시킴
 - 목적 외 사용 계약으로 생공용수를 공급하는 농업용 저수지들도 홍수기 말 기준으로 거의 매해 예년 이하의 저수량을 기록했고, 특히 '15, '16년은 심각한 저수량 부족을 보임
- '16. 3월부터 운영된 가뭄예정보에서는 보령댐, 운문댐, 밀양댐을 수원으로 하는 15개 시군에서 11회 이상 가뭄 단계('주의' 또는 '심함')가 발령되었고, 평림댐, 주암댐, 냇도제를 수원으로 하는 13개 시군에서 6~10회 가뭄 단계가 발령되어 충남 서부와 남부 지방이 '16년 이후 발생한 가뭄에 취약했음
- '13~'18년 가뭄으로 인해 급수 지역인 강원 속초시, 경남 남해군, 전남 신안군 및 완도군에서도 제한급수가 실시되는 피해가 발생함

- '13~'18년 가뭄에 대응하기 위해
 - 보령댐 도수로, 금호강 비상도수로 건설, 수원간 대체 연계 공급을 통한 수자원 확보
 - 급수체계 조정
 - 댐 용수공급량 조정과 용수공급관로 누수 저감을 통한 수자원의 효율적 관리
 - 자율급수 조정
 - 물차 및 병물 지원 및 물절약 홍보 및 교육 등 다각적인 노력으로 가뭄 피해를 최소화
- 급수인구의 증가 및 물수요의 지속적인 증가로 인해 댐에서 용수공급 할 수 있는 능력보다 많은 양의 용수를 공급하게 되는 경우 물부족으로 인한 가뭄이 발생할 수 있음
- 우수율이 낮은 강원, 전라, 경상, 제주 지역의 경우 우수율 제고 노력을 통해 가뭄 대응 능력을 향상시킬 필요가 있음
- '13~'18년과 같은 장기가뭄에 대비하기 위해서는 수자원 확보, 효율적 수량관리 등의 구조적인 대책과 더불어 가뭄 예정보 체계의 정착, 국민들의 물절약 의식 고취를 위한 홍보, 선진 가뭄정책도입 등 비구조적 대책 마련이 병행되어야 함
- 가뭄예정보의 정확도 향상을 통한 가뭄 발생 이전에 선제적 대응 가능하도록 하고, 기상, 농업, 수문, 사회경제 순으로 진행되는 가뭄의 발생 구조를 감안하여 각 분야의 정보를 종합적으로 분석할 필요가 있음
- 과거 가뭄 사례에 대한 분석을 통해 가뭄에 취약한 지역을 파악하기 위한 가뭄취약지도 를 작성하여 취약 지역에 대한 대응 체계 마련이 필요함

참 고 문 헌

- 김한수, 김현식, 전근일, 강신욱 (2016) 2014년~2015년 가뭄의 평가, 한국수자원학회지, Vol. 49, No. 6, pp. 61-75.
- 정찬기, 민경덕 (2005) 한반도 기온변화의 Wavelet 분석, 2005년도 한국기상학회 가을 학술대회 논문집, pp. 278-279.
- 윤용남 (2007) 수문학 - 기초와 응용, 청문각.
- 이금희 (2005) 웨이블릿(wavelet)을 이용한 경제시계열의 분해 및 예측, 한국통계학회 추계학술대회 논문집, pp. 25-30.
- Yoo, J., Kwon, H. H., Kim, T. W. and Ahn J. H. (2012) Drought Frequency Analysis Using Cluster Analysis and Bivariate Probability Distribution, Journal of Hydrology, 420-421, pp. 102-111.
- Sugawara, M., Watanabe, I., Ozaki, E. and Katsugama, Y. (1984) Tank model with snow component, Research Notes of the National Research Center for Disaster Prevention No. 65, Science and Technology, Ibaraki-Ken, Japan.
- Torrence C. and Compo, G. P. (1998) A Practical Guide to Wavelet Analysis, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 79, No. 1, pp. 61-78.
- Wavelet software was provided by C. Torrence and G. Compo, and is available at URL: <http://atoc.colorado.edu/research/wavelets/>
- World Meteorological Organization (2008) Manual on Low-flow Estimation and Prediction, Operational Hydrology Report No. 50.

