

목 차

제1장 머리말	3
제2장 일반현황	7
2.1 국가가뭄정보분석센터 일반현황	7
2.1.1 가뭄 예·경보 업무 체계	8
2.1.2 법제도 및 사업예산	9
2.2 가뭄대응 국제협력	13
2.2.1 국제 가뭄 심포지엄	13
2.2.2 호주 퀸즐랜드 가뭄관리 기관 방문 및 업무협약(MOU) 갱신	14
제3장 가뭄 상황조사(기초조사)	19
3.1 가뭄 상황조사 개요	19
3.2 가뭄 상황조사 주요내용	20
3.3 '22년 가뭄 상황조사 추진경위	21
3.4 가뭄 상황조사 주요성과	23
3.4.1 생·공용수 수원현황	23
3.4.2 생활용수 현황	39
3.4.3 공업용수 현황	45
3.4.4 용수공급시설 운영현황	50
3.4.5 소규모수도시설 현황	61
3.4.6 비상급수(제한 및 운반급수) 현황	63
3.5 가뭄 상황조사 지침 제정 추진	68
3.6 성과 및 평가	69
제4장 수문 및 가뭄정보	73
4.1 수문 현황	73
4.1.1 강수 현황	73
4.1.2 유출 현황	76
4.1.3 댐 수문 현황	77
4.2 가뭄지수 및 빈도	79
4.2.1 가뭄지수	79
4.2.2 가뭄빈도	90
4.3 성과 및 평가	92

제5장 가뭄 예·경보	97
5.1 가뭄 예·경보 분석	97
5.2 가뭄 예·경보 현황	99
5.2.1 월간 가뭄 예·경보 현황	99
5.2.2 주간 가뭄 예·경보 현황	100
5.3 가뭄 예·경보 전망 정확도	101
5.3.1 ROC 분석	101
5.3.2 ROC 분석에 의한 가뭄 예·경보 정확도 평가	102
5.4 성과 및 평가	104
제6장 기술 고도화	107
6.1 공간정보 빅데이터를 활용한 가뭄 예·경보 분석기술개발	107
6.2 가뭄 시 환경적 영향을 고려하기 위한 분석체계 구축(2차년도)	111
6.3 지하수 이용지역 가뭄 전망모형 고도화 및 평가	115
제7장 가뭄정보 분석시스템	125
7.1 가뭄정보 분석시스템 운영관리 및 고도화	125
7.1.1 가뭄정보 분석시스템 운영관리 현황	125
7.1.2 국가가뭄정보포털 고도화	130
7.1.3 국가가뭄정보포털 유지관리	136
7.2 가뭄 DB 품질 개선 활동 및 성과	138
7.3 성과 및 평가	144
제8장 가뭄정보서비스	147
8.1 지자체 가뭄 의사결정 지원체계	147
8.1.1 가뭄종합상황판	147
8.1.2 비상급수(제한/운반급수) 현황조사 시스템	149
8.1.3 수요자 중심의 맞춤형 가뭄지원 '단비' 서비스	155
8.2 가뭄 교육·체험 서비스	156
8.2.1 온·오프라인 가뭄교육체험장 운영	156
8.2.2 연령별 맞춤형 가뭄교육 교재 개발	157
8.3 성과 및 평가	158
제9장 결론	163

<표 차례>

표 2.1 위탁기관 지정 고시 주요 개정사항	9
표 2.2 2022년도 가뭄조사 및 모니터링 사업 예산	12
표 2.3 국제 가뭄 심포지엄 발표자 및 발표주제	13
표 2.4 호주 퀸즐랜드 주정부(농어업국, DAF) 업무협약(MOU) 갱신	15
표 3.1 가뭄 기초조사 주요 내용	20
표 3.2 가뭄기초조사 설명회 주요내용	21
표 3.3 하천수 수원의 구분	23
표 3.4 가뭄 기초조사의 생·공용수 수원 분류	25
표 3.5 생·공용수 수원(시설)현황 비교	26
표 3.6 생·공용수 수원(시설)현황	27
표 3.7 다목적댐 및 용수댐 현황	28
표 3.8 시·도별 생·공용수 공급 댐·저수지 관리현황	29
표 3.9 지자체 관할 생·공용수 댐·저수지 규모별 현황	29
표 3.10 지자체 관할 생·공용수 댐·저수지 수위 계측 현황	30
표 3.11 시군별 댐·저수지 현황	30
표 3.12 시도별 생·공용수공급 농업용저수지 현황	33
표 3.13 생·공용수 공급(목적 외 사용) 농업용저수지 세부현황	34
표 3.14 권역별 생·공용수공급 하천현황	36
표 3.15 권역·수계별 생·공용수공급 하천현황	37
표 3.16 수원별 생·공용수 공급현황	38
표 3.17 상수도 보급현황	39
표 3.18 생활용수 수원현황(1~3수원 전체)	40
표 3.19 시·도별 생활용수 수원현황(1수원 기준)	41
표 3.20 수원별 급수지역수(1수원기준)	42
표 3.21 생활용수(광역·지방) 급수량	44
표 3.22 전국 산업단지 현황(상위단지 기준)	45
표 3.23 시도별 산업단지 현황	45
표 3.24 산업단지별 조성현황	46
표 3.25 공업용수 수원현황(1수원 기준)	46
표 3.26 수원별 산업단지 공급현황(1수원 기준)	46
표 3.27 공업용수별 산업단지 현황(1수원 기준)	47
표 3.28 연도별 공업용수 사용량 비교	48

표 3.29	공업용수 공급현황	49
표 3.30	시도별 취수장 운영현황	50
표 3.31	수원별 취수시설 현황	51
표 3.32	수원별 취수량 현황	51
표 3.33	시·도별, 수원별 생·공용수(광역·지방상수도) 취수현황	52
표 3.34	수원별, 월별 생·공용수(광역·지방상수도) 취수현황	53
표 3.35	시·도별, 월별 생·공용수(광역·지방상수도) 취수현황	54
표 3.36	시도별 정수장 운영현황	57
표 3.37	지역별, 수종별 지방 및 광역·공업상수도 공급량	58
표 3.38	수종별, 월별 지방·광역상수도 및 공업용수도 공급량	59
표 3.39	시도별 배수지 관리현황	60
표 3.40	전국 소규모수도시설(마을상수도, 소규모급수시설, 전용상수도)	61
표 3.41	전국 소규모수도시설의 수원현황	62
표 3.42	2021년 비상급수 발생현황	63
표 3.43	2021년 지역별(시·도) 비상급수 현황	64
표 3.44	2021년 지역별(시·군) 비상급수 현황	65
표 3.45	최근 10년간('12~'21) 비상급수 발행현황	67
표 3.46	가뭄 상황조사 지침(안) 구성	68
표 4.1	중권역 주요 유역 분류(제주 제외, 113개)	74
표 4.2	2022년 전국 및 주요 유역 강수량 현황	75
표 4.3	2022년 전국 및 주요 유역 유출량 현황	77
표 4.4	국가가뭄정보포털에 제공중인 가뭄지수 종류	79
표 4.5	SPI 지수에 의한 가뭄의 분류	80
표 4.6	PDSI 지수에 의한 가뭄의 분류	84
표 4.7	MSWSI 지수에 의한 가뭄의 분류	86
표 4.8	SMI 지수에 의한 가뭄의 분류	88
표 4.9	2022년 월별 가뭄단계 발생 현황	92
표 4.10	2022년 시도별 가뭄단계 발생 현황	93
표 5.1	가뭄 예·경보 기준	98
표 5.2	2022년 1~3개월 가뭄 전망에 대한 분할표와 통계값	102
표 6.1	가뭄 관련 유형별 공간정보	108
표 6.2	국가지하수관측소 기초자료 활용여부 검토	118
표 6.3	실제 SGI 대비 모형별 전망값의 상관계수(R)	122

표 7.1 2022년 주요 추진 내용	125
표 7.2 국가가뭄정보포털 접속 현황	126
표 7.3 국가가뭄정보포털 월별 접속 현황	126
표 7.4 메뉴별 접속 현황	127
표 7.5 사용자 정보(성별, 연령) 접속 현황	128
표 7.6 고도화 주요 추진 내용	130
표 7.7 공공데이터 품질관리 계획	139
표 7.8 진단대상 테이블 현황	140
표 7.9 공공데이터 품질관리 수준평가 가뭄시스템 평가결과	143
표 8.1 비상급수 발생현황('22.1~12월)	150
표 8.2 2022년 비상급수 발생현황(수도보급 기준)	151
표 8.3 월별 비상급수 피해인구	153
표 8.4 '18~'19년도 '단비' 가뭄대책 수립 지원서비스 추진절차	155

<그림 차례>

그림 2.1 국가가뭄정보분석센터 조직도(2022년 기준)	7
그림 2.2 가뭄 예·경보 업무 흐름도	8
그림 2.3 가뭄조사 및 모니터링 사업 위탁기관 지정 고시문(2022 개정)	9
그림 2.4 호주 가뭄관리 기관 방문 사진대지1	14
그림 2.5 호주 가뭄관리 기관 방문 사진대지2	15
그림 2.6 호주 가뭄관리 기관 방문 사진대지3	15
그림 3.1 가뭄 상황조사 체계도	19
그림 3.2 2022년 가뭄 기초조사 설명회	22
그림 3.3 생·공용수 수원의 구분	24
그림 3.4 생·공용수 수원현황	27
그림 3.5 수원별 생·공용수 공급현황	38
그림 3.6 전국 생활용수 수원의 수(1수원 기준), 급수지역(읍면동) 비율	41
그림 3.7 시·도별 수원종류별 급수지역 비율(1수원, 읍면동 수 기준)	42
그림 3.8 수원(시설)별 용수공급지역 현황(읍면동, 1수원 기준)	43
그림 3.9 생활용수 급수량	44
그림 3.10 공업용수 수원현황 및 수원별 공급현황	47
그림 3.11 연도별 공업용수 사용량 비교	48
그림 3.12 산업단지별 공업용수 공급현황	49
그림 3.13 수원별 취수량 비율(지방·광역상수도)	51
그림 3.14 시·도별, 수원별 생·공용수(광역·지방상수도) 공급현황	52
그림 3.15 수원별 월별 생·공용수 취수량(단위 : 천m ³ /일)	53
그림 3.16 시·도별, 월별 생·공용수 취수량(단위 : 천m ³ /일)	55
그림 3.17 수원별 생·공용수 취수현황 (광역·지방상수도)	56
그림 3.18 지방·광역상수도 및 공업용수도 공급현황	58
그림 3.19 수종별, 월별 생·공용수 공급량(단위 : 천m ³ /일)	59
그림 3.20 전국 소규모수도시설 현황(시설수, 인구수, 사용량)	62
그림 3.21 2021년 비상급수 발생지역 현황	66
그림 3.22 최근 10년간('12~'21) 비상급수 피해추이(피해인구)	67
그림 3.23 '가뭄 상황조사'에 의한 일련의 가뭄대응 체계	69
그림 4.1 '22년 중권역별 연강수량(mm) 및 평년비(%)	75
그림 4.2 최근 5년간 전국 유출량('18.1 ~ '22.12)	76

그림 4.3	2022년 다목적댐 저수량 및 강수량 변화	78
그림 4.4	2022년 용수댐 저수량 및 강수량 변화	78
그림 4.5	2022년도 가뭄현황(SPI3)	81
그림 4.6	2022년도 가뭄현황(SPI6)	83
그림 4.7	2022년도 가뭄현황(PDSI)	85
그림 4.8	2022년도 가뭄현황(MSWSI)	88
그림 4.9	2022년도 가뭄현황(SMI)	89
그림 4.10	2022년도 주요 월 가뭄빈도 현황	91
그림 5.1	가뭄 예·경보 체계	97
그림 5.2	생·공용수 가뭄 분석 체계도	98
그림 5.3	2022년 국가 가뭄 예·경보(생·공용수) 발령지역	99
그림 5.4	2022년 주간 가뭄 예·경보 발령지역	100
그림 5.5	ROC 분석을 위한 분할표	101
그림 5.6	ROC 곡선 예시 및 AUC 평가 분류	102
그림 5.7	1~3개월 가뭄 전망의 ROC 곡선	103
그림 6.1	공간정보 기반 가뭄 분석의 필요성	107
그림 6.2	자료수집 및 전처리 모듈 개요	109
그림 6.3	SPI지수 산정 모듈 및 시범적용결과	110
그림 6.4	SPI지수 산정 모듈 및 시범적용결과	110
그림 6.5	가뭄의 흐름과 환경, 경제적 영향 개요	111
그림 6.6	python 기반의 분석체계(수질)	112
그림 6.7	수질 지표별 환경적 영향 모니터링 기준	112
그림 6.8	M3(ABF) 유량 적용을 통한 생태학적 가뭄모니터링 결과	113
그림 6.9	python 기반의 유역식생 모니터링 모듈	113
그림 6.10	EDCI-veg 모니터링 기준 및 시범적용결과(감천유역)	114
그림 6.11	다양한 수문인자들에 대한 강수 과부족의 전파(Van Loon, 2015)	115
그림 6.12	계절에 따른 SGI와 실제 취수상황의 차이	116
그림 6.13	퍼센타일을 이용한 가뭄 분석방법	116
그림 6.14	인공신경망 모형 학습자료 이상치 검토	117
그림 6.15	국가지하수관측소 Thiessen Network	119
그림 6.16	인공신경망을 통한 SPI1~12와 SGI 관계학습 및 검증	120
그림 6.17	시군별 다중회귀분석 모형의 상관계수 분포	121
그림 6.18	시군별 각 모형과 실제 SGI 비교	121
그림 6.19	월별 다중회귀분석 모형의 상관계수 분포(영양군 예시)	122

그림 7.1 연도별 접속자 수 비교	127
그림 7.2 사용자 분석 정보 (연령, 성별)	128
그림 7.3 국가가물정보포털 접근매체 분석정보	129
그림 7.4 국민행동요령 인포그래픽 개선 전후	130
그림 7.5 가물단계별 국민 행동 요령	131
그림 7.6 가물 상황 체감도 향상 예시	131
그림 7.7 우리동네 가물정보내 행동요령 서비스	132
그림 7.8 가물교육 온라인 관리체계 1	132
그림 7.9 가물교육 온라인 관리체계 2	133
그림 7.10 가물 교육 콘텐츠 및 교재보기	133
그림 7.11 국가가물정보포털 웹접근성 인증	134
그림 7.12 웹접근성 사례(청각 장애인용 동영상 설명 스크립트)	135
그림 7.13 웹접근성 사례(시각 장애인용 이미지 설명 스크립트)	135
그림 7.14 가물정보 관리 프로세스 개선	136
그림 7.15 지역별 가물단계 처리 프로세스 개선	137
그림 7.16 최신 행정경계 기준 적용	137
그림 7.17 공공데이터 품질관리 진단·평가 관련 법령	138
그림 7.18 공공데이터 품질관리 수준평가 체계	138
그림 7.19 진단대상 및 정비 프로세스	140
그림 7.20 가물 데이터 품질검증 자체 프로그램	141
그림 7.21 K-water 데이터 품질관리 체계	142
그림 7.22 데이터 품질관리 포털 (업무규칙 관리 기능)	142
그림 8.1 가물종합상황판 설명회	148
그림 8.2 비상급수현황 조사시스템	149
그림 8.3 2021년 비상급수 발생현황 차트	150
그림 8.4 2022년 비상급수 발생현황 지도	152
그림 8.5 월별 비상급수 피해인구	153
그림 8.6 2022년 월간 비상급수(가물) 현황 지도	154
그림 8.7 어린이 맞춤형 가물교육 서비스 시행	156
그림 8.8 가물교육 교재	157
그림 8.9 '22년 가물종합상황판 메인화면(예시)	158
그림 8.10 가물 교육 서비스 추진현황	159

제1장 머리말



제1장 머리말

2022년은 최근 기후변화 관련 연구에서 제시된 것처럼 점점 극한 가뭄이나 홍수의 발생이 빈번해지고 심해질 것이라는 전망이 현실화되고 있으며 우리나라도 예외일 수 없다는 사실을 극명하게 보여준 한해였다.

생공용수 공급의 주 수원인 다목적댐 및 용수댐에서 역대 최다인 16개 댐에서 「댐용수공급조정기준」에 따른 가뭄단계가 발령되었고, 행정구역 단위로 16년부터 시행된 국가 가뭄 예·경보 역시 시행 이래 역대 최다인 84개 시군에 가뭄단계가 발령되었다. 특히 광주/전남지역을 포함한 남부지역의 경우 홍수기에 물을 충분히 채우지 못하고 갈수기를 맞이함으로써 극심한 가뭄상황 극복을 위한 노력이 현재도 진행 중에 있는 반면, 서울을 비롯한 수도권 지역과 포항지역은 기록적인 집중호우로 하천이 범람하여 대규모 침수피해가 발생하는 등 한반도는 지금까지 예상하지 못했던 기후위기를 직접 체감하고 있다.

국가가뭄정보분석센터는 2014~2015년 극심했던 보령시 등 충남서부권 가뭄을 계기로 2016년부터 국가 가뭄 예·경보를 수행하면서 가뭄 예·경보의 정확도 향상을 위한 기술개발과 시스템 고도화 노력을 해나가고 있으며, 가뭄에 대비하고 대응하는데 도움이 되는 정보의 생산 체계를 발전시켜 나가고 있다. 또한, 국민들이 체감할 수 있는 가뭄 정보 생산은 물론, 안전교육법 기준에 맞는 생애주기별 교육자료를 신규로 개발하여 대국민 가뭄교육을 위한 체계를 구축하였으며 국제적인 협력을 통해 가뭄 관리를 위한 노하우를 공유하고 있다. 하지만, 그간의 노력으로 정립된 국가 가뭄 예·경보를 위한 모니터링 및 분석체계가 금년도 남부지역 중심의 대규모 가뭄상황을 겪으면서 그동안 인지하지 못했던 보완사항이 도출되기도 하여 현 국가 가뭄 예·경보체계를 진단하고 국가적 가뭄대응 및 예·경보 체계 개선을 위한 관련 제도/기준의 정비 등 새로운 숙제를 짚어낸 것 또한 사실이다.

본 보고서는 2022년 한 해 동안 국가가뭄정보분석센터에서 수행한 주요 업무를 소개하고, 이러한 업무를 통해 산출된 성과를 설명할 목적으로 집필되었다. 더불어, 한 해의 업무 추진내용을 되돌아보고, 성과를 평가함으로써 업무 추진상의 문제점을 도출하고 개선 방향을 도출하는 것 또한 본 보고서의 목적이라 할 수 있다. 본 보고서가 센터의 노력과 성과를 되짚어 보고, 변화되는 환경 속에서 앞으로 가뭄관리를 위해 나아가 할 방향성을 정립하는 데 조금이나마 도움이 될 수 있기를 기대한다.

제2장 일반 현황



제2장 일반현황

2.1 국가가뭄정보분석센터 일반현황

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

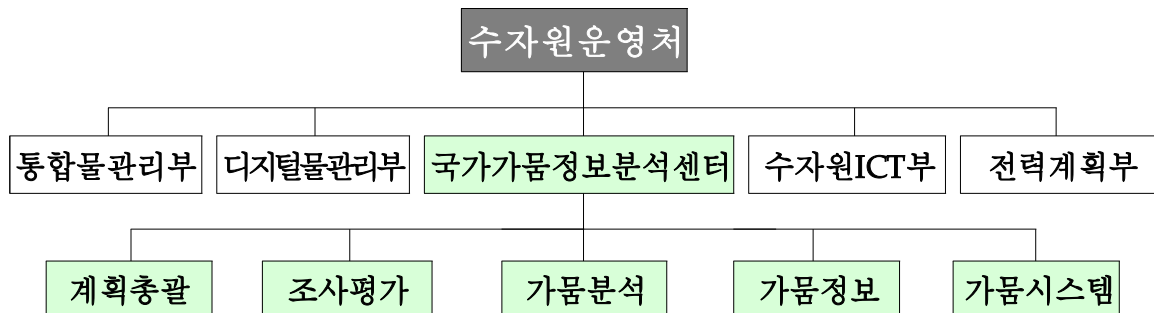


그림 2.1 국가가뭄정보분석센터 조직도(2022년 기준)

2016년 국가 가뭄 예·경보 시행과 센터의 운영을 위해 가뭄조사 및 모니터링 사업 예산을 반영하였으며, '17년도부터 국고 예산을 활용하여 가뭄 예·경보를 위한 조사, 분석, 연구 등 활동을 수행 중이다. 매년 1,226백만원의 국고 예산을 확보하여 전국 단위 가뭄 현황 및 전망 분석, 가뭄 예측기술 고도화 등을 가능케 하였고, '21년부터는 1,676백만원으로 국고예산 450백만원을 추가로 확보하여 국민 체감형 가뭄정책 시행을 추진하고 있다.

센터에서 수행중인 사업은 크게 가뭄 기초조사 및 연구, 가뭄 현황·전망 분석, 국민 체감형 가뭄정책 시행 총 3가지 항목으로 구성되며, 가뭄 기초조사 및 연구는 기초자료 조사와 연구개발 2가지로 분류될 수 있다. 기초자료 조사는 생활 및 공업용수 분야 가뭄 분석 기초자료를 조사하고 검증하는 것으로, 전국 읍·면·동 단위의 수원·공급체계 조사, 용수공급시설 운영현황 및 관측시설 현황조사 등을 포함하고 있다. 연구개발은 가뭄 모니터링 및 예측 정확도 향상을 위한 연구·기술개발로, '22년도에는 미계측 지역의 가뭄 모니터링 및 전망 기술을 확보하기 위해 공간정보 빅데이터를 활용하기 위한 과업(1차년도, ~'24년)이 추진되었다. 가뭄 예·경보 분석(생·공업용수)은 전국 167개 시군(3,507개 읍면동 407개 수원) 대상 생활·공업용수의 가뭄 현황과 전망 분석, 검토 등의 활동을 포함한다. 국민 체감형 가뭄정책 시행은 국가가뭄정보포털의 운영 및 시스템 고도화, 환경가뭄 분석체계 구축 과업을 포함하고 있다.

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

2.1.1 가뭄 예·경보 업무 체계

현재 센터에서 수행 중인 국가 가뭄 예·경보와 공사의 댐 가뭄대응 및 지자체별 상황을 연계하기 위해 센터를 중심으로 내부적으로는 수자원운영처, 권역본부 수자원운영부와 협업과 외부적으로는 환경부(홍수통제소)·기상청 등 관계부처와 전국 167개 시군의 가뭄 담당자와의 네트워크를 통해 체계적·효과적인 가뭄정보 분석 및 국가 가뭄 예·경보를 시행 중이다.

아래 그림과 같이 관계부처·기관·부서와 지자체 저수지 및 하천을 관리하는 지자체 가뭄 담당자와의 협조를 통해 가뭄정보를 생산 중이며, 이를 주간 가뭄 예·경보를 통해 매주 공유 중이다. 또한, 월별로 댐·보 운영 계획 및 기상·수문 상황을 종합하여 월간 가뭄 예·경보 분석을 시행 중이며, 계절 단위 장기 가뭄 전망(6개월) 정보도 생산하고 있다. 센터에서 생산된 주간·월간·계절별 가뭄 예·경보 자료는 센터에서 운영 중인 국가가뭄정보포털(<http://www.drought.go.kr>)을 통해 공유하고 있다.



그림 2.2 가뭄 예·경보 업무 흐름도

2.1.2 법제도 및 사업예산

2017년 7월 수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률이 시행되었고, 이에 근거한 가뭄 조사 및 모니터링 사업의 시행을 위해 수자원법 제37조 및 동법 시행령 제38조에 따라 K-water가 2018년 1월 12일 위탁기관으로 지정·고시되었다. 위탁기관 지정·고시 이후 '19년도부터는 가뭄 취약지도 작성을 한강홍수통제소에서 수행하게 되었으며, '21년부터는 국민 체감형 가뭄 서비스 제공을 위한 역할이 추가되었다. 해당 서비스는 국가가뭄정보포털 운영·유지관리 및 고도화, 가뭄 시 환경적 영향을 고려할 수 있는 분석체계 구축 및 대국민 서비스, 국민 가뭄 체감도 향상을 위한 교육 및 홍보 등이 포함된다. 이에 '22.12.9 기준, 위탁기관 지정 고시문을 개정·고시하게 되었다.

표 2.1 위탁기관 지정 고시 주요 개정사항

국토교통부고시 제2018-31호		환경부고시 제2022-234호
<p>2. 위탁기관</p> <p>가. 기관명 : 한국수자원공사 나. 대표자 : 이학수 다. 소재지 : 대전광역시 대덕구 신탄진로 200</p>	⇒	<p>2. 위탁기관</p> <p>가. 기관명 : 한국수자원공사 나. 소재지 : 대전광역시 대덕구 신탄진로 200</p>
<p>3. 위탁업무</p> <p>가. 가뭄 기초조사 및 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 가뭄 예경보 분석을 위한 기초자료 조사·관리 ○ 가뭄 모니터링·예측 정확도 향상을 위한 연구기술개발 ○ 국제 가뭄포럼 구성·운영 및 관계기관 업무협력 <p>나. 가뭄 현황·전망분석</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 가뭄현황 모니터링, 주·월간 단위 가뭄 정보분석 및 예경보 ○ 가뭄 판단기준 개선 등 가뭄정보 분석 신뢰도 향상 ○ 가뭄정보 신뢰도 개선을 위한 학술활동 ○ 가뭄정보 포털 운영 및 유지관리 <p>다. 가뭄 취약지도 작성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 가뭄 취약성 분석 및 평가기준 마련 ○ 가뭄취약지도 제작지침 수립 	⇒	<p>3. 위탁업무</p> <p>가. 가뭄 기초조사 및 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 가뭄 예경보 분석을 위한 기초자료 조사·관리 ○ 가뭄 모니터링·예측 정확도 향상을 위한 연구기술개발 ○ 국가 가뭄정책·기술력 고도화를 위한 국내·외 현황 조사 및 관계기관 업무협력 <p>나. 가뭄 현황·전망 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 가뭄 현황 모니터링 및 전망 분석을 통한 생공용수 가뭄 예경보 시행(주간·월간 단위) ○ 가뭄 판단기준 개선 등 가뭄 예경보 분석 신뢰도 향상 ○ 가뭄정보 신뢰도 향상을 위한 학술활동 등 전문 분야 기술교류 <p>다. 국민 체감형 가뭄서비스 제공</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국가가뭄정보포털 운영·유지관리 및 고도화 ○ 가뭄 시 환경적 영향을 고려할 수 있는 분석체계 구축 및 대국민 서비스 ○ 국민 가뭄 체감도 향상을 위한 교육 및 홍보 등
<신 설>		<p>5. 재검토기한</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 환경부장관은 이 고시에 대하여 「혼령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 2023년 1월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지)을 말한다. 매 3년마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

● **환경부고시 제2022-234호**

「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」 제37조 및 같은 법 시행령 제 38조에 따른 「가뭄조사 및 모니터링 사업 위탁기관 지정」(국토교통부고시 제 2018-31호)을 다음과 같이 개정·고시합니다.

2022년 12월 09일

환경부장관

가뭄조사 및 모니터링 사업 위탁기관 지정

1. 위탁기관 지정 목적

- 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」 제37조 및 같은 법 시행령 제38조에 따른 가뭄상황 조사 업무를 위탁받아 수행할 기관을 지정하여 효율적이고 전문적으로 사업을 추진하기 위함

2. 위탁기관

가. 기관명 : 한국수자원공사

나. 소재지 : 대전광역시 대덕구 신탄진로 200

3. 위탁업무

가. 가뭄 기초조사 및 연구

- 가뭄 예경보 분석을 위한 기초자료 조사·관리
- 가뭄 모니터링 및 예측 정확도 향상을 위한 연구·기술개발
- 국가 가뭄정책·기술력 고도화를 위한 국내·외 현황조사 및 관계기관 업무협력

나. 가뭄 현황·진망 분석

- 가뭄 현황 모니터링 및 전망 분석을 통한 생공용수 가뭄 예경보 시행(주간·월간 단위)
- 가뭄 판단기준 개선 등 가뭄 예경보 분석 신뢰도 향상
- 가뭄정보 신뢰도 향상을 위한 학술활동 등 전문분야 기술교류

다. 국민 체감형 가뭄서비스 제공

- 국가가뭄정보포털 운영·유지관리 및 고도화
- 가뭄 시 환경적 영향을 고려할 수 있는 분석체계 구축 및 대국민 서비스
- 국민 가뭄 체감도 향상을 위한 교육 및 홍보 등

4. 위탁기간

- 2022. 11. 00.부터 지정의 해지 또는 변경 고시일 까지

5. 재검토기한

- 환경부장관은 이 고시에 대하여 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 2023년 1월 1일 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

부 칙

이 고시는 발령한 날부터 시행한다.

그림 2.3 가뭄조사 및 모니터링 사업 위탁기관 지정 고시문(2022 개정)

‘22년 가뭄조사 및 모니터링 사업은 ‘가뭄 기초조사 및 연구’, ‘가뭄현황·전망 분석’, ‘국민 체감형 가뭄정책 시행’ 및 ‘가뭄 취약지도 작성’으로 구성되어 있으며 전체 예산은 21.8억 원으로 확정되었다.

한편, 「가뭄업무에 대한 홍수통제소 위임 시행」(수자원개발과-54, ‘19.1.9.) 방침에 따라 금년 대행계약은 한강홍수통제소와 체결하였다. 센터에서 수행한 과업은 ‘가뭄 기초조사 및 연구’, ‘가뭄 현황·전망 분석’, ‘국민 체감형 가뭄정책 시행’에 대한 건이며 대행 사업비 16.8억 원 중 낙찰차액(약 42백만원)을 제외하고 전액 집행하였다. 세부 사업내용 및 예산은 아래 표 2.1과 같다.

표 2.2 2022년도 가뭄조사 및 모니터링 사업 예산

구 분	주 요 내 용	금 액	비 고
가뭄조사 및 모니터링 사업		21.8억원	
가뭄기초조사·연구 (민간이전)	- 생·공용수 분야 가뭄분석 기초자료 조사 검증 - 가뭄 모니터링 및 예측 기술 고도화 (5차년도)	4.9억원	정부대행 (K-water)
가뭄현황·전망분석 (민간이전)	- 생활 및 공업용수 분야 가뭄 정보분석 및 제공 가뭄 판단기준 수립·보완, 강우-유출 분석 등	7.4억원	
국민 체감형 가뭄정책 시행 (민간이전)	- 국가가뭄정보포털(drought.go.kr) 운영·관리 - 시스템 고도화 및 환경가뭄 분석체계 구축 등	4.5억원	
가뭄 취약지도 작성 (일반연구비)	- 가뭄 취약성 분석 및 평가, 취약지도 작성	5.0억원	
			직접수행 (한강FCO)

2.2 가뭄대응 국제협력

국가가뭄정보분석센터는 지난 '18, '19년 2번의 국제가뭄포럼을 개최하였고, 극한 가뭄에 대한 국가별 경험과 극복방안을 공유하며 가뭄대응 정책과 기술을 교류하였다. 이를 통해 미국 가뭄경감센터(NDMC), 호주 농어업국(DAF)와 MoU를 체결하는 등 국외 가뭄관리 전문 기관과의 네트워크를 구축하였다. 호주 농어업국(DAF)와 체결한 가뭄 업무협력 MoU는 '20년부터 지속된 COVID-19의 전 세계적인 이슈로 모든 오프라인 활동들이 제한되어 기존에 계획한 워크숍 등의 추진이 불가하였다. 이에 MoU Article에 따라 가뭄 업무협력 추진 기반을 유지하기 위해 '22년 8월까지 1년 단위로 두 차례에 걸쳐 MoU를 연장한 바 있다.

2.2.1 국제 가뭄 심포지엄

'22년 8월 25일(목), K-water 국가가뭄정보분석센터와 퀸즐랜드 농어업국(DAF)은 국제 가뭄심포지엄(Webinar)을 공동 개최하였다. 이날 심포지엄에는 퀸즐랜드 가뭄센터, USQ(University of Southern Queensland), UCD(University College Dublin), 중부대학교가 참여하였다. 아래와 같이 총 6개 주제발표를 통해 가뭄 관련 기술과 정보를 교류하였으며, 단계적 일상회복(With Corona 19)에 따른 추가적인 교류 의사를 상호간 확인함으로써 지속 교류를 위한 발판을 마련하는 계기가 되었다.

표 2.3 국제 가뭄 심포지엄 발표자 및 발표주제

구분	발표주제	발표자
발표1	Hydrologic drought analysis techniques for national drought early warning system in South Korea	K-water 남우성 책임위원
발표2	Do we really know our baseline climate? Using Palaeoclimate data to plan for extreme events and floods in Queensland	DAF Dr. John Vitkovsky
발표3	Introduction of the Drought portal and dashboard for effective drought response and public participation	K-water 이호선 책임위원
발표4	Drought Monitor - a combined drought indicator for Australia	USQ David Cobon researcher
발표5	Ecological Drought: Monitoring, Impact Assessment, Response	중부대학교 이주헌 교수
발표6	Parametric insurance systems for transferring risks associated with the impacts of tropical cyclones	UCD Shahbaz Mushtaq Professor

2.2.2 호주 퀸즐랜드 가뭄관리 기관 방문 및 업무협약(MOU) 갱신

'22년 전 세계적인 단계적 일상회복(With Corona 19) 기조에 따라 호주에서도 국경 개방정책에 의해 그동안 제한되었던 호주 입국이 2년여 만에 전면 해제되었다. 이에 호주 퀸즐랜드의 가뭄관리 기관에 직접 방문하여 가뭄관리 정책·기술을 교류하고, 매년 1년 단위로 연장해온 호주 퀸즐랜드 주정부(농어업국, DAF)와의 업무협약(MOU)을 지속 추진하는 것으로 상호 동의함에 따라 MOU 문서의 효력을 반영구적으로 갱신하였다.

'22년 10월 27일(목)은 호주 퀸즐랜드의 수자원과 수도를 관리하는 기관인 Sunwater와 SEQ Water에 방문하였다.

Sunwater는 19개의 댐, 63개의 웨어, 2,500km의 파이프라인을 통해 퀸즐랜드주에 물을 공급하고 있는 수자원 관리기관(1881년 설립)이다. Sunwater에서는 페어베언(Fairbairn) 댐의 가뭄대응 사례에 대해 조사할 수 있었다. 페어베언댐의 유효저수용량은 소양강댐의 약 70% 수준으로 하류 하천인 노고아강과 맥캔지 강의 수원이다. 페어베언댐은 2020년 12월, 2007년 대 가뭄 시기보다도 낮은 역대 최저수위에 도달하였으며, 당시 각 수위 도달 시마다 준설, 펌프 설치·가동, 물차 공급 등 가뭄대응 체계를 조사할 수 있었다. 또한, 용수 배분을 위한 물 수지 분석방법과 가뭄 발생 시 우선순위에 따라 차등 공급하는 정책에 대해서도 조사할 수 있었다. 수리권은 HP(High Priority)와 MP(Medium Priority)로 구분하며, 가뭄 발생 시 상대적으로 구매비용이 저렴한 MP를 우선적으로 제한한다. 이러한 수리권은 개인이 구매하고 소유자 간 거래가 가능하도록 정부 차원에서 거래 활성화 정책을 시행하고 있다. 마지막으로 K-water 물관리종합상황실과 같이 강우 상황을 감시하고 의사 결정 및 하류 피해지역 모니터링을 위한 시스템도 확인할 수 있었다. 해당 시스템은 글로벌 기업인 Deltares 사에서 교육·기술이전을 받아 구축·활용하고 있다.



<페어베언 댐 가뭄대응 사례 조사>



<Sunwater 물관리종합상황실 견학>

그림 2.4 호주 가뭄관리 기관 방문 사진대지1

SEQ(South East Queensland) Water는 2000년대 초반, 대 가뭄을 계기로 물관리 개혁(Water Act 2007)을 위해 국영 물관리 기업의 합병 및 퀸즐랜드 남동부 지역의 수자원 관리를 위해 2008년 설립되었다. SEQ Water는 535Km의 상수관망을 기본으로 댐 12개, 정수장 10개, 재이용수 고도처리시설 3개, 해수담수화시설 1개, 저수지 28개, 펌프장 22개를 이용하여 광역 수자원 통합관리를 추진하고 있다. 금년에는 위 시설 중 해수담수화 시설(Gold Coast 위치)에 방문하였다. 해당 시설은 퀸즐랜드 남동부 지역 용수공급의 약

27%(65만명)에 해당하는 처리용량(125천톤/일)을 갖고 있다. 1억 2천만AUD가 투입된 사업으로 글로벌 기업인 Veolia에서 위탁운영 중이다. 해수담수화를 통해 생산된 물은 기타 수원에서 생산된 물과 동일한 값으로 수요자에게 제공되며, '생산비용-물값'은 SEQ Water에서 부담하는 정책을 시행하고 있다.



<골드코스트 해수담수화 플랜트 운영현황 조사>

그림 2.5 호주 가뭄관리 기관 방문 사진대지2

'22년 10월 28일(금)은 호주 퀸즐랜드의 주정부사무소를 방문하여 MOU 문서의 효력을 반영구적으로 갱신·서명하고, K-water 디지털 트윈과 퀸즐랜드 가뭄센터(QDMC)의 통합 가뭄지표에 대한 기술을 교류하였다. MOU 문서의 갱신은 K-water 수자원환경부문 이사와 호주 퀸즐랜드 농어업국 차관의 서명을 통해 이루어졌다. 호주 물관리 전문가들은 K-water 디지털 트윈에 대해 물관리 의사결정을 위한 디지털 물관리가 세계적인 추세라며, 댐 운영-강우연계 및 UI 개선 노력이 매우 고무적이라는 의견을 제시하였다.



<K-water&퀸즐랜드 농어업국 MOU>



<가뭄관리 기술교류>

그림 2.6 호주 가뭄관리 기관 방문 사진대지3

표 2.4 호주 퀸즐랜드 주정부(농어업국, DAF) 업무협약(MOU) 반영구적 갱신

MOU Document 주요 변경사항	
<p>1. Purpose The parties entered into an MOU on 23 August 2019 which summarised the business understanding of the Parties for the purposes of establishing a mutual partnering framework governing collaborative activities to meet common goals in drought issues. The Original MOU expired on 22 August 2022.</p>	<p>1. Purpose Since first entering into an MOU on 23 August 2019 the Parties have cooperated for the purposes of establishing a mutual partnering framework governing collaborative activities to meet common goals in drought issues.</p>
<p>5. Term and Termination This MOU shall become effective as of the Effective Date and remain in force for a period of one (1) year and can be renewed with one (1) month prior written notice.</p> <p>이 MOU는 발효일부터 1년 동안 유효하며, 종료 1개월 전에 서면 통지하여 갱신할 수 있습니다.</p>	<p>5. Term and Termination This MOU shall become effective as of the Effective Date and remain in force until either party terminates the MOU.</p> <p>이 MOU는 발효일부터 어느 한 기관이 MOU를 종료할 때까지 유효합니다.</p>

제3장 가뭄 상황조사(기초조사)



제3장 가뭄 상황조사(기초조사)

3.1 가뭄 상황조사 개요

가뭄 상황조사는 물부족 대비를 위하여 전국 단위의 생활 및 공업용수 분야에 대한 가뭄분석 기초자료를 수집·조사 및 정보화하고 있다. 『수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률』의 제7조 ‘가뭄 상황조사’에 따라 환경부 대행사업(“가뭄조사 및 모니터링 사업”)으로 시행하고 있다. 2017년부터 2021년까지 ‘가뭄 기초조사’로 시행하였으나, 2022년부터 수자원법에 따라 ‘가뭄 상황조사’로 명칭을 변경하였다.

가뭄 상황조사를 보다 체계적이고 효율적으로 시행하기 위해 각 단계별 명확한 업무 프로세스를 정립하였다. “가뭄조사 및 모니터링 사업”의 대행계약 체결과 함께 조사 계획을 수립하고, 환경부 협조를 통해 전국 지자체를 대상으로 가뭄 기초자료 조사를 실시하였다. 본격적인 조사시행에 앞서 9개 道 단위의 지역별 설명회를 개최하여 보다 내실 있는 성과 도출을 위해 노력하였다.

국가가뭄정보포털을 이용하여 전국 지자체의 수원 및 용수수급 현황 등의 기초자료를 조사·검토하였으며, 자료의 정확성 제고를 위해 직접조사를 병행하여 실시하였다. 또한, 조사성과에 대해서는 환경부(본부, 수자원정보센터 및 수계별 홍수통제소)에 성과 보고를 통해 확정하였다.

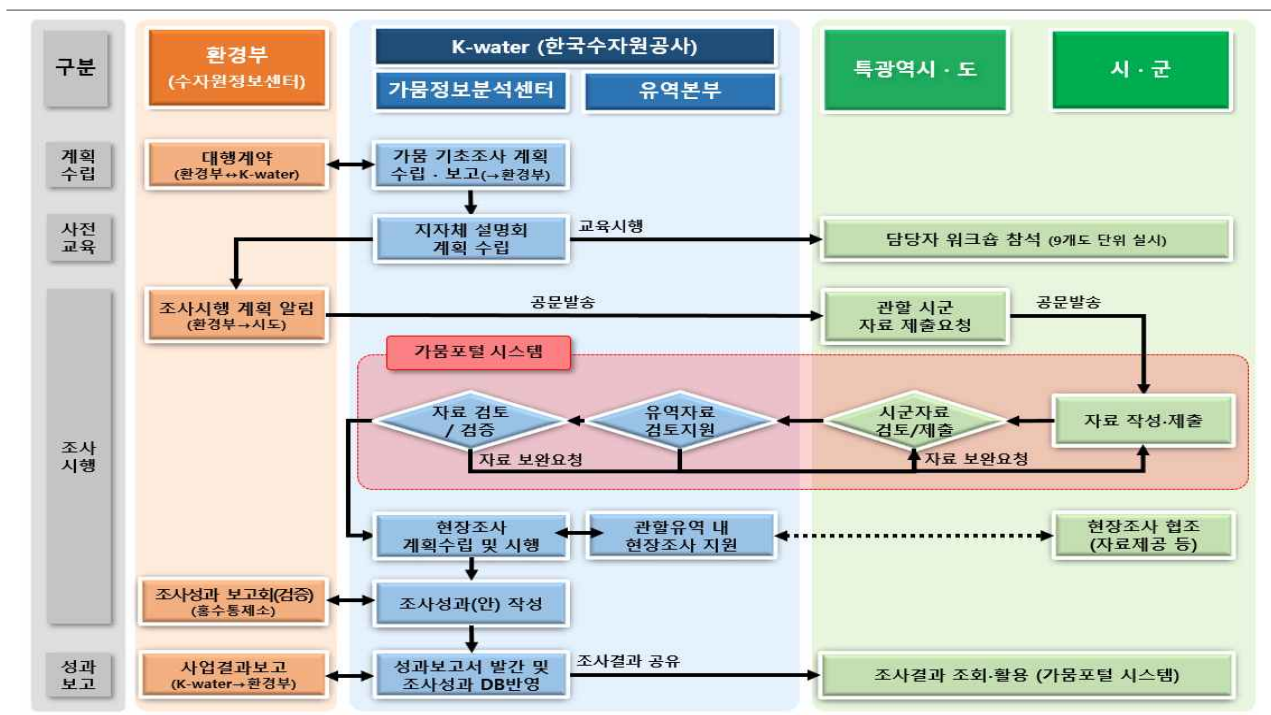


그림 3.1 가뭄 상황조사 체계도

3.2 가뭄 상황조사 주요내용

가뭄 상황조사의 주요 조사내용은 전국 생활 및 공업용수의 공급체계(지역별 수원 및 용수공급체계)의 조사·검증과 수원 및 용수공급시설(취수장·정수장·배수지) 운영 현황 등에 대한 조사이다. 세부 조사항목은 아래 표 3.1과 같으며, 가뭄 예·경보 분석을 위한 기초자료 중 한강홍수통제소, K-water 생산자료 등 자료 취득이 가능한 정보 이외의 지자체 생산자료 등에 대하여 조사를 실시하였다.

조사된 정보는 자료 검증과 성과검토를 통해 실시간 가뭄 예·경보 분석, 실적자료 기반의 물수급 분석체계 구축을 위한 기초자료 등으로 활용되며, 국가가뭄정보포털(drought.go.kr)을 통해서도 대국민 서비스를 제공 중이다.

표 3.1 가뭄 기초조사 주요 내용

구 분		조사항목		가뭄조사 (항목수)		비고		
생 용	활 수	기본현황	행정구역, 읍면동별 총인구·급수인구		○	(3)		
		용수이용량	읍면동별 월별(1~12월) 실사용량		○	(1)		
		공급체계	읍면동별 급수계통(1, 2, 3 수원별)		○	(1)		
공 용	업 수	기본현황	산업단지 현황		○	(1)		
		용수이용량	산업단지의 월별(1~12월) 실사용량(수도, 하천, 지하수 등)		○	(1)		
		공급체계	산업단지별 급수계통(1, 2, 3 수원별)		○	(1)		
수원 (시설) (水源)	하천수	유수· 복류수	하천수위	관측소별 수위, 유량(수위-유량관계식)	-	-		
			사용량	하천수사용 허가정보, 계획/사용량	-	-		
		저수	다목적댐	다목적댐 제원, 운영정보(월별)		-	-	
			용수댐	K-water	댐 제원 및 운영정보(월별)	-	-	
				지자체	댐 제원 및 운영정보(월별)	○	(2)	
					계측현황(항목/주기/전송설비)	○	(1)	
		농업용댐	댐 제원, 운영정보(월별), 계측현황		○	(3)		
지하수	지하수 시설 제원, 운영정보(사용량)		-	-				
용공 시	수 급 설	광역상수도	취수장, 정수장의 시설제원 및 운영정보(일별, 월별 취·정수량 등)		-	-		
		지방상수도	취수장, 정수장, 가압장, 배수지의 시설제원 및 운영정보(일별, 월별 취·정수량 등)		○	(3)		
소규모 수도시설	마을/소규모급수시설 전용상수도	일반현황(위치), 급수인구, 시설제원 및 운영현황(일평균 사용량)		○	(4)			
기 타	비상급수 현황	생공용수 제한/운반급수 현황		○	(2)			
	생공회귀수량	하수처리장 제원 및 운영정보(월별)		○	(2)			

3.3 '22년 가뭄 상황조사 추진경위

2022년 가뭄 상황조사의 조사절차는 추진계획 수립('22.3월)을 통해 조사기간, 조사내용(생·공용수 수원 등)을 정립하였고, 조사자료 품질확보를 위해 지자체 담당자를 대상으로 기초조사 설명회 개최('22.4월)하였다. '22년 설명회에서는 코로나19 확산 차단을 위해 2개도(경기, 경남)를 대상으로는 온라인 비대면 설명회를 개최하였다.

생활용수, 공업용수 등 조사한 자료에 대해 검토하고, 급수체계 변동, 이상자료 등에 대하여 지자체 담당자와 지속적인 자료 보완으로 자료의 품질을 높이고자 하였으며, '22년 11월에 가뭄 기초조사 성과보고회(환경부) 개최 및 기초조사 성과에 대한 주요 의견을 반영하여 성과보고서를 발간('22.12월)하였다.

○ 주요경위

- '22. 3. 15. : 가뭄 상황조사 시행계획 수립· 보고(K-water → 환경부)
- '22. 3. 29. : 가뭄 상황조사 계획 알림 및 협조요청(환경부 → 시·도 → 시·군)
- '22.4.13.~29. : 전국 지자체 담당자 대상 설명회· 교육 실시(K-water)
* 9개 도단위 지역별 설명회 개최(123개 시·군, 169명)
- ~ '22.11월 : 가뭄 기초조사 자료(시·군) 취합 및 검토· 보완
- '22. 11. 29. : 가뭄 기초조사 성과보고회 개최(환경부)
- '22. 12월 : 가뭄 기초조사 성과보고서(최종) 발간

표 3.2 가뭄기초조사 설명회 주요내용

구 분	주요 내용
가뭄 예·경보	<ul style="list-style-type: none"> • 가뭄 예·경보 개요 및 성과, 기본개념 및 판단기준 등
가뭄 상황조사	<ul style="list-style-type: none"> • (시행계획) 추진배경 및 목적, 조사체계, '21년 성과 및 '22년 일정
	<ul style="list-style-type: none"> • (작성방법) 상황조사 자료작성 방법 및 기준(국가가뭄정보포털)
국가가뭄정보포털	<ul style="list-style-type: none"> • 포털 개요 및 구성, 메뉴별 활용방법 등
가뭄종합상황판	<ul style="list-style-type: none"> • 상황판 구축 배경, 메뉴 구성 및 제공 정보, 활용방법 등
단비서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 단비서비스 소개, 제공 프로세스 및 이용방법



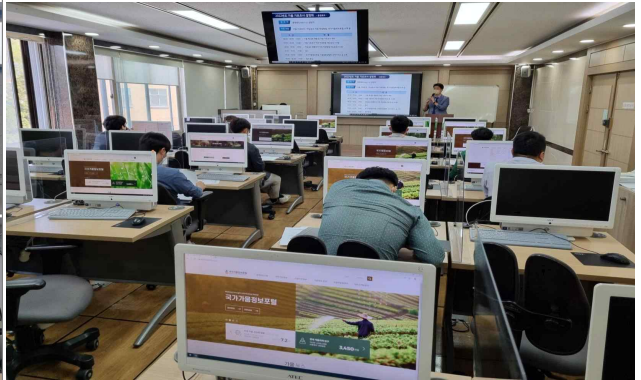
(‘22.4.13) 전남지역



(‘22.4.14) 전북지역



(‘22.4.15) 경북지역



(‘22.4.20) 충북지역



(‘22.4.21) 충남지역



(‘22.4.22) 강원지역



(‘22.4.26) 경기·경남지역(온라인)



(‘22.4.29) 제주지역

그림 3.2 2022년 가뭄 기초조사 설명회

3.4 가뭄 상황조사 주요성과

3.4.1 생·공용수 수원현황

1) 조사 대상

우리나라 용수이용 분류체계는 크게 생활용수, 공업용수 및 농업용수로 분류 하고 있으나, 본 조사는 『국가 가뭄 예·경보』를 위해 환경부(K-water) 주관의 생활 및 공업용수 분야를 중심으로 시행되었다.

전국 167개 지방자치단체와 「산업입지 및 개발에 관한 법률」에 따라 조성된 산업단지에서 생활 및 공업용수로 사용하는 수원(水源) 및 시설을 중심으로 조사하였다.

2) 생·공용수 수원(시설)의 분류

(1) 용어정리

- 수원(水源)
 - 하천법에 따른 하천수는 하천(하천구역과 하천시설)이라는 공간을 흐르거나 저수되어 있는 물로 정의됨(하천법 제2조)
 - 수도법에 따른 상수원은 음용·공업용 등으로 제공하기 위하여 취수시설을 설치한 지역의 하천·호소·지하수·해수 등을 말함(수도법 제3조)
- 수원의 종류
 - 하천법에 의한 수원(하천수)은 유수(流水, 하천의 지표면에 흐르는 물), 복류수(伏流水, 하천 바닥에 스며들어 흐르는 물) 또는 저수(貯水, 하천에 저장되어 있는 물)로 구분됨(하천법 제2조)

표 3.3 하천수 수원의 구분

수원 구분		공간	
		수평	수직
하천수	유수,복류수	하천	지표
	저수	댐·저수지* 저수구역 * 다목적댐, 수도시설(용수전용댐, 식수전용댐), 농업생산기반시설(저수지)	지표
	하천 인근 지하수	하천구역 경계로부터 300m 이내	지표-지하
지하수	지하수	유역 전반(허가·신고 관정 등)	지하

- 수도법에 의한 수원(상수원)은 지표수(하천수, 호소수, 댐물), 지하수(복류수, 우물물(지하수), 용천수), 기타(빗물, 해수 등) 등으로 구분됨 (상수도시설기준(환경부, 2010))

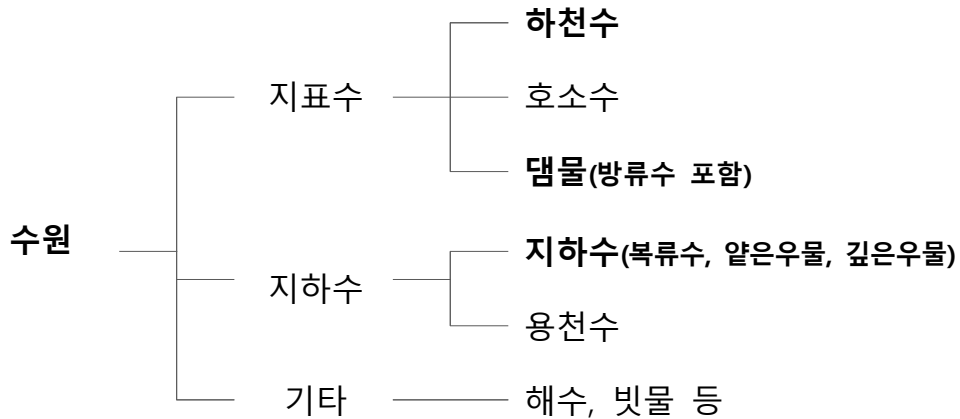


그림 3.3 생·공용수 수원의 구분 (상수도시설기준(환경부, 2010))

(2) 가뭄 상황조사의 수원 분류

『국가 가뭄 예·경보』는 국민이 가뭄 상황을 체감할 수 있도록 전국 167개 지자체의 읍면동(3,507개) 및 산업단지(1,257개)별 수원의 수문상황 등을 분석하여 생활·공업용수 가뭄 현황 및 전망분석 정보를 제공하고 있다(2021년말 기준).

이러한 가뭄 현황 및 전망 분석체계와 조사성과의 활용성 등을 고려해 가뭄 기초 조사에서는 수자원(수원)-수도(급수체계)에 대한 통합적 조사가 필요하여 생·공용수의 수원을 하천수(유수, 복류수, 저수)와 지하수로 분류하고 수원(시설)을 세분화하여 조사하였다.

- (하천수-유수) 하천 구역내 복류수(집수매거 등) 취수는 하천수에 포함
- (댐용수-저수) 안정적 수량확보를 위해 설치된 댐·저수지는 사용용도 및 관리주체 등을 고려하여 세분화(다목적댐, 용수댐, 생·공용저수지, 농업용저수지)하고, 댐에서 방류하여 하류하천에서 취수하는 경우는 댐용수로 구분
- (기 타) 재이용수(공업용수 사용) 포함

표 3.4 가뭄 기초조사의 생·공용수 수원 분류

구 분		조사 대상	비고	
하천수	유수, 복류수	생활 및 공업용수 사용목적으로 취수시설을 설치한 하천(국가·지방하천 및 소하천) * 하천 복류수 취수는 하천수에 포함 * 하천수 취수 중 댐용수 계약사항은 다목적댐으로 분류	수원 시설	
	저수	다목적댐		K-water에서 관리중인 다목적댐 (광역상수도·공업용수도의 수원)
		용수댐		K-water에서 관리중인 용수댐 (광역상수도·공업용수도의 수원)
		생·공용 저수지		지방자치단체에서 운영·관리중인 댐·저수지로 용수의 전체 또는 일부를 생·공용수 목적으로 사용중인 댐·저수지
		농업용 저수지		한국농어촌공사에서 운영·관리 중인 농업용저수지 중 지자체 및 K-water에 생·공용수를 공급중인 댐·저수지
지하수	지방상수도 및 공업용수(지자체, 산업단지)의 수원으로 사용되는 지하수			
기 타	지방상수도 및 공업용수(지자체, 산업단지)의 수원으로 사용중인 해수, 빗물, 재이용수 등			

(3) 조사방법

전국 지자체를 대상으로 국가가뭄정보포털(<http://drought.go.kr>)을 활용하여 읍면동별·산업단지별로 사용하는 수원(1~3수원) 현황을 조사하였다.

* 제1~3수원 : 행정구역(읍면동)에서 사용하는 수원이 복수인 경우, 공급 물량이 많은 순서대로 제1,2,3 수원으로 구분하여 조사

3) 2021년 생·공용수 수원(시설)현황

2021년말 기준, 전국 167개 시·군(특·광역시 포함) 및 산업단지에 생·공용수를 공급하는 전체 수원(시설)은 총 407개(중복제외)로 조사되었다.

수원(시설)을 구분하여 살펴보면, 다목적댐 19개(4.7%), 용수댐·저수지 151개(37.1%), 하천 155개(38.1%), 지하수 71개(17.4%), 기타 11개(2.7%)로 구분된다.

전년도 수원(408개소)과 비교하여 총 1개소가 감소하였으며, 수원(시설)별로 살펴보면 지자체 저수지 1개소 증가, 하천 1개소 감소, 지하수가 1개소가 감소한 것으로 조사되었다.

- (지자체 저수지) 2021년 강원도 양구군 비아댐(총저수용량 3.47백만³m) 준공에 따른 지자체 저수지 1개소 증가(시험 가동 후, '23년 정상 용수공급 예정)
- (하천) 한강수계 신천에서 검준일반산업단지(경기 양주)로 공급하였으나, '21년부터 광역(와부(정)) 공업용수 공급에 따라 하천 1개소 감소
- (지하수) 청양군 정산정수장, 청양정수장 운휴에 따른 제외 및 지하수를 주수원으로 사용하는 산업단지 지하수사용량 등을 반영하여 총 1개소 감소

표 3.5 생·공용수 수원(시설)현황 비교

구 분	합 계	하천수						유수 복류수 (하천)	지하수	기타
		저수					다목적댐			
		용수댐·저수지				농공				
		소계	K-water	지자체	농공					
22년 조사 (21년말 기준)	407	19	151	12	113	26	155	71	11	
전년대비	△1	-	1	-	1	-	△1	△1	-	
21년 조사 (20년말 기준)	408	19	150	12	112	26	156	72	11	
20년 조사 (19년말 기준)	407	18	148	13	112	23	156	74	11	
19년 조사 (18년말 기준)	414	18	146	13	112	21	157	82	11	

표 3.6 생·공용수 수원(시설)현황('21년말 기준)

(단위 : 수원의 개수)

구 분	합 계	하천수					유수· 복류수 (하천)	지하수 ¹⁾	기타 ²⁾
		다목적 댐	저수			농촌공			
			용수댐·저수지 소계	K-water	지자체				
합계 (중복제외)	407	19	151	12	113	26	155	71	11
	100.0%	4.7%	37.1%	2.9%	27.8%	6.4%	38.1%	17.4%	2.7%
생활용수	349	19	148	11	112	25	138	40	4
공업용수	198	17	54	10	31	13	81	39	7

* 1) 지하수의 개수는 지방상수도의 정수장 개수 및 지하수를 주요 수원으로 사용하는 산업단지의 개수
 2) 해수담수화(여수, 영광), 계곡수(완주), 해수이용 산업단지 3개소, 재이용수 사용 산업단지 3개소

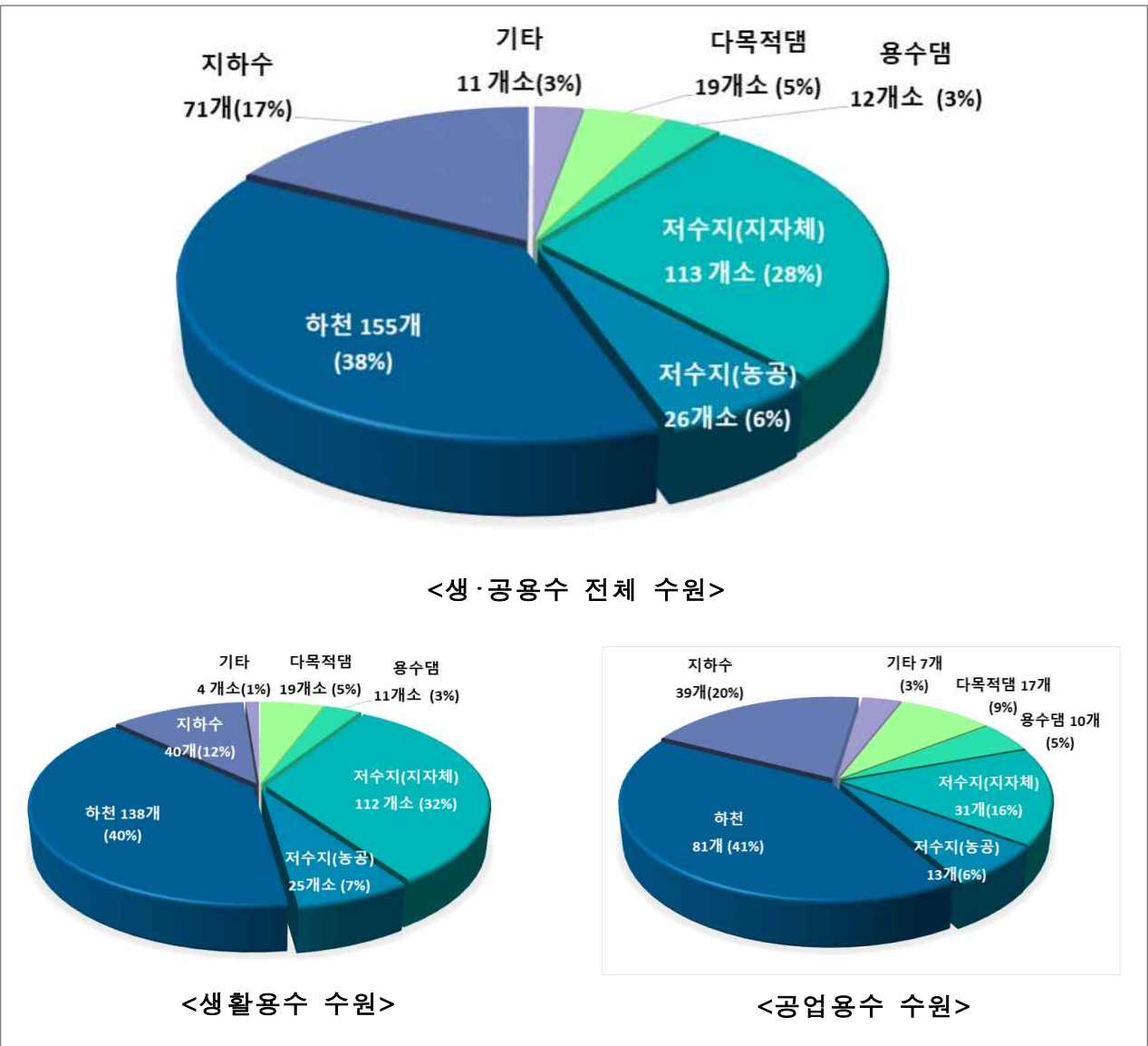


그림 3.4 생·공용수 수원현황

4) 댐 및 저수지 현황

우리나라의 수자원은 시간적·공간적 불균형이 심해 자연상태의 하천만으로는 안정적인 용수공급이 어려운 상황이다. 이러한 수자원 특성을 해결하고 하천유황을 조절하여 필요 용수확보를 위한 효과적인 방법이 댐 건설이었으며, 2016년 기준 전국에 17,491개소의 댐 및 저수지가 있다.(제4차 수자원장기종합계획, 국토교통부, 2016)

본 조사에서는 생활 및 공업용수를 공급중인 다목적댐 및 용수댐, 지자체 관할의 댐·저수지와 더불어, 지방상수도 및 광역상수도에 용수를 공급하는 농업용댐·저수지(농어촌공사 관할)를 포함하여 조사하였다.

(1) 다목적댐 및 용수댐(K-water)

2021년 기준, 20개 다목적댐과 14개 용수댐을 운영 중에 있다. 다만, 본 조사에서는 현재 용수공급이 없는 영주댐을 제외한 19개 다목적댐과 조절지댐으로 사용 중인 선암댐과 안계댐을 제외한 12개 용수댐을 대상으로 하였다.

표 3.7 다목적댐 및 용수댐 현황

(총 저수용량 : 백만 m³)

권역	댐 명	위치	총저수용량	댐 명	위치	총저수용량
한강	소양강댐	강원 춘천시	2,900.0	광동댐	강원 삼척시	11.0
	충주댐	충북 충주시	2,750.0	달방댐	강원 동해시	7.7
	횡성댐	강원 횡성군	86.9	-	-	-
낙동강	안동댐	경북 안동시	1,248.0	영천댐	경북 영천시	96.4
	임하댐	경북 안동시	595.0	안계댐	경북 경주시	17.7
	합천댐	경북 합천군	790.0	감포댐	경북 경주시	2.4
	남강댐	경남 진주시	309.2	운문댐	경북 청도군	135.3
	밀양댐	경남 밀양시	73.6	대곡댐	울산광역시	28.5
	군위댐	경북 군위군	48.7	사연댐	울산광역시	30.3
	김천부항댐	경북 김천시	54.3	대암댐	울산광역시	13.1
	보현산댐	경북 영천시	22.1	선암댐	울산광역시	2.0
	성덕댐	경북 청송군	27.9	연초댐	경남 거제시	4.6
	영주댐	경북 영주시	181.1	구천댐	경남 거제시	9.3
금강	대청댐	대전광역시	1,490.0	-	-	-
	용담댐	전북 진안군	815.0	-	-	-
섬진강	섬진강댐	전북 임실군	466.0	-	-	-
	주암	본댐	전남 순천시	457.0	-	-
		조절지		250.0	-	-
기타	부안댐	전북 부안군	50.3	수어댐	전남 광양시	22.2
	보령댐	충남 보령시	116.9	평림댐	전남 장성군	8.5
	장흥댐	전남 장흥군	191.0	-	-	-

(2) 지자체 관할 댐·저수지 현황

지방자치단체에서 운영·관리중인 댐·저수지로 용수의 전체 또는 일부를 생·공용수 목적으로 사용중인 댐·저수지를 대상으로 조사하였으며, 상시 활용되는 저수지(운영)와 가뭄 등으로 물부족 발생시 사용되는 저수지(예비)로 구분하였다.

2021년말 기준, 167개 시·군 중 44개 시·군에서 지방상수도 및 공업용수도의 수원으로 사용하고 있는 생·공용수공급 댐·저수지는 총 113개소로 조사되었으며, 전년 조사 대비 강원도 양구군 관할 비아댐 1개소가 추가되었다.

도서지역이 많은 전남지역이 65개소(57.5%), 경남지역이 21개소(18.6%)로 전체의 76%를 차지하고 있으며, 전남 신안군은 16개소, 전남 완도군은 11개소, 경남 남해군은 11개소, 전남 진도군은 8개소를 관리 중에 있다.

113개소의 댐·저수지 중 100개소(88.5%)가 평상시 생·공용수 공급에 활용되고 있으며, 13개소(11.5%)는 예비수원으로서 주 수원의 수문 상황을 고려하여 탄력적으로 운영되고 있다.

표 3.8 시·도별 생·공용수 공급 댐·저수지 관리현황

구분	합계	강원	경기	충남	충북	경남	경북	전남	전북	제주	광주	대구	부산	울산	인천
시·군 (수)	44	2	3	-	1	9	5	15	2	1	1	2	1	1	1
저수지 (개소수)	113	2	4	-	1	21	7	65	2	2	3	2	2	1	1
운영	93	1	2	-	1	19	6	54	2	1	1	2	2	1	1
보조·예비	20	1	2	-	-	2	1	11	-	1	2	-	-	-	-

* 하천내 설치된 지하댐은 하천으로 분류(강원 속초시의 쌍천지하댐은 하천에 포함)

댐·저수지의 규모는 대부분(90개소, 79.6%)이 총 저수용량 1백만 m^3 이하의 소규모 저수지이며, 113개 저수지의 총저수용량(합계)은 257.8백만 m^3 이다.

표 3.9 지자체 관할 생·공용수 댐·저수지 규모별 현황

구분	합계	1,000천 m^3 이상	500~ 1,000천 m^3	100 ~ 500천 m^3	100천 m^3 이하	비고
저수지(수)	113	24	22	54	13	-

지자체 관할 댐·저수지 113개소 중 79개소(69.9%)는 레이더, 초음파 수위계 등 자동 계측장비를 설치·운영 중이나, 나머지 34개소(30.1%)는 수위표(목자판) 등을 이용한 수동 계측에 의존하고 있어 개선이 필요한 실정이다. 또한, 관측된 수문정보(수위, 저수량)의 실시간 모니터링 체계(지자체→환경부) 구축을 통해 국가 수문정보 확대 및 가뭄 정보분석의 신뢰도 제고 등이 필요하다.

표 3.10 지자체 관할 생·공용수 댐·저수지 수위 계측 현황

구분	합계	자동 계측				수동 계측		
		소계	초음파	레이더	기타	소계	수위표	수위표 없음
저수지(수)	113	79	48	12	19	34	7	27
	100%	69.9%	42.5%	10.6%	16.8%	30.1%	6.2%	23.9%

표 3.11 시군별 댐·저수지 현황

구분	관할기관		댐 명칭	총저수용량 (천 m³)	운영현황	비고
	시도	시군				
1	부산광역시	-	법기댐	1,507.0	가동	
2		-	회동댐	18,507.0	가동	
3	대구광역시	-	가창댐	9,104.0	가동	
4		-	공산댐	5,465.0	가동	
5	인천광역시	-	백령식수전용저수지	240.0	가동	
6	광주광역시	-	제2수원지	525.0	가동	예비수원
7		-	제4수원지	1,909.0	운휴	예비수원
8		-	동복댐	99,500.0	가동	
9	울산광역시	-	회야댐	21,500.0	가동	
10	경기도	수원시	파장저수지	451.4	가동	예비수원
11			광교저수지	2,973.0	가동	
12		의정부시	홍복저수지	1,090.0	가동	
13		양주시	광백댐	1,240.0	가동	예비수원
14	강원도	양구군	비아댐	3,470.1	운휴	예비수원
15		평창군	신)대관령	1,941.9	가동	
16	충청북도	영동군	궁촌댐	860.0	가동	
17	전라북도	진안군	철은저수지	271.6	가동	
18		부안군	위도저수지	374.0	가동	
19	전라남도	여수시	두모저수지	440.0	가동	
20			개도저수지(화산제)	37.3	가동	
21		순천시	와룡수원지	287.0	가동	예비수원
22		담양군	신계제	1,165.0	가동	
23		곡성군	학정제	370.0	가동	
24		곡성군	염곡제	100.0	가동	
25		구례군	산동저수지	530.0	가동	
26	고흥군	호형제	200.0	가동		
27		호천제	200.0	가동		

구분	관할기관		댐 명칭	총저수용량 (천 m³)	운영현황	비고	
	시도	시군					
28	전라남도	고흥군	오천제	816.0	가동		
29			신호제	100.0	가동		
30			예내제	617.0	가동		
31			영남제	460.0	가동		
32			강동제	900.0	가동		
33		보성군	동률제	384.0	가동		
34		강진군	흙골제	401.0	가동		
35		해남군	백도제	390.0	가동	예비수원	
36			송종제	700.0	가동		
37			기성제	153.0	운휴	예비수원	
38		영암군	장산제	574.0	가동		
39			대곡제	99.0	가동		
40			금생제	2,200.0	가동		
41			학용제	1,584.0	가동		
42		함평군	대동댐	9,179.0	가동		
43		영광군	연암제	3,480.0	가동		
44			죽림제	730.0	가동		
45			구수2제	1,486.0	가동		
46			구수1제	273.6	가동	예비수원	
47			대신제	826.0	가동		
48			복룡제	550.0	가동		
49			완도군	용계제	192.0	운휴	예비수원
50		육산제(금당제)		164.0	가동		
51		척치제(금일댐)		220.0	가동		
52		넙도제		120.0	가동		
53		보길제(부황제)		420.0	가동		
54		용출제(생일제)		120.0	가동		
55		미라제		340.0	가동		
56		해동제		1,000.0	가동		
57		대야제		1,907.0	가동		
58		죽청제		320.0	가동		
59		국화제(청산댐)		210.0	가동		
60		진도군		회동제	861.0	가동	
61			구계제	1,500.0	가동		
62			남동제	318.0	가동		
63			돌목제	65.0	가동		
64			관매제	48.0	가동		
65			동거차제	39.9	가동		
66			서거차제	28.7	가동		
67			육동제	501.0	가동		
68			신안군	만년제	150.0	운휴	예비수원
69				죽연제	486.3	가동	
70		한산제		406.0	가동		
71		신안군	임리제	-	운휴	예비수원	
72			신안군	하태제	226.0	가동	
73				시서2제	-	운휴	예비수원

구분	관할기관		댐 명칭	총저수용량 (천 m³)	운영현황	비고	
	시도	시군					
74			오동제	522.0	가동		
75			수곡제	380.0	가동		
76			부동제	473.0	가동		
77			유천제	474.4	가동		
78			대리제	241.0	가동		
79			염산제	-	운휴	예비수원	
80			어은제	127.0	가동		
81			천촌제	700.0	가동		
82			진리1제	160.0	운휴	예비수원	
83			진리2제	160.0	운휴	예비수원	
84	경상북도	포항시	눌태지	850.0	가동		
85			진전지	1,829.0	가동		
86		경주시	덕동댐	32,700.0	가동		
87		영천시	왕산지	1,876.0	가동		
88			자천지	300.0	가동		
89		문경시	동로수원지	120.0	가동		
90		영덕군	회동상수원지	609.8	가동		
91		경상남도	창원시	성주수원지	413.7	가동	
92			통영시	우동수원지	404.0	운휴	예비수원
93				육지댐	87.0	가동	
94	거제시		소동저수지	231.5	가동		
95	의령군		우곡저수지	900.0	가동		
96			명석저수지	660.0	가동		
97	함안군		중산골소류지	123.0	가동		
98	창녕군		상월저수지	520.0	가동		
99	남해군		대곡(도마)저수지	80.0	가동		
100			선원저수지	175.3	가동		
101			우형저수지	130.0	가동		
102			아산저수지	30.0	운휴	예비수원	
103			오동댐(오동저수지)	316.0	가동		
104		봉성저수지	200.0	가동			
105		향도댐(향도저수지)	100.9	가동			
106		지족저수지	130.0	가동			
107	상주저수지	50.0	가동				
108	난음저수지	106.0	가동				
109		옥천저수지	150.0	가동			
110	하동군	청룡댐	292.4	가동			
111	함양군	대남저수지	799.0	가동			
112	제주도	-	어승생제2저수지	500.0	가동		
113		-	어승생제1저수지	106.8	가동	예비수원	

(3) 생·공용수공급 농업용저수지의 현황(한국농어촌공사)

지자체 또는 K-water에서 일반수도(지방·광역) 및 공업용수도의 주 수원 또는 예비·보조 수원으로 사용하는 농어촌공사 관할 저수지를 대상으로 조사하였다.

'21년말 기준, 한국농어촌공사에 관리 중인 26개의 농업용 댐·저수지가 목적 외 사용으로 18개 시·군(지방상수도) 및 K-water(광역상수도)에 생·공용수를 공급하고 있는 것으로 조사되었으며, '19년말 대비 3개소(강원 고성군 원암저수지, 전북 완주군 구이저수지, 경남 의령군 천락저수지)가 추가되었다.

상시 활용(운영)되는 저수지와 가뭄 등으로 물부족 발생시 예비(보조)로 사용되는 저수지로 구분하면, 전체 26개의 농업용저수지 중 18개소는 상시 생·공용수를 공급 중이며, 8개소는 예비용으로 사용되고 있다.

표 3.12 시도별 생·공용수공급 농업용저수지 현황 (단위 : 저수지 개수)

구분	합계	강원	경기	충북	충남	경북	경남	전북	전남	제주	비고
저수지	26	2	-	-	2	3	6	6	7	-	
운 영	18	1	-	-	2	2	4	6	3	-	
예 비	8	1	-	-	-	1	2	-	4	-	

* 농업용저수지 소재지 위치 기준

표 3.13 생·공용수 공급(목적 외 사용) 농업용저수지 세부현황

구분	시설명	공급지역		비고
		시도	시군	
합계	26개소	6개	18개	(K-water 광역사용 포함)
운영 (18)	오봉저수지	강 원 도	강릉시	
	상천저수지	경상남도	거창군	
	석천저수지	경상남도	의령군	
	노단이저수지	경상남도	창녕군	
	노구저수지	경상남도	남해군	
	흙곡저수지	경상북도	경주시	
	부석저수지	경상북도	영주시	
	금사저수지	전라남도	고흥군	
	용항제	전라남도	완도군	
	유탕저수지	전라남도	장성군	
	경천저수지(완주군)	전라북도	익산시	경천-대아-동상저수지 연계운영
	동상저수지(완주군)			
	대아저수지(완주군)			
	동화댐(장성군)	K-water	-	동화댐광역상수도
	신반월저수지	전라북도	진안군	
	예당저수지	충청남도	예산군	
	옥계저수지	충청남도	예산군	
	구이저수지	전라북도	완주군	
예비 (8)	고서저수지	전라남도	신안군	한산제 예비수원
	대동제	전라남도	영암군	대곡제 예비수원
	서암저수지	경상남도	의령군	우곡저수지 예비수원
	수양제(장성군)	K-water	-	평림댐광역상수도 예비수원
	언동제	전라남도	신안군	어은제 예비수원
	오어저수지	경상북도	포항시	진전지 예비수원
	원암저수지	강 원 도	속초시	용춘천 예비수원
	천락저수지	경상남도	의령군	명석저수지 예비수원

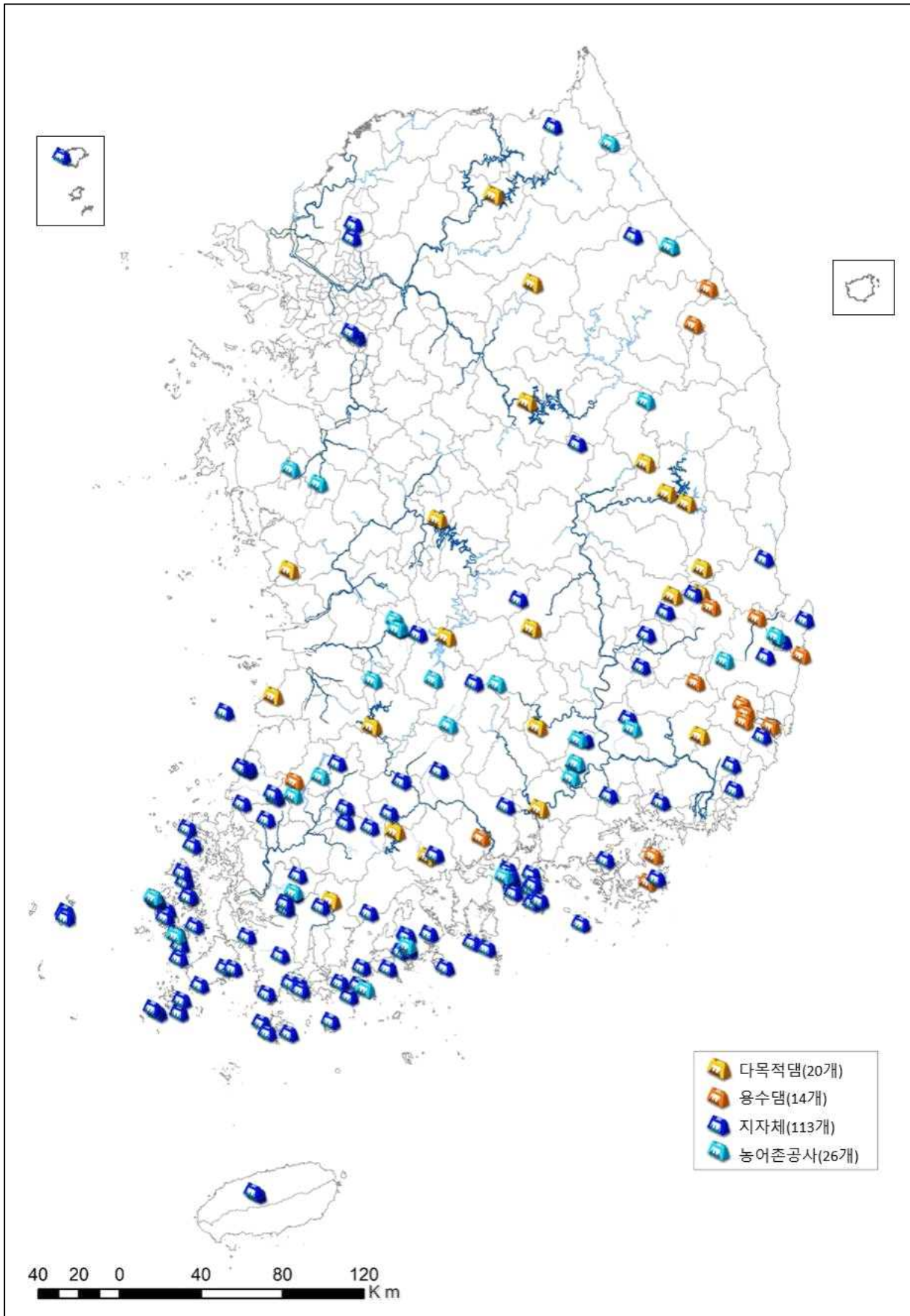


그림 3.4 생·공용수공급 댐·저수지 위치도

5) 생·공용수공급 하천 현황

광역·지방상수도 및 공업용수도 시설의 수원(水源)으로 사용되는 하천과 산업단지에서 하천수 사용허가를 득하여 사용하는 하천을 중심으로 아래와 같은 기준을 적용하여 조사 및 정리하였다.

- 하천은 국가 및 지방하천과 소하천으로 구분하고, 하천시설 중 하굿둑시설(낙동강, 아산호, 영산호)을 포함
- 하천수 취수 중 댐용수 계약사항은 수원을 다목적댐으로 분류하여 제외함
- 동일한 하천이 국가와 지방으로 분류되어 있는 경우와 동일한 하천의 상하류에 복수의 취수시설이 있는 경우에는 한 개로 산정
- 국가·지방하천의 기본정보(하천명, 하천코드, 수계 등)는 환경부의 「국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS)」 등을 활용

2021년말 기준, 생활 및 공업용수의 수원으로 사용되는 하천은 총 155개소(중복제외)로 조사되었으며, 국가하천 26개소, 지방하천 122개소, 소하천 14개소, 하굿둑 3개로 구분하였다.

표 3.14 권역별 생·공용수공급 하천현황 (단위 : 하천 개수)

구분	합계	국가하천	지방하천	소하천	하굿둑	비고
전국 (중복제외)	155(10)	26	122	14	3	-
한강권역	60(2)	6	48	7	1	소양강, 영평천
낙동강권역	62(4)	10	49	6	1	반변천, 내성천, 위천, 감천
금강권역	20(2)	4	17	1	-	금강, 보청천
섬진강권역	6(2)	3	5	-	-	섬진강, 보성강
영산강권역	7	3	3	-	1	-

* 동일 하천이나 하천구간별 등급(국가, 지방)이 다른 경우에는 합계에서 1개로 산정

표 3.15 권역·수계별 생·공용수공급 하천현황

(단위 : 하천 개수)

구분	합계	국가하천	지방하천	소하천	하굿둑	비고
전국	155(10)	26	122	14	3	
한강권역	60(2)	6	48	7	1	
한강수계	40(2)	5	32	5	-	소양강, 영평천
안성천수계	4	1	2	-	1	
양양남대천수계	2	-	2	-	-	
삼척오십천수계	2	-	1	1	-	
한강동해권수계	12	-	11	1	-	
낙동강권역	62(4)	10	49	6	1	
낙동강수계	45(4)	9	37	2	1	반변천, 내성천, 위천, 감천
형산강수계	3	1	2	-	-	
태화강수계	1	-	1	-	-	
영덕오십천수계	2	-	2	-	-	
낙동강동해권수계	11	-	7	4	-	
금강권역	20(2)	4	17	1	-	
금강수계	13(2)	1	13	1	-	금강, 보청천
삽교천수계	2	-	2	-	-	
만경강수계	2	2	-	-	-	
동진강수계	2	1	1	-	-	
금강서해권수계	1	-	1	-	-	
섬진강권역	6(2)	3	5	-	-	
섬진강수계	4(2)	3	3	-	-	섬진강, 보성강
섬진강남해권수계	2	-	2	-	-	
영산강권역	7	3	3	-	1	
영산강수계	5	2	2	-	1	
탐진강수계	1	1	-	-	-	
영산강서해권수계	1	-	1	-	-	

* 동일 하천이나 하천구간별 등급(국가, 지방)이 다른 경우에는 합계에서 1개로 산정

6) 수원별 용수공급현황 (취수량 기준)

수원별 생·공용수 공급량은 지방 및 광역·공업용수도의 수원별 취수량과 산업단지(산업법)의 댐용수 및 하천수 등의 직접 취수량을 기준으로 산정하였다. 산업단지(업체)의 직접 취수량은 「하천수 사용관리시스템(<https://ras.hrfco.go.kr/>)」의 하천수 사용실적자료(공업용수 1,000m³/일 이상) 자료 등을 이용하였다.

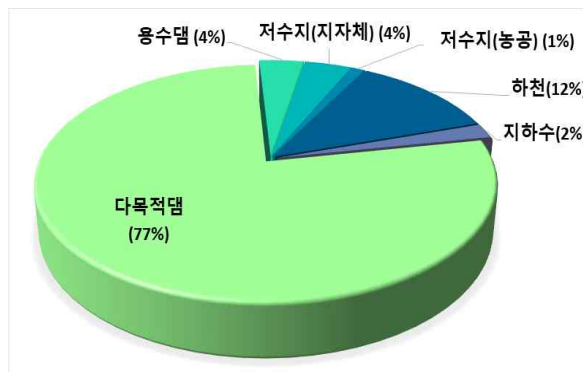
2021년말 기준, 생·공용수 일평균 22,344.0천m³/일을 공급하였으며, 수원 종류별로는 다목적댐 17,212.3천m³/일(77.1%), 하천 2,714.3천m³/일(12.1%), 용수댐·저수지 1,959.0천m³/일(8.8%), 지하수 456.9천m³/일(2.0%), 기타 1.5천m³/일(0.0%)순으로 공급하고 있는 것으로 조사되었다.

표 3.16 수원별 생·공용수 공급현황

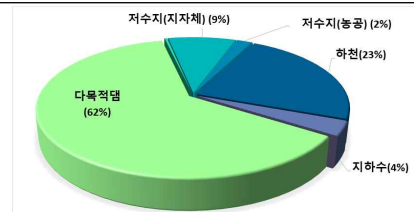
(단위 : 천 m³/일)

구 분	합 계	다목적 댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농촌공			
합 계	22,344.0	17,212.3	1,959.0	829.3	888.6	241.1	2,714.3	456.9	1.5
	100.0%	77.1%	8.8%	3.7%	4.0%	1.1%	12.1%	2.0%	0.0%
지방상수도 (공업용수 포함)	10,368.9	6,465.3	1,129.8	33.0	888.6	208.2	2,416.6	355.7	1.5
	100.0%	62.4%	10.9%	0.3%	8.6%	2.0%	23.3%	3.4%	0.0%
광역상수도 (공업용수 포함)	11,763.5	10,682.7	829.2	796.3	-	32.9	251.6	-	-
	100.0%	90.8%	7.1%	6.8%	-	0.3%	2.1%	-	-
자체 취수량 (산업단지)	211.6	64.3	-	-	-	-	46.1	101.2	-
	100.0%	30.4%	-	-	-	-	21.8%	47.9%	-

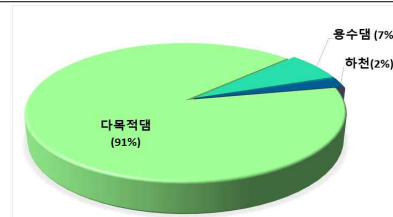
* 산업단지 자체 취수량은 산업법에 따른 산업단지 기준임(개별입지 업체 취수량 미포함)



<수원별 생·공용수 공급현황(전체)>



<수원별 생·공용수 공급현황(지방)>



<수원별 생·공용수 공급현황(광역)>

그림 3.5 수원별 생·공용수 공급현황

3.4.2 생활용수 현황

1) 상수도 보급현황

2021년말 기준, 전국 167개 지자체(특·광역시 7, 특별자치시 1, 특별자치도 1, 시·군 158개)의 3,507개 읍면동(행정동 기준) 중 3,424개(97.6%)가 광역 및 지방상수도 보급 지역이며, 전체인구 98.1%의 51,046천명에게 상수도를 공급하고 있다. 미급수지역은 전년도 조사대비 12개소가 감소한 83개 읍면동으로 조사되었다.

표 3.17 상수도 보급현황

구 분	급수지역 현황 (읍면동 수)			수도 보급률 (천명, %)			비고
	전체	급수	미급수	총인구	급수인구	보급율	
전국	3,507 100.0%	3,424 97.6%	83 2.4%	52,060	51,046	98.1%	
서울특별시	426	426	-	9,487	9,487	100.0%	
부산광역시	205	205	-	3,350	3,350	100.0%	
대구광역시	142	142	-	2,402	2,402	100.0%	
인천광역시	155	149	6	3,000	2,973	99.1%	
광주광역시	97	97	-	1,451	1,450	99.9%	
대전광역시	81	81	-	1,452	1,451	99.9%	
울산광역시	56	56	-	1,138	1,124	98.7%	
세종특별자치시	22	22	-	377	372	98.6%	
경기도	556	556	-	13,739	13,568	98.8%	
강원도	188	178	10	1,541	1,435	93.1%	
충청북도	153	148	5	1,626	1,541	94.7%	
충청남도	208	202	6	2,139	2,002	93.6%	
전라북도	243	238	5	1,790	1,744	97.5%	
전라남도	297	285	12	1,846	1,738	94.2%	
경상북도	330	315	15	2,658	2,497	94.0%	
경상남도	305	281	24	3,367	3,215	95.5%	
제주특별자치도	43	43	-	697	697	100.0%	

* 총인구는 행정안전부 주민등록인구 통계자료를 기초로 산정함

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

2) 생활용수 수원현황

전국 167개 지자체 읍면동별의 용수공급체계(수원(시설)-취수장-정수장-배수지)를 조사한 결과, 생활용수를 공급하는 수원(제1,2,3수원)으로 총 349개(중복제외)를 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 수원(시설)의 종류로 보면 다목적댐 19개(5.4%), 용수댐·저수지 148개소(42.4%) (K-water 11, 지자체 112, 농어촌공사 25개), 하천 138개소(39.5%), 지하수 40개소(11.5%), 기타 4개소(1.1%)로 구분된다.

표 3.18 생활용수 수원현황(1~3수원 전체)

(단위 : 수원 개수)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수 ¹⁾	기타 ²⁾
			소계	K-water	지자체	농촌공			
2020년	350	19	147	11	111	25	138	42	4
	100.0%	5.4%	42.0%	3.1%	31.7%	7.2%	39.5%	12.0%	1.1%
2021년	349	19	148	11	112	25	138	40	4
	100.0%	5.4%	42.5%	3.2%	32.1%	7.2%	39.5%	11.5%	1.1%
증△감	△1	-	1	-	1	-	-	△2	-

* 1) 지하수의 개수는 지방상수도의 정수장 개수

2) 해수담수화 2개소(여수, 영광), 계곡수 1개소(완주), 빗물 1개소(제주)

전년도 조사결과와 비교시 전체 수원(시설)의 합계는 총 1개소 감소하였다. 저수지(지자체)는 1개소 증가하였고, 지하수는 2개소 감소하였다. 지자체 관할 저수지 양구군 동면정수장의 예비수원인 비아댐이 신설되어 반영하였다. 지하수는 청양군 청양정수장, 정산정수장이 운휴되어 제외하였다.

3) 읍면동별 수원현황(1수원기준) 현황

용수급수체계는 조사단위인 읍면동별로 용수공급량 비중에 따라 제 1·2·3수원을 조사하였으며, 1수원 기준으로 총 247개(중복제외) 수원(시설)을 사용중이며, 시·도별 현황은 다음과 같다.

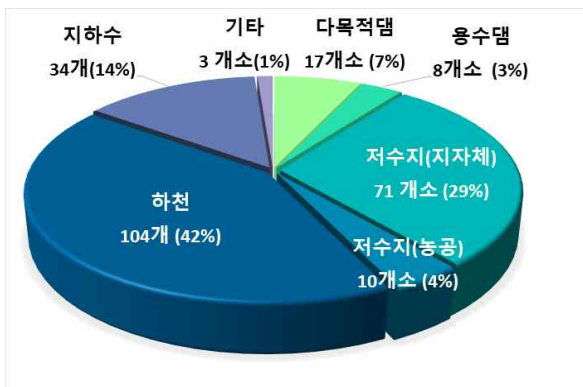
전국 167개 지자체의 상수도 보급지역 3,424개 읍면동에 대해 제 1수원 기준으로 다목적댐(17개)에서 2,294개(67.0%), 하천(104개)에서 604개(17.6%), 용수댐·저수지(89개)에서 455개(13.3%), 지하수(34개)에서 68개(2.0%), 기타 3개(0.1%) 읍면동에 용수를 공급 중이다.

표 3.19 시·도별 생활용수 수원현황(1수원 기준)

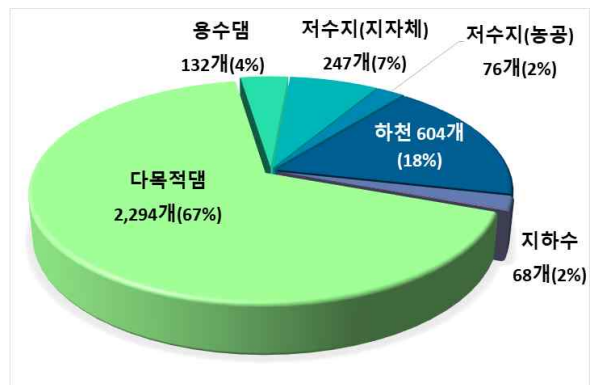
(단위 : 수원 개수)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농촌공			
전국합계 (중복제외)	247	17	89	8	71	10	104	34	3
	100.0%	6.9%	36.0%	3.2%	28.8%	4.0%	42.2%	13.8%	1.2%
서울특별시	1	1	-	-	-	-	-	-	-
부산광역시	4	1	2	-	2	-	1	-	-
대구광역시	4	1	3	1	2	-	-	-	-
인천광역시	3	2	1	-	1	-	-	-	-
광주광역시	2	1	1	-	1	-	-	-	-
대전광역시	1	1	-	-	-	-	-	-	-
울산광역시	2	-	2	1	1	-	-	-	-
세종특별자치시	1	1	-	-	-	-	-	-	-
경기도	9	2	-	-	-	-	6	1	-
강원도	45	1	3	1	1	1	37	4	-
충청북도	16	2	1	-	1	-	6	7	-
충청남도	9	3	1	-	-	1	4	1	-
전라북도	16	3	6	-	2	4	7	-	-
전라남도	59	3	46	1	43	2	4	4	2
경상북도	51	4	10	3	6	1	33	4	-
경상남도	29	3	15	2	11	2	11	-	-
제주도	15	-	-	-	-	-	-	14	1

* 지하수의 경우에는 정수장을 기준으로 산정, 미 급수지역은 제외됨



<생활용수 수원 수>



<수원별 급수지역(읍면동) 비율>

그림 3.6 전국 생활용수 수원의 수(1수원 기준), 급수지역(읍면동) 비율

표 3.20 수원별 급수지역수(1수원기준)

(단위 : 읍면동 개수)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타 ¹⁾
			소계	K-water	지자체	농촌공			
전 국	3,424	2,294	455	132	247	76	604 (128)	68	3
	100.0%	67.0%	13.3%	3.9%	7.2%	2.2%	17.6%	2.0%	0.1%
서울특별시	426	426	-	-	-	-	-	-	-
부산광역시	205	77	24	-	24	-	104(104)	-	-
대구광역시	142	88	54	40	14	-	-	-	-
인천광역시	149	148	1	-	1	-	-	-	-
광주광역시	97	35	62	-	62	-	-	-	-
대전광역시	81	81	-	-	-	-	-	-	-
울산광역시	56	-	56	21	35	-	-	-	-
세종특별자치시	22	22	-	-	-	-	-	-	-
경기도	556	515	-	-	-	-	40	1	-
강원도	178	17	29	10	1	18	128	4	-
충청북도	148	89	4	-	4	-	48	7	-
충청남도	202	184	3	-	-	3	13	2	-
전라북도	238	163	44	-	2	42	31	-	-
전라남도	285	165	95	17	70	8	18	5	2
경상북도	315	87	53	36	14	3	168	7	-
경상남도	281	197	30	8	20	2	54(24)	-	-
제주도	43	-	-	-	-	-	-	42	1

* 1) 기타(4개소) : 여주시 삼산면(해수담수화), 영광군 낙월면(해수담수화), 완주군 운주면(계곡수), 제주 추지면(빗물, 해수담수화)
 2) 하천의 ()는 낙동강하굿둑·아산호(안성천) 공급지역임

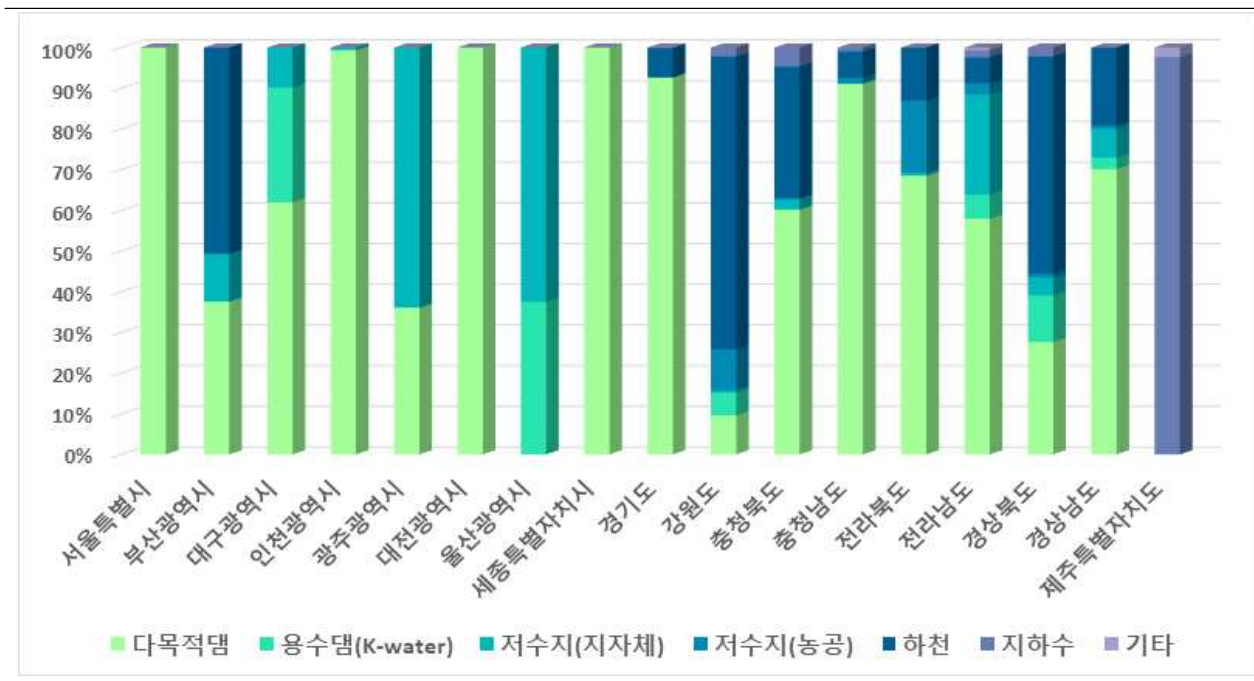


그림 3.7 시·도별 수원종류별 급수지역 비율(1수원, 읍면동 수 기준)

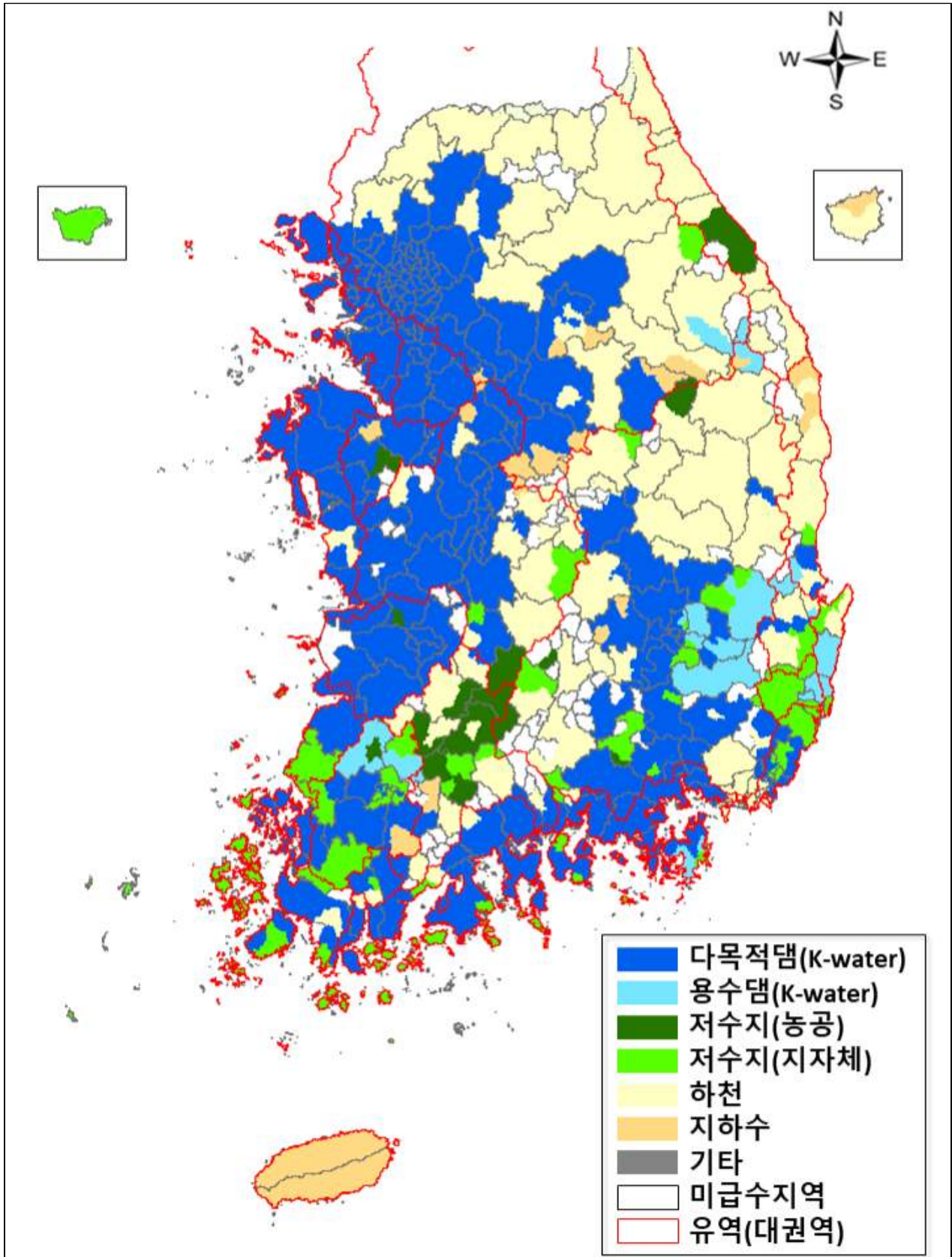


그림 3.8 수원(시설)별 용수공급지역 현황(읍면동, 1수원 기준)

4) 생활용수 급수량

전국 3,424개(미급수지역 제외) 읍면동의 광역 및 지방상수도 급수량은 연간 5,364 백만 m³/년, 일평균 15,393천 m³/일로 조사되었다.

표 3.21 생활용수(광역·지방) 급수량

구 분	연간 총급수량 (백만 m ³ /년)	일평균 급수량 (천 m ³ /일)	
전국	5,634	15,393	100%
서울특별시	1001	2736	17.8%
부산광역시	347	948	6.2%
대구광역시	268	733	4.8%
인천광역시	346	946	6.1%
광주광역시	143	390	2.5%
대전광역시	170	465	3.0%
울산광역시	113	309	2.0%
세종특별자치시	35	96	0.6%
경기도	1525	4165	27.1%
강원도	176	480	3.1%
충청북도	165	450	2.9%
충청남도	247	675	4.4%
전라북도	204	556	3.6%
전라남도	187	510	3.3%
경상북도	300	821	5.3%
경상남도	322	880	5.7%
제주도	85	233	1.6%

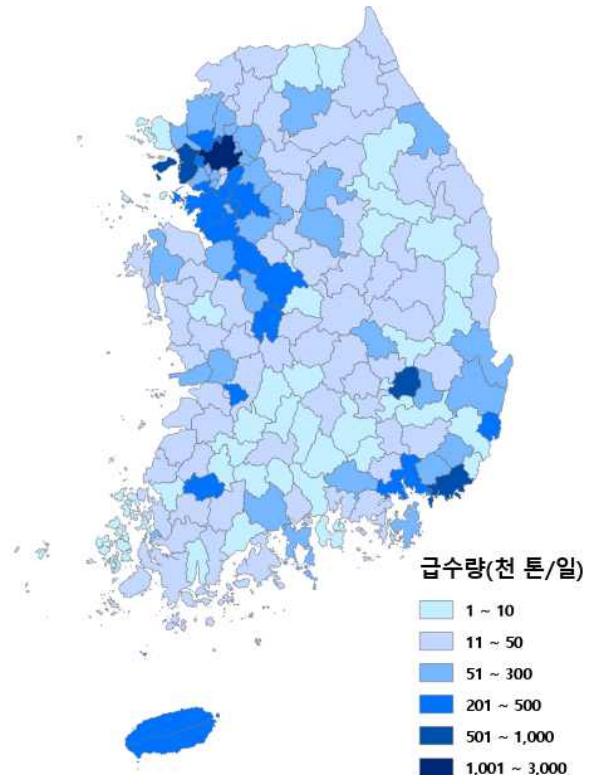


그림 3.9 생활용수 급수량

3.4.3 공업용수 현황

1) 산업단지 현황

2021년말 기준, 「산업입지 및 개발에 관한 법률」에 따른 전국의 산업단지는 총 1,257개이며, 국가산업단지 47개, 일반산업단지 697개, 농공단지 476개, 도시첨단산업단지 37개이다. 전년도 1,238개 대비 19개소가 증가하였다.

표 3.22 전국 산업단지 현황(상위단지 기준)

구 분	합계	국가	일반	농공	도시첨단	비고
산업단지	1,257	47	697	476	37	-

* 한국산업단지관리공단 및 산업입지정보센터(국토연구원) 자료 기준

국가산업단지 및 일반산업단지 중 2개 이상의 하위 산업단지로 구성되어있는 산업단지를 고려하면, 전국의 산업단지는 총 1,312개(국가산업단지 74개, 일반산업단지 725개, 농공단지 476개, 도시첨단 37개)이다. 본 과업에서는 산업단지별 수원 및 용수 공급체계 등에 대해 총 1,312개 산업단지를 기준으로 조사하였다.

표 3.23 시도별 산업단지 현황

구 분	합계	국가산업단지	일반산업단지	농공단지	도시첨단	비고
전 국	1,312	74	725	476	37	
	100.0%	5.7%	55.1%	36.7%	2.5%	
서울특별시	4	1	3	-	-	
부산광역시	40	2	33	1	4	
대구광역시	22	1	17	2	2	
인천광역시	17	3	12	-	2	
광주광역시	15	3	10	1	1	
대전광역시	12	5	5	-	2	
울산광역시	29	2	22	4	1	
세종특별자치시	20	-	15	4	1	
경기도	202	13	177	1	11	
강원도	76	1	25	45	5	
충청북도	133	2	86	43	2	
충청남도	171	6	69	93	3	
전라북도	92	7	24	60	1	
전라남도	108	7	31	69	1	
경상북도	156	9	78	69	-	
경상남도	209	10	117	81	1	
제주도	6	2	1	3	-	

* 2020년 1,292개 대비 20개소 증가 (신규지정 25개소, 지정해제 6개소, 기존단지 분할 1개소)

「한국산업단지관리공단」의 산업단지 현황조사(2021년 4분기) 및 지자체 등의 조사 결과에서 전국 1,312개 산업단지 중 976개가 조성이 완료되어 가동 중에 있으며, 336개의 산업단지는 계획 중 또는 조성 중으로 조사되었다.

표 3.24 산업단지별 조성현황

구 분	합계	국가산업단지	일반산업단지	농공단지	도시첨단	비고
전 국	1,312	74	725	476	37	
완 료(가동)	976	58	462	443	13	
조성중(미가동)	336	16	263	33	24	

* 조성중인 산업단지 개수에는 단지조성은 완료되었으나, 가동업체가 없는 산단을 포함

2) 산업단지별 수원 현황

가동 중인 976개의 산업단지의 수원(제1수원 기준)을 살펴보면, 총 162개(중복제외)의 수원(시설)을 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 수원(시설)의 종류로 보면 다목적댐 17개(10.5%), 용수댐·저수지 34개소(21.0%) 하천 65개소(40.1%), 지하수 39개소(24.1%), 기타(해수 및 재이용수 등) 7개소(4.3%)로 구분된다.

표 3.25 공업용수 수원현황(1수원 기준)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천 ¹⁾	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농촌공			
공업용수 수원 (중복제외)	162 100.0%	17 10.5%	34 20.9%	7 4.3%	20 12.3%	7 4.3%	65(3) 40.2%	39 24.1%	7 4.3%

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

* (전년대비) 급수체계 변동에 따라 총 3개소 감(용수댐 1개 감, 지자체 2개 감, 하천 1개 감, 지하수 1개 증)

산업단지별로는 다목적댐을 수원으로 사용하는 산업단지가 559개(57.3%) 가장 많았으며, 하천 271개(27.8%), 용수댐 및 저수지 97개(9.9%) 등의 순으로 조사되었다.

표 3.26 수원별 산업단지 공급현황(1수원 기준)

(단위 : 개소)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천 ¹⁾	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농촌공			
합 계	976 100.0%	559 57.3%	97 9.9%	24 2.5%	53 5.4%	20 2.0%	271 (63) 27.8%	42 4.3%	7 0.7%
국가산업단지	58	39	6	2	3	1	9	(8)	2
일반산업단지	462	282	42	10	26	6	117	(44)	16
도 시 첨 단	13	8	1	-	1	-	4	(1)	-
농 공 단 지	443	230	48	12	23	13	141	(10)	24

* 1) 하천의 ()는 하굿둑(낙동강하굿둑 32개, 아산호 25개, 영산강하굿둑(영산호) 4개) 공급지역임

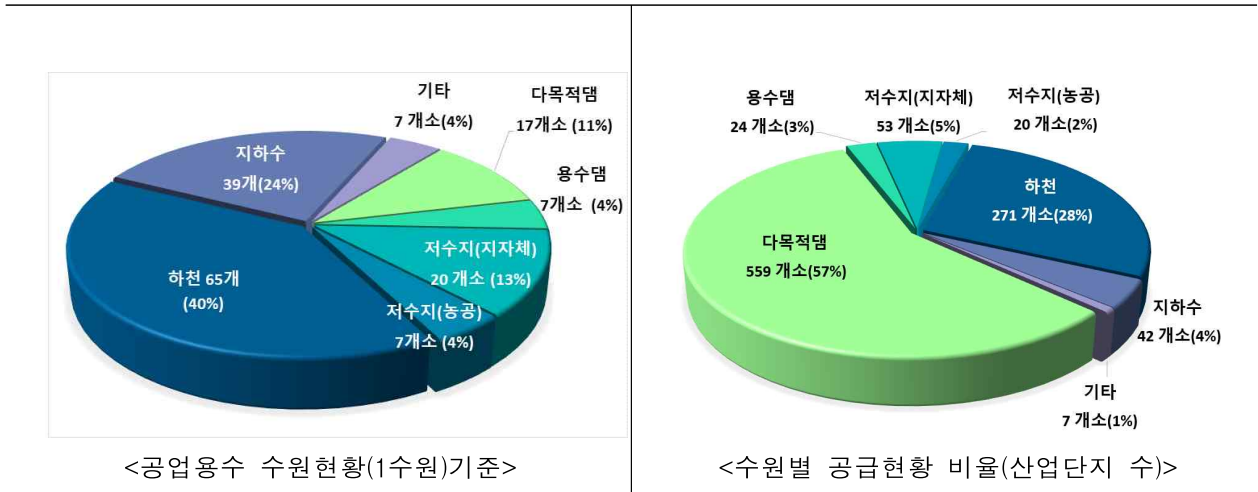


그림 3.10 공업용수 수원현황 및 수원별 공급현황

3) 산업단지별 용수사용량

산업단지의 용수사용량은 2021년 기준 가동 중인 976개의 산업단지에 공급된 수도공급량(지방 및 광역·공업용수도)을 중심으로 조사하였다.

공업용수도시설을 통해 공업용수(침전수 또는 원수)를 공급받는 산업단지는 177개(지방 81개, K-water 96개)로 18.1% 수준이며, 대부분의 산업단지(750개, 76.8%)는 일반수도(광역 및 지방상수도)를 통해 용수를 공급 받고 있다. 이외의 산업단지(49개소, 5.1%)에서는 댐용수(하천취수) 및 지하수 등을 자체 취수하여 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

표 3.27 공업용수별 산업단지 현황(1수원 기준)

(단위 : 개소)

구 분	합계	공업용수도		광역·지방상수도		기타(자체취수)			
		K-water	지자체	광역	지방	댐용수	하천수	지하수	기타
전 국	976	96	81	381	369	8	6	32	3
	100.0%	9.8%	8.3%	39.0%	37.8%	0.8%	0.6%	3.4%	0.3%
국가산업단지	58	26	10	8	11	-	-	1	2
일반산업단지	462	65	64	156	152	5	6	13	1
도시첨단	13	-	-	4	9	-	-	-	-
농공단지	443	5	7	213	197	3	-	18	-

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

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

산업단지의 공업용수도 공급량(침전수, 원수)은 K-water 수도연보 및 지자체 조사 자료를 기준으로 하였다. 이외 산업단지의 자체취수량은 「하천수 사용관리시스템 (<https://ras.hrfco.go.kr/>)」의 하천수 사용실적자료를 이용하였다.

2021년 기준 전국 산업단지의 용수사용량은 3,762.6천m³/일이며, 공업용수도에서 3,217.1천m³/일(침전수 1,410.5천m³/일, 원수 1,806.6천m³/일)을 공급하고 있다. 이외 일반수도(광역) 333.9천m³/일, 댐용수 64.3천m³/일, 하천수 46.1천m³/일, 지하수 101.2천m³/일을 자체 취수하여 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

표 3.28 연도별 공업용수 사용량 비교 (단위 : 일평균, 천m³/일)

구 분	합계	공업용수도						일반수도 (광역) ¹⁾	기타(자체 취수)		
		소계		K-water		지자체			정수	댐용수	하천수
		침전수	원수	침전수	원수	침전수	원수				
2021	3,762.6	1,410.5	1,806.6	957.5	1,784.0	453.0	22.6	333.9	64.3	46.1	101.2
전년대비	251.6	71.5	204.3	68.5	201.6	3.1	2.7	△43.8	17.4	△2.0	4.1
2020	3,511.0	1,339.0	1,602.3	889.0	1,582.4	449.9	19.9	377.7	46.9	48.1	97.1
2019	3,492.0	1,546.9	1,654.7	1,005.5	1,634.5	541.3	20.3	87.5	56.3	46.5	100
2018	3,923.2	1,615.3	1,657.6	1,034.6	1,653.5	580.6	4.1	421.3	57.8	45.4	125.9
2017	3,579.9	1,603.4	1,691.5	984.7	1,684.9	618.7	6.6	91.6	56.1	-	133.3

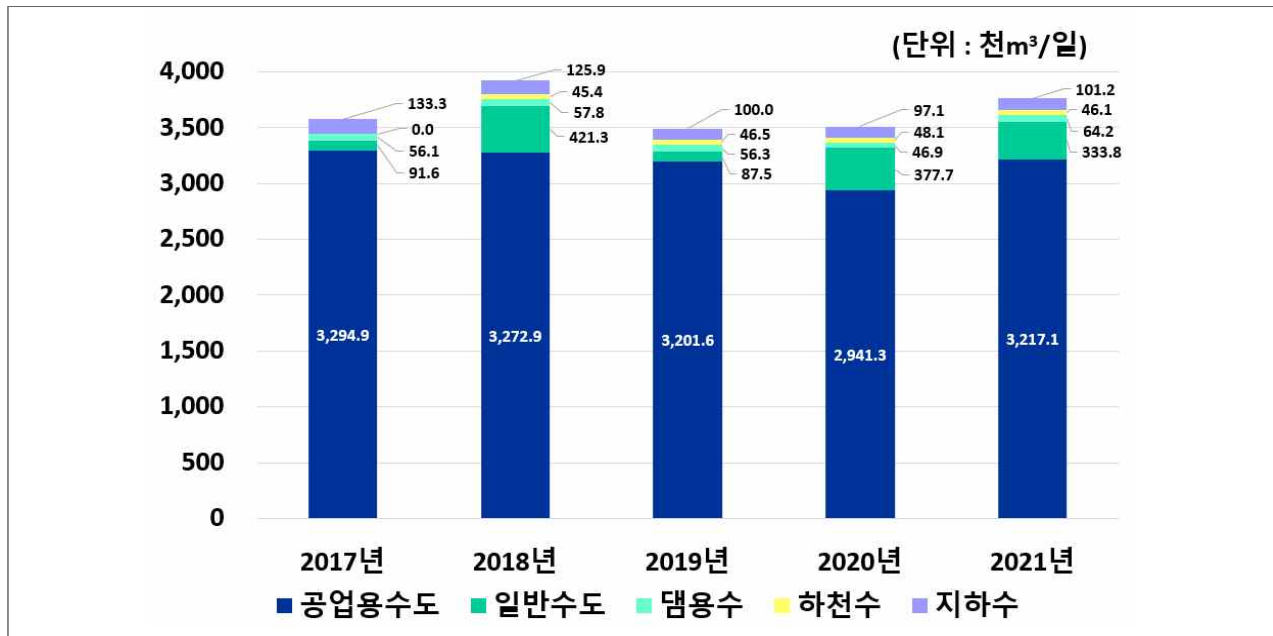


그림 3.11 연도별 공업용수 사용량 비교

표 3.29 공업용수 공급현황

(단위 : 일평균, 천 m³/일)

구 분	합계	공업용수도						일반수도 (광역) ¹⁾	기타(자체 취수)		
		소계		K-water		지자체			정수	댐용수	하천수
		침전수	원수	침전수	원수	침전수	원수				
전 국	3,762.6	1,410.5	1,806.6	957.5	1,784.0	453.0	22.6	333.9	64.3	46.1	101.2
	100.0%	37.5%	48.0%	25.5%	47.4%	12.0%	0.6%	8.9%	1.7%	1.2%	2.7%
국가산단	2,267.8	668.5	1,362.2	429.9	1,344.6	238.6	17.6	203.4	7.0	4.5	22.2
일반산단	1,415.2	740.5	443.6	526.3	439.4	214.2	4.2	115.4	39.7	41.6	34.4
도시첨단 ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
농공단지	79.6	1.5	0.8	1.3	-	0.2	0.8	15.1	17.6	-	44.6

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

2) 도시첨단사업단지는 일반수도에 의해 공급 중

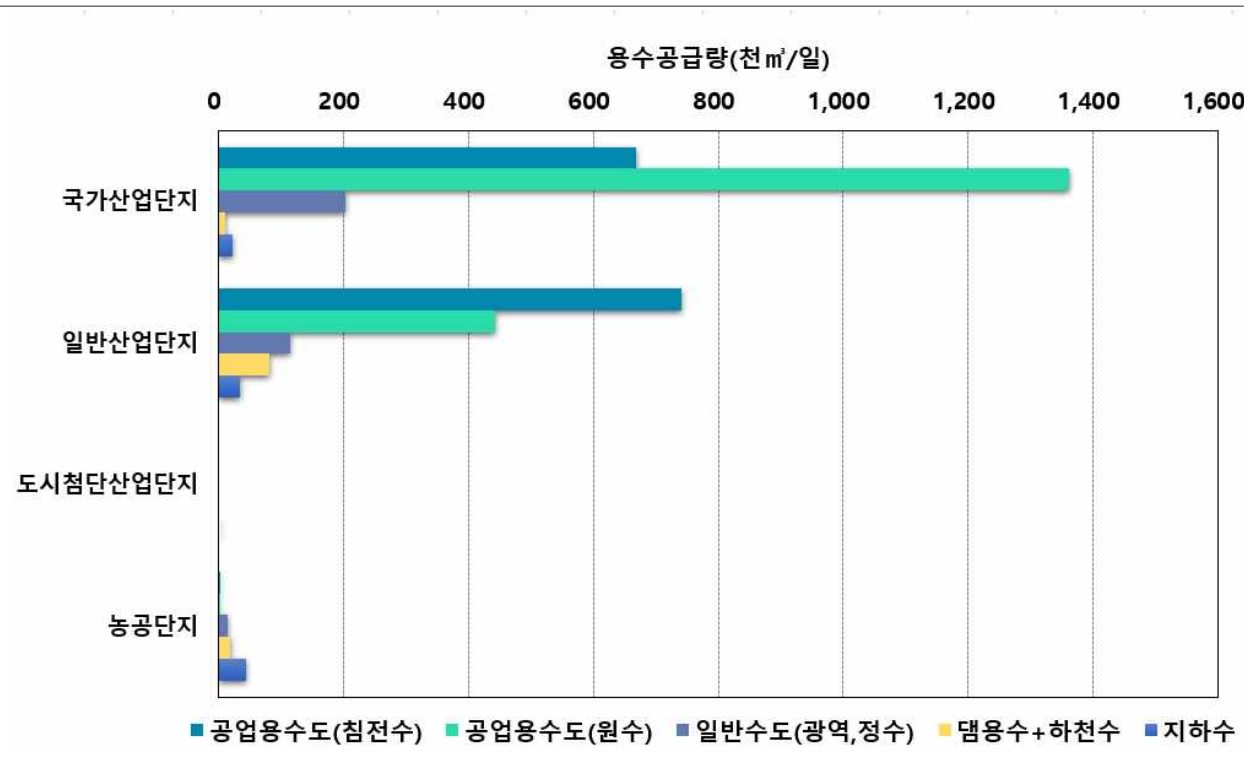


그림 3.12 산업단지별 공업용수 공급현황

3.4.4 용수공급시설 운영현황

1) 취수시설 현황

2021년 기준, 지방 및 광역·공업용수도의 취수시설은 456개소가 가동 중이며, 총 시설용량은 37,300.2천m³/일이다. 전국적으로 일평균 22,132.4천m³/일(연간 총공급량 8,078백만m³)을 취수하였으며, 지방상수도에서 10,368.9천m³/일(46.8%), 광역·공업용수도(K-water)에서 11,763.5천m³/일(53.2%)을 취수하였다.

지역단위로 서울특별시가 2,929.7천m³/일로 가장 많았고 부산광역시 1,160.8천m³/일, 경기도 930.4천m³/일 순으로 조사되었다.

표 3.30 시도별 취수장 운영현황

구 분	시설 개소수 (개)	시설용량 (천m ³ /일)	일평균 취수량 (천m ³ /일)		비고
전 국	456	37,300.2	22,132.4	100.0%	
지 자 체 (지방·공업용수도)	416	19,542.8	10,368.9	46.8%	
서울특별시	5	6,290	2,929.7	13.2%	
부산광역시	4	2,913.8	1,160.8	5.2%	
대구광역시	6	1,309	686.7	3.1%	
인천광역시	4	705.1	502.7	2.3%	
광주광역시	2	383	288.2	1.3%	
대전광역시	2	1,350	590.5	2.7%	
울산광역시	1	270	185.9	0.8%	
세종특별자치시	-	-	-	-	
경기도	27	1,452.6	930.4	4.2%	
강원도	68	987	612.8	2.8%	
충청북도	20	322	254.6	1.1%	
충청남도	9	94.4	45.3	0.2%	
전라북도	20	297.9	191.1	0.9%	
전라남도	71	275.6	188.9	0.9%	
경상북도	80	1,119.1	702.5	3.2%	
경상남도	47	1,335.9	760.9	3.4%	
제주도	50	437.4	337.9	1.5%	
K - water (광역·공업용수도)	40	17,757.4	11,763.5	53.2%	

* '20년도 가동 중인 취수시설 기준(운휴 45개소 및 폐쇄 25개소는 제외함)

표 3.31 수원별 취수시설 현황

(단위 : 개수)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타	
			소계	K-water	지자체	농촌공				
전 국	가동	456	72	124	11	96	17	180	77	3
	운휴	54	1	13	-	12	1	26	14	-
지자체 (지방상수도)	가동	416	45	113	1	96	16	178	77	3
	운휴	54	1	13	-	12	1	26	14	-
K-water (광역공업용수도)	가동	40	27	11	10	-	1	2	-	-
	운휴	-	-	-	-	-	-	-	-	-

지방 및 광역·공업상수도의 수원별 취수량을 살펴보면, 다목적댐 17,148.0천m³/일(77.5%), 하천 2,668.2천m³/일(12.1%), 용수댐·저수지 1,959.0천m³/일(8.9%), 지하수 355.7천m³/일(1.6%), 기타 1.5천m³/일(0.0%) 순으로 공급하고 있는 것으로 조사되었다.

표 3.32 수원별 취수량 현황

(단위 : 천m³/일)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농촌공			
전 국	22,132.4	17,148.0	1,959.0	829.3	888.6	241.1	2,668.2	355.7	1.5
	100.0%	77.5%	8.8%	3.7%	4.0%	1.1%	12.1%	1.6%	0.0%
지 자 체 (지방·공업용)	10,368.9	6,465.3	1,129.8	33.0	888.6	208.2	2,416.6	355.7	1.5
	100.0%	62.4%	10.9%	0.3%	8.6%	2.0%	23.3%	3.4%	0.0%
K-water (광역·공업용)	11,763.5	10,682.7	829.2	796.3	-	32.9	251.6	-	-
	100.0%	90.8%	7.1%	6.8%	-	0.3%	2.1%	-	-

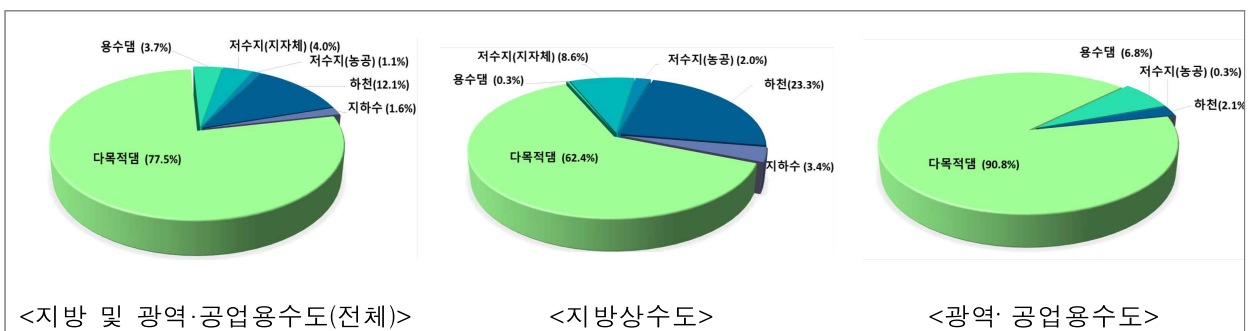


그림 3.13 수원별 취수량 비율(지방·광역상수도)

표 3.33 시·도별, 수원별 생·공용수(광역·지방상수도) 취수현황 (단위 : 천 m³/일)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농촌공			
전 국	22,132.4	17,148.0	1,959.0	829.3	888.6	241.1	2,668.2	355.7	1.5
	100.0%	77.5%	8.8%	3.7%	4.0%	1.1%	12.1%	1.6%	0.0%
서울특별시	3,004.3	3,004.3	-	-	-	-	-	-	-
부산광역시	1,160.8	371.1	121.0	-	121.0	-	668.7	-	-
대구광역시	686.7	622.2	64.5	-	64.5	-	-	-	-
인천광역시	502.7	500.7	0.2	-	0.2	-	-	1.8	-
광주광역시	288.2	-	288.2	-	288.2	-	-	-	-
대전광역시	590.5	590.5	-	-	-	-	-	-	-
울산광역시	628.5	283.4	345.1	159.2	185.9	-	-	-	-
세종특별자치시	-	-	-	-	-	-	-	-	-
경기도	5,922.6	5,664.8	16.3	-	16.3	-	240.8	0.7	-
강원도	743.1	85.0	140.2	45.3	3.2	91.7	511.8	6.1	-
충청북도	1,597.2	1,452.8	3.5	-	3.5	-	135.7	5.2	-
충청남도	595.8	312.3	16.0	-	-	16.0	264.4	3.1	-
전라북도	905.1	682.2	122.5	-	1.9	120.6	100.3	-	0.1
전라남도	1,688.8	1,533.8	112.3	24.8	80.5	7.0	39.4	3.1	0.2
경상북도	1,680.7	608.5	638.1	558.9	77.4	1.8	423.3	10.8	-
경상남도	1,799.5	1,436.4	76.6	41.1	31.5	4.0	283.8	2.7	-
제주도	337.9	-	14.5	-	14.5	-	-	322.2	1.2

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



그림 3.14 시·도별, 수원별 생·공용수(광역·지방상수도) 공급현황

표 3.34 수원별, 월별 생·공용수(광역·지방상수도) 취수현황

(단위 : 천 m³/일)

구분	평균	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
전국	22,132.4	22,745.0	21,962.8	21,563.4	21,823.3	21,746.7	22,570.5	23,313.6	22,856.0	22,466.0	22,043.4	21,952.7	22,107.8
	100.0%	102.8%	99.2%	97.4%	98.6%	98.3%	102.0%	105.3%	103.3%	101.5%	99.6%	99.2%	99.9%
다목적댐	17,148.0	17,496.7	16,925.2	16,621.4	17,034.8	16,875.2	17,463.2	18,022.8	17,690.2	17,389.0	17,099.1	16,981.6	17,135.1
용수댐	829.3	896.1	877.0	880.3	717.2	759.4	866.4	873.9	850.6	823.7	776.4	797.3	833.7
저수지(지자체)	888.6	882.3	858.3	849.6	889.8	884.6	887.6	938.5	923.6	923.1	890.6	874.7	858.8
저수지(농공)	241.1	249.5	234.9	227.3	241.4	231.3	251.2	253.9	241.9	244.1	238.3	241.1	237.6
하천	2,668.2	2,856.3	2,712.1	2,638.0	2,592.4	2,641.3	2,739.4	2,857.1	2,783.3	2,730.8	2,682.2	2,706.4	2,689.2
지하수	355.7	362.7	354.2	345.6	346.5	353.6	361.3	365.9	364.7	353.6	355.1	350.1	352.1
기타	1.5	1.4	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.7	1.7	1.5	1.3

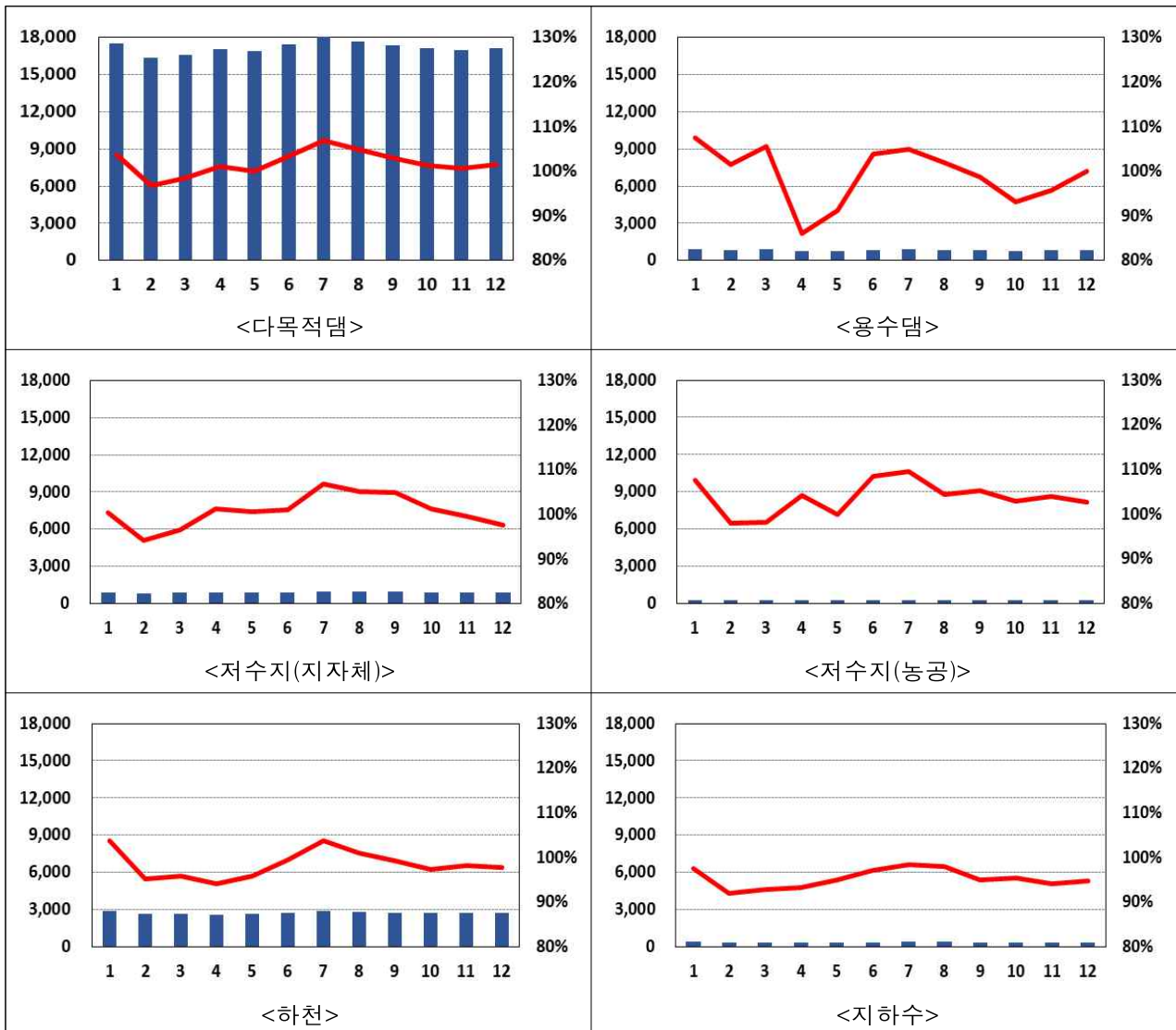
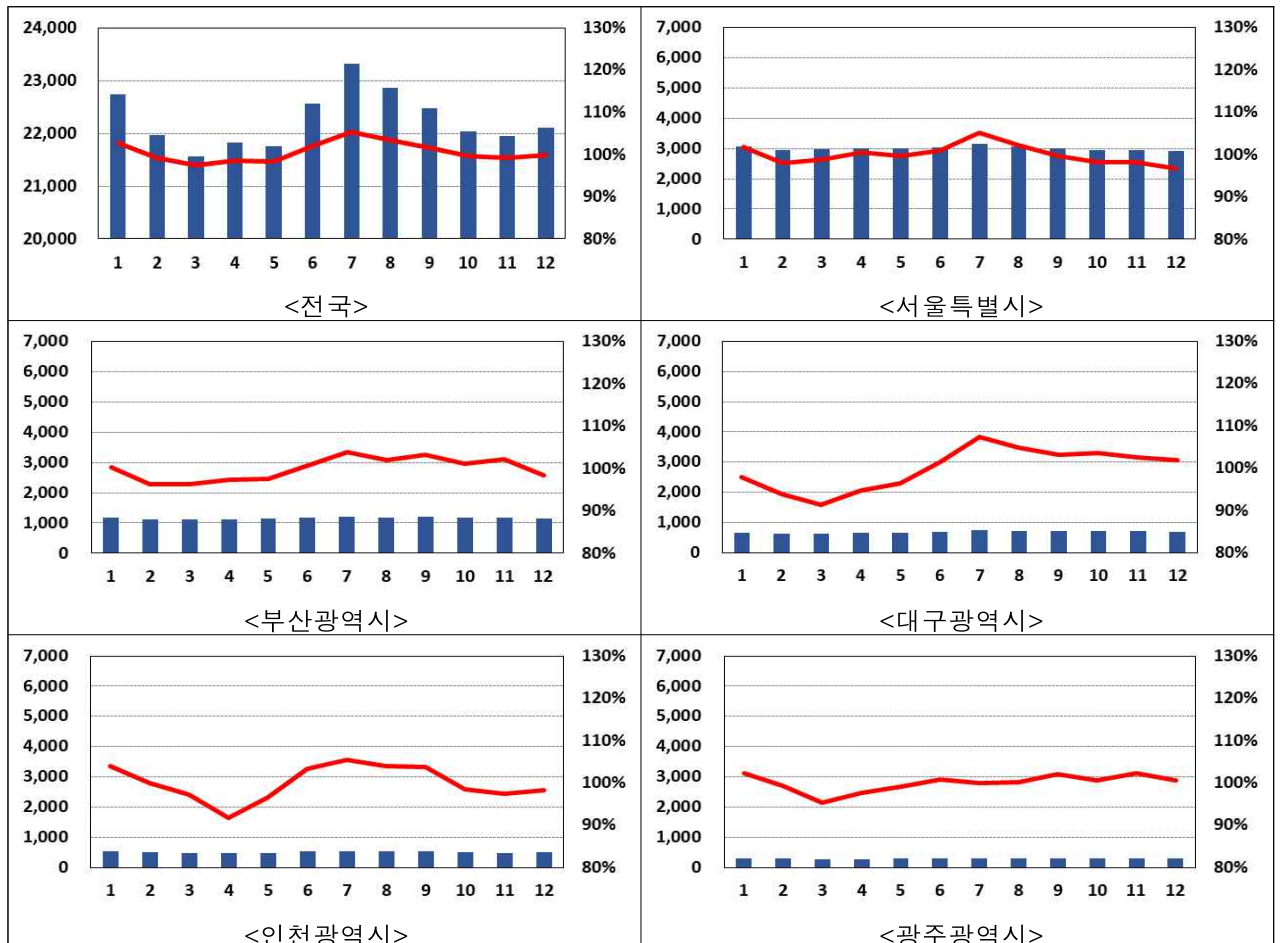


그림 3.15 수원별 월별 생·공용수 취수량(단위 : 천 m³/일)

* 그래프 보조 세로(Y)축은 해당 수원의 연간 평균 취수량 대비 월별 평균 취수량 비율을 의미함

표 3.35 시·도별, 월별 생·공용수(광역·지방상수도) 취수현황 (단위 : 천 m³/일)

구분	평균	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
전국	22,132.4	22,745.0	21,962.8	21,563.4	21,823.3	21,746.7	22,570.5	23,313.6	22,856.0	22,466.0	22,043.4	21,952.7	22,107.8
서울특별시	3,004.3	3,057.8	2,943.3	2,967.4	3,021.3	2,996.5	3,033.4	3,156.9	3,073.0	2,993.8	2,947.8	2,949.5	2,904.6
부산광역시	1,160.8	1,165.7	1,117.9	1,118.2	1,130.5	1,133.3	1,169.8	1,206.3	1,185.1	1,198.6	1,173.5	1,186.9	1,141.8
대구광역시	686.7	671.6	644.6	627.9	650.4	662.2	697.5	737.8	720.5	708.2	711.4	704.8	700.3
인천광역시	502.7	522.3	501.9	488.8	460.8	485.8	519.8	529.6	522.0	521.1	494.6	490.0	494.1
광주광역시	288.2	294.9	286.2	274.9	281.1	285.3	290.6	288.1	288.4	293.9	289.9	294.7	289.8
대전광역시	590.5	593.6	566.6	571.3	585.8	575.3	603.5	626.1	611.2	598.9	590.3	584.8	576.5
울산광역시	628.5	678.7	607.4	606.2	576.2	565.4	613.2	676.9	652.0	690.9	558.6	649.6	665.1
세종특별자치시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
경기도	5,922.6	6,136.7	5,920.1	5,886.9	5,969.2	5,923.2	6,228.5	6,363.1	6,179.5	6,069.4	6,025.8	5,954.7	6,006.4
강원도	743.1	776.9	753.5	727.5	721.5	721.9	737.5	781.0	775.0	739.2	727.2	726.6	729.8
충청북도	1,597.2	1,556.6	1,497.2	1,487.0	1,576.1	1,544.2	1,624.3	1,668.2	1,653.4	1,646.5	1,630.8	1,630.3	1,643.8
충청남도	595.8	661.3	634.7	614.9	579.1	586.2	574.5	643.3	611.8	572.8	546.3	560.6	563.5
전라북도	905.1	950.8	889.4	866.5	884.5	870.8	906.7	943.8	913.9	918.4	916.8	899.7	897.4
전라남도	1,688.8	1,663.7	1,652.6	1,632.4	1,638.7	1,638.1	1,743.4	1,790.5	1,778.3	1,742.3	1,679.2	1,648.3	1,654.4
경상북도	1,680.7	1,758.2	1,665.9	1,661.5	1,674.3	1,652.2	1,709.3	1,736.1	1,710.1	1,671.5	1,616.3	1,649.8	1,661.2
경상남도	1,799.5	1,917.4	1,946.8	1,698.9	1,743.3	1,769.6	1,777.6	1,814.2	1,832.5	1,759.2	1,797.1	1,692.4	1,850.5
제주도	337.9	338.8	334.7	333.1	330.5	336.7	340.9	351.7	349.3	341.3	337.8	330.0	328.6



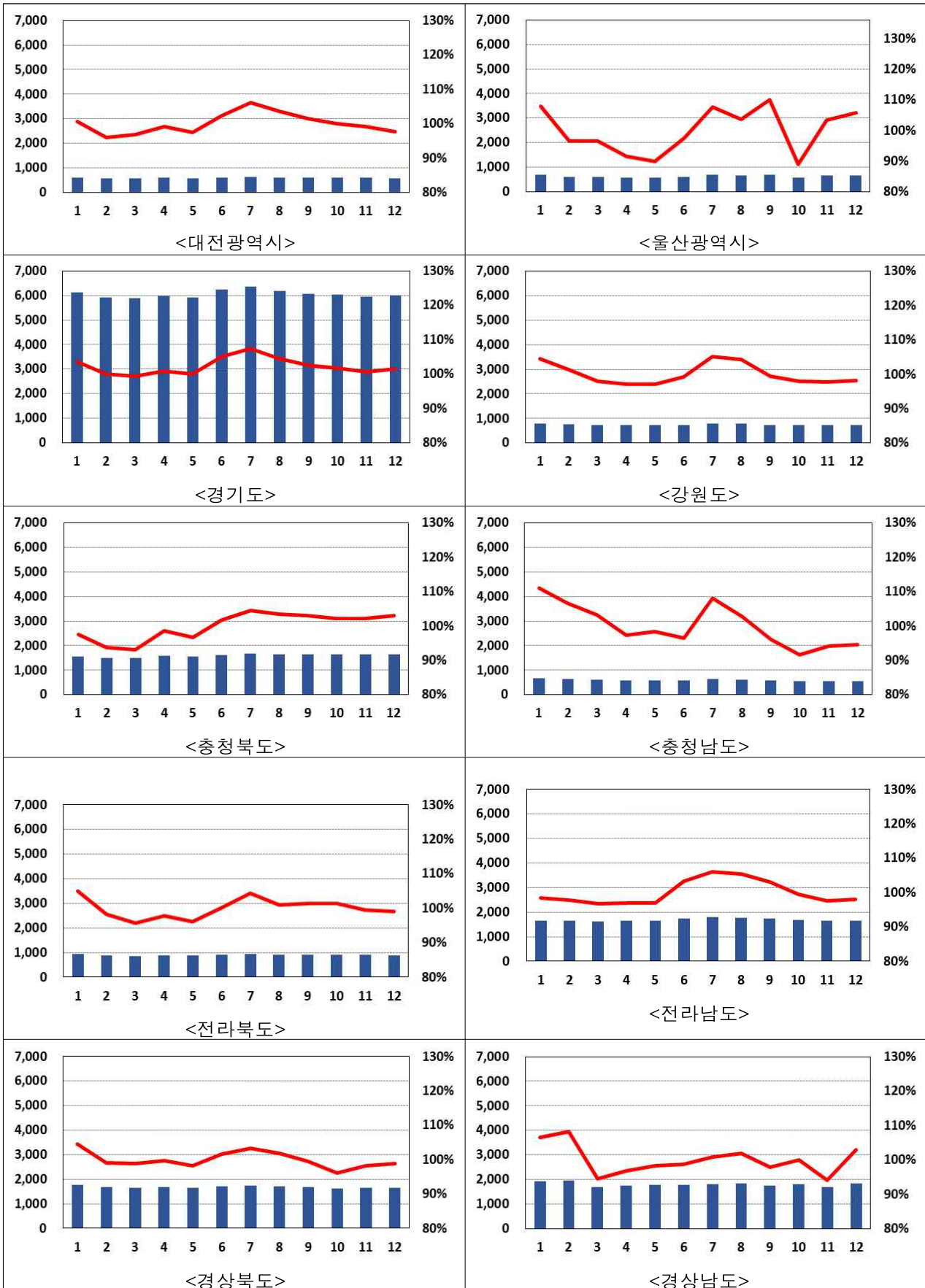


그림 3.16 시·도별, 월별 생·공용수 취수량(단위 : 천³/일)

* 그래프 보조 세로(Y)축은 해당 지역의 연간 평균 취수량 대비 월별 평균 취수량 비율을 의미함

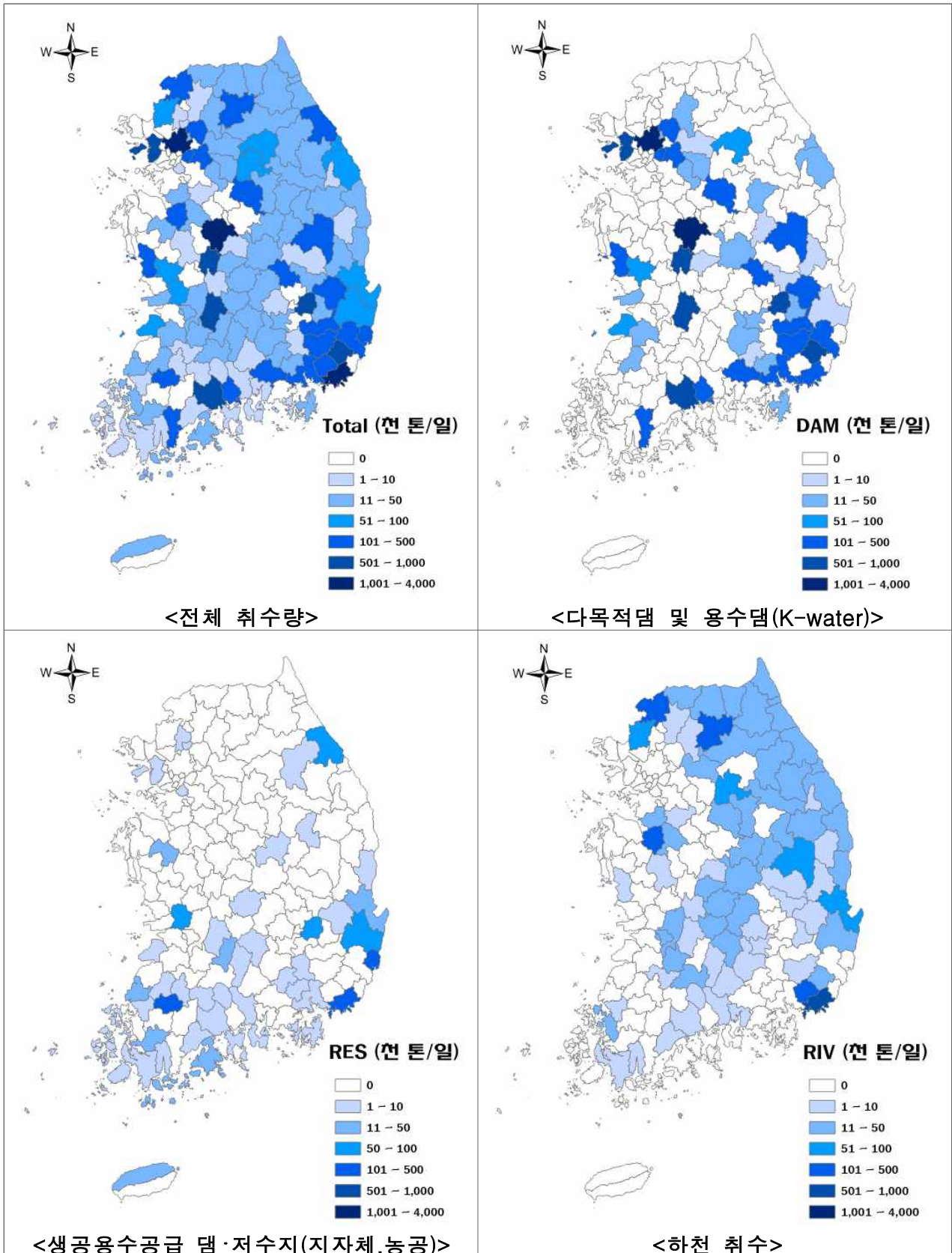


그림 3.17 수원별 생·공용수 취수현황 (광역·지방상수도)

2) 정수시설 현황

지방 및 광역·공업용수도의 가동중인 정수시설은 464개소로 총 시설용량은 30,689.3천m³/일이며, 2021년 일평균 19,714.5천m³/일을 공급하였다. 지방상수도에서 13,256.6천m³/일(67.2%), 광역·공업용수도에서 6,457.9천m³/일(32.8%)을 생산하여 공급하였다.

표 3.36 시도별 정수장 운영현황

구분	시설 개소수(개)			시설 용량(천 m ³ /일)			일 평균 생산량(천 m ³ /일)			비 고
	합계	일반 수도	공업용 수도	합계	일반 수도	공업용 수도	합계	일반 수도	공업용 수도	
전 국	464	448	35	30,689.3	27,348.7	3,340.6	19,714.5	18,106.7	1,607.8	100%
지 자 체 (지방상수도)	422	410	22	21,598.1	20,090.8	1,507.3	13,256.6	12,724.1	532.5	67.2%
서울특별시	6	6	1	4,930.0	4,800.0	130.0	3,089.3	3,072.7	16.6	15.7%
부산광역시	4	4	1	2,251.0	1,899.0	352.0	1,091.1	1,023.2	67.9	5.5%
대구광역시	6	5	1	1,540.0	1,340.0	200.0	874.5	790.3	84.2	4.4%
인천광역시	7	7	-	1,958.1	1,958.1	-	1,073.6	1,073.6	-	5.4%
광주광역시	2	2	-	740.0	740.0	-	493.0	493.0	-	2.5%
대전광역시	4	3	1	1,290.0	1,200.0	90.0	586.7	554.2	32.5	3.0%
울산광역시	2	2	-	550.0	550.0	-	354.2	354.2	-	1.8%
세종특별자치시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0%
경기도	42	39	7	3,079.6	2,764.1	315.5	2,198.2	2,035.0	163.2	11.2%
강원도	69	69	1	829.7	824.7	5.0	587.5	586.0	1.5	3.0%
충청북도	20	19	1	322.9	319.9	3.0	248.5	246.9	1.6	1.3%
충청남도	9	9	-	102.8	102.8	-	57.3	57.3	-	0.3%
전라북도	20	18	3	290.9	149.7	141.2	183.8	114.6	69.2	0.9%
전라남도	78	78	-	679.5	679.5	-	415.0	415.0	-	2.1%
경상북도	85	81	6	1,243.1	972.5	270.6	869.3	773.5	95.8	4.4%
경상남도	51	51	-	1,447.0	1,447.0	-	801.2	801.2	-	4.1%
제주특별자치도	17	17	-	343.5	343.5	-	333.4	333.4	-	1.7%
K-water (광역공업용수도)	42	38	13	9,091.2	7,257.9	1,833.3	6,457.9	5,382.6	1,075.3	32.8%

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

* '21년 가동중인 정수장 기준으로 운휴 46개소 및 폐쇄 37개소

정수시설의 수종별 생산량을 살펴보면, 정수(일반용수)는 18,106.7천m³/일, 침전수(공업용수)는 1,607.8천m³/일을 생산·공급하였다.

표 3.37 지역별, 수종별 지방 및 광역·공업상수도 공급량 (단위 : 천 m³/일)

구분	합계			지방상수도			광역 및 공업용수도			비고
	소계	정수	침전수	소계	정수	침전수	소계	정수	침전수	
전 국	19,714.5	18,106.7	1,607.8	13,256.6	12,724.1	532.5	6,457.9	5,382.6	1,075.3	100.0%
	100.0%	91.8%	8.2%	67.2%	64.5%	2.7%	32.8%	27.3%	5.5%	
서울특별시	2,925.1	2,908.5	16.6	2,925.1	2,908.5	16.6	-	-	-	14.8%
부산광역시	1,074.8	1,006.9	67.9	1,074.8	1,006.9	67.9	-	-	-	5.5%
대구광역시	862.6	767.9	94.7	852.1	767.9	84.2	10.5	-	10.5	4.4%
인천광역시	1,077.9	1,077.9	-	1,074.4	1,074.4	-	3.5	3.5	-	5.5%
광주광역시	493.0	493.0	-	493.0	493.0	-	-	-	-	2.5%
대전광역시	500.2	467.7	32.5	500.2	467.7	32.5	-	-	-	2.5%
울산광역시	613.0	354.2	258.8	354.2	354.2	-	258.8	-	258.8	3.1%
세종특별자치시	112.1	103.7	8.4	73.0	73.0	-	39.1	30.7	8.4	0.6%
경기도	5,019.4	4,648.8	370.7	2,361.6	2,198.5	163.2	2,657.8	2,450.3	207.5	25.5%
강원도	697.0	695.5	1.5	587.5	586.0	1.5	109.5	109.5	-	3.5%
충청북도	759.3	618.3	140.9	248.5	246.9	1.6	510.7	371.4	139.3	3.9%
충청남도	1,128.8	835.3	293.6	70.8	70.8	-	1,058.0	764.5	293.6	5.7%
전라북도	905.9	729.2	176.7	183.8	114.6	69.2	722.1	614.6	107.5	4.6%
전라남도	706.2	692.5	13.7	415.0	415.0	-	291.2	277.5	13.7	3.6%
경상북도	1,261.6	1,131.0	130.6	891.3	795.5	95.8	370.3	335.5	34.8	6.4%
경상남도	1,244.2	1,242.9	1.2	817.8	817.8	-	426.3	425.1	1.2	6.3%
제주도	333.4	333.4	-	333.4	333.4	-	-	-	-	1.7%

* 광역 및 공업수도는 지역별 공급량을 기준으로 산정

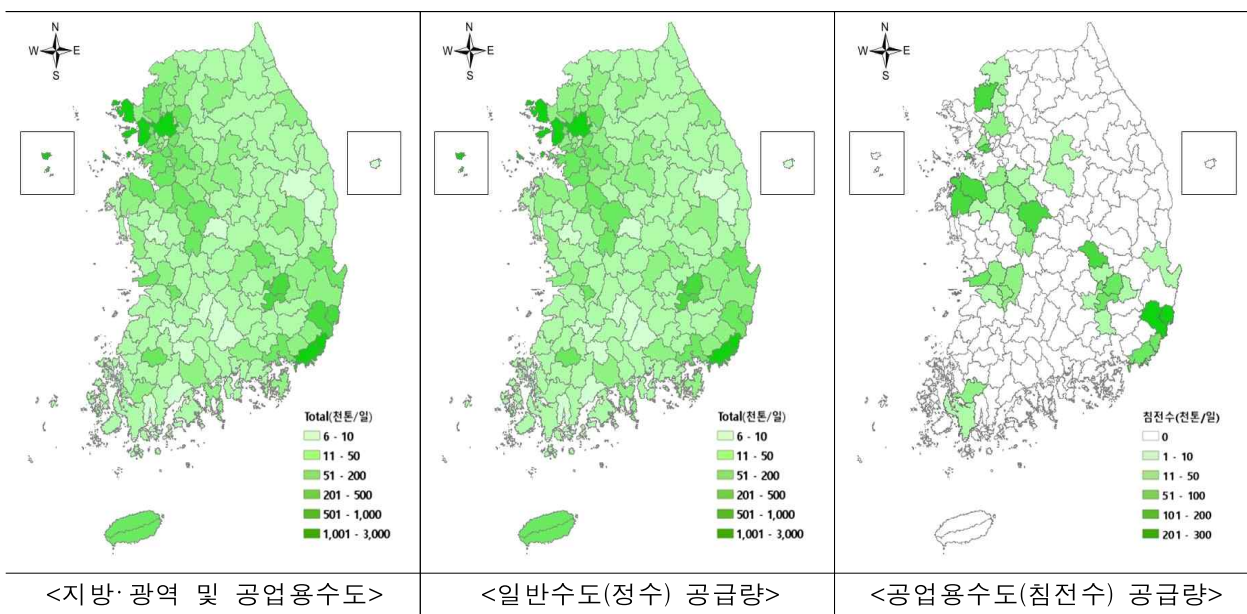


그림 3.18 지방·광역상수도 및 공업용수도 공급현황

표 3.38 수종별, 월별 지방·광역상수도 및 공업용수도 공급량 (단위 : 천 m³/일)

구 분	연평균	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
합 계	19,714.5	20,121.9	19,276.7	19,110.2	19,310.4	19,223.7	19,949.3	20,623.6	20,248.9	19,903.3	19,686.6	19,583.6	19,487.3
일반수도(계)	18,106.7	18,577.9	17,771.3	17,551.3	17,711.5	17,667.6	18,326.1	18,939.4	18,624.4	18,276.6	18,043.2	17,924.2	17,826.1
지 자 체	12,724.1	13,028.1	12,505.8	12,354.8	12,456.7	12,452.8	12,903.0	13,286.6	13,038.3	12,842.4	12,682.6	12,597.8	12,513.8
K-water	5,382.6	5,549.8	5,265.5	5,196.5	5,254.8	5,214.8	5,423.1	5,652.8	5,586.1	5,434.2	5,360.6	5,326.4	5,312.3
공업용수도(계)	1,607.8	1,544.0	1,505.4	1,558.9	1,598.9	1,556.1	1,623.2	1,684.2	1,624.5	1,626.7	1,643.4	1,659.4	1,661.2
지 자 체	532.5	508.9	481.2	538.0	548.9	517.5	555.0	561.0	531.1	523.2	540.1	541.6	538.9
K-water	1,075.3	1,035.1	1,024.2	1,020.9	1,050.0	1,038.6	1,068.2	1,123.2	1,093.4	1,103.5	1,103.3	1,117.8	1,122.3

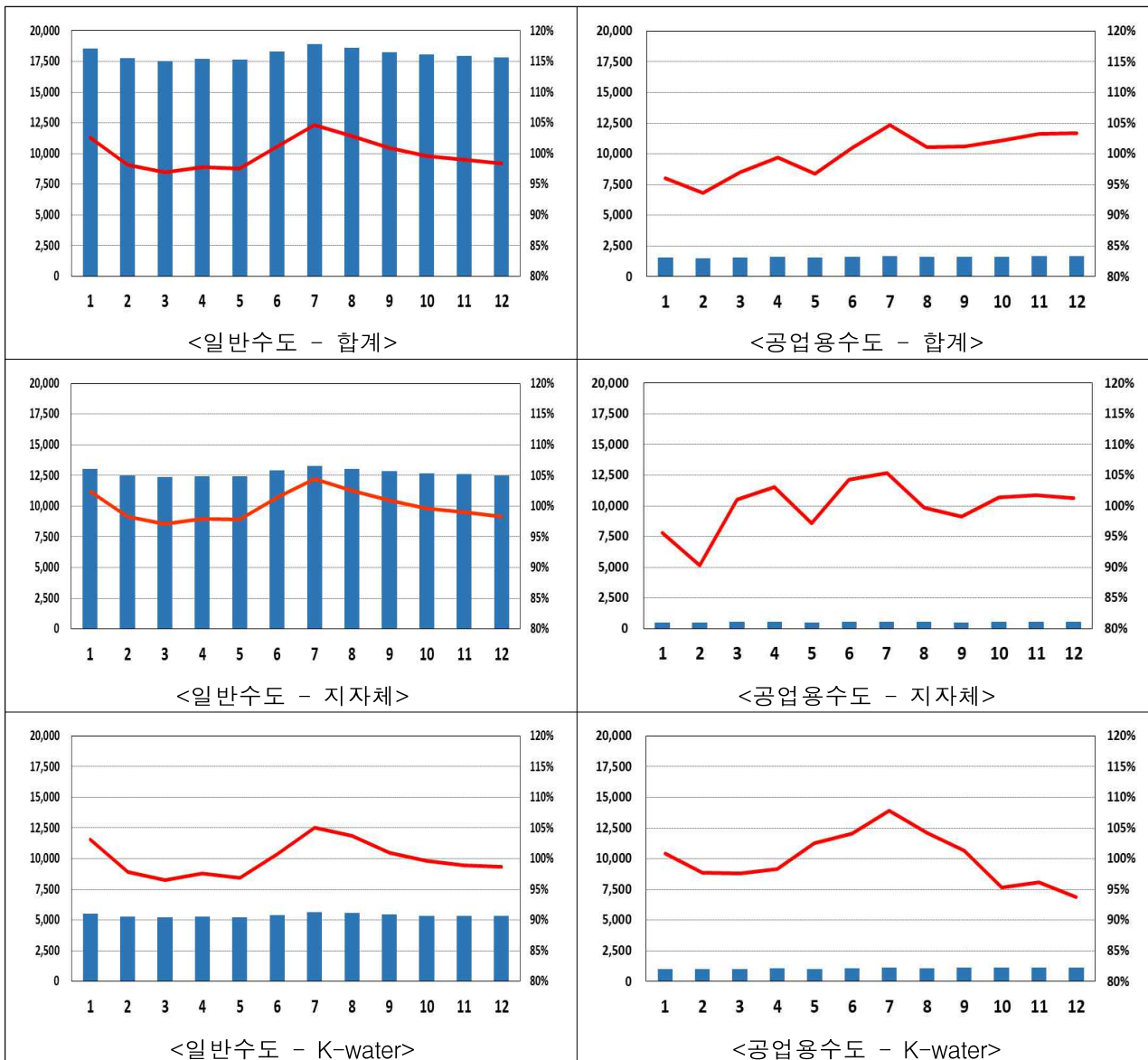


그림 3.19 수종별, 월별 생·공용수 공급량(단위 : 천 m³/일)

* 그래프 보조 세로(Y)축은 해당 수종의 연간 일평균 공급량 대비 월별 일평균 공급량 비율을 의미함

3) 배수지 현황

2021년 말 기준 지자체에서 운영·관리중인 배수지는 2,343개소로, 총 시설용량은 12,022.4천m³이다. 전년도 2,267개소(11,845.2천m³) 대비 76개소가 추가적으로 조사 되었다.

표 3.39 시도별 배수지 관리현황

구 분	합 계		시설용량 5천 m ³ 이상		시설용량 5천 m ³ 이하		비고
	개소 (수)	총시설용량 (천 m ³)	개소 (수)	시설용량 (천 m ³)	개소 (수)	시설용량 (천 m ³)	
전 국	2,343	12,022.4	600	10,074.2	1,743	1,948.2	
서울특별시	100	2,427.7	47	2,336.5	53	91.2	
부산광역시	66	485.0	31	405.6	35	79.4	
대구광역시	49	484.6	33	448.8	16	35.8	
인천광역시	33	659.8	23	636.0	10	23.8	
광주광역시	16	257.4	12	248.0	4	9.4	
대전광역시	30	79.3	3	37.3	27	42.0	
울산광역시	26	267.1	19	241.8	7	25.3	
세종특별자치시	15	95.2	6	81.6	9	13.6	
경기도	281	3,157.8	187	2,959.0	94	198.8	
강원도	212	465.4	26	271.0	186	194.4	
충청북도	158	475.6	31	342.5	127	133.1	
충청남도	153	589.4	36	412.4	117	177.0	
전라북도	144	503.5	31	403.7	113	99.8	
전라남도	335	524.9	23	286.2	312	238.7	
경상북도	373	659.7	33	379.0	340	280.7	
경상남도	302	710.3	42	481.6	260	228.7	
제주도	50	179.7	17	103.2	33	76.5	

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

* '21년 가동중인 배수시설 기준(운휴 105개소 및 폐쇄 41개소는 제외함)

3.4.5 소규모수도시설 현황

1) 일반현황

광역 및 지방상수도 이외의 시설인 소규모수도시설¹⁾은 2021년 말 기준 총 12,532개소로 마을상수도는 3,721개소, 소규모급수시설은 8,248개소, 전용상수도는 563개소로 조사되었다. 급수인구는 총 1,565천명이며 일평균 사용량은 627.3천m³/일이다.

표 3.40 전국 소규모수도시설(마을상수도, 소규모급수시설, 전용상수도)

구 분	합 계			마을상수도			소규모급수시설			전용상수도		
	개소	인구 (천명)	사용량 (천m ³ /일)	개소	인구 (천명)	사용량 (천m ³ /일)	개소	인구 (천명)	사용량 (천m ³ /일)	개소	인구 (천명)	사용량 (천m ³ /일)
전 국	12,532	1,565	627.3	3,721	456	211.0	8,248	408	169.0	563	701	247.3
서울특별시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
부산광역시	29	7.2	2.0	20	6.0	1.6	9	1.2	0.4	-	-	-
대구광역시	26	1.8	1.0	15	1.4	0.8	11	0.4	0.2	-	-	-
인천광역시	244	33.7	17.6	129	23.3	11.6	115	10.4	6.0	-	-	-
광주광역시	8	0.5	0.2	6	0.3	0.2	-	-	-	2	0.2	-
대전광역시	25	0.9	0.5	1	0.2	-	24	0.7	0.5	-	-	-
울산광역시	179	17.6	4.7	105	13.1	3.5	74	4.5	1.2	-	-	-
세종특별자치시	88	11.5	3.6	43	5.1	1.2	36	2.4	0.8	9	4.0	1.6
경 기 도	713	197.0	102.3	269	35.0	10.8	292	16.3	11.9	152	145.7	79.6
강 원 도	1,279	211.9	83.5	237	31.2	10.4	956	40.9	20.0	86	139.8	53.1
충 청 북 도	1,442	93.2	59.4	272	33.5	9.7	1,131	51.8	18.5	39	7.9	31.2
충 청 남 도	1,555	206.0	50.9	701	86.8	25.6	788	45.6	17.5	66	73.6	7.8
전 라 북 도	589	42.0	19.3	127	13.9	3.8	447	21.9	8.2	15	6.2	7.3
전 라 남 도	1,503	116.7	43.5	407	48.4	16.5	1,093	54.3	22.7	3	14.0	4.3
경 상 북 도	2,322	272.7	76.2	564	68.0	18.9	1,724	81.5	35.6	34	123.2	21.7
경 상 남 도	2,295	172.2	55.4	739	89.7	26.8	1,548	76.0	25.5	8	6.5	3.1
제 주 도	235	179.8	107.2	86	-	69.6	-	-	-	149	179.8	37.6

- 1) 1. 마을상수도 : 지방자치단체가 대통령령으로 정하는 수도시설에 따라 100명 이상 2,500명 이내의 급수인구에게 정수를 공급하는 일반수도로서 1일 공급량이 20m³ 이상 500m³ 미만인 수도 또는 이와 비슷한 규모의 수도로서 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)가 지정하는 수도를 말함
2. 소규모급수시설 : 주민이 공동으로 설치·관리하는 급수인구 100명 미만 또는 1일 공급량 20m³ 미만인 급수시설 중 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)가 지정하는 급수시설을 말함
3. 전용상수도 : 100명 이상을 수용하는 기숙사·사택·요양소, 그 밖의 시설에서 사용되는 자가용의 수도와 수도사업에 제공되는 수도 외의 수도로서 100명 이상 5천명 이내의 급수인구(학교·교회 등의 유동인구를 포함한다)에 대하여 원수나 정수를 공급하는 수도를 말함. 다만, 다른 수도에서 공급되는 물만을 상수원으로 하는 것 중 일일 급수량과 시설의 규모가 대통령령으로 정하는 기준에 못 미치는 것은 제외함

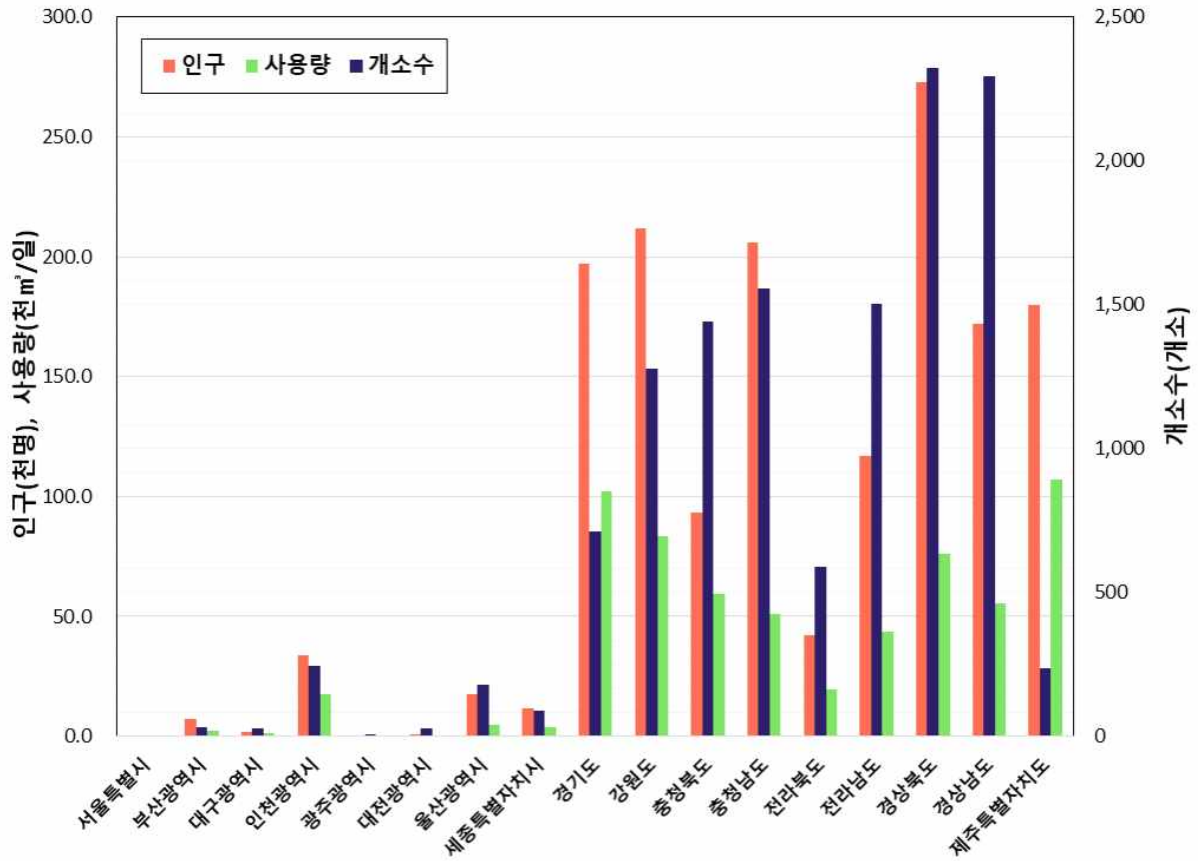


그림 3.20 전국 소규모수도시설 현황(시설수, 인구수, 사용량)

2) 소규모수도시설 수원 현황

소규모수도시설은 주로 지하수(10,368개소, 82.5%)를 수원으로 사용중이며, 이외 계곡수(1,715개소, 13.7%), 용천수(182개소, 1.5%), 복류수(124개소, 1.0%) 등을 이용하고 있다.

표 3.41 전국 소규모수도시설의 수원 현황

구분	합계	지하수	계곡수 (지표수)	용천수	복류수	하천수	호소수	해수	비고	비고
합계	12,532	10,368	1,715	182	124	26	19	98		
	100.0%	82.5%	13.7%	1.5%	1.0%	0.2%	0.2%	0.9%		
마을상수도	3,721	3,206	368	38	36	4	10	59		
소규모급수시설	8,248	6,640	1,343	144	76	5	1	39		
전용상수도	563	522	4	-	12	17	8	-		

* 해수담수화 시설을 활용하여 원수를 정수하는 경우 해당 수원을 '해수'로 분류하였음

3.4.6 비상급수(제한 및 운반급수) 현황

1) 2021년 비상급수 현황

환경부(국가가물정보분석센터)에서는 미급수지역 등 가물 취약지역의 비상급수 발생 현황에 대한 상시모니터링을 위해 '19.1월 국가가물정보포털(<http://drought.go.kr>)내 「비상급수 현황 조사시스템」을 구축하여 '19년 시범운영을 거쳐 '20년부터 본격 운영 중이며, '21년 약 1250명이 이용하였다.

해당 조사시스템 등을 활용하여 집계된 가물 등 물 부족으로 인한 2021년 비상급수(제한 및 운반급수) 피해인구는 12,563명으로, 강원도, 인천광역시 등 21개 시·군에서 비상급수가 시행되었다.

상수도 보급지역은 2개 시·군(경남 통영시, 전남 진도군)에서 제한급수가 발생하여 1,451명이 피해를 겪었다. 통영시 옥지면은 옥지댐을 수원으로 사용하고 있으며, 옥지댐의 수위 저하로 인해 21년 1월부터 현재까지 상시 시간제(5일 급수/일) 제한급수 중이며, 진도군 조도면은 지하수를 수원으로 사용하는 관사정수장을 통해 용수를 공급받고 있으며, 지하수의 수위 저하로 인해 상시('09.5월~현재) 시간제(2시간 급수/일) 제한급수 중이다.

미급수지역은 도서·산간지역으로 지형적·지리적 여건에 따라 지하수 및 계곡수 등의 소규모 수원에 의존하고 있어 안정적 수량확보가 어려운 상황이다. 강원(10개 시·군), 경남 인천(5개 시·군) 지역을 중심으로 총 23개 시·군에서 제한 및 운반급수가 발생하였으며 11,112명이 피해를 겪었다.

표 3.42 2021년 비상급수 발생현황

(단위 : 시·군 : 개, 피해인구 : 명)

구 분	합 계		제한급수		운반급수		제한+운반급수	
	시·군	피해인구	시·군	피해인구	시·군	피해인구	시·군	피해인구
합 계	23	12,563	3	1,888	22	9,543	2	1,132
상수도보급지역	2	1,451	2	1,451	-	-	-	-
미 급 수 지 역	21	11,112	1	437	22	9,543	2	1,132

* 합계의 시군(수)는 중복된 시군을 제외한 수치임

표 3.43 2021년 지역별(시·도) 비상급수 현황

(단위 : 시군/발생 : 개, 피해인구 : 명)

구 분	합 계			제한급수			운반급수			제한+운반급수		
	시군 (수)	발생 (건수)	피해 인구	시군 (수)	발생 (건수)	피해 인구	시군 (수)	발생 (건수)	피해 인구	시군 (수)	발생 (건수)	피해 인구
전 국	23	211	12,563	3	3	1,888	22	205	9,543	2	3	1,132
서울특별시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
부산광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
대구광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
인천광역시	2	15	3,377	1	1	437	2	12	1,840	1	2	1100
광주광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
대전광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
울산광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
세종특별자치시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
경 기 도	1	3	233	-	-	-	1	3	233	-	-	-
강 원 도	10	157	6,208	-	-	-	10	156	6,176	1	1	32
충 청 북 도	3	4	1,585	1	1	1,375	2	3	210	-	-	-
충 청 남 도	3	3	319	-	-	-	3	3	319	-	-	-
전 라 북 도	3	28	811	1	1	76	3	27	735	-	-	-
전 라 남 도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
경 상 북 도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
경 상 남 도	1	1	30	-	-	-	1	1	30	-	-	-
제 주 도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* 합계의 시군(수)는 중복된 시군을 제외한 수치임

표 3.44 2021년 지역별(시·군) 비상급수 현황

(단위 : 시군/발생 : 개, 피해인구 : 명)

구 분	합 계		제한급수		운반급수		제한+운반급수	
	발생 (건수)	피해 인구	발생 (건수)	피해 인구	발생 (건수)	피해 인구	발생 (건수)	피해 인구
합 계	211	12,563	3	1,888	205	9,543	3	1,132
인천광역시	15	3,377	1	437	12	1,840	2	1,100
강 원 도	157	6208	-	-	156	6,176	1	32
고 성 군	2	166	-	-	2	166	-	-
삼 척 시	3	467	-	-	3	467	-	-
양 구 군	1	96	-	-	1	96	-	-
원 주 시	3	134	-	-	2	102	1	32
정 선 군	52	1812	-	-	52	1,812	-	-
춘 천 시	1	39	-	-	1	39	-	-
태 백 시	14	41	-	-	14	41	-	-
평 창 군	15	1207	-	-	15	1,207	-	-
홍 천 군	61	1974	-	-	61	1,974	-	-
횡 성 군	5	272	-	-	5	272	-	-
경 기 도	3	233	-	-	3	233	-	-
광 주 시	3	233	-	-	3	233	-	-
경 상 남 도	4	1585	1	1,375	3	210	-	-
거 제 시	1	90	-	-	1	90	-	-
밀 양 시	2	120	-	-	2	120	-	-
통 영 시	1	1375	1	1,375	0	0	-	-
경 상 북 도	3	319	-	-	3	319	-	-
안 동 시	1	200	-	-	1	200	-	-
의 성 군	1	44	-	-	1	44	-	-
청 도 군	1	75	-	-	1	75	-	-
전 라 남 도	28	811	1	76	27	735	-	-
완 도 군	5	219	-	-	5	219	-	-
진 도 군	22	392	1	76	21	316	-	-
화 순 군	1	200	-	-	1	200	-	-
충 청 북 도	1	30	-	-	1	30	-	-
충 주 시	1	30	-	-	1	30	-	-

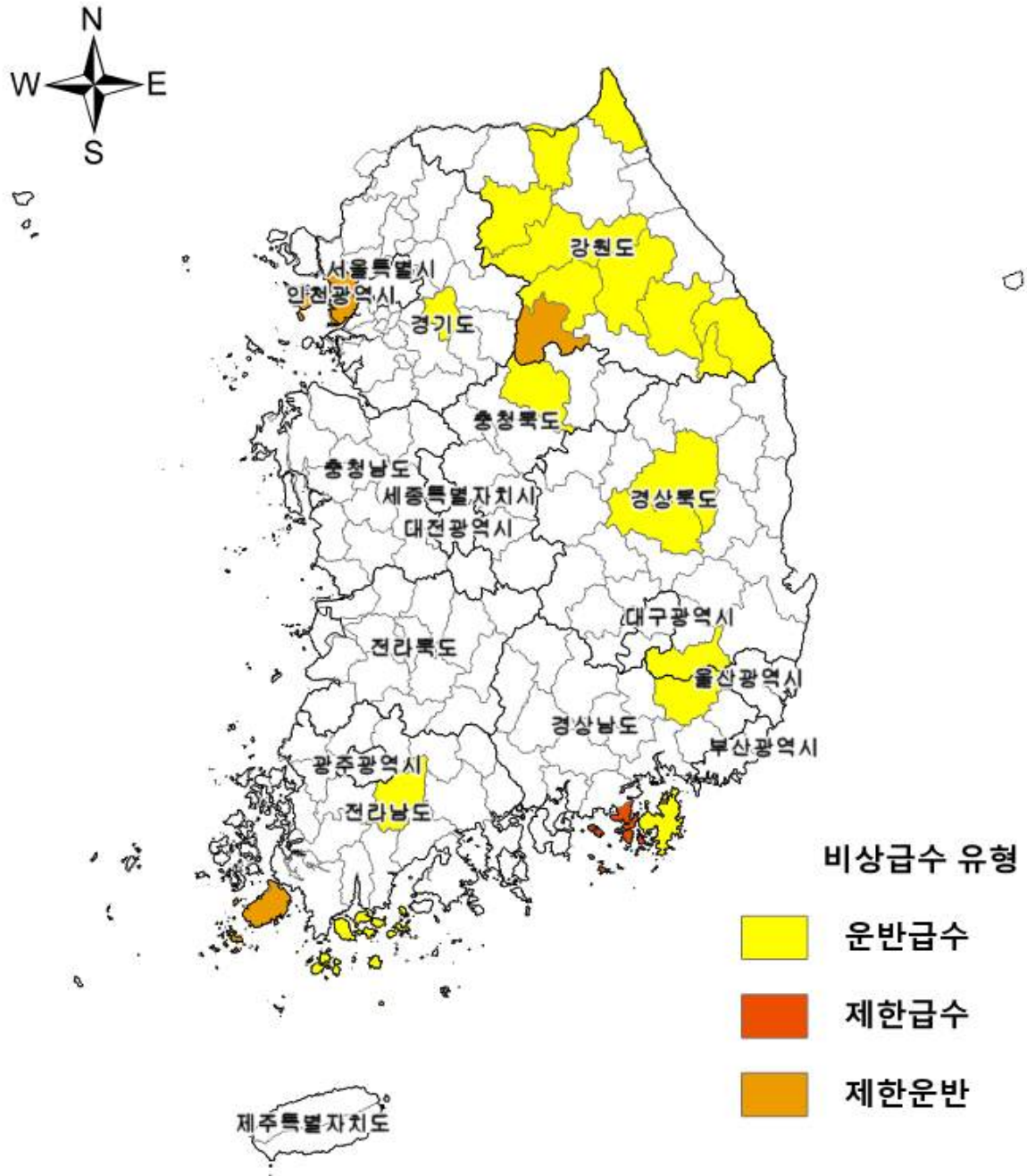


그림 3.21 2021년 비상급수 발생지역 현황

2) 최근 10년간 피해현황

최근 연도별 강수량의 변화폭 및 지역별 편차가 심해지는 추세로 수도시설이 갖추어진 상수도 보급지역에서도 제한급수 등의 피해가 지속적으로 발생하고 있다.

더욱이, 미급수지역은 도서·산간지역으로 지형적·지리적 여건에 따라 지하수 및 계곡수 등의 소규모 수원에 의존하고 있어 안정적 수량 확보가 어려운 상황이다. 이에 따라, 단기간의 가뭄 발생에도 수원 고갈로 인한 피해(운반급수 등)가 지속적으로 발생하고 있다.

표 3.45 최근 10년간('12~'21) 비상급수 발행현황

(피해인구 : 명)

구분	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
합계	8,812	22,250	30,690	110,181	21,887	44,426	122,037	11,703	9,263	12,563
상수도 보급	4,817	19,825	23,276	93,631	11,244	18,190	107,410	882	812	1,451
미급수 지역	3,995	2,425	7,414	16,550	10,643	26,236	14,627	10,821	8,451	11,112

* 자료 : 가뭄 피해발생지역 조사(환경부, 2019), 비상급수현황 조사시스템(www.drought.go.kr, 2019)

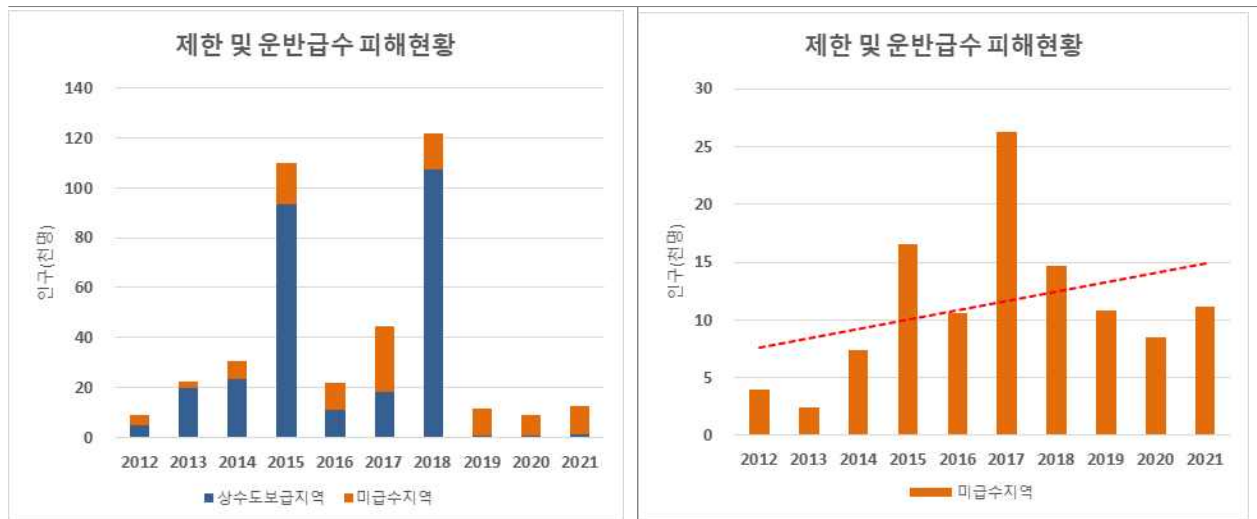


그림 3.22 최근 10년간('12~'21) 비상급수 피해추이(피해인구)

3.5 가뭄 상황조사 지침 제정 추진

「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」 제7조 및 같은 법 시행령 제4조 “가뭄 상황조사”의 방법·결과 활용에 관한 세부적인 사항을 정하여, 체계적·일관적인 조사시행을 위해 “가뭄 상황조사 지침(안)” 마련을 추진하였다.

가뭄 상황조사 지침 제정의 추진경위는 다음과 같다.

- '16년~ : 가뭄 예·경보('16.3월~)에 필요한 물 공급체계 파악을 위해 수자원(수원)-수도(급수체계) 통합형 간접조사(16개 항목, 수공자체)
- '17년~ : 수자원법('17.1월)에 따른 가뭄상황조사 중 수원·용수수급 현황 등 기초조사 위주로 시행 중(25개 항목, 환경부→수공대행)
- '20. 8월 : 체계적인 가뭄상황조사와 홍수통제소 업무에 활용할 수 있도록 기초조사 위주의 업무매뉴얼 작성('20.8)
- '20.11월 : 가뭄상황조사 중 피해현황 조사체계 기반 마련을 위해 자문(7~11월) 및 영향평가·피해조사 시행방안 마련('20.11)
- '20.12월 : 가뭄기초조사, 가뭄현황 및 전망상황 위주의 가뭄상황조사 지침(안) 의견 조회(본부→홍수통제소)
- '21.12월 : 가뭄피해현황 조사 전문가 자문(7~8월, 11월) 및 영향·피해모니터링을 포함한 가뭄상황조사 지침(안) 마련('21.12)
- '22. 2월 : 가뭄상황조사 지침(안) 실무진 회의 개최(수계 홍통, K-water 참석)

지침(안)은 가뭄기초조사, 가뭄 현황 및 전망 분석, 가뭄 피해조사 등 가뭄 사전대비 및 피해 저감을 위한 전주기 조사·분석 업무에 대한 지침으로서, '17년부터 추진 중인 가뭄기초조사 세부업무, 국가 가뭄 예·경보 등에 활용 중인 가뭄분석 업무 및 피해현황 조사 기반 마련을 위한 가뭄 영향·피해 모니터링에 관한 사항으로 구성하였다.

표 3.46 가뭄 상황조사 지침(안) 구성

제목		내용
제1장	총칙	지침의 목적, 용어 정의, 적용 범위 등 지침 일반 내용
제2장	가뭄 기초조사	수원, 용수공급체계 및 수급현황 등에 대한 조사 항목, 조사주기, 조사방법, 성과활용 등 기초조사 관련 지침
제3장	가뭄 현황 및 전망 분석	국가 가뭄 예·경보에 필요한 가뭄현황 및 전망 분석 항목, 분석 주기, 분석 결과 활용 등에 대한 지침
제4장	가뭄 영향·피해 모니터링	가뭄으로 인한 영향 및 피해, 대응에 필요한 모니터링 항목, 주기, 방법 등에 대한 지침
제5장	보칙	가뭄 교육훈련, 의견 수렴, 재검토 기한 등에 대한 내용

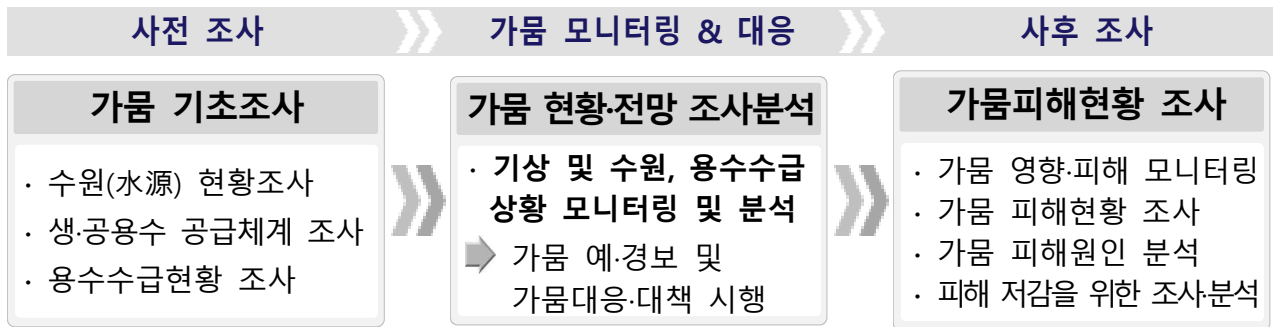


그림 3.23 '가뭄 상황조사'에 의한 일련의 가뭄대응 체계

지침(안) 제정을 위해 '23년에는 환경부 및 수계별 홍수통제소에 지침 관련 설명·협의 등을 통해 수자원법·시행령 개정, 지침 제정을 추진할 예정이다.

3.6 성과 및 평가

가뭄 상황조사(기초조사)는 전국의 생활 및 공업용수의 용수급수체계 및 용수수급 현황 등을 조사·정보화하여 국민 체감형 국가 가뭄 예·경보 시행과 신속한 가뭄대응 의사결정 지원 등을 위해 '16년부터 시행하고 있다. 그동안의 조사를 통해 전국의 생·공업용수의 수원(水源) 및 급수체계(수원-취수-정수-급수) 현황을 구축하였으며, 가뭄 정보 포털을 통해 조사성과를 제공하고 있다.

2022년 가뭄 상황조사(기초조사) 주요성과('21년말 기준)를 살펴보면, 전국 167개 지자체 및 961개의 산업단지에서 다목적댐 19개, 용수댐·저수지 151개(K-water 12, 지자체 113, 농공 26), 하천 155개, 지하수 71개 등 총 407개의 수원을 이용하여 일평균 22,344.0천m³/일을 취수하여 생공용수로 사용하고 있다. 수원별 공급량은 다목적댐 17,212.3천m³/일(77.1%), 하천 2,714.3천m³/일(12.1%), 용수댐·저수지 1,959.0천m³/일(8.8%), 지하수 456.9천m³/일(2.0%) 등으로 조사되었다.

가뭄 상황조사(기초조사)의 성과는 가뭄 현황·전망 분석 외에도 가뭄 취약지도 구축, 실적자료 기반의 물수급 분석체계 구축 등의 주요 기초자료로 활용되고 있다. 또한, 「국가물관리기본계획」 및 「전국 수도종합계획」의 가뭄 분야의 기초자료 활용되고 있으며, 특히, 지자체 관할 수원현황의 조사성과는 「다목적 방재계측장비 설치 지원사업(행안부, '19.5~)」의 기반이 되었다.

향후 가뭄 상황조사(기초조사)는 데이터 시대에 맞춰 중·장기적으로 조사항목 중 자동계측·연계 가능한 항목은 시스템화하여 효율적인 조사로 개선이 필요하며, 다년간 축적된 자료를 바탕으로 지자체 컨설팅 등 다양한 성과 활용방법을 발굴하여 내실있는 조사가 되도록 추진해야 한다.

제4장 수문 및 가뭄 정보



제4장 수문 및 가뭄정보

4.1 수문 현황

4.1.1 강수 현황

우리나라 전역의 중권역 단위 면적강수량을 산정하기 위해 환경부, 기상청, K-water가 관리하고 있는 TM(telemeter) 강우관측소의 자료를 사용하였다. 면적강수량 산정을 위한 자료로 환경부 424개 지점, 기상청 ASOS(Automated Surface Observing System) 95개, AWS (Automated Weather Station) 590개 지점, K-water 181개 지점, 총 1,290개 지점에서 관측된 일 강수량 자료를 이용하였다.

표 4.1과 같이 113개 중권역(제주 지역 제외)을 총 9개의 유역으로 분류하였으며, 유역별 면적강수량은 티센법(Thiessen method)을 이용하여 각 유역에 대한 해당 지점별 티센 계수를 산정하여 계산하였다. 또한, 2022년 유역별 강수량을 평년(1991~2020년) 강수량과 비교하여 평가하였다. 이러한 방법으로 계산한 2022년 1~12월의 전국 및 주요 유역의 면적 강수량과 전국 평년 강수량은 표 4.2와 같다. 2022년 전국 월별 강수량과 평년값을 비교한 결과, 1~7월(3,6월 제외)은 평년 이하의 강수가 발생하였다. 특히 1~2·5월 강수량은 평년대비 10%이하를 기록했으며, 강수량이 가장 큰 7월 역시 평년대비 60%대로 강수가 부족하였다. 다만, 8월 이후 평년 이상의 강수량을 기록하여, 연강수량은 평년 대비 89.0%를 기록하였다.

2022년 연강수량을 지역별로 분석하기 위해 중권역별 연강수량과 평년 대비 연강수량 비율을 그림 4.1과 같이 도시하였다. 제주 지역을 제외한 전국의 평년 강수량은 1,120.8mm이며, 중부지역과 남부지역의 강수량 평년비 차이를 확인할 수 있다. 경기·강원 지역은 평년이상, 충청지역은 평년 수준의 강수를 기록했다. 남부지역은 대부분 평년이하 수준의 강수를 기록했으며, 특히 영남 지역의 대부분은 평년대비 60%이하를 기록하여 상대적으로 강수 부족이 발생하였다.

표 4.1 중권역 주요 유역 분류(제주 제외, 113개)

순번	중권역명	중권역코드	분류	순번	중권역명	중권역코드	분류
1	1001	남한강상류	한강본류	58	2402	영덕오십천	동해안
2	1002	평창강	한강본류	59	2403	대종천	동해안
3	1003	총주댐	한강본류	60	2501	가화천	남해안
4	1004	달천	한강본류	61	2502	남해도	남해안
5	1005	총주댐하류	한강본류	62	2503	거제도	남해안
6	1006	섬강	한강본류	63	2504	낙동강남해	남해안
7	1007	남한강하류	한강본류	64	3001	용담댐	금강본류
8	1008	금강산댐	한강본류	65	3002	용담댐하류	금강본류
9	1009	평화의댐	한강본류	66	3003	무주남대천	금강본류
10	1010	춘천댐	한강본류	67	3004	영동천	금강본류
11	1011	인북천	한강본류	68	3005	초강	금강본류
12	1012	소양강	한강본류	69	3006	대청댐상류	금강본류
13	1013	의암댐	한강본류	70	3007	보청천	금강본류
14	1014	홍천강	한강본류	71	3008	대청댐	금강본류
15	1015	청평댐	한강본류	72	3009	갑천	금강본류
16	1016	경안천	한강본류	73	3010	대청댐하류	금강본류
17	1017	팔당댐	한강본류	74	3011	미호천	금강본류
18	1018	한강서울	한강본류	75	3012	금강공주	금강본류
19	1019	한강고양	한강본류	76	3013	논산천	금강본류
20	1020	고미탄천	임진강	77	3014	금강하구언	금강본류
21	1021	임진강상류	임진강	78	3101	삼교천	서해안
22	1022	한탄강	임진강	79	3201	대호방조제	서해안
23	1023	임진강하류	임진강	80	3202	부남방조제	서해안
24	1024	한강하류	임진강	81	3203	금강서해	서해안
25	1101	안성천	서해안	82	3301	만경강	서해안
26	1201	한강서해	서해안	83	3302	동진강	서해안
27	1202	시화호	서해안	84	3303	새만금	서해안
28	1301	양양남대천	동해안	85	4001	섬진강댐	섬진강본류
29	1302	강릉남대천	동해안	86	4002	섬진강댐하류	섬진강본류
30	1303	삼척오십천	동해안	87	4003	오수천	섬진강본류
31	2001	안동댐	낙동강본류	88	4004	순창	섬진강본류
32	2002	임하댐	낙동강본류	89	4005	요천	섬진강본류
33	2003	안동댐하류	낙동강본류	90	4006	섬진곡성	섬진강본류
34	2004	내성천	낙동강본류	91	4007	주암댐	섬진강본류
35	2005	영강	낙동강본류	92	4008	보성강	섬진강본류
36	2006	병성천	낙동강본류	93	4009	섬진강하류	섬진강본류
37	2007	낙동상주	낙동강본류	94	4101	섬진강서남해	남해안
38	2008	위천	낙동강본류	95	4102	완도	남해안
39	2009	구미보	낙동강본류	96	4103	금산면	남해안
40	2010	갑천	낙동강본류	97	4104	이사천	남해안
41	2011	강정보	낙동강본류	98	4105	수어천	남해안
42	2012	금호강	낙동강본류	99	4106	여수시	남해안
43	2013	회천	낙동강본류	100	5001	영산강상류	영산강본류
44	2014	합천보	낙동강본류	101	5002	황룡강	영산강본류
45	2015	합천댐	낙동강본류	102	5003	지석천	영산강본류
46	2016	황강	낙동강본류	103	5004	죽산보	영산강본류
47	2017	낙동창녕	낙동강본류	104	5005	고막원천	영산강본류
48	2018	남강댐	낙동강본류	105	5006	영산강하류	영산강본류
49	2019	남강	낙동강본류	106	5007	영암천	영산강본류
50	2020	낙동밀양	낙동강본류	107	5008	영산강하구언	영산강본류
51	2021	밀양강	낙동강본류	108	5101	탐진강	남해안
52	2022	낙동강하구언	낙동강본류	109	5201	진도	남해안
53	2101	형산강	동해안	110	5202	영암방조제	남해안
54	2201	태화강	동해안	111	5301	주진천	서해안
55	2301	화야강	동해안	112	5302	와탄천	서해안
56	2302	수영강	남해안	113	5303	신안군	서해안
57	2401	왕피천	동해안				

표 4.2 2022년 전국 및 주요 유역 강수량 현황 (단위: mm, %)

월	전국 (제주 제외)			'22년 유역별 강수량(mm)								
	'22년 (mm)	평년 (mm)	평년 대비 (%)	한강	낙동강	금강	섬진강	영산강	임진강	동해안	서해안	남해안
합계	1,120.8	1,259.6	89.0	1,448.6	775.0	1,027.9	886.0	739.8	1,625.2	1,114.1	1,150.0	948.3
1	1.5	22.5	6.8	1.3	0.2	1.8	0.2	1.5	2.3	3.3	3.2	1.2
2	2.5	30.8	8.1	4.2	0.4	2.3	1.3	2.4	2.0	3.7	4.5	0.6
3	84.4	46.7	180.8	84.8	72.6	74.5	100.5	103.3	83.0	72.0	87.6	131.7
4	49.2	79.0	62.3	37.7	47.6	61.1	58.7	56.9	17.1	51.7	50.1	97.8
5	6.8	95.0	7.2	9.9	5.0	6.8	2.1	5.4	12.9	5.2	6.0	2.7
6	166.9	138.9	120.2	245.1	92.4	104.2	103.4	78.5	349.2	166.2	162.0	102.5
7	186.8	299.4	62.4	224.7	137.5	164.0	211.6	177.9	304.3	150.7	147.2	206.4
8	317.7	281.0	113.0	488.6	207.1	368.6	168.2	104.0	412.2	369.1	215.9	136.8
9	152.2	143.7	105.9	179.3	118.5	95.2	112.8	93.9	199.4	115.7	251.1	181.8
10	83.2	55.8	149.1	109.9	35.0	84.3	40.3	42.1	155.6	91.2	147.3	20.0
11	58.8	42.6	138.1	55.6	53.2	50.3	67.1	47.3	83.8	59.3	71.5	55.4
12	10.8	24.2	44.5	7.5	5.6	14.7	19.8	26.6	3.3	25.9	3.7	11.4

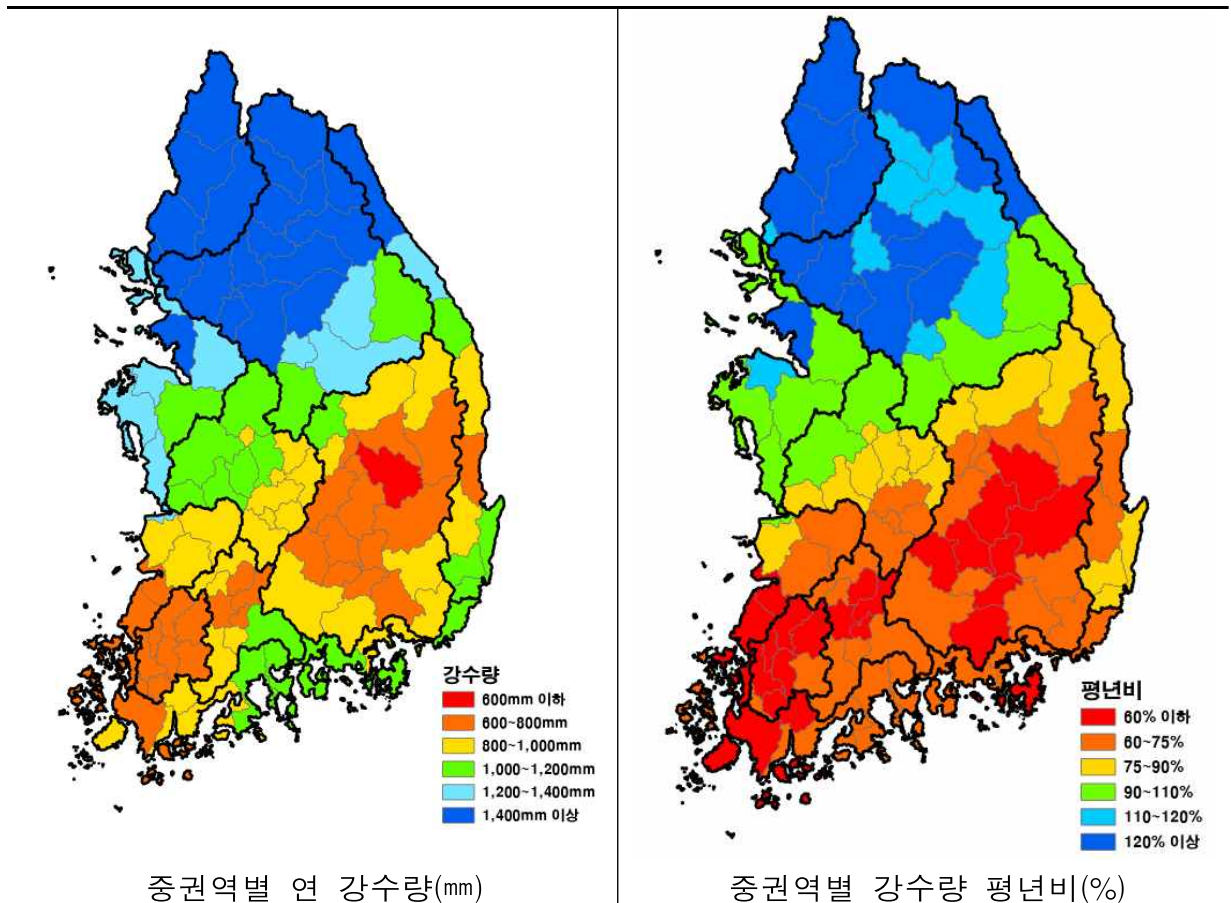


그림 4.1 '22년 중권역별 연강수량(mm) 및 평년비(%)

4.1.2 유출 현황

하천의 유량을 계측하기 위해 환경부와 K-water 등에서 수위 관측소를 운영하고 있으나 장기간에 걸쳐 적용할 수 있는 수위-유량 관계곡선식을 보유하고 있는 지점들은 일부일 뿐만 아니라 수위-유량 관계곡선식의 신뢰도도 양호한 상황은 아니다. 이와 같이 하천에 대한 충분한, 양질의 관측 자료가 없을 경우 유역의 상황이 유사한 다른 하천 유역의 유출량 및 강수량 자료를 사용하여 유출량을 산정하고 있으나, 실제 강우량에 대한 유출 현상보다 면적에 의한 비율이 높은 영향을 미칠 수 있어 과대 또는 과소 추정될 수 있는 한계가 있다.

따라서 현재 상황에서 한강, 낙동강, 금강, 영산·섬진강 유역의 장기간의 자연유출량 자료를 수위-유량 관계 곡선에 의해 산정하는 것은 자료의 가용성 부족 및 신뢰성 측면에서 적용이 어려우므로, 일 단위 강우-유출모형인 토양수분 저류구조 Tank 모형(Sugawara et. al., 1984)을 이용하여 2021년 전국의 유출량을 산정하였다.

유출량은 제주도를 제외한 전국을 수자원단위지도의 113개 중권역으로 나누고, 유역의 용적설을 고려한 토양수분 저류구조 tank 모형을 중권역별로 구축하는 방법으로 계산하였다. 금년 자연유출량의 크기를 비교하기 위하여 최근 5년(2018~2022)간의 월별 자연유출량을 그림 4.2와 같이 도시하였다. 또한, 전국 및 주요 유역의 월별 유출량을 계산하고, 전국의 예년 평균값 및 예년 대비 유출량 비율을 표 4.3에 제시하였다.

2022년 전국 유출량은 전국적으로 평년 이하 강수량의 영향으로 예년('67~'21) 대비 90.4%를 기록하였다. 8월 이후 예년 이상의 유출이 발생하였으나, 1~7월까지 예년 이하의 유출이 발생한 것으로 분석되어 연 유출량은 예년대비 적은 것으로 분석되었다. 유출이 부족함에 따라, 일부 지역의 수원은 가뭄이 발생하였다. 최악의 생공용수 공급 중단을 방지하기 위해 댐 및 저수지의 연계 운영을 강화하였고, 국민들의 자발적 수요 절감을 위한 노력을 하였다.

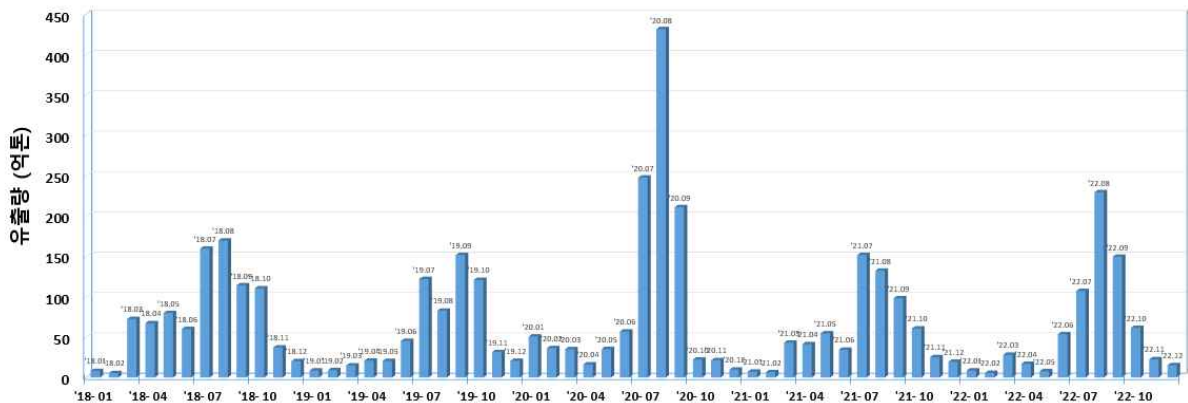


그림 4.2 최근 5년간 전국 유출량('18.1 ~ '22.12)

표 4.3 2022년 전국 및 주요 유역 유출량 현황 (단위: 억^m)

월	전국 (제주 제외)			'22년 유역별 유출량								
	'22년	예년 (67~21)	예년 대비 (%)	한 강	낙 동 강	금 강	섬 진 강	영 산 강	임 진 강	동 해 안	서 해 안	남 해 안
합계	707.1	782.2	90.4	265.9	76.4	55.1	20.4	10.5	98.9	58.1	87.7	34.1
1	8.8	13.5	65.1	1.9	2.0	0.9	0.3	0.3	0.7	0.5	1.5	0.6
2	5.7	17.5	32.9	1.1	1.4	0.6	0.3	0.1	0.5	0.4	0.9	0.5
3	28.2	32.2	87.8	8.3	3.6	1.6	1.4	0.9	2.7	3.5	2.6	3.5
4	16.9	42.3	39.9	4.0	2.3	1.5	0.8	0.5	1.1	1.4	2.2	3.1
5	7.9	44.1	17.9	1.5	1.5	0.8	0.5	0.3	0.5	0.7	1.2	1.0
6	53.7	60.9	88.1	22.9	3.1	1.8	1.6	0.5	14.0	3.1	5.6	1.2
7	107.2	190.4	56.3	47.1	7.2	5.7	3.1	2.1	19.2	5.3	12.3	5.3
8	229.5	185.0	124.1	100.3	20.2	23.9	5.6	2.1	30.7	8.7	32.6	5.4
9	149.7	116.0	129.0	47.4	25.7	10.2	4.4	2.5	13.5	19.9	15.0	11.0
10	61.6	39.5	155.9	21.8	4.0	5.0	0.9	0.6	10.8	9.6	8.2	0.9
11	22.6	24.0	93.9	5.9	2.8	1.7	0.9	0.4	3.0	3.7	3.4	1.0
12	15.3	16.8	91.3	3.8	2.7	1.5	0.5	0.3	2.1	1.4	2.3	0.7

4.1.3 댐 수문 현황

다목적댐과 용수댐의 2022년 수문 상황을 평가하기 위해 댐 유역의 누가 강수량과 댐들의 저수량 합을 계산하여 그림 4.3과 4.4에 도시하였다. 2022년 1월 1일 다목적댐의 총 저수량은 예년 평균 저수량 66.2억^m보다 10.8억^m 많은 77.0억^m이었다. 그림 4.3에서 확인할 수 있듯이, 다목적댐은 상반기 예년대비 적은 강수량으로 인해, 예년 수준의 저수량을 기록하였다. 그 후 8월 태풍의 영향으로 강수가 증가하였고, 댐간 연계 운영등을 통해 9월초 금년 최대 저수량인 79.6억^m을 기록하였다. 결과적으로 작년에 이어 금년 역시 예년대비 약 100mm 적은 강수량을 기록하였지만 효율적인 댐 운영을 통해 저수량은 예년 수준을 확보하였다. 그럼에도 영·섬유역에 위치한 댐은 강수량 부족으로 인해 현재 저수량이 부족한 상황이다. 2023년 봄철 심각한 가뭄을 대비하여 가뭄대응을 하고 있으며 지속적인 가뭄 모니터링 및 수요 조절 등이 필요하다.

용수댐의 2022년 1월 1일 저수량은 예년 평균인 2.2억^m보다 0.1억^m 많은 2.3억^m이었다. 금년 강수량은 8월말까지 613mm로 예년대비 약 300mm 적어, 저수량이 크게 감소하였다. 9월 초 태풍의 영향으로 150mm 강수를 기록하며 금년 최대 저수량인 3.1억^m를 기록하였다. 여전히 예년대비 적은 강수량이 있으나, 효율적인 댐 운영을 통해 예년 수준의 저수량을 확보하였다. 결국 연말 강수량은 예년대비 약 300mm 적은

강수량을 기록했으나, 지속적인 댐 관리를 통해 저수량은 2.1억^m으로 예년대비 0.1억^m 적은 수준으로 확보하였다. 다만, 다목적댐과 동일하게 영·섬유역에 위치한 댐은 지속적인 가뭄 대응을 통해 심한 가뭄을 대비할 필요가 있다.

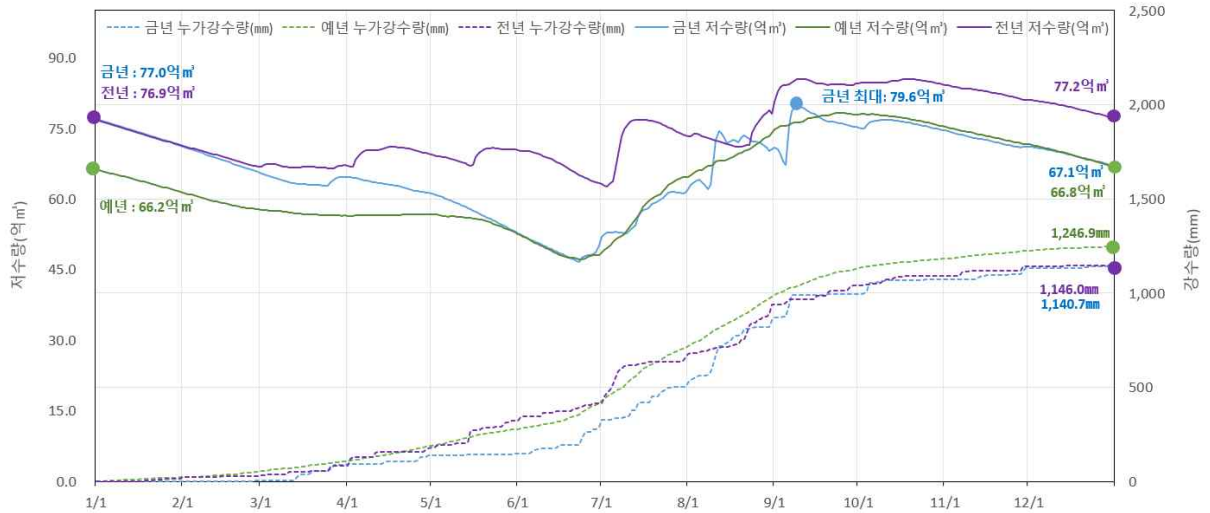


그림 4.3 2022년 다목적댐 저수량 및 강수량 변화

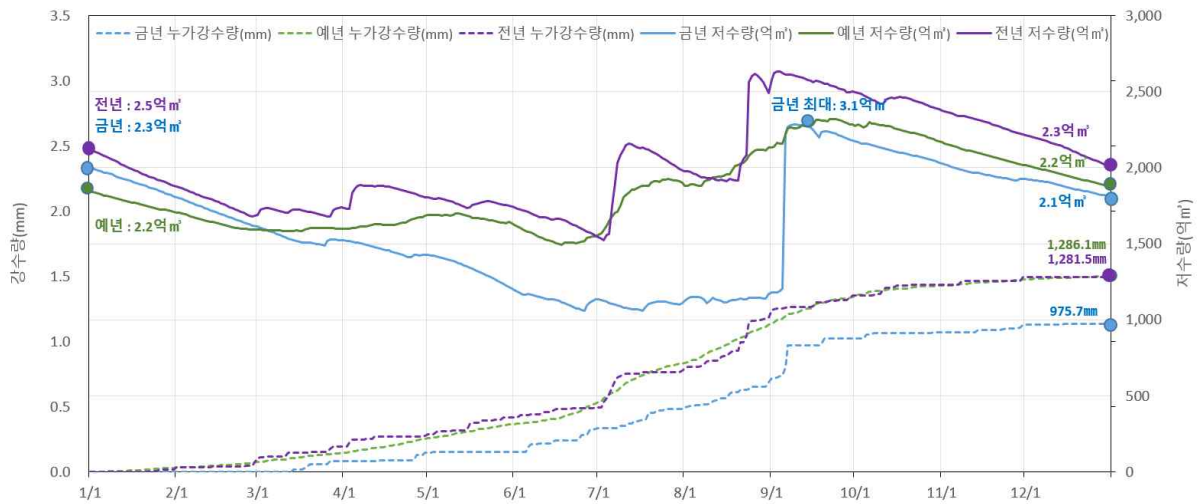


그림 4.4 2022년 용수댐 저수량 및 강수량 변화

4.2 가뭄지수 및 빈도

4.2.1 가뭄지수

가뭄지수는 전세계적으로 100여개가 넘는 정도로 그간 여러 과학자들을 통해서 다양한 방법이 제안되어 왔다. 이는 다양한 가뭄의 정의와 지역별로 다르게 나타나는 가뭄을 분석하기 위함으로 가뭄지수마다 요구되는 데이터와 표출하는 결과가 상이할 수 밖에 없다.

따라서, 가뭄분석을 위해 가뭄지수를 선택할 경우 지역의 특성과 분석 목적, 획득할 수 있는 데이터의 종류 및 신뢰성 등을 감안하여 선정하여야 참고할 수 있는 정보를 확보할 수 있다.

국가가뭄분석센터에서는 위와 같은 사항을 고려하여 국내 가뭄상황 파악에 참고할 수 있도록 전세계적으로 범용적으로 널리 활용되고 있는 SPI(Standard Precipitation Index), PDSI(Palmer Drought Severity Index)와 국내 수문상황과 지하수 상황을 반영할 수 있는 MSWSI(Modified Surface Water Supply Index), SGI(Standardized Groundwater Index) 그리고 농업가뭄 상황을 파악할 수 있는 SMI(Soil Moisture Index)를 정기적으로 분석하여 국가가뭄정보포털(<http://www.drought.go.kr>)를 통해 제공하고 있다. 현재 제공 중인 지수의 종류와 산정주기, 제공기간은 아래 표에 나타내었다.

표 4.4 국가가뭄정보포털에 제공중인 가뭄지수 종류

가뭄지수종류	필요 데이터	산정주기	제공기간
SPI	강수량	일단위	2013.1.1. ~ 현재
PDSI	강수량, 평균기온, 토양수분량 등	일단위	2013.1.1. ~ 현재
MSWSI	강수량, 하천수위, 댐유입량, 지하수위	일단위	2013.1.1. ~ 현재
SGI	강수량, 지하수위	일단위	2006.1.31. ~ 현재
SMI	강수량, 풍속, 기온, 습도, 일조 등	일단위	2013.1.1. ~ 현재

1) SPI(표준강수지수)

SPI 지수(McKee et. al., 1993)는 기상학적 가뭄지수로 가장 일반적으로 활용되는 평가방법이다. 가뭄은 상대적으로 물의 수요에 비해 물의 부족을 유발하는 강수량의 감소에 의해 시작된다는 것에 착안하여 강수량이 부족하면 용수 공급원인 지하수량, 적설량, 저수지 저류량, 토양 함유수분 등에 각기 다른 영향을 미치는 것으로 가정하는 방법이다. 강수량은 3, 6, 9, 12개월 등과 같이 기간으로 설정하고, 고려할 기간별로 누적강수량과 누가확률을 산정하고 최종적으로 정규분포를 이용하여 SPI값을 산

정하게 된다.

강수량을 데이터로 사용하게 되므로 자료의 확보와 계산이 매우 쉽고 다양한 기후에 적용하여 비교할 수 있는 장점이 있지만, 강수량만을 사용하기 때문에 해당지역 전체의 물수 및 물공급에 중요한 영향을 미칠 수 있는 온도 등 요소의 고려가 어려운 단점이 있다.

국가가뭍정보분석센터에서는 지속기간 3개월(SPI3), 6개월(SPI6)에 대해 2013년 1월부터 SPI값을 제공하고 있으며, 아래 표에 SPI 방법에 의한 가뭍 분류기준을 나타내었다.

표 4.5 SPI 지수에 의한 가뭍의 분류

가뭍지수의 범위	수분상태	가뭍지수의 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	보통가뭍	-2.0 ~1.5	심한가뭍
-2.0 이하	극한가뭍	-	-

분석에 필요한 강수데이터는 기상청에서 관리하고 있는 관측소 중 남한 내륙의 64개 기상관측소의 일 강수량 자료를 이용하여 분석하였다. 또한, 관측소 지점별 분석결과를 IDW(역거리가중보간)기법으로 공간보간하여 행정구역 단위로 결과값을 표출하였다.

SPI3는 3개월간의 누적강수량을 고려하기 때문에 비교적 짧은 기간의 누적강수량에 대한 정상성을 반영한다고 할 수 있다. 2022년 월별 분석값을 살펴보면 한 해 동안 10월과 11월을 제외하고 대부분 기간에 가뭍상황을 나타내었다.

특히, 2월은 강원도 속초시, 경상북도 울릉군을 제외한 전국이 가뭍상황으로 152개 지역이 극한가뭍, 11개지역이 심한가뭍에 해당되었다. 6월에는 남부지역을 중심으로 108개 지역에서 가뭍단계가 나타났으며, 12월에는 전남, 경남 13개 지역에서 보통가뭍으로 나타났다.

아래 그림은 국가가뭍정보포털에서 발췌한 2022년 월별 SPI3 값을 도시한 것이다.

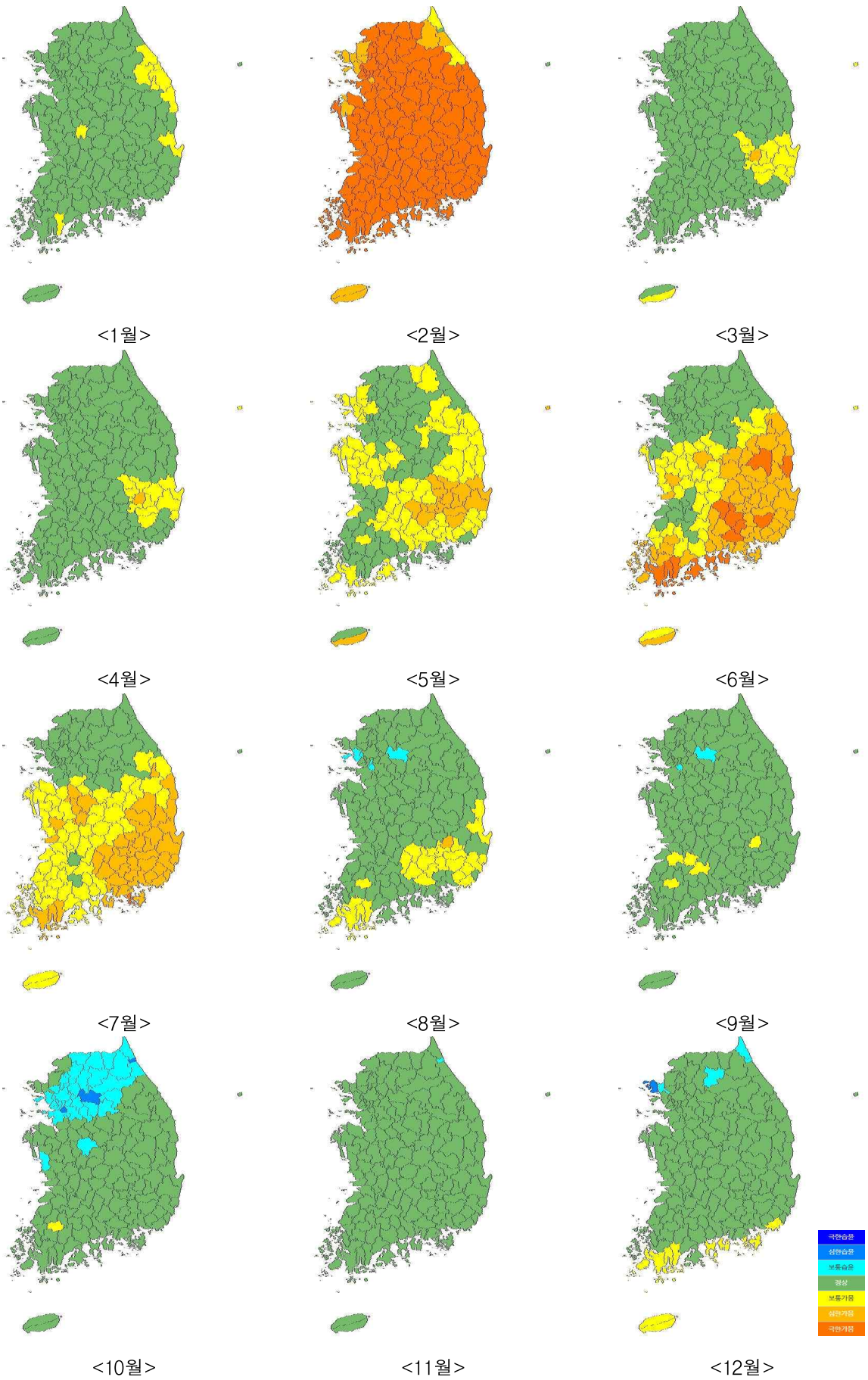


그림 4.5 2022년도 가뭄현황(SPI3)

SPI6는 6개월간의 누적강수량을 고려하기 때문에 단기간 강수량 부족에 의한 가뭄 상황은 나타나지 않는다. 2022년의 경우, 4월까지 일부지역을 제외한 대부분 지역에서 정상 이상의 상태가 유지되다 5월에 강원도 속초시를 제외한 전국에서 가뭄단계에 진입하였다.

6월부터는 홍수기에 평년보다 강수량이 많았던 경기, 강원, 지역은 정상단계 이상으로 회복되었으나 남부지역은 강수량이 평년보다 적어 12월까지 가뭄단계가 지속되고 있는 것으로 분석되었다. 11월에는 SPI3는 정상상태로 나타났으나 SPI6에서는 6개월의 누적량 강수량 부족으로 심한가뭄 4개, 보통가뭄 54개로 나타났다.

아래 그림은 국가가뭄정보포털에서 발췌한 2022년 월별 SPI6 값을 도시한 것이다.

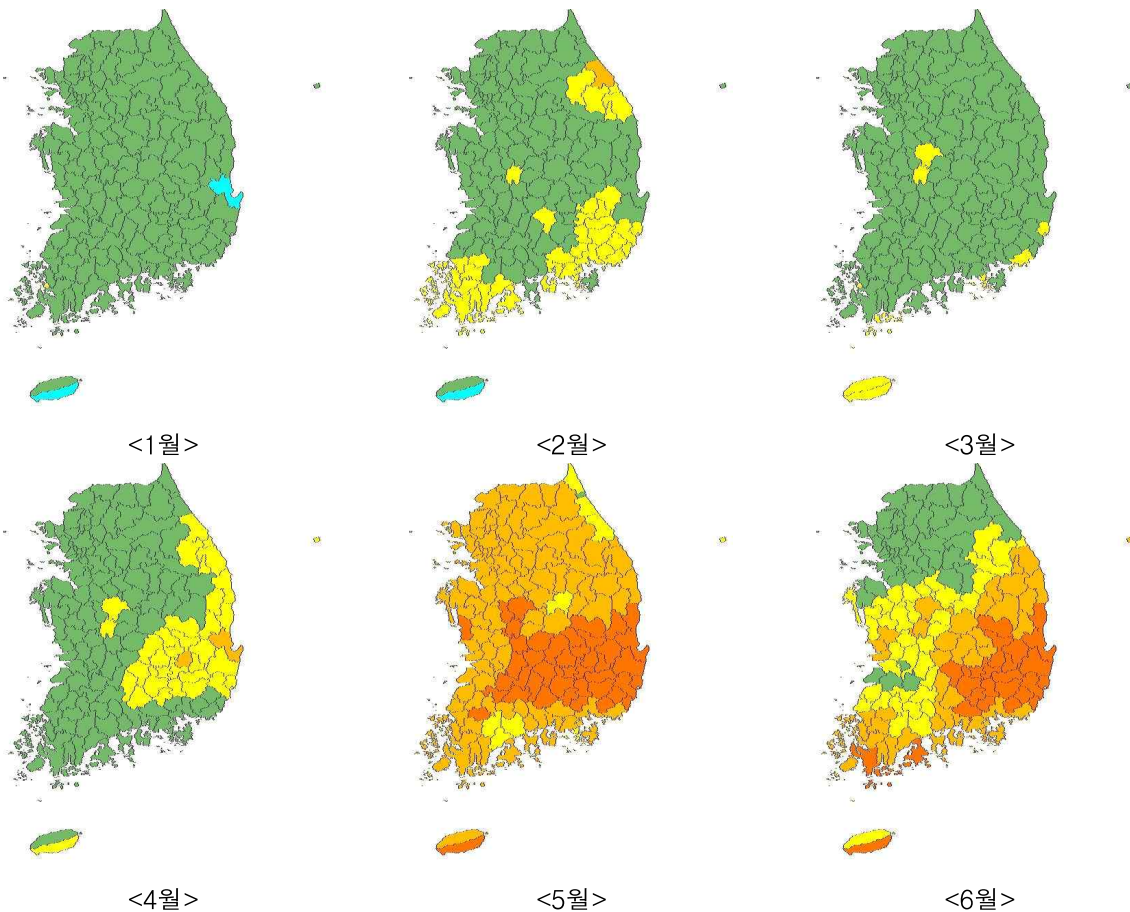


그림 4.6 2022년도 가뭄현황(SPI6) (계속)

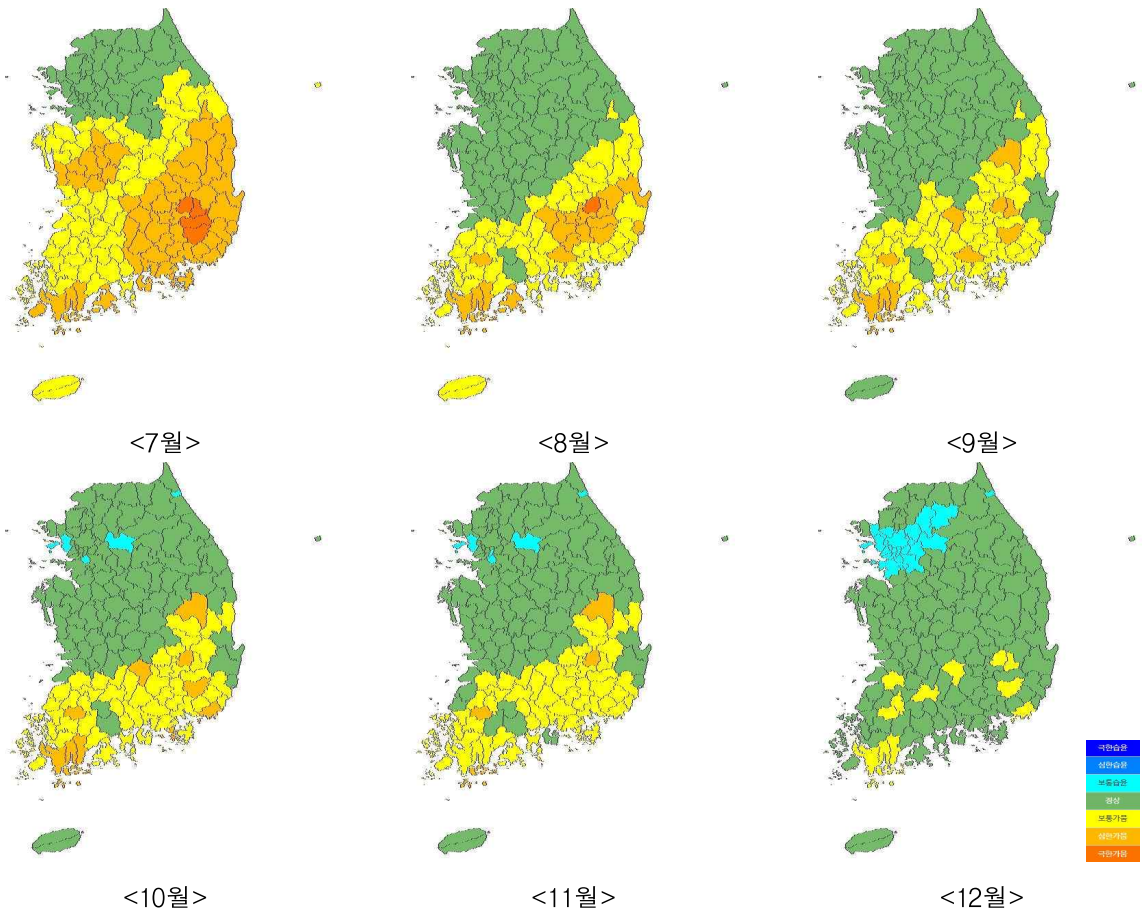


그림 4.6 2022년도 가뭄현황(SPI6)

2) PDSI(파머가뭄지수)

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

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

PDSI지수는 강수량, 기온뿐만 아니라 유효토양수분량과 일조시간 등의 자료를 사용해서 Thornthwaite와 Mather(1955)의 월열지수법(Monthly heat index method)으로 차이를 계산함으로써 수분편차를 계산한다. 즉, 강수량과 기온 자료뿐만 아니라 지역적 유효토양수분량에 근거하여 산정된 잠재량들로부터 증발산량, 함양량, 유출량 및 손실량을 포함하여 물수지 방정식의 모든 기본적인 사항들이 결정된다. 하지

만 수분편차만을 이용하여 가뭄의 심도를 비교하는 것은 적절하지 않을 수 있기 때문에 시 공간적 편차를 보정하기 위해 기후특성인자를 계산하여 최종적으로 PDSI 지수를 산정하는 방식이다.

PDSI는 세계전역에서 사용하고 있고 관련된 수많은 학술논문에 존재하기 때문에 가뭄을 파악하는데 상당히 효과적인 것으로 알려져 있으나 온도와 강수량에 대한 일련의 완전한 데이터가 필요하고 동결 강수량 또는 동결 토양을 다루지 않으므로 계절적 문제를 가지게 되는 단점이 있다.

또한, 상·하부층으로 토양을 구분하고 이를 기반으로 수분수지 분석이 이루어지도록 즉, 주로 농경지를 대상으로 분석방법이 개발되었으므로 도시화된 지역에 적용 시에는 상당한 주의가 필요하다고 볼 수 있다.

PDSI에 의한 가뭄의 단계는 표 4.5와 같다. SPI 지수와 동일 관측소의 강수량과 기상정보를 활용하였으며 최종적으로 IDW 기법으로 공간보간하고 이를 다시 전국 시도단위로 평균하는 방식으로 산정하였다.

표 4.6 PDSI 지수에 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 SPI와는 다르게 1월부터 강원, 전남 일부지역을 중심으로 가뭄이 발생하다가 전국적으로 가뭄의 영향을 받은 것으로 나타났다.

연중 7월에 극한가뭄 8개, 심한가뭄 63개 등 가장 심각했던 것으로 나타났으며, 대전 지역은 1월부터 극한가뭄이 지속되는 것으로 분석되었다.

아래 그림은 국가가뭄정보포털에서 발췌한 2022년 월별 PDSI 값을 도시한 것이다.

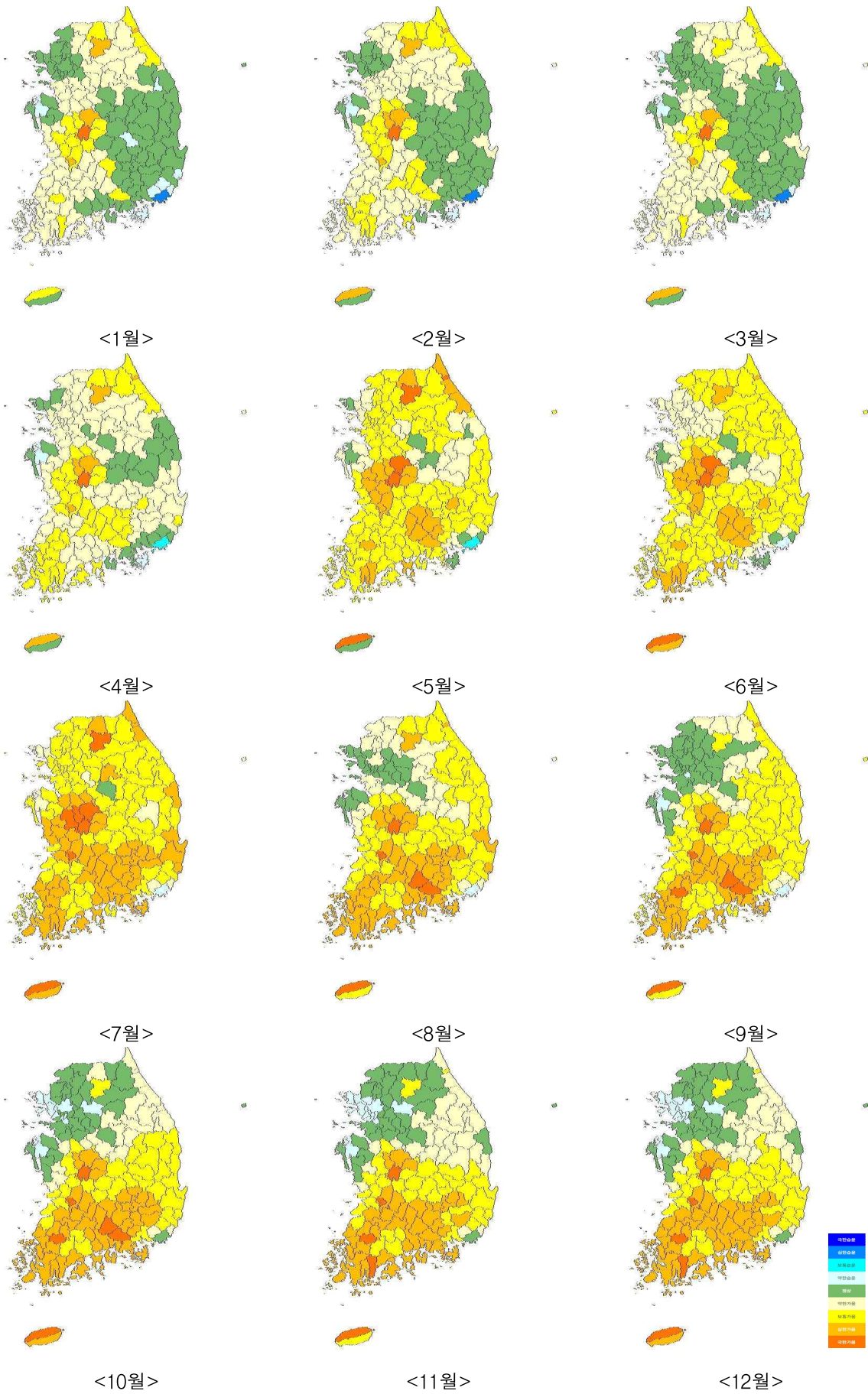


그림 4.7 2022년도 가뭄현황(PDSI)

3) MSWSI(지표수 공급지수)

MSWSI는 수문학적 가뭄지수인 SWSI를 보완한 지수로서 지하수위 인자를 고려하여 지표 및 지표하 수문특성을 반영할 수 있는 장점이 있다. MSWSI는 전국을 32개 유역으로 분할한 MSWSI 유역 단위로 계산된다. 각 유역별로 선정된 입력자료들의 월별 통계치(평균, 표준편차)를 계산한 후, 특정 월의 자료와 평균, 표준편차를 이용하여 비초과확률을 계산한다.

입력 인자별 월별 평균치를 이용하여 해당 월의 가중치를 계산한 후, 이를 앞서 계산된 비초과확률과의 MSWSI 계산식(식(1))에 따라 최종적인 MSWSI값을 산정하게 된다. 가중치의 산정은 월별 통계자료를 이용하여 계산되는데, 자료가 존재하지 않는 월일 경우 존재하지 않는 자료를 제외한 나머지를 이용하여 계산된 가중치를 사용하여 가뭄지수를 계산한다.

MSWSI는 유역의 전체 수자원을 고려하여 특정유역이나 지역의 전체 수문상태에 대한 좋은 자료를 제공할 수 있는 경우 유역별로 물공급 특성이 상이하고 가뭄에 영향을 미치는 인자 역시 상이하기 때문에 가중치 설정 시 정확한 평가가 매우 어려운 단점을 가지고 있다.

아래 표는 MSWSI의 가뭄분류를 나타낸 것이다.

표 4.7 MSWSI 지수에 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	-	-

$$\frac{a \times PN_{pcp} + b \times PN_{sf}}{12} + \frac{c \times PN_{rs} + d \times PN_{gw} - 50}{12} \quad \text{식(4.1)}$$

여기서,

a, b, c, d : 가중계수(a+b+c+d=1),

PN : 비초과확률,

pcp : 강수인자,

sf : 하천유량인자,

rs : 저수지인자,

gw : 지하수위인자

2022년 MSWSI는 3월, 11월을 제외하고 연중 가뭄의 영향을 받은 것으로 평가되었고 특히, 5월에 가장 심했던 것으로 나타났다.

아래 그림은 국가가뭄정보포털에서 발췌한 2022년 월별 MSWSI 값을 도시한 것이다.

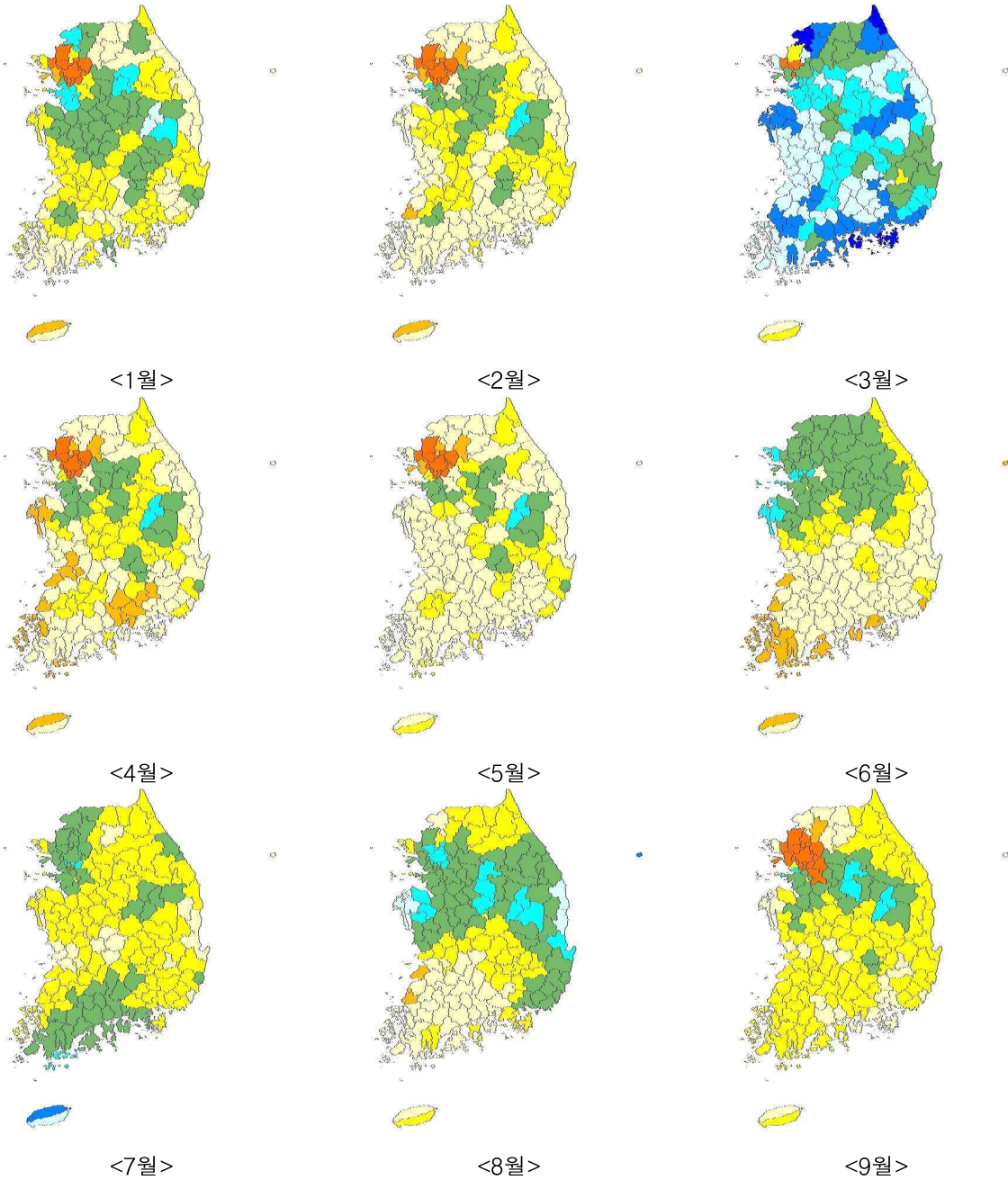


그림 4.8 2022년도 가뭄현황(MSWSI) (계속)

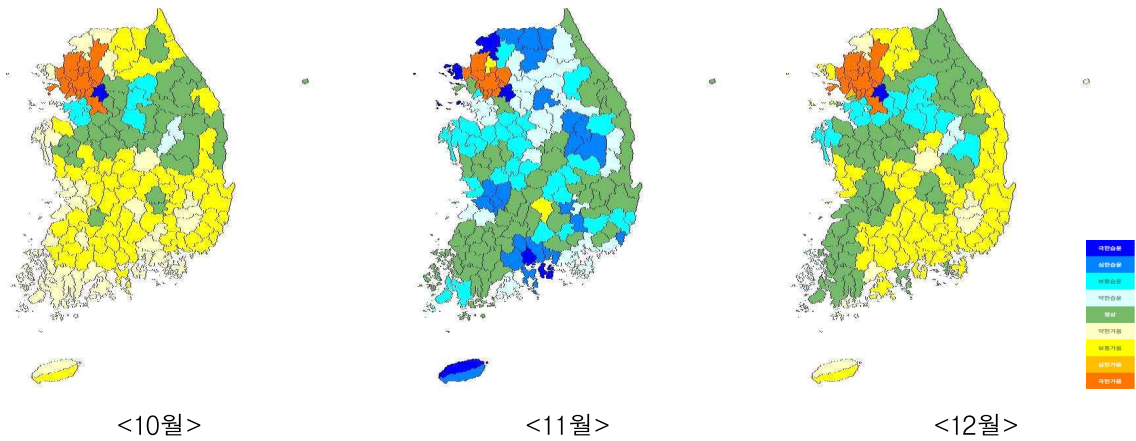


그림 4.8 2022년도 가뭄현황(MSWSI)

4) SMI(토양습윤지수)

SMI는 농작물의 생산량이 감소되는 것을 기준으로 가뭄을 토양수분이 유효수분 백분율의 50% 이하일때로 정의하고 이때의 Magnitude(크기), Severity(강도), Duration(기간)을 분석하여 가뭄평가를 하는 지수이다.

SMI 산정시 토양의 유효수분은 토양수분의 영향을 주는 토양의 물리적 특성과 강우, 증발산량, 유출량 등을 토양수분모형을 활용해 계산하고 세 가지 특성치인 magnitude, severity, duration을 빈도분석하여 지수값을 산정하게 된다.

SMI는 토양수분을 직접적으로 계산함으로써 식생이 받는 수분 스트레스 등이 파악 가능하며 이를 활용하여 작물 생산 등이 영향을 받지 않도록 농업적으로 활용할 수 있는 장점이 있으나 산정 시 토양의 물리적 특성과 일련의 기상 및 강우데이터 셋이 필요하고 토양수분의 회복이 느리게 나타남으로써 가뭄의 지속기간이 길어지는 경향이 있다.

아래 표는 SMI의 가뭄분류를 나타낸 것이다. SMI는 빈도분석값을 적용하게 되므로 정상상태와 가뭄상태만을 범위로써 표현한다.

표 4.8 SMI 지수에 의한 가뭄의 분류

가뭄지수의 범위	수분상태	가뭄지수의 범위	수분상태
2년 빈도	529	-1	보통건조
5년 빈도	924	-2	보통가뭄
10년 빈도	1,255	-3	심한가뭄
20년 빈도	1,626	-4	매우심한가뭄
50년 빈도	2,186	-5	극심한가뭄

SMI의 경우 3, 6, 7, 8월을 제외하고 전국적으로 보통건조 이상의 가뭄이 발생한 것으로 나타내고 있다.

특히, 2월에 가뭄상황이 가장 심각한 것으로 나타났는데 이는 12월 강수량이 평년 대비 극히 적음으로써 나타난 값의 회복이 느리게 나타난 결과로 보인다.

아래 그림은 국가가뭄정보포털에서 발췌한 2022년 월별 SMI 값을 도시한 것이다.

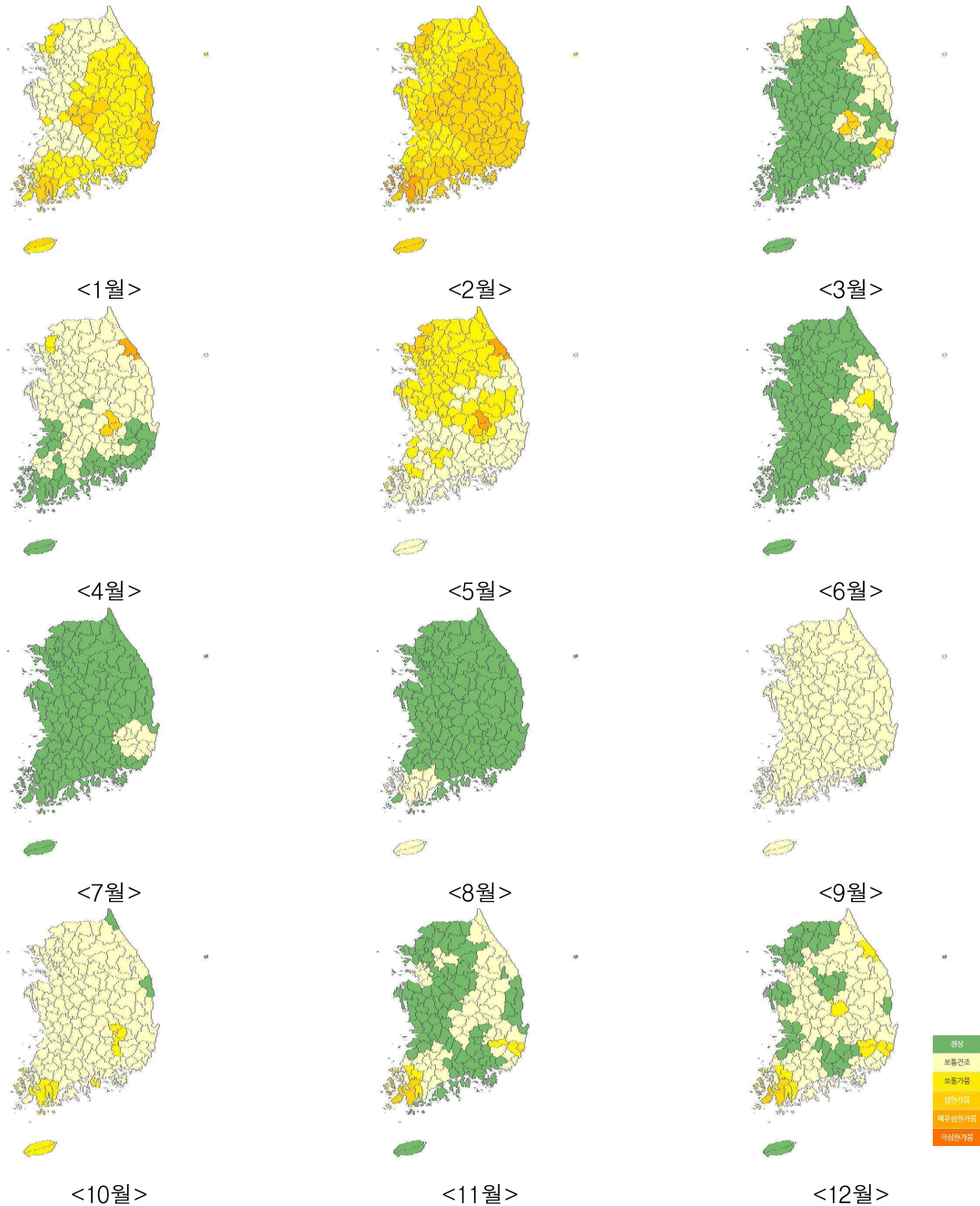


그림 4.9 2022년도 가뭄현황(SMI)

4.2.2 가뭄빈도

가뭄빈도는 현 가뭄을 인지하고 가뭄 상황을 판단할 때 매우 좋은 자료로서 활용될 수 있다. 가뭄센터에서는 2017년부터 월 단위로 분석을 수행하고 국가가뭄정보포털, 사내공시, MyWater 등 내·외부에 공개하여, 일반국민, 중앙부처·지자체 공무원 등이 활용할 수 있도록 제공하고 있다.

가뭄빈도는 기상청, 환경부, k-water에서 생산되는 1,290개의 강우관측소의 강수량을 활용하고 3, 6, 12개월 각 누적 기간별로 전국행정구역 단위와 댐별 가뭄빈도를 매월 말 기준으로 분석하고 있다. 행정구역 단위의 3개월과 6개월의 결과는 각각 SPI3, SPI6와 유사한 경향을 나타내게 된다.

앞 절 SPI에서 언급한 가뭄지수 결과 중 가뭄이 나타났던 2월, 6월, 7월을 대상으로 시군구별 가뭄빈도와 댐별 가뭄빈도 값을 도시하였다.

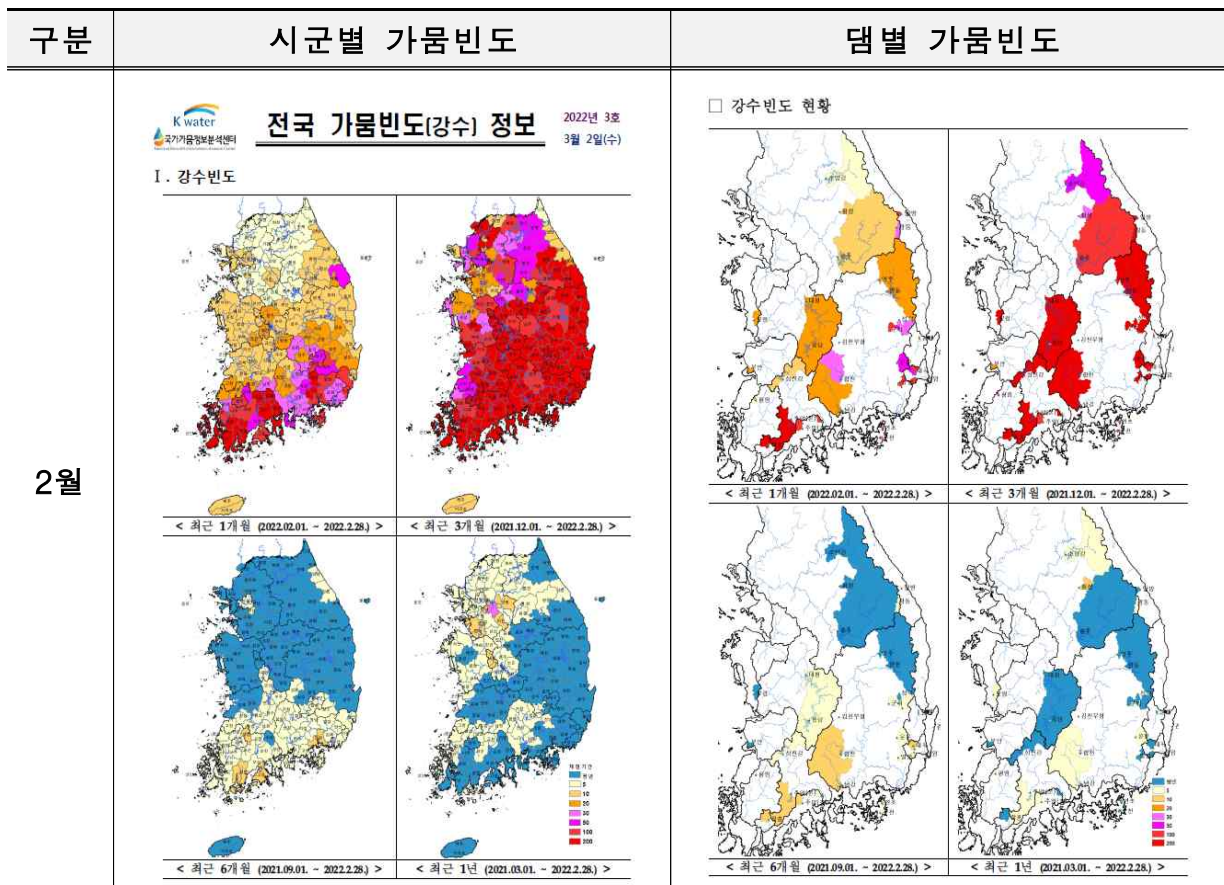


그림 4.10 2022년도 주요 월 가뭄빈도 현황 (계속)


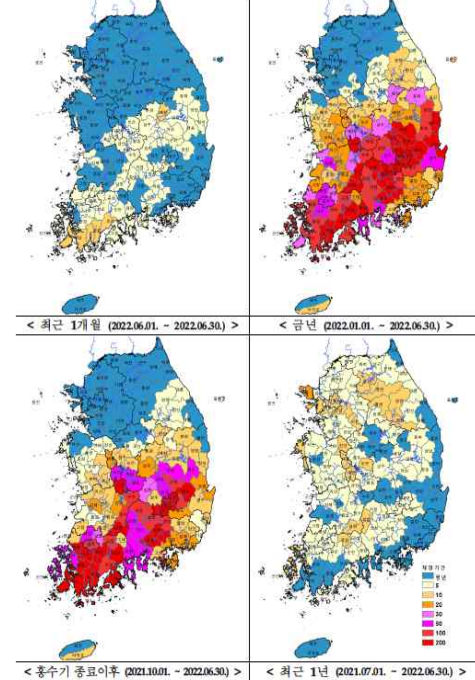
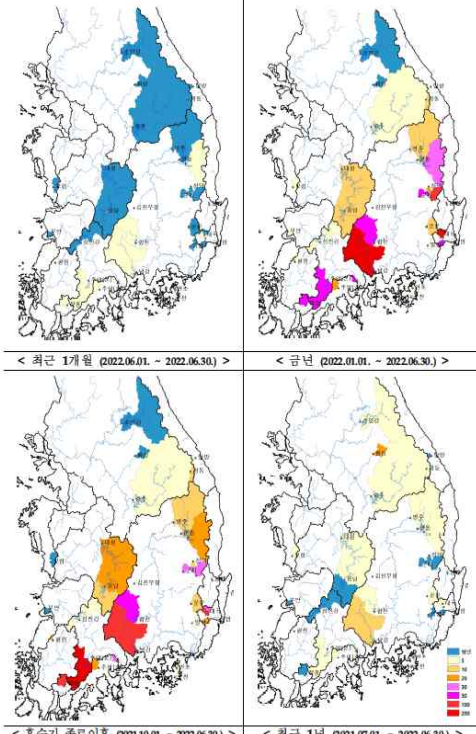

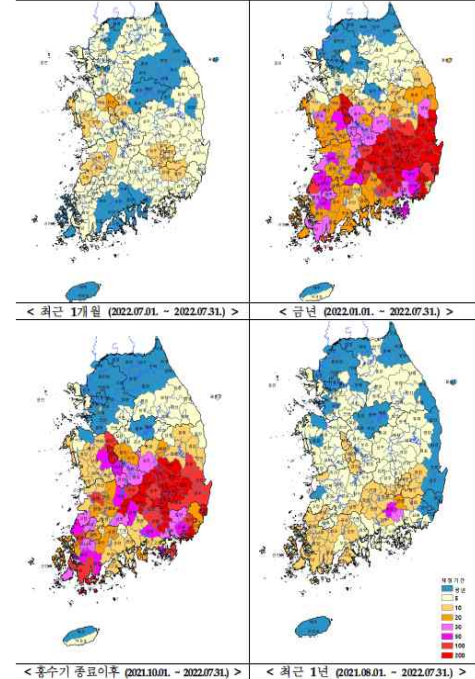
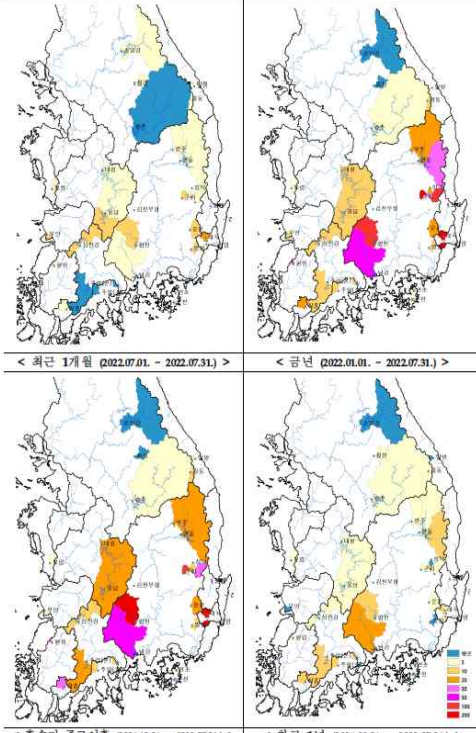
구분	시군구별 가뭄빈도	댐별 가뭄빈도
6월	<p data-bbox="299 264 769 309">  전국 가뭄빈도(강수) 정보 2022년 7호 7월 2일(토) </p> <p data-bbox="299 322 388 344">I. 강수빈도</p>  <p data-bbox="315 667 534 689">< 최근 1개월 (2022.06.01. - 2022.06.30.) ></p> <p data-bbox="566 667 754 689">< 금년 (2022.01.01. - 2022.06.30.) ></p> <p data-bbox="315 1010 534 1032">< 통수기 종료이후 (2021.10.01. - 2022.06.30.) ></p> <p data-bbox="566 1010 754 1032">< 최근 1년 (2021.07.01. - 2022.06.30.) ></p>	<p data-bbox="852 241 973 264">□ 강수빈도 현황</p>  <p data-bbox="852 629 1072 651">< 최근 1개월 (2022.06.01. - 2022.06.30.) ></p> <p data-bbox="1103 629 1323 651">< 금년 (2022.01.01. - 2022.06.30.) ></p> <p data-bbox="852 999 1072 1021">< 통수기 종료이후 (2021.10.01. - 2022.06.30.) ></p> <p data-bbox="1103 999 1323 1021">< 최근 1년 (2021.07.01. - 2022.06.30.) ></p>
7월	<p data-bbox="299 1081 769 1126">  전국 가뭄빈도(강수) 정보 2022년 8호 8월 2일(화) </p> <p data-bbox="299 1140 388 1162">I. 강수빈도</p>  <p data-bbox="315 1473 534 1496">< 최근 1개월 (2022.07.01. - 2022.07.31.) ></p> <p data-bbox="566 1473 754 1496">< 금년 (2022.01.01. - 2022.07.31.) ></p> <p data-bbox="315 1827 534 1850">< 통수기 종료이후 (2021.10.01. - 2022.07.31.) ></p> <p data-bbox="566 1827 754 1850">< 최근 1년 (2021.08.01. - 2022.07.31.) ></p>	<p data-bbox="852 1072 973 1095">□ 강수빈도 현황</p>  <p data-bbox="852 1458 1072 1480">< 최근 1개월 (2022.07.01. - 2022.07.31.) ></p> <p data-bbox="1103 1458 1323 1480">< 금년 (2022.01.01. - 2022.07.31.) ></p> <p data-bbox="852 1827 1072 1850">< 통수기 종료이후 (2021.10.01. - 2022.07.31.) ></p> <p data-bbox="1103 1827 1323 1850">< 최근 1년 (2021.08.01. - 2022.07.31.) ></p>

그림 4.10 2022년도 주요 월 가뭄빈도 현황

4.3 성과 및 평가

2022년은 전국의 연평균 강수량이 예년 대비 약 88.1% 수준으로 예년 이하의 강수가 발생하여 일부 지역에서는 강수가 부족한 한 해였다. 7월까지 예년 이하의 강수로 전국 곳곳에서 가뭄이 발생했으며, 8~9월 강수로 인해 중부지방 및 낙동강 유역의 가뭄이 해소되었다. 다만 현재까지 영·섬 유역의 가뭄이 지속되고 있어, 내년 홍수기까지 해당 지역에 생·공용수 공급에 중단이 없도록 관심을 갖고 지속적으로 대응할 필요가 있다.

표 4.9와 표 4.10은 각 가뭄지수의 '정상' 다음 단계부터 가뭄 발생 현황을 월별과 시도별로 나타낸 표이다. '정상' 다음 가뭄단계는 해당 지역이 정상상태를 벗어나 부족상태로 변하고 있음을 의미하며 직접적인 피해나 물 부족을 의미하는 것이 아니므로 해당 상태가 몇 개월 지속되는지 여부가 매우 중요하다고 할 수 있다. 또한, 가장 심각한 가뭄단계는 해당 지역에 생활 및 공업용수 부족이 확대되어 공급에 제한이 발생하였거나 필요할 수 있는 경우이며 직접적인 피해가 발생할 수 있다.

표 4.7에서 월별 가뭄 발생 건수는 대체로 상반기에 높았으며, 총합은 5월이 가장 높게 나타났다. 이때의 3개월 기간을 반영하는 SPI3의 경우 총 89개의 가뭄단계가 발생하였고 SMI는 전국 167개의 시군구가 가뭄단계 보통건조 이상 상태를 나타내고 있다. 이후 11월 월별 가뭄 발생 건수의 총합이 가장 낮았으며 강수의 영향으로 가뭄단계가 어느정도 회복된 것으로 확인된다. 표 4.8에서 지역적으로 보면 SPI3는 제주도, SPI6 전라남도 PDSI는 세종특별자치시 MSWSI는 제주도, SMI는 경상북도에서 가장 높게 나타났다.

표 4.9 2022년 월별 가뭄단계 발생 현황

구분	SPI3	SPI6	PDSI	MSWSI	SMI	합계
1월	9	1	85	109	167	371
2월	165	42	104	140	167	618
3월	14	9	82	7	37	149
4월	13	36	139	142	120	450
5월	89	166	158	148	167	728
6월	106	112	160	109	36	523
7월	112	120	165	104	9	510
8월	32	72	140	83	12	339
9월	5	68	125	141	165	504
10월	1	61	118	122	162	464
11월	0	57	115	17	67	256
12월	13	13	115	91	113	345
합계	559	757	1506	1213	1222	5257

표 4.10 2022년 시도별 가뭄단계 발생 현황

(발생시군구/해당시도 시군구개수)

구분 (시군구수)	SPI3	SPI6	PDSI	MSWSI	SMI	합계
강원도 (18)	2.06	2.33	10.33	6.78	7.94	29.44
경기도 (44)	0.98	0.75	3.84	4.23	4.98	14.77
경상남도 (22)	3.77	6.68	7.55	7.55	5.50	31.05
경상북도 (24)	4.58	5.96	8.21	6.25	8.38	33.38
광주광역시 (5)	1.40	1.80	2.40	1.40	1.60	8.60
대구광역시 (8)	1.88	2.38	2.50	2.50	2.13	11.38
대전광역시 (5)	0.80	1.20	2.40	1.40	1.40	7.20
부산광역시 (16)	0.56	1.13	0.50	1.13	0.94	4.25
서울특별시 (25)	0.08	0.04	0.20	0.32	0.28	0.92
세종특별자치시(1)	4.00	3.00	12.00	6.00	7.00	32.00
울산광역시 (5)	2.80	3.20	3.60	2.00	4.00	15.60
인천광역시 (10)	0.70	0.30	1.00	2.50	1.90	6.40
전라남도 (22)	3.73	7.50	11.82	8.50	7.59	39.14
전라북도 (15)	2.87	4.40	11.20	8.60	5.80	32.87
제주특별자치도 (2)	5.00	5.50	9.50	10.00	6.00	36.00
충청남도 (16)	3.50	2.75	8.44	6.06	6.13	26.88
충청북도 (14)	2.36	2.21	7.79	3.93	5.29	21.57
합계	41.06	51.13	103.27	79.14	76.84	351.43

제5장 가뭄 예·경보



제5장 가뭄 예·경보

5.1 가뭄 예·경보 분석

가뭄 예·경보는 전국의 기상, 생·공용수, 농업용수 상황과 전망을 바탕으로 행정안전부, 농림축산식품부, 환경부, 기상청 공동 명의로 매월 10일 발표되고 있다. 매월 1일 기준의 가뭄 현황과 1~3개월까지의 가뭄 전망이 167개 시군에 대해 4단계(관심, 주의, 경계, 심각)로 구분되어 그림 5.1과 같이 지도 형태로 제공된다. 기상청은 기상 부문, K-water는 생·공용수 부문, 한국농어촌공사는 농업용수 부문의 가뭄 정보 분석을 수행하고, 한강홍수통제소는 물관리정보유통시스템(WINS)을 통해 각 부문별로 분석된 가뭄 정보를 취합하며, 국립재난안전연구원은 취합된 가뭄 정보와 지자체의 가뭄 상황을 비교·검증하는 역할을 수행한다.

K-water에서 수행하는 생공용수 부문의 가뭄 예·경보 분석은 기존의 가뭄지수에 근거한 가뭄 정보가 국민이 체감하는 상황을 반영하기 어렵다는 한계를 극복하기 위해 생·공용수를 공급하는 수원의 상황을 파악하고, 예측하는 방법으로 수행된다. 이를 위해 아래 그림과 같이 3,507개 읍면동(2021년말 행정동 기준)에 대한 생·공용수 수원과 공급 체계를 가뭄 기초 조사를 통해 파악하고, 가뭄 판단 기준에 따라 수원의 가뭄 현황과 전망을 분석한다. 가뭄 판단 기준은 아래 표의 가뭄 예·경보 기준을 바탕으로 각 수원에 대해 수립되어 있으며, 실제 상황을 잘 반영할 수 있도록 지속적인 보완이 이루어지고 있다.

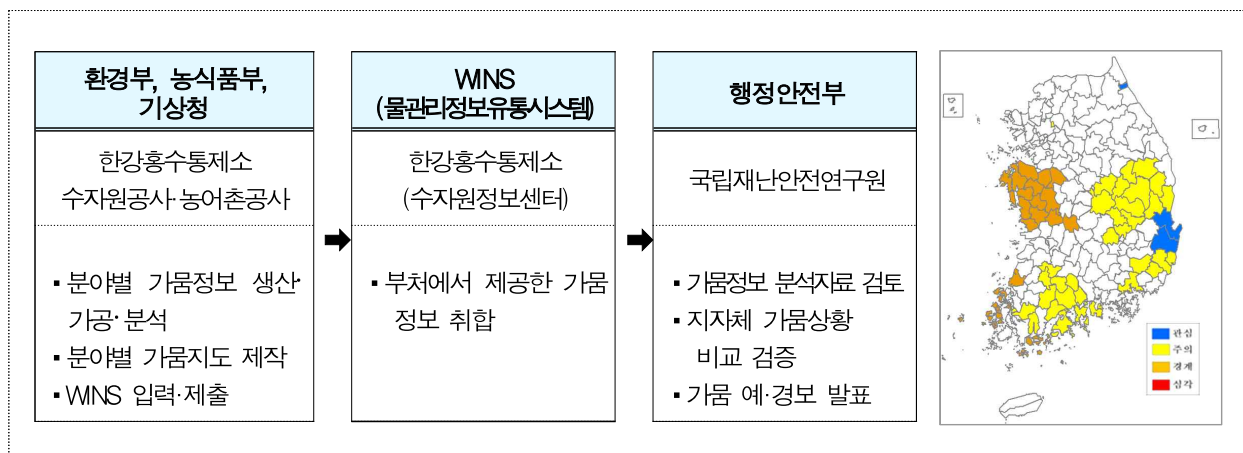


그림 5.1 가뭄 예·경보 체계



그림 5.2 생·공용수 가뭄 분석 체계도

표 5.1 가뭄 예·경보 기준

구분	가뭄 예·경보 기준
관심 (약한가뭄)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생활 및 공업용수 : 하천 및 수자원시설의 수위가 평년에 비해 낮아 정상적인 용수공급을 위해 생활 및 공업용수의 여유량을 관리하는 등 가뭄대비가 필요한 경우 ○ 농업용수 : [논] 영농기 평년 저수율의 70% 이하인 경우 [밭] 영농기 토양 유효 수분율이 60% 이하 ○ 기상현황 : 최근 6개월 누적강수량을 이용한 표준강수지수 -1.0이하(평년대비 약 65%이하)로 기상가뭄이 지속될 것으로 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음
주의 (보통가뭄)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생활 및 공업용수 : 하천 및 수자원시설의 수위가 낮아 하천의 하천유지용량이 부족하거나 댐·저수지에서 하천유지용수 공급 등의 제한이 필요한 경우 ○ 농업용수 [논] 영농기 평년 저수율의 60% 이하, 비영농기 저수율이 다가오는 영농기 모내기 용수공급에 물 부족이 예상되는 경우 [밭] 영농기 토양 유효 수분율이 45% 이하 ○ 기상현황 : 최근 6개월 누적강수량을 이용한 표준강수지수 -1.5이하(평년대비 약 55%이하)로 기상가뭄이 지속될 것으로 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음
경계 (심한가뭄)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생활 및 공업용수 : 하천 및 수자원시설에서 생활 및 공업용수 부족이 일부 발생하였거나 발생이 우려되어 하천유지용수, 농업용수 공급의 제한이 필요한 경우 ○ 농업용수 : [논] 영농기 평년 저수율 50% 이하, [밭] 영농기 토양 유효 수분율 30% 이하 ○ 기상현황 : 최근 6개월 누적강수량을 이용한 표준강수지수 -2.0이하(평년대비 약 45%이하)로 기상가뭄이 지속될 것으로 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음
심각 (극심한가뭄)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생활 및 공업용수 : 하천 및 수자원시설에서 생활 및 공업용수 부족이 확대되어 하천 및 댐·저수지 등에서 생활 및 공업용수 공급 제한이 발생하였거나 필요한 경우 ○ 농업용수 : [논] 영농기 평년 저수율 40% 이하, [밭] 영농기 토양 유효 수분율 15% 이하 ○ 기상현황 : 최근 6개월 누적강수량이 이용한 표준강수지수 -2.0이하(평년대비 약 45%이하)가 20일 이상 기상가뭄이 지속되어 전국적인 가뭄 피해가 예상되는 경우로 하되, 지역별 강수 특성을 반영할 수 있음

5.2 가뭄 예·경보 현황

5.2.1 월간 가뭄 예·경보 현황

K-water 국가가뭄정보분석센터에서는 매일 1일 기준으로 가뭄 현황과 향후 3개월 간의 가뭄전망을 행정안전부 및 부처별 가뭄 관련 홈페이지를 통해 제공하고 있다.

아래 그림과 같이 올 한해는 가뭄 발령 지역이 매년 있었던 해이다. 보령댐을 수원으로 공급 받는 지역이 작년부터 가뭄 '경계' 단계가 지속되었고, 운문댐을 공급받는 지역이 4월에 가뭄 단계에 진입하여 '주의' 단계가 지속되었다. 지속적인 적은 강수로 7월엔 국가 가뭄 예·경보(생·공) 최대인 84개 시·군에서 가뭄 단계를 발령하였다. 그 후 중부지방 집중호우 및 낙동강 유역 태풍 '힌남노'의 영향으로 해당 지역의 가뭄이 해소되었다. 12월 현재 영·섬 지역의 주암댐·수어댐·섬진강댐·평림댐 공급지역은 여전히 적은 강수로, 가뭄 '경계' 단계가 지속되고 있으며, 전남 완도군은 보길제·넙도제·미라제 등을 공급받는 도서지역의 제한급수가 확대되어 가뭄 '주의' 단계가 발령되고 있다.

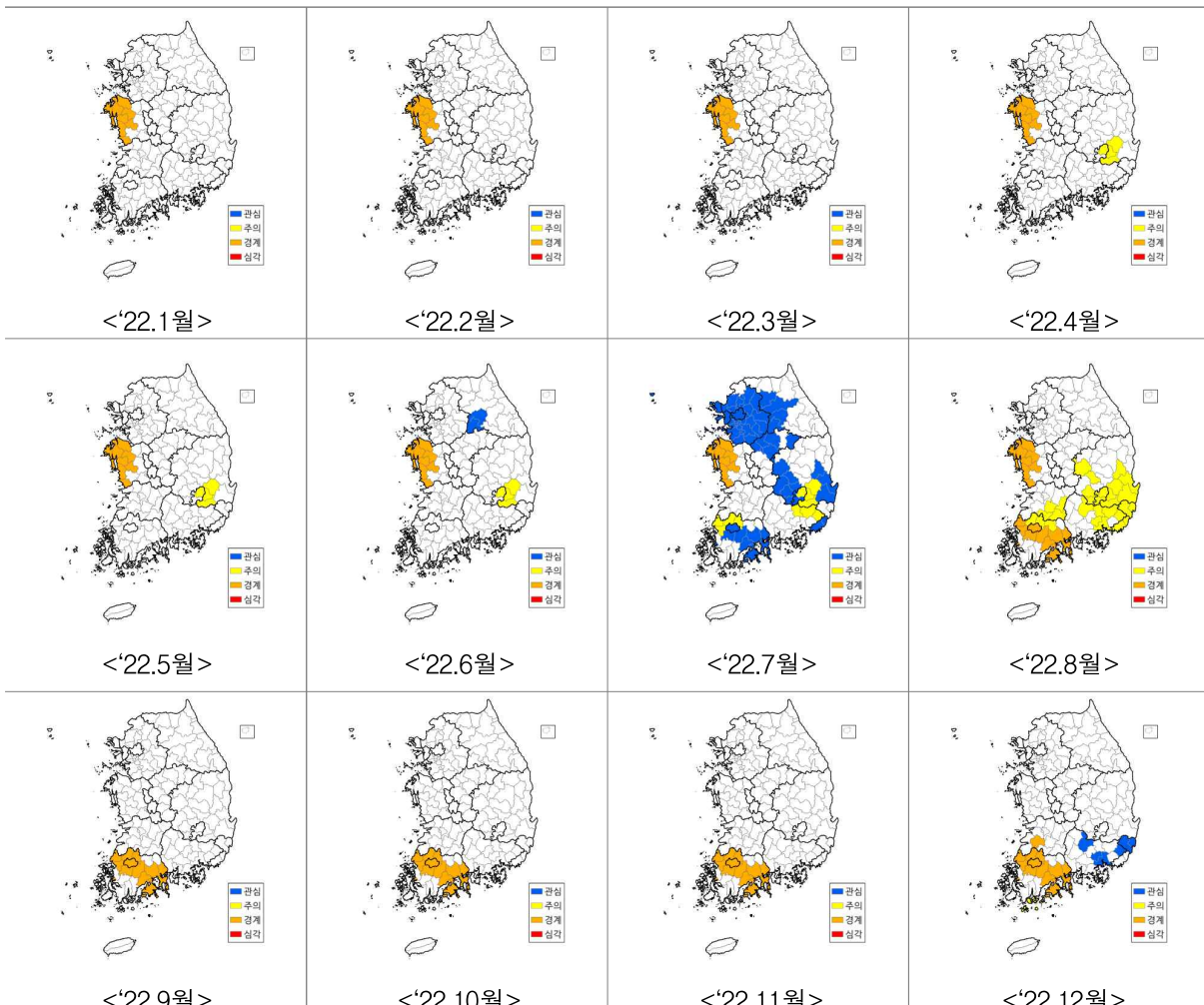


그림 5.3 2022년 국가 가뭄 예·경보(생·공용수) 발령지역

5.2.2 주간 가뭄 예·경보 현황

행정안전부 주관, 발표되는 국가(월간) 가뭄 예·경보는 매월 10일을 기준으로 1회(연간 총 12회) 발표되고 있다. 이는 짧은 기간의 무강우에도 소규모 급수시설에 취수제약이 발생하거나, 예상치 못한 강수·태풍 등에 따라 가뭄이 해소되는 등 가뭄 상황변화에 대해 탄력적인 대응이 어렵다는 단점이 있다. 이에, K-water 국가가뭄정보분석센터는 '17년부터 주간 가뭄 예·경보 체계를 수립하여 매주 가뭄 현황 및 전망을 분석하고 있다.

기상청에서는 가뭄 예·경보를 수행하는 관계 기관에 5주간의 기상전망(정량값)을 제공하며, K-water 국가가뭄정보분석센터에서는 이를 활용하여 주간 가뭄 예·경보 분석을 수행한다. 매주 목요일을 기준으로 가뭄 현황을 파악하고, 향후 4주간의 가뭄 전망을 분석하여 사내·관계 기관·지자체 등에 공유하고 있다.

국가 가뭄 예·경보와 비교해 보면, 월간 분석에서 반영하지 못하는 가뭄 상황변화를 주간 예·경보를 통해 확인하여 탄력적으로 대응한다는 것을 알 수 있다. 예를 들어, 국가 가뭄 예·경보 분석은 매월 1일 가뭄 현황 및 전망을 분석하여 TF 회의를 통해 10일 행정안전부 주관으로 가뭄 예·경보를 발표한다. 그 후 다음 국가 가뭄 예·경보 발표하기 전 가뭄 단계 진입 혹은 심화가 된 사항들은 주간 가뭄 예·경보를 통해 이러한 사항을 파악하고, 관련 정보를 관계 부처 및 지자체에 공유할 수 있다.

주간 제2022-11호(3.17.)를 보면 대구·경북 3개 시군(운문댐 공급지역)의 가뭄 '관심' 단계에 진입한 것을 확인할 수 있다. 이는 4.1일 기준으로 분석하는 4월 국가 가뭄 예·경보 보다 빠르게 관련 정보를 파악하였고, 관계 기관에 공유할 수 있었다. 이와 같이 제2022-28호(7.14일)는 전북 4개·전남 1개 시군(동화댐 공급지역)의 가뭄 상황을 반영하였고, 이는 8월 국가 가뭄 예·경보 발표 전에 해당 사항을 공유하였다. 이외에도 주간 제2022-34호(8.25일) 및 제2022-46호(11.17일) 역시 국가 가뭄 예·경보 보다 빠르게 가뭄 상황을 파악하고 공유하였다.

이렇듯 주 단위 가뭄 예·경보는 월 단위 가뭄 예·경보의 단점을 보완하고, 가뭄 발생 시 보다 더 탄력적인 대응을 할 수 있게 한다는 점을 알 수 있다.

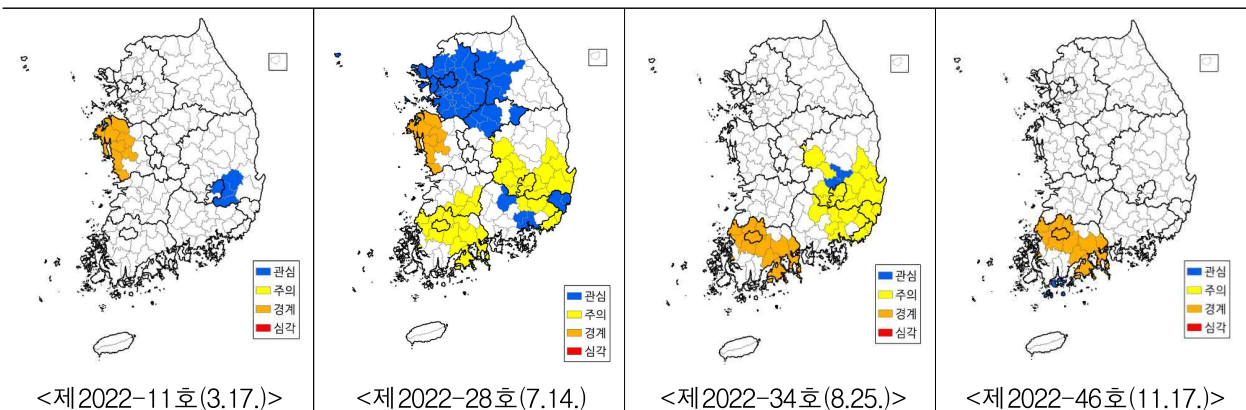


그림 5.4 2022년 주간 가뭄 예·경보 발령지역

5.3 가뭄 예·경보 전망 정확도

가뭄 예·경보는 전국 167개 시군에 대해 현황과 1~3개월 전망이 4단계(관심, 주의, 경계, 심각)로 발령된다. 2022년 생·공용수 부문 가뭄 예·경보의 1~3개월 전망과 현황의 발령 지역을 바탕으로 ROC (Receiver Operating Characteristic) 분석을 통해 예·경보 전망 정확도를 평가하였다.

5.3.1 ROC 분석

ROC 분석은 정확도를 평가하기 위해 사용되는 기법으로 관측값과 예측값을 비교한 분할표를 이용하여 평가지표를 계산하고, 이 평가지표를 그래프의 x, y 축으로 하는 ROC 곡선을 그려 평가를 위한 통계값을 산정한다. 분할표는 아래 그림과 같이 (1) 가뭄을 예보하였고, 실제로 발생한 경우(True Positive, TP) (2) 예보하였으나, 발생하지 않은 경우(False Positive, FP), (3) 예보를 하지 않았으나, 실제로 가뭄이 발생한 경우(False Negative, FN), (4) 예보를 하지 않았고, 실제로 가뭄이 발생하지 않은 경우(True Negative, TN)를 집계하여 작성한다.

ROC 곡선은 분할표로부터 식 (5.1)을 이용하여 계산된 1-특이도(Specificity)를 x축에, 식 (5.2)를 이용하여 계산된 민감도(Sensitivity)를 y축에 표시하고, 좌표 (0,0)과 (1,1)에 해당하는 점과 연결하여 그린다. 그려진 곡선 아래의 면적(Area Under Curve, AUC)을 평가 척도로 하여 정확도를 평가하게 된다. 아래 그림은 ROC 곡선의 예와 AUC 값에 따른 평가 결과를 보여준다.

$$1 - \left(\frac{TN}{TN + FP} \right) \tag{5.1}$$

$$\frac{TP}{TP + FN} \tag{5.2}$$

		관측	
		YES	NO
예보	YES	TP (적중)	FP (미발생)
	NO	FN (미예측)	TN (부의 정확)

그림 5.5 ROC 분석을 위한 분할표

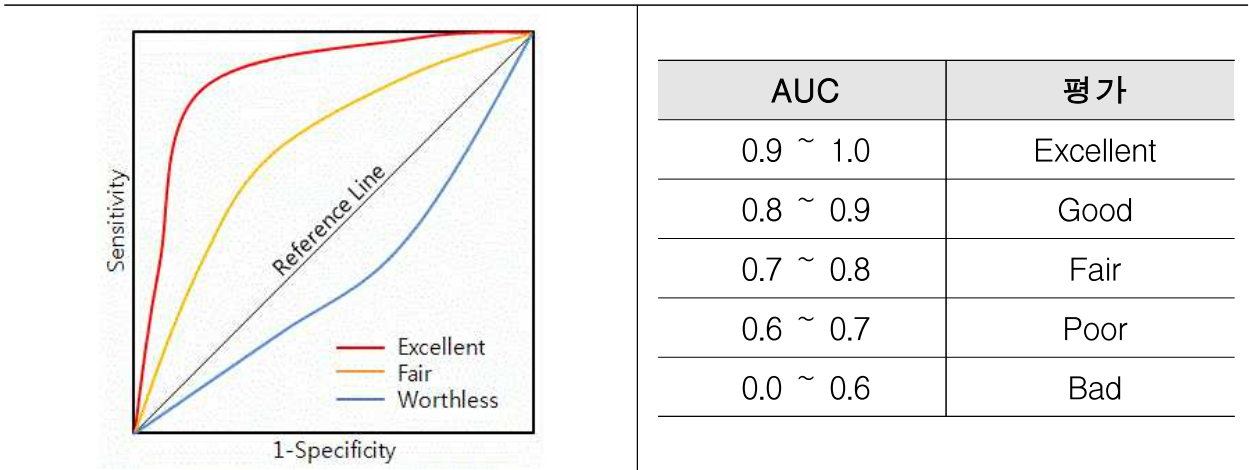


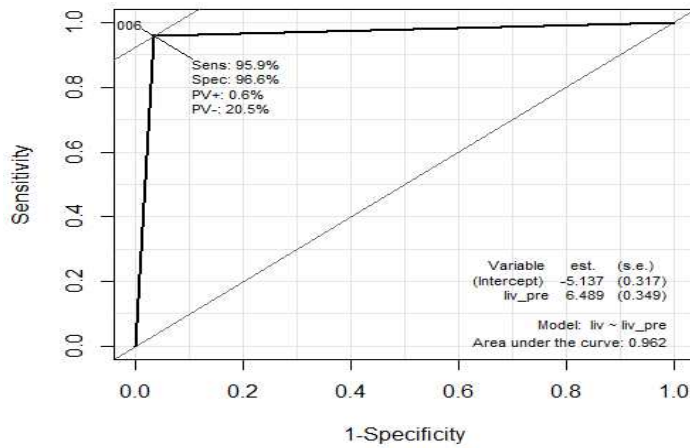
그림 5.6 ROC 곡선 예시 및 AUC 평가 분류

5.3.2 ROC 분석에 의한 가뭄 예·경보 정확도 평가

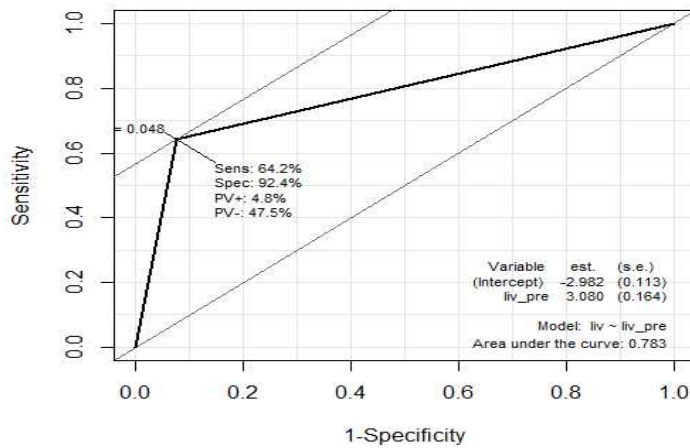
2022년 가뭄 예·경보에서 가뭄이 예보된 지역과 실제 가뭄이 발생된 지역을 비교하여 1~3개월 전망에 대한 ROC 분석을 수행하였다. ROC 분석 수행을 위한 분할표를 작성한 결과는 표 5.2와 같다. 표 5.2의 1-특이도와 민감도 값을 이용하여 ROC 곡선을 도시하면, 그림 5.7과 같다. 표 5.2에서 알 수 있는 것처럼 1~3개월 전망에 대한 AUC 계산 결과, 1개월 전망은 0.962(Excellent), 2개월 전망은 0.783(Fair), 3개월 전망은 0.690(Poor)으로 전망 기간이 길어지면서 정확도가 떨어지는 것으로 평가되었다.

표 5.2 2022년 1~3개월 가뭄 전망에 대한 분할표와 통계값

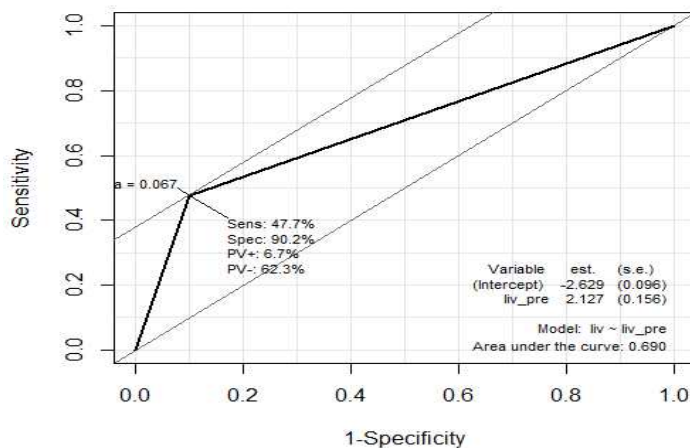
	TP	FN	FP	TN	1-특이도	민감도	AUC
1개월	232	10	60	1702	0.034	0.959	0.962
2개월	149	83	135	1637	0.076	0.642	0.783
3개월	106	116	175	1607	0.098	0.477	0.690



(a) 1개월 전망의 ROC 곡선



(b) 2개월 전망의 ROC 곡선



(c) 3개월 전망의 ROC 곡선

그림 5.7 1~3개월 가뭄 전망의 ROC 곡선

5.4 성과 및 평가

2022년 가뭄 예·경보는 2016년부터 지금까지 수행되어 온 월간 가뭄 예·경보와 2017년부터 시작된 주간 가뭄 예·경보에 더해 2020년부터 구축한 4~6개월까지의 장기 가뭄 전망 체계로 수행되었다.

올해는 가뭄상황이 전국 곳곳에서 지속적으로 발생한 한해였다. 올 초는 보령댐 공급지역의 가뭄단계가 작년보다 지속되었다. 4월부터 운문댐 공급지역의 가뭄 단계 진입을 시작으로, 황성댐·소양강·충주댐, 안동·임하댐·영천댐, 주암·수어댐 등을 수원으로 공급받는 지역에 가뭄 단계가 발령되었다. 그 후 중부지방은 8월 집중호우로 가뭄이 해소 되었고, 보령댐 및 낙동강유역은 태풍의 영향으로 가뭄이 해소되었다. 다만 현재까지도 영·섬유역에 위치한 댐 및 저수지의 수량이 부족하여 가뭄 대응 및 자율수요조정을 하고 있으며, 전남 완도군 도서지역은 제한급수가 지속되고 있다.

다양하고 극심한 가뭄 발생을 통해 가뭄 예·경보 개선사항을 도출하였다. 첫째로 다목적댐-용수댐 판단 기준 보완이다. 현재 다목적-용수댐은 '댐 용수공급 조정기준'을 준용하고 있다. 이에 따르면, 수어댐의 가뭄단계는 주암댐의 가뭄단계에 따라 판단된다. 다만, 수어댐의 유입량은 섬진강의 다압취수장이 대부분을 의존하고 있어, 섬진강 유량이 감소하면 다압취수장의 취수제약이 발생해 수어댐의 저수량이 크게 감소하게 된다. 이렇듯 용수공급조정기준 저수량이 없는 댐들에 대한 검토의 필요성을 파악하였다. 둘째로 지역별 가뭄판단 기준에 대한 필요성이다. 현재 가뭄 예·경보는 수원별 가뭄판단 기준이 있으나, 지역별 가뭄 판단기준은 부재한 상태이다. 구체적으로 대구광역시에는 안동댐·운문댐·가창댐 등 다양한 수원을 활용하고 있다. 그에 따라 대구광역시는 각 수원의 가뭄상황을 종합적으로 고려한 가뭄단계 판단이 필요하다. 2023년에는 가뭄 예·경보의 가뭄판단 기준 개선을 통해 정확하고 객관적인 가뭄 판단을 도모하여 국가 가뭄 예·경보의 신뢰도 제고할 수 있도록 할 필요가 있다.

제6장 기술 고도화



제6장 기술 고도화

6.1 공간정보 빅데이터를 활용한 가뭄 예·경보 분석기술개발

1) 연구배경 및 필요성

현 가뭄분석은 지상관측자료 기반으로 관측정보가 없는 미계측지역의 경우 가뭄모니터링 및 예·경보 수행 시 불확실성과 정확도 확보가 어려운 상황이다. 이를 극복하기 위해 원격탐사기술로 대표할 수 있는 격자기반의 공간정보는 좋은 대안이 될 수 있으며, 최근 기술개발이 꾸준히 이루어져 국내 수자원 위성 발사, AI 기술개발 등과 함께 가뭄분야에서도 활용성이 대두되고 있다.

본 과업에서는 격자단위 형태의 공간정보 빅데이터를 활용할 수 있는 분석방법을 개발하고 이를 기반으로 지상관측자료 기반의 가뭄분석을 보완할 수 있는 분석체계를 구축하고 활용하고자 한다.

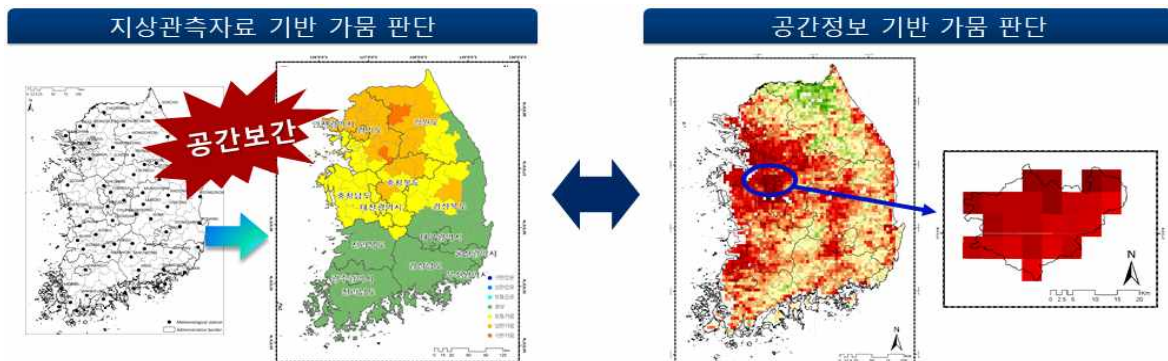


그림 6.1 공간정보 기반 가뭄 분석의 필요성

2) 1차년도 주요연구내용

- 공간정보 자료조사 및 전처리 방법론 도출

가뭄과 관련되어 활용 가능한 공간정보는 가뭄유형에 따라 기상학적, 농업적, 수문학적 가뭄과 환경적 요소로 구분하고 표 6.1에 간략한 특징과 획득 및 활용방안에 대해 정리하였다.

전처리 방법은 활용할 정보를 대상으로 실무활용 및 추후 확장성을 고려하였으며, Tiff 형식, Nearest Neighbor 리샘플링 기법을 적용해 공간해상도 250m를 기준으로 표준화하는 방안을 도출하였다.

표 6.1 가뭄 관련 유형별 공간정보

유형	관련 정보	특징	자료 취득 경로
기상학적 가뭄	강수량	<ul style="list-style-type: none"> 가뭄의 기본 정의 = 장기간 강수부족 기상관측소 지점자료를 활용한 강수량 자료 취득 강우위성영상을 활용한 격자기반 강수량 자료 	<ul style="list-style-type: none"> 기상청 기상관측소 유럽중기예보센터 ERA5 USGS, UCSB
	기상학적 가뭄지수	<ul style="list-style-type: none"> 가뭄을 판단하는 가장 기본적인 지수 국내 기상청, K-water 등 SPI를 활용한 가뭄 관련 정보 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 기상청 수문기상 가뭄정보시스템 K-water 국가가뭄정보포털
농업적 가뭄	토양수분	<ul style="list-style-type: none"> 대부분 2010년 이후 수집한 자료 결측 시기 및 지점이 많아 분석자료로 비효율적 위성영상 기반 토양수분 자료의 높은 불확실성 	<ul style="list-style-type: none"> 농업날씨365 SMAP, ASCAT, SMOS, ...
	식생	<ul style="list-style-type: none"> 위성영상 기반 가뭄지수 중 가장 기본적인 식생지표 식생지수만을 활용한 가뭄 판단은 한계 발생 	<ul style="list-style-type: none"> MODIS NDVI, EVI, LAI, ...
수문학적 가뭄	유량	<ul style="list-style-type: none"> 수문학적 가뭄 상황을 판별하기 위한 검증자료로 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 국가수자원관리종합정보시스템
	지하수	<ul style="list-style-type: none"> 미급수 지역에 대한 가뭄 판단 참고자료로 활용 국가 및 농촌 지하수관리측정망을 활용한 국내 전역 지점자료 활용 지하수위 기반 표준지하수지수(SGI)를 활용한 가뭄 정보 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 국가지하수센터 K-water 국가가뭄정보포털
환경적 요소	토지 피복도 (LC)	<ul style="list-style-type: none"> 지표면의 물리적 현황 및 토지 이용계획, 수자원 등의 환경분야 관련 기초적 자료 지표면 현상을 반영하여 다양한 환경적 요소로 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 환경부 공간정보서비스 USGS Land Cover Institute (LCI)
	생태지역 (ECO)	<ul style="list-style-type: none"> 환경조건의 변동성 고려 생태계 및 환경자원, 지리학적 정보로 구분 	<ul style="list-style-type: none"> The Nature Conservancy
	수치표고 모델 (DEM)	<ul style="list-style-type: none"> 수치지형 및 수심측량과 관련된 자료 	<ul style="list-style-type: none"> USGS Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)
	유효토양 수분량 (AWC)	<ul style="list-style-type: none"> 토양도 및 토심을 활용하여 이용 가능한 토양수분량에 대한 공간분포 	<ul style="list-style-type: none"> 농촌진흥청

SPI

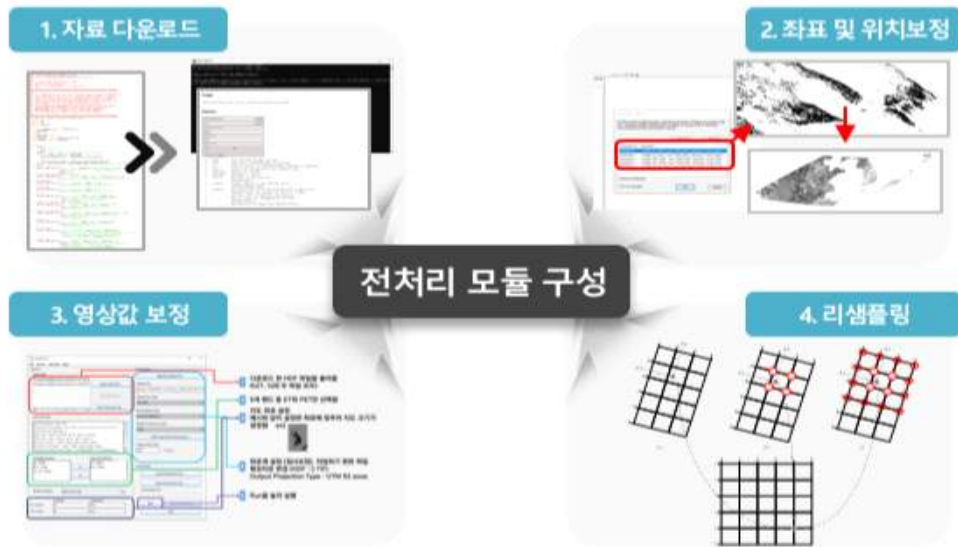
VegDRI

검증자료

- 자료수집 및 전처리 기술(모듈)개발

그림 6.2는 자료수집 및 전처리 기법을 도시한 것이다. 기본적으로 python 코드를 적용해 실무활용이 용이하도록 하였으며, 반복업무를 감안해 ArcGIS 모듈빌드를 활용할 수 있도록 적용하였다.

[전처리 기법]



[전처리 모듈]



그림 6.2 자료수집 및 전처리 모듈 개요

- 공간정보 빅데이터를 활용한 가뭄모니터링 기술개발

전처리 모듈기반으로 수집된 자료를 활용하여 가뭄모니터링을 수행할 수 있는 SPI 지수 산정모듈과 EDI 지수 산정모듈을 개발하고 그림 6.3과 6.4같이 시범적용을 완료하였다.

3) 성과 및 평가

1차년도에는 미계측지역의 가뭄분석을 보완하고 기존 가뭄모니터링 결과를 보완할 수 있도록 위성자료 등 공간정보를 활용할 수 있는 분석환경을 구축하였고 SPI, EDI 모듈을 개발하고 시범적용하여 그 실용성과 활용성을 검증하였다.

2차년도에는 본격적으로 분석환경을 활용하여 미계측 등에 적용할 수 있는 분석기법을 도출하고 모듈화하고 다양한 분야에 활용할 수 있는 방안을 도출할 예정이다.



그림 6.3 SPI지수 산정 모듈 및 시범적용결과

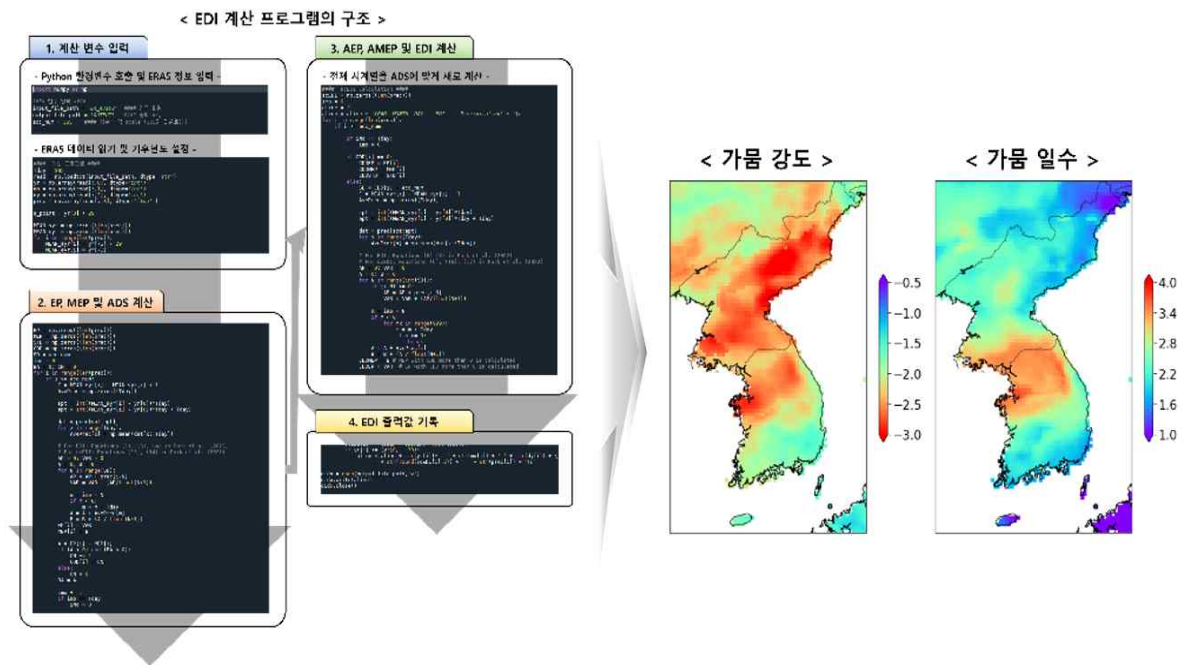


그림 6.4 SPI지수 산정 모듈 및 시범적용결과

6.2 가뭄 시 환경적 영향을 고려하기 위한 분석체계 구축(2차년도)

1) 연구배경 및 필요성

최근 가뭄이 빈번하게 발생함에 따라 물부족, 건천, 수질악화 등으로 인한 멸종, 생물종 변화 등 심각한 환경 피해가 우려되고 있다. 이에 반해, 수자원 관련 정책 및 기술개발은 생활용수, 농업용수, 발전용수 등 사람 중심 사용에 우선되어 환경적인 측면은 상대적으로 등한 시 됨에 따라 가뭄에 의해 발생하는 환경학적 영향을 고려할 수 있는 정책과 기술적 기반이 매우 부족한 실정이다.

또한, 가뭄 시 환경과 관련된 피해는 심각할 것으로 예상되나 아직 그 규모와 범위도 명확히 파악하지 못하고 있기 때문에, 가뭄 시 환경적인 영향을 고려할 수 있는 분석체계를 마련하여 감시, 분석, 전망 등에 활용할 수 있는 관련 기술 검토 및 개발이 시급하다.

본 과업에서는 획득 가능한 정보수준을 고려하여 가뭄 시 환경과 관련된 분야를 수질 분야, 생태계 서식처 분야 및 유역 식생 분야로 구분하고, 각 분야별 가뭄 시 환경적 영향을 고려하기 위한 분석 방법을 도출하고 이를 기반으로 모니터링 및 분석 체계를 구축하는 것을 목적으로 하였다.

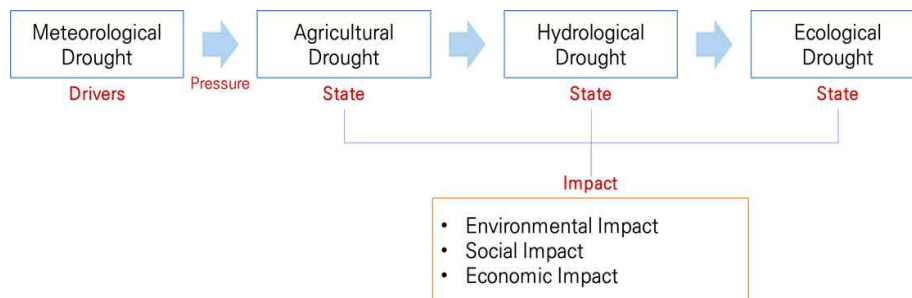


그림 6.5 가뭄의 흐름과 환경, 경제적 영향 개요

2) 2차년도 주요 연구내용

- 수질분야

기상학적 가뭄 시 수질 영향을 고려하기 위해서 1차년도에 검토한 BOD이외에 pH, TN, TP, TOC, NH₃-N를 추가적으로 채택하고 각각 지표에 대해 1차년도에 도출한 EDCI-WQ(Environmental Drought Conditional Index-Water Quality)를 산정하였다. 또한, python 기반으로 모듈화하여 그림 6.00과 같이 최종적으로 실무적으로 활용할 수 있는 모니터링 체계를 구축하였다.

또한, EDCI-WQ를 활용하여 가뭄 시 환경적 영향을 등급화 할 수 있는 단계별 모니터링 기준을 도출하였다. 그림 6.6과 같이 각 수질 인자별 단위유역별 수질 환경가

품이 발생한 month의 개수를 도출하고 수질환경가품이 발생한 월의 EDCl-WQ를 내림차순하여 상위 10%는 '심각', 상위 10% ~ 30%는 '경계', 상위 30% ~ 60%는 '주의', 상위 60% ~ 100%는 '관심'이 되도록 구분하여 각 단계의 EDCl-WQ 기준 값을 도출하였다.



그림 6.6 python 기반의 분석체계(수질)

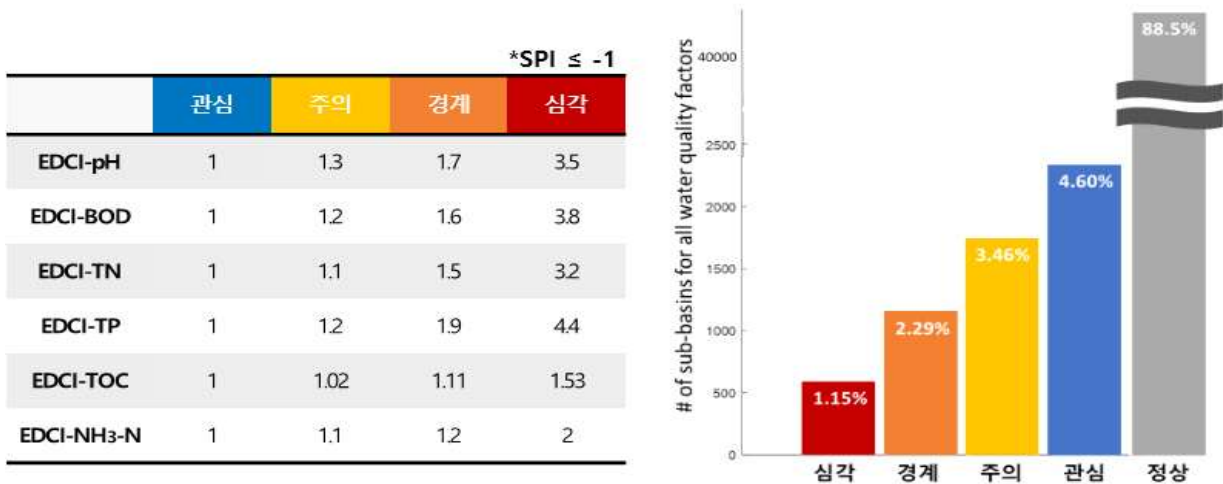


그림 6.7 수질 지표별 환경적 영향 모니터링 기준

– 수생생물 분야

1차년도에 도출한 2D 모델링 기반의 한계유량, 최적유량 평가방법을 실무적으로 진행할 수 있도록 *6가지 간편법에 대해 검토하였으며, 최종적으로 ABF(Aquatic base flow) 방법을 활용한 생태학적 가품모니터링 방안을 제시하였다.

그림 6.8과 같이 기 고시된 하천유지유량 지점(29개)을 대상으로 평가한 결과 하천유지유량과 비교하여 지점별 정상상태 변화가 크지 않은 것으로 나타나 가장 안정적으로 모니터링이 가능한 것으로 나타났다.

* 6가지 간편법 : M2(고시된 하천유지유량 적용), M3(ABF-Q50 for lowest flow month), M4(Tennat method - 0.6*MMS(Mean monthly streamflow)), M5(Smakhtin method - Q50(Streamflow exceed 50% of the period)), M6(Nonparametric Kenel density estimation), M7(M3+M6)

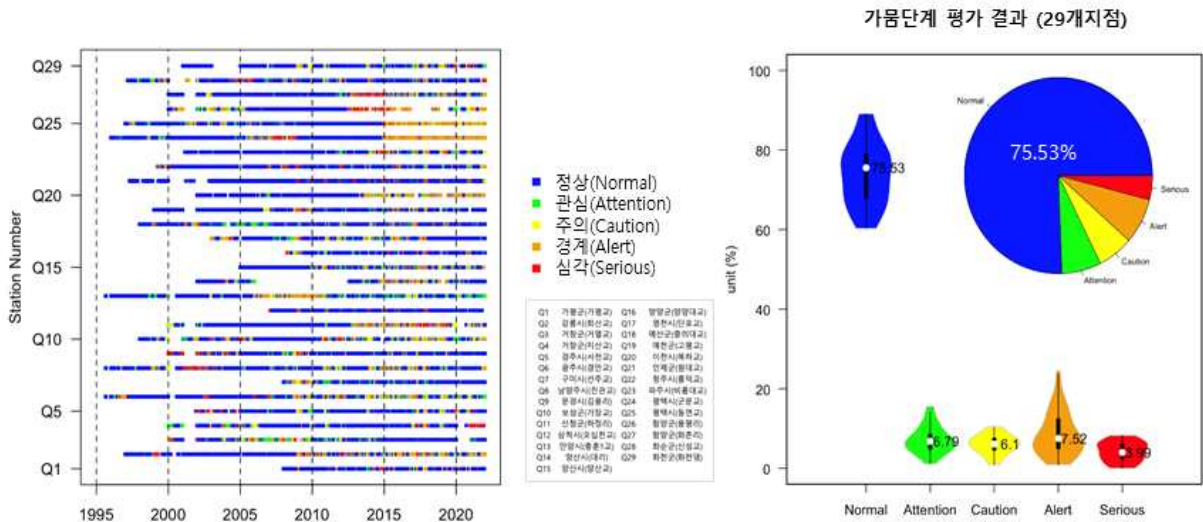


그림 6.8 M3(ABF) 유량 적용을 통한 생태학적 가뭄모니터링 결과

– 유역식생 분야

그림 6.9와 같이 분석을 위한 위성자료 수집 및 전처리 체계를 python 기반으로 구축하고 1차년도에 도출한 EDCI-veg(Ecological Drought Condition of Vegetation)의 4단계 모니터링 기준을 도출하였다. 수질과 같이 모든 EDCI-veg 값을 내림차순 하고 상위 10%는 '심각', 상위 10%~30%는 '경계', 상위 30%~60%는 '주의', 상위 60%~100%는 '경계'가 되도록 구분하였다. 2001년부터 2021까지의 실제 가뭄상황과 비교한 결과 식생의 스트레스를 잘 반영하는 것으로 나타났다.

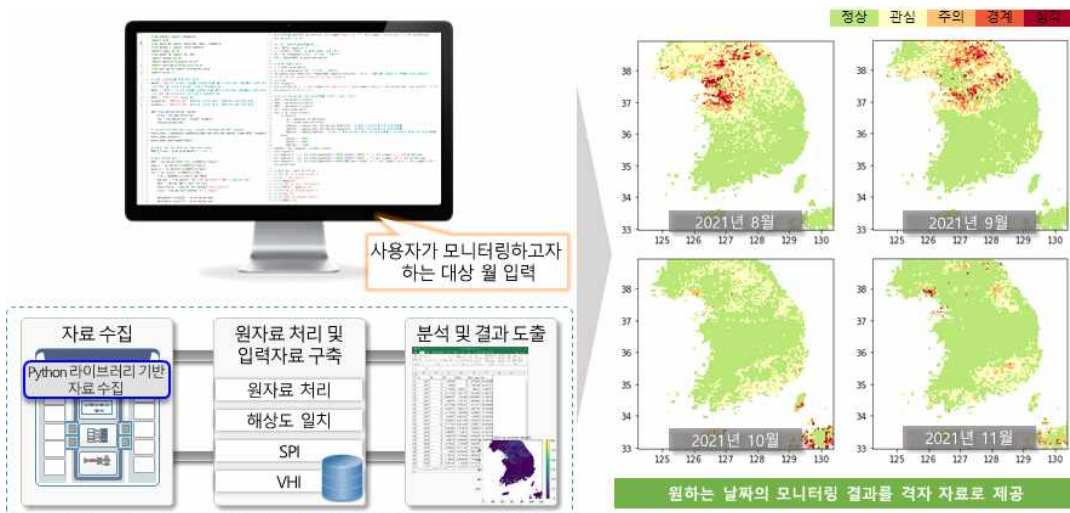


그림 6.9 python 기반의 유역식생 모니터링 모듈

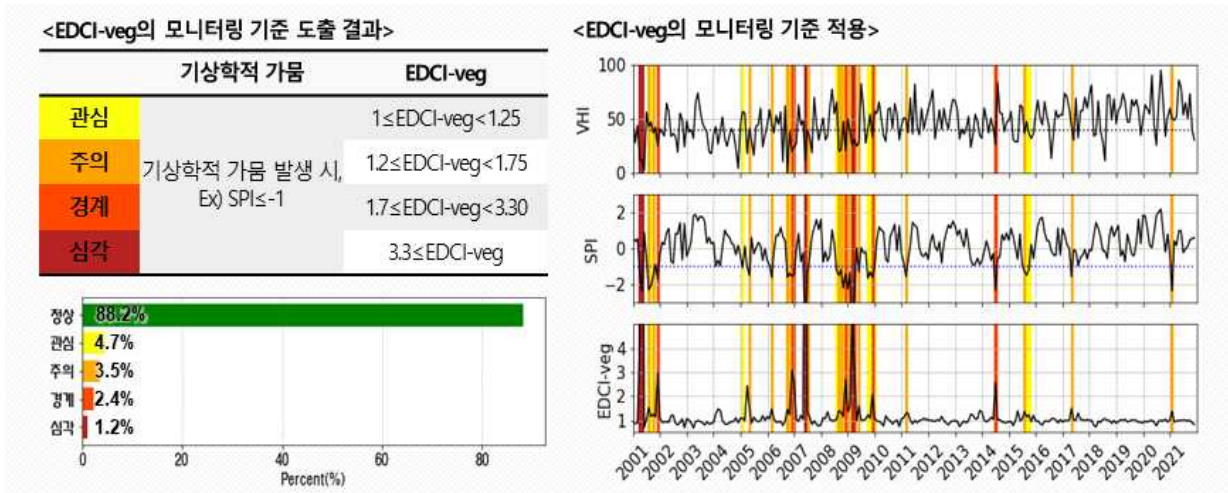


그림 6.10 EDCI-veg 모니터링 기준 및 시범적용결과(감천유역)

3) 성과 및 평가

2차년도에는 1차년도에 진행한 가뭄 시 환경적 영향을 고려할 수 있는 기본적인 인자와 분석프로세스 및 방법을 적용하여 실무에 적용할 수 있는 python 기반의 분석체계를 구축하고 모니터링 기준을 마련하여 가뭄 시 환경적 영향을 등급화하였다.

국내 아직 적용되지 않고 있는 '가뭄 시 환경적 영향'을 분석할 수 있는 기반이 마련되었으며 이를 활용하여 3차년도 이후에는 '환경가뭄'을 정의하고 단계별 대응 방안을 마련할 수 있도록 연구를 진행할 예정이다.

6.3 지하수 이용지역 가뭄 전망모형 고도화 및 평가

1) 배경 및 목적

국가가뭄정보분석센터에서는 전국의 지하수 이용지역을 대상으로 지하수 가뭄 현황 및 전망 분석자료를 가뭄 예·경보와 국가가뭄정보포털을 통해 제공하고 있다. 지하수 가뭄 분석은 강수량과 지하수위의 거동이 양의 상관관계를 가지는 점에 착안하여 (Van Loon, 2015), 인공신경망(ANN; Artificial Neural Network)을 통해 강수 - 지하수위 상관관계를 학습 및 가뭄 전망모형을 구축하여 활용중이다. 분석자료인 강수관측소와 국가지하수관측망 자료는 관측소별 위치와 개소수가 달라 직접적으로 관계학습이 불가하므로 가뭄 예·경보 발령 단위인 시·군으로 분석단위를 통일하였다. 분석단위의 통일은 Thiessen망을 구축하여 시군별로 각 관측소의 면적기여비율을 산정하는 방법을 사용하였다.

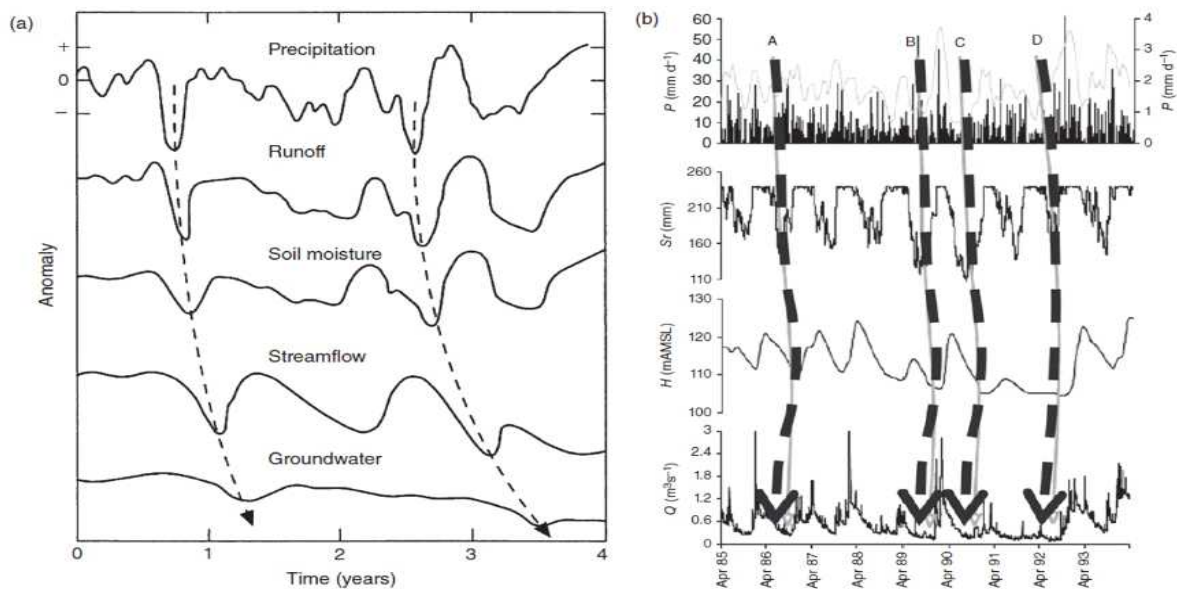


그림 6.11 다양한 수문인자들에 대한 강수 과부족의 전파(Van Loon, 2015)

분석 초기단계에서는 표준지하수지수(SGI; Standard Groundwater Index)와 1~12개월 지속기간별 표준강수지수(SPI; Standard Precipitation Index)간의 상관관계를 활용하였으나, 이 경우 SGI와 지하수위 간의 역전현상이 발생할 수 있는 문제가 있다. 예를 들어 여름의 경우 겨울에 비해 지하수위가 더 높아 절대적인 취수가능량이 더 많음에도 불구하고, SGI값은 겨울보다 더 낮은 현상이 발생할 수 있는 것이다. 따라서 기존의 SGI를 활용한 방법은 지하수위 절대값이 낮을수록 안정적 취수가 어려울 수 있다는 개념을 적용하여 보완할 필요성이 있다.

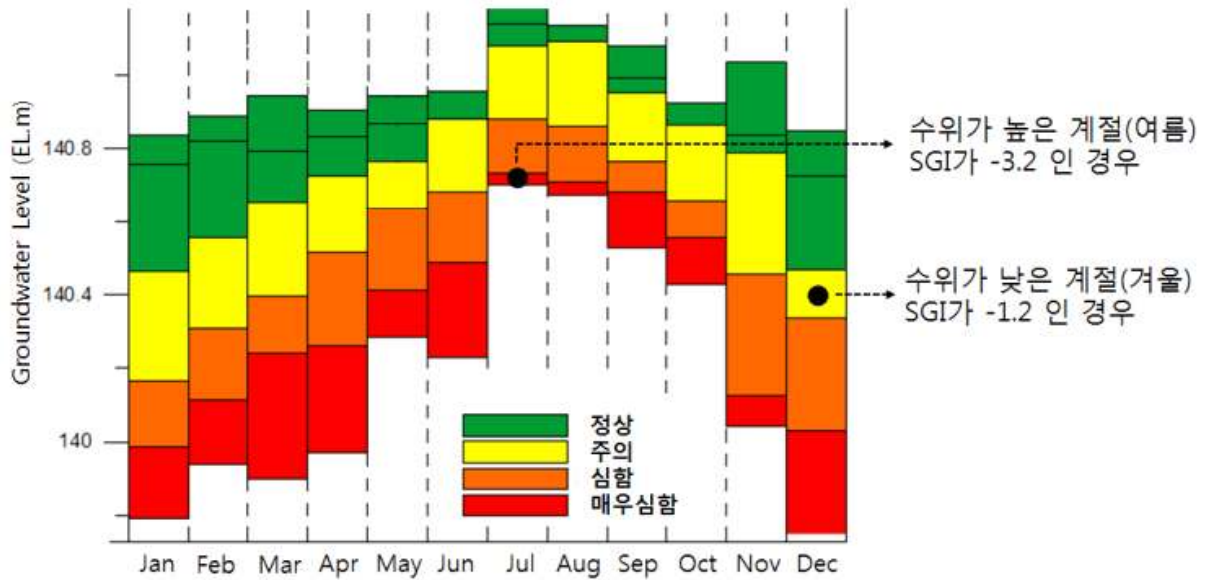


그림 6.12 계절에 따른 SGI와 실제 취수상황의 차이

과거 전체 지하수위 분포 대비 현재 수위의 높고 낮은 정도인 퍼센타일을 활용한 분석기법은 SGI - 지하수위간의 역전현상과 같은 문제점을 개선할 수 있다. 분석 결과는 SGI가 아닌 퍼센타일이 최종값으로 산출되며, 퍼센타일값을 단계별로 구분하여 예·경보를 발령한다. 이러한 방식은 현재 기존의 SGI와 SPI의 상관관계 분석을 통한 ANN기법 적용이 어려워진다는 문제점이 발생한다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 고안된 방식은 1~3개월 SGI 전망값을 산출하고 이를 통해 지하수위값을 역산출하는 방식이다. 이렇게 역으로 산출된 지하수위를 다시 전기간 수위 모집단에 대입하여 퍼센타일 값을 추출하게 되면 일관성 있는 퍼센타일 형태의 전망결과를 산출할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 인공지능망 모형을 고도화 및 다중선형회귀분석 모형과 비교하여 지하수 가뭄 현황 및 전망 분석기법의 신뢰도를 개선 및 평가하고자 한다.

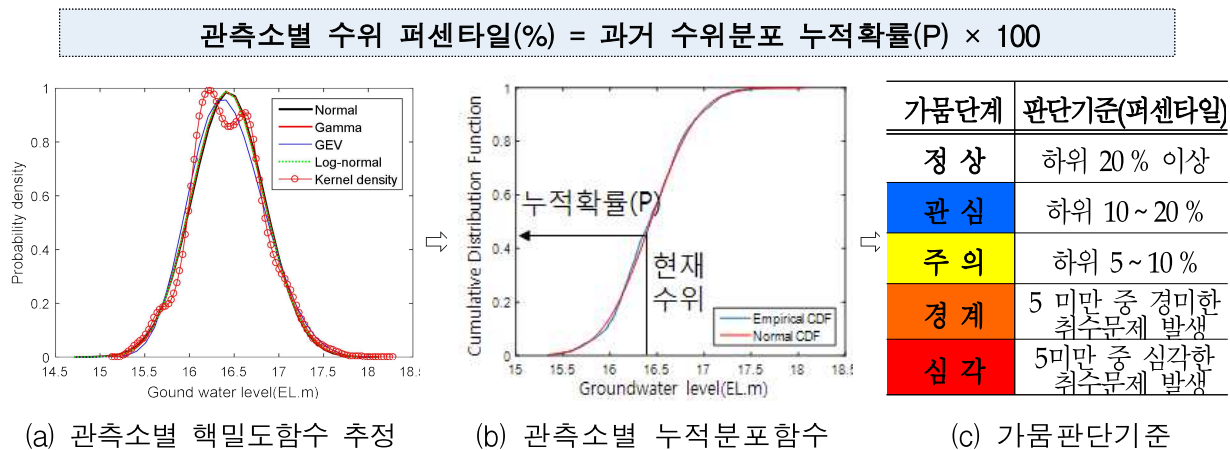
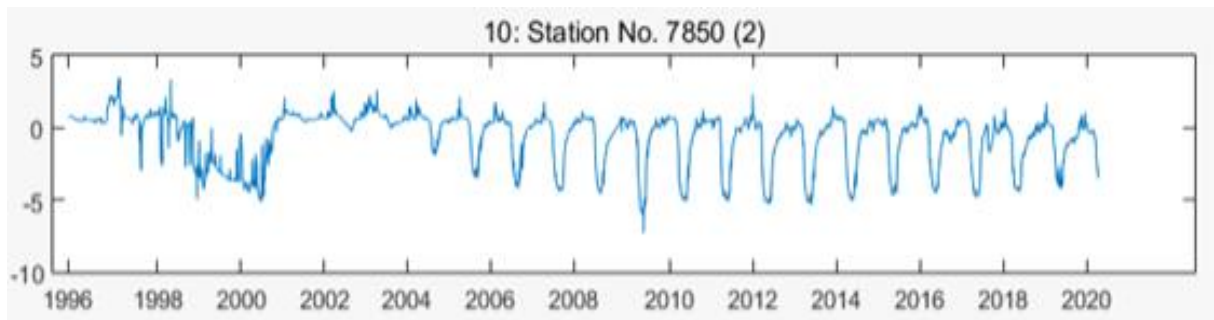


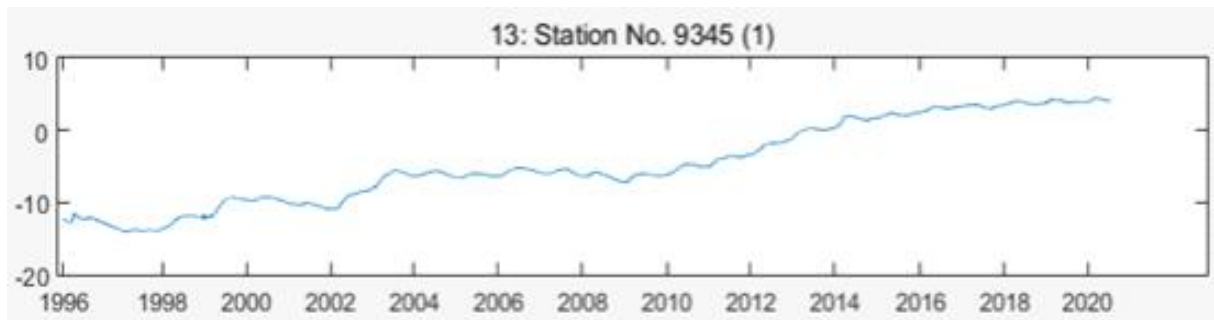
그림 6.13 퍼센타일을 이용한 가뭄 분석방법

2) 가뭄 전망모형 고도화

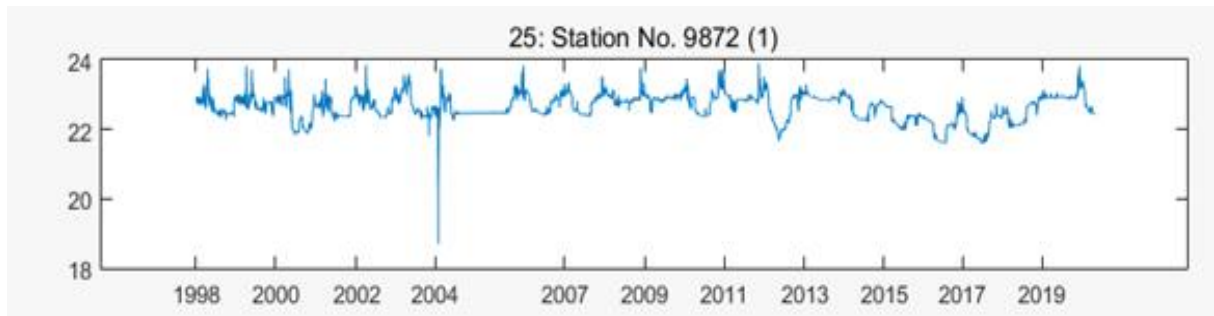
지하수 가뭄 전망은 매년 발간되는 「지하수측정연보」의 국가지하수관측망 관측 자료를 인공지능망 모형의 기초자료로 반영하여 분석 결과를 제공하고 있다. 모형 학습 기초자료는 관측소 중 10년 이상 관측자료가 확보된 지점을 대상으로 자료의 경향성을 검토 및 선별하여 활용한다. 관측자료가 관측지점 이전 등의 사유로 지하수위 변동특성이 달라지는 경우, 지속적인 수위하강 등으로 인해 계절적 변동특성을 가지지 않는 경우 등은 학습 기초자료에서 제외하며, 일부 시점에서 오측이 발생하는 경우 해당값만을 제외하고 기초자료에 반영한다.



(a) 지하수위 변동특성이 달라지는 경우



(b) 계절적 특성에 의한 변동이 아닌 경우



(c) 일부 시점에서 오측이 발생하는 경우

그림 6.14 인공지능망 모형 학습자료 이상치 검토

본 연구에서는 2020년 말을 기준으로 조사된 「2021 지하수측정연보」를 반영하여 인공신경망 모형을 개선하였다. 2020년 말 기준 국가지하수관측소는 총 661개소로 전년대비 10개소가 증가하였으며, 자동관측소는 521개소로 전년대비 101개소가 증가하였다. 이 중 10년 이상 같은 지점에서 연속적으로 관측자료가 수집된 지점을 선별하였으며, 관측자료의 경향성 및 오측값을 검토후 분석 기초자료로 활용하였다.

관측자료 검토 결과 인공신경망의 입력자료로 활용가능한 관측소는 2021년 248개소 대비 9개소가 증가한 257개소이다. 모형 기초자료에 추가대상이 되는 관측소 18개소 중 7개소는 시설개선 또는 관측장비 미설치 등의 사유로 제외하였으며, 기존에 분석 기초자료로 활용하던 관측소 248개소 중 2개소는 2021년도에 관측지점 이전 등으로 인해 기초자료에서 제외하였다. 이외에 10년 이상 관측값이 확보된 지점 중 누락되어 현재 기초자료에 반영되지 않은 지점도 기초자료에 포함하였다.

표 6.2 국가지하수관측소 기초자료 활용여부 검토

구분	관측소명	관측소번호	설치년도	특이사항	활용여부	비 고
추가 대상	당진석문	514304	2010	-	O	2010년 설치지점
	보은회인	514302	2010	-	O	
	서산해미	514305	2010	-	O	
	영암영암	514307	2010	-	O	
	음성원남	514303	2010	-	O	
	임실오수	514311	2010	-	O	
	청주현도	514301	2010	-	O	
	함평월야	514309	2010	-	O	
	담양월계	771438	2010	시설개선('21)	X	
	담양천변	771440	2010	시설개선('21)	X	
	장성분향	769822	2010	시설개선('20)	X	
	진천연곡	737699	2010	시설개선('19)	X	
	청주행정	737711	2010	시설개선('19)	X	
	광주운림	771428	2010	장비 미설치	X	
	담양연천	771436	2010	장비 미설치	X	
10년 이상 자료확보지점 中 기초자료 누락지점	괴산괴산	65011	1998	구조변경('04)	O	
	양구방산	65023	1998	구조변경('03)	O	
	홍천화촌	422117	2003	이전설치('09)	O	
제외 대상	군산서수	11772	1996	구조변경('21)	X	기초자료에서 제외
	구미원평	11796	1996	이전설치('21)	X	

인공신경망 모형을 갱신자료 기반으로 재학습하기 위해 2021년 248개소에서 2022년 257개소로 변동된 분석대상 관측소를 기준으로 Thiessen망을 재구성하였다. 이후 Thiessen망을 통해 도출된 관측소별 면적기여비율을 각 시군별로 산정하여 기초자료를 구성하였다.

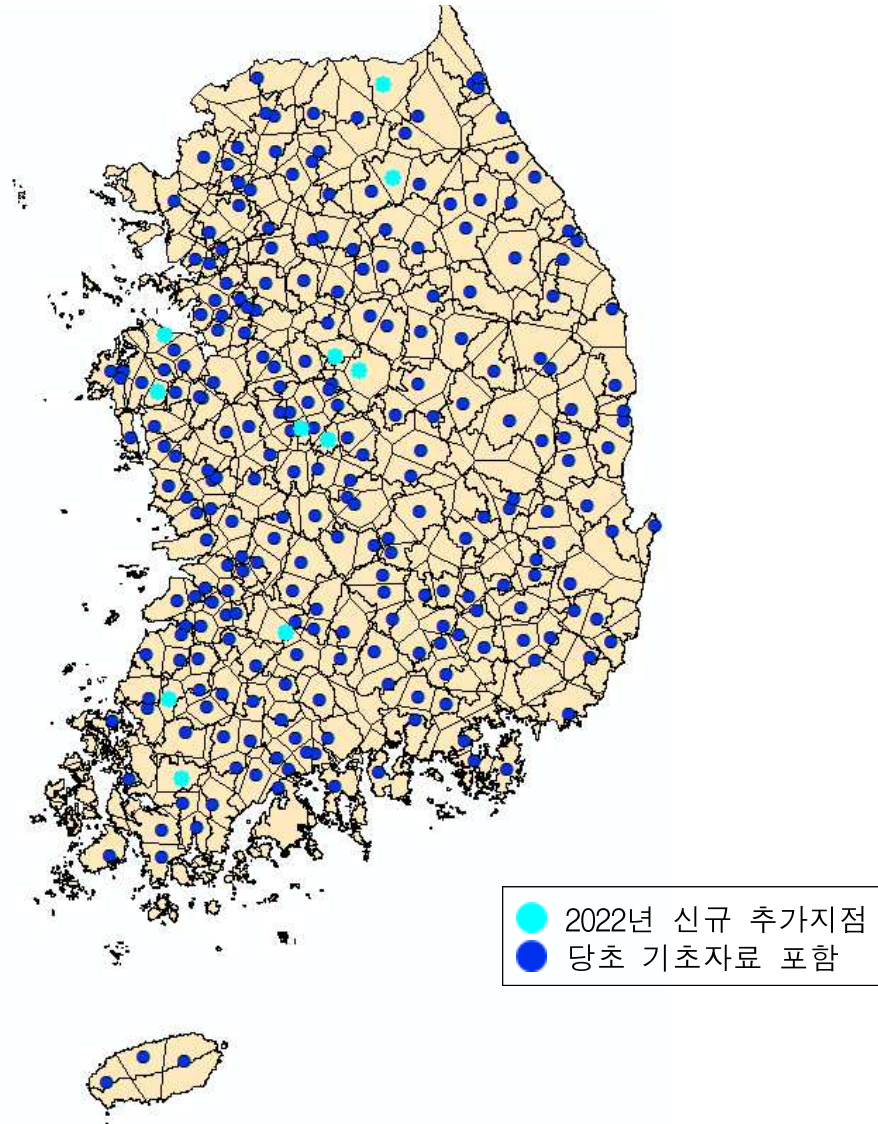
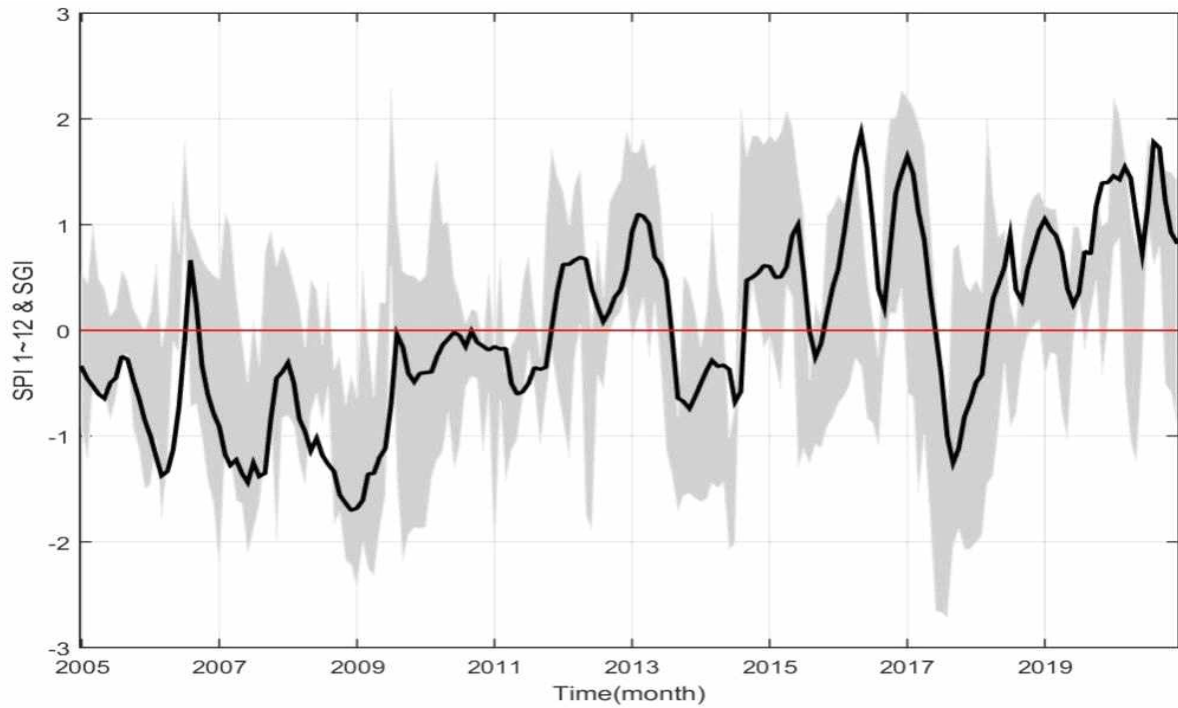
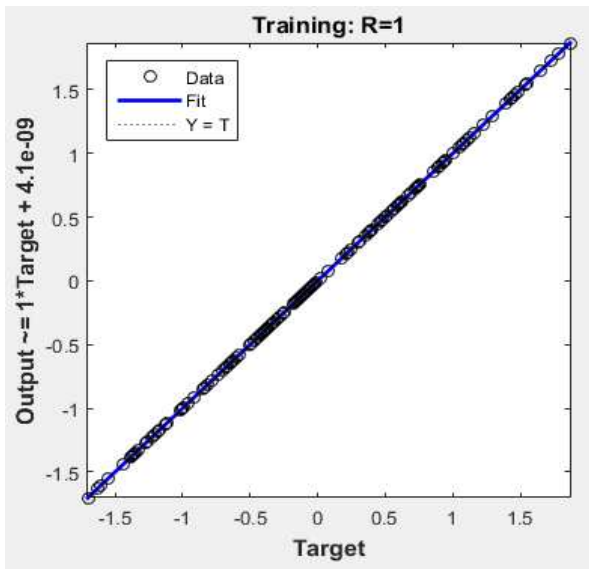


그림 6.15 국가지하수관측소 Thiessen Network

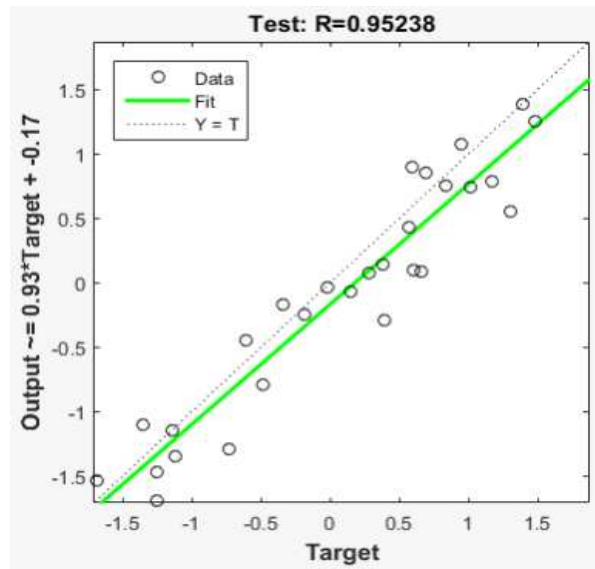
이후 각각의 시군별로 인공신경망 모형을 학습하였으며, 관계학습 결과와 모형검증 결과가 모두 상관계수 0.7 이상인 경우에만 모형을 채택하였다. 학습결과 모형 상관계수는 60개 시군에서 0.9 이상 1 이하, 80개 시군에서 0.8 이상 0.9 미만, 27개 시군에서 0.7 이상 0.8 이하의 결과가 도출되었다.



(a) SPI 1~12 범위와 SGI 거동 비교



(b) 관계학습 결과 (R = 1)

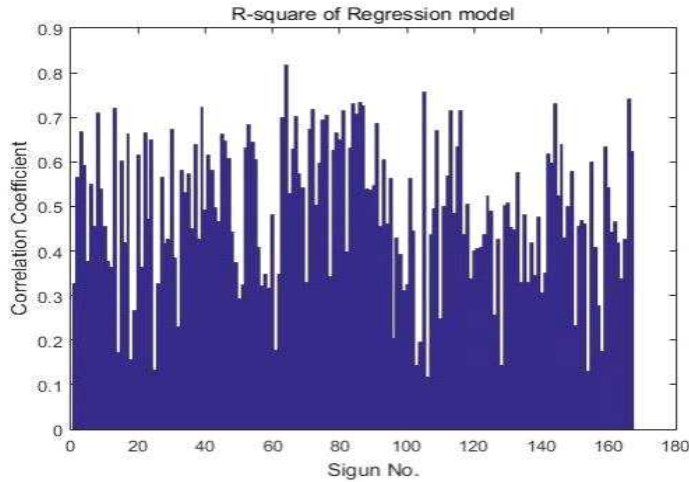


(c) 모형검증 결과 (R = 0.95)

그림 6.16 인공신경망을 통한 SPI 1~12와 SGI 관계학습 및 검증

3) 전망모형 평가

지하수 가뭄 전망에 활용중인 인공신경망 모형을 다중선형회귀분석 모형과 비교하여 전망기법을 평가하였으며, 자료 처리의 편의성을 위하여 SGI 전망값으로 결과를 비교하였다. 회귀분석 모형은 ANN모형 학습 기초자료와 관측소 및 자료기간을 동일하여 167개 시군별로 모형을 생성하였다. 시군별로 생성된 다중선형회귀분석 모형과 기초 자료의 상관계수를 도시한 결과는 그림 6.17과 같다.

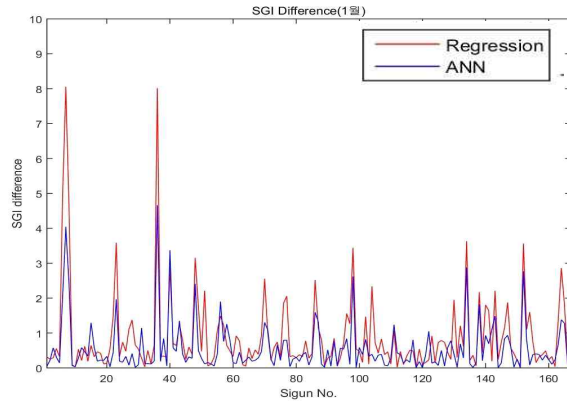
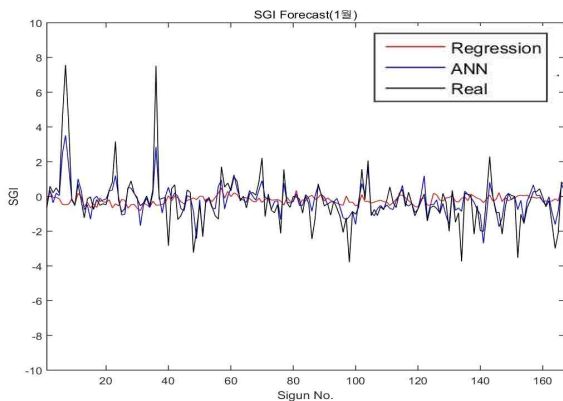


<상관계수(R) 분포>

상관계수	시·군수
0.0 이상 ~ 0.2 미만	0
0.2 이상 ~ 0.4 미만	6
0.4 이상 ~ 0.6 미만	30
0.6 이상 ~ 0.8 미만	98
0.8 이상 ~ 1.0 이하	0

그림 6.17 시군별 다중회귀분석 모형의 상관계수 분포

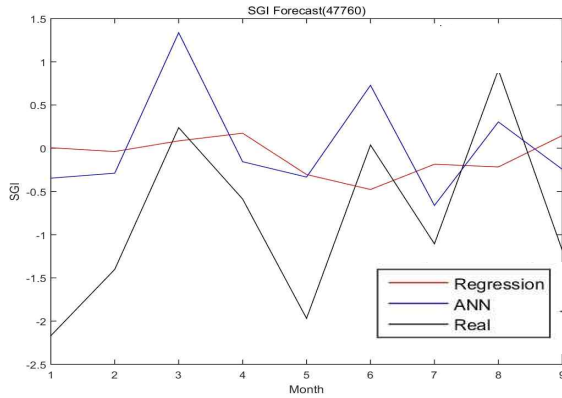
이후 기상청 강수전망 자료를 이용해 각 시군의 월별 SPI 1~12를 산출하고 다중 선형회귀분석 모형에 대입하여 SGI 1개월 전망값을 도출하였다. 회귀분석모형에서 도출된 결과를 실제 SGI, 인공신경망 모형 전망값과 비교하였으며, 167개 시군별로 비교한 결과는 그림 6.18, 경상북도 영양군을 예시로 단일 시·군의 월별 전망값을 비교한 결과는 그림 6.19와 같다.



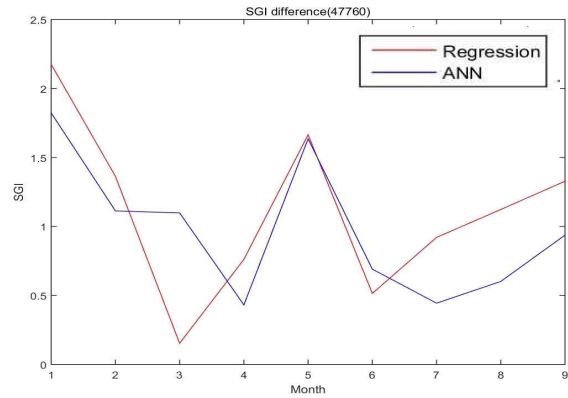
(a) 시군별 전망값 및 실제 SGI 비교 (1월)

(b) 시군별 SGI 오차 (1월)

그림 6.18 시군별 각 모형과 실제 SGI 비교



(a) 월별 전망값 및 실제 SGI 비교



(b) 월별 SGI 오차

그림 6.19 월별 다중선형회귀분석 모형의 상관계수 분포(영양군 예시)

분석결과 다중선형회귀분석은 인공신경망 모형에 비해 오차가 크고 SGI 전망값의 변동폭이 크지 않은 경향을 보인다. 단순 회귀분석 모형의 경우 인공신경망 모형과 다르게 외부인자인 전월 SGI를 고려하지 않아 모형의 유연성이 부족하다는 점이 원인이 될 수 있다. 실제 SGI 대비 각 모형별 전망값의 상관계수는 표 6.4와 같으며, 강수량이 많아지는 6~9월에 결정계수가 낮아지는 경향을 보이기는 하나, 전반적으로 인공신경망 모형이 다중선형회귀분석 모형에 비해 상관계수가 더 높은 것을 확인할 수 있다.

표 6.3 실제 SGI 대비 모형별 전망값의 상관계수(R)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월
회귀분석	0.0574	0.1606	0.0678	0.0663	0.0316	0.1342	0.3367	0.1825	0.2814
ANN	0.8033	0.7940	0.7338	0.5753	0.5793	0.3531	0.4053	0.3010	0.5431

분석결과와 같이 다중선형회귀분석 모형의 전망값은 실제 SGI와의 오차, 상관계수 등을 고려시 가뭄 전망분석에 다소 부적합한 것으로 확인된다. 따라서 기존 인공신경망 모형을 가뭄 전망에 활용하되, 학습자료 추가 확보 등의 방안을 통해 전망기법의 지속적인 보완이 필요할 것으로 사료된다.

제7장 가뭄정보 분석시스템



제7장 가뭄정보 분석시스템

7.1 가뭄정보 분석시스템 운영관리 및 고도화

7.1.1 가뭄정보 분석시스템 운영관리 현황

1) 추진 내용

가뭄정보 분석시스템은 가뭄정보 서비스 운영 및 고도화를 통하여 정보의 활용성과 접근성을 제고하고, 궁극적으로 지역과 국민 모두가 안심하는 가뭄관리 패러다임을 실현하고자 한다.

2022년의 주요 추진 성과는 첫째, 국가가뭄정보포털 고도화를 통한 국민 체감형 가뭄 콘텐츠 구축, 가뭄 교육 지원체계 구현 및 정부 웹사이트 품질기준 충족을 통한 웹접근성 인증을 취득하였다. 둘째, 주기적인 데이터 품질진단, 분석, 개선 활동을 통한 가뭄정보의 신뢰성 제고 및 고품질 가뭄 데이터를 유지하였다. 셋째, 가뭄정보 분석시스템의 중단없는 서비스 제공을 위해 성능 개선, 장애 처리, 보안강화 등 지속적 운영환경 개선을 실시하였다.

이를 통해 사용자에게 한발 다가서는 수준의 체감형 가뭄정보를 제공하게 되었고, 누구나 평등하게 이용가능하도록 정보서비스 접근성을 향상을 실현하였다.

표 7.1 2022년 주요 추진 내용

항 목	추진 계획	비 고
국가가뭄정보포털 고도화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국민 체감형 가뭄콘텐츠 구축 ○ 가뭄 교육 지원체계 구현 ○ 전자정부 웹사이트 품질관리 지침 준수 	
데이터 품질 진단 및 개선	<ul style="list-style-type: none"> ○ 품질관리 활동을 통한 가뭄정보의 신뢰성 제고 및 고품질 가뭄 데이터 유지 ○ 데이터 품질 1등급 달성(오류율 0.001%) 	
안정적인 가뭄정보분석 시스템 운영관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가뭄정보 관리 업무 프로세스 개선을 통한 업무 효율성 증대 ○ 웹 취약점 점검 및 보완 조치를 통한 국가가뭄정보포털의 보안성 강화 	

2) 국가가뭉정보포털 운영현황

국가가뭉정보포털의 접속 통계 현황은 국가가뭉정보포털 관리자 페이지에 시스템별 접속 통계 메뉴를 구현하여 기간별/메뉴별 접속통계 현황 정보를 활용하고 추가적으로 구글 애널리틱스 로그분석을 활용하여 콘텐츠 보완·개선 등 가뭉 콘텐츠 품질 강화 기반을 마련하였다.

국가가뭉정보포털의 '22년 1월부터 12월까지 접속 총괄 결과이다. 총 603,639명이 접속하였고, 일평균 15,811명이 접속한 결과이다. 접속건수를 K-water 외부와 내부로 구분하면, 외부 596,071(98.7%), 내부 7,568(1.3%)가 국가가뭉정보포털을 이용하였다.

표 7.2 국가가뭉정보포털 접속 현황

(세션 기준, 기간: '22.01.01.~12.31)

총 계	내 부	외 부
603,639	7,568	596,071

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

월별 국가가뭉정보포털 접속통계 현황을 아래 표와 그림에 도식화하였다.

표 7.3 국가가뭉정보포털 월별 접속 현황

(세션 기준, 기간: '22.01.01.~12.31.)

구 분	방문자수	사용자 그룹		접근 기기	
	총계	내부	외부	PC	모바일
'22년 1월	31,170	438	30,732	30,104	1,066
2월	28,556	598	27,958	27,862	694
3월	29,614	727	28,887	28,998	616
4월	57,802	608	57,194	54,002	3,800
5월	49,216	660	48,556	46,538	2,678
6월	58,178	702	57,476	51,455	6,723
7월	48,631	654	47,977	44,833	3,798
8월	53,480	829	52,651	48,878	4,602
9월	58,983	687	58,296	55,009	3,974
10월	62,953	422	62,531	60,809	2,144
11월	56,879	680	56,199	53,438	3,441
12월	68,177	563	67,614	58,353	9,824
합계	603,639	7,568	596,071	560,279	43,360

'21년과 '22년의 월별 접속자를 비교하면, '21년에 비해 '22년에 더 많은 사용자가 국가가뭄정보포털에 접속하였다. '22년 4월부터 전국적으로 가뭄지역이 많아지면서 접속자 수가 크게 증가하였고, 매월 접속자수가 꾸준히 증가하는 경향을 보인다.



그림 7.1 연도별 접속자 수 비교

메뉴별 국가가뭄정보포털 접속 현황을 분석하면 메인페이지를 제외하고, ① 가뭄뉴스, ② 공지사항, ③ 현황 및 전망 순으로 메뉴를 이용하였다. 전국 가뭄 언론 상황을 알 수 있는 가뭄뉴스가 가장 높은 접속을 기록하였고, 국가가뭄정보분석센터의 알림소식을 접할수 있는 공지사항이 두 번째로 많이 접속하였다고, 그리고 현재의 가뭄상황 및 향후 전망정보를 확인할 수 있는 현황 및 전망 메뉴가 세 번째로 많이 접속을 기록하였다.

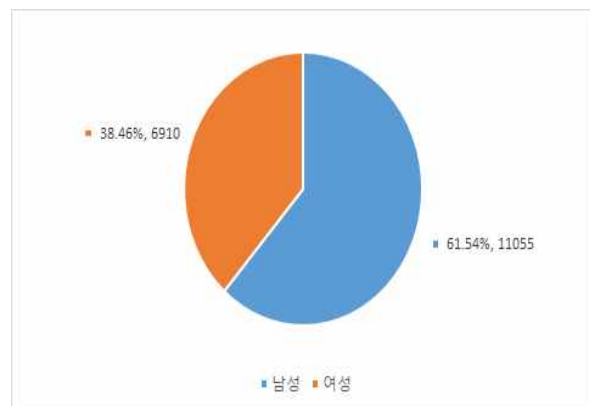
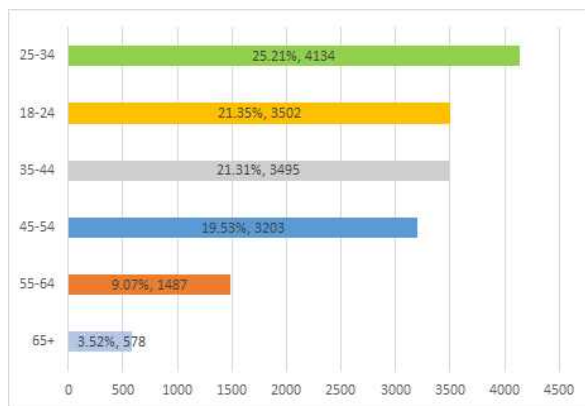
표 7.4 메뉴별 접속 현황

순 위	메 뉴	접속 수
1	메인화면	358,564
2	가뭄정보 분석 > 가뭄뉴스	105,770
3	센터소개&참여 > 공지사항	26,436
4	가뭄정보 분석 > 현황 및 전망	22,170
5	쉽게보는 가뭄 > 가뭄이란	16,898
6	가뭄정보 분석 > 빅데이터 가뭄분석	12,275
7	가뭄기초 정보 > 가뭄피해정보	11,434
8	가뭄정보 분석 > 가뭄지수	9,909
9	가뭄기초 정보 > 수원현황	9,578
10	센터소개&참여 > 참여마당	8,173

구글에서 무료로 제공하는 웹 로그 분석 도구인 구글 애널리틱스를 통해 방문자의 데이터를 수집해서 다양한 정보를 분석할 수 있다. 방문자들의 정보(연령, 성별, 거주 국가) 그리고 국가가름정보포털에 유입되는 디바이스와 경로를 수집할 수 있다. 사용자정보를 연령과 성별로 구분하여 분석한 결과 25~34세의 연령대이고 남성인 경우가 약 16.13%로 가장 높은 접속률을 보였고, 남자와 여자의 성비는 대략 6:4의 비율로 남자가 많이 접속하였다.

표 7.5 사용자 정보(성별, 연령) 접속 현황

순 위	성 별	연 령	접 속 수	비 율
1	남성	25-34	2,669	16.13%
2	남성	35-44	2,334	14.10%
3	여성	45-54	2,251	13.60%
4	남성	18-24	1,848	11.17%
5	남성	18-24	1,689	10.21%
6	남성	25-34	1,531	9.25%
7	여성	35-44	1,187	7.17%
8	여성	55-64	1,061	6.41%
9	여성	45-54	972	5.87%
10	여성	55-64	428	2.59%
11	남성	65이상	343	2.07%
12	여성	65이상	235	1.42%



<연령별비율>

<성별 비율>

그림 7.2 사용자 분석 정보 (연령, 성별)

아래는 국가가물정보포털에 접근한 경로를 분석한 결과이다. 국가가물정보포털은 다른 사이트의 링크를 통해 접속하거나 포털 검색 사이트에서 검색 후 접속하는 경로보다 주소를 직접 입력하는 접속하는 비율이 48%로 가장 높게 나타나고 있다. 국가가물정보포털은 '19년 5월 기준 or.kr에서 국가 행정도메인인 go.kr로 URL이 변경되었으며 “drought.go.kr” 도메인을 사용하면서 국가 공인 포털로 자리매김하고 있다. 그리고 사용자가 국가가물정보포털에 접속할 때 검색하는 키워드는 “가물 피해 사례, 가물지수” 위주의 검색어들로 결과가 나왔으며 이는 국민들의 가물 피해에 대한 관심이 반영된 결과를 확인할 수 있다.

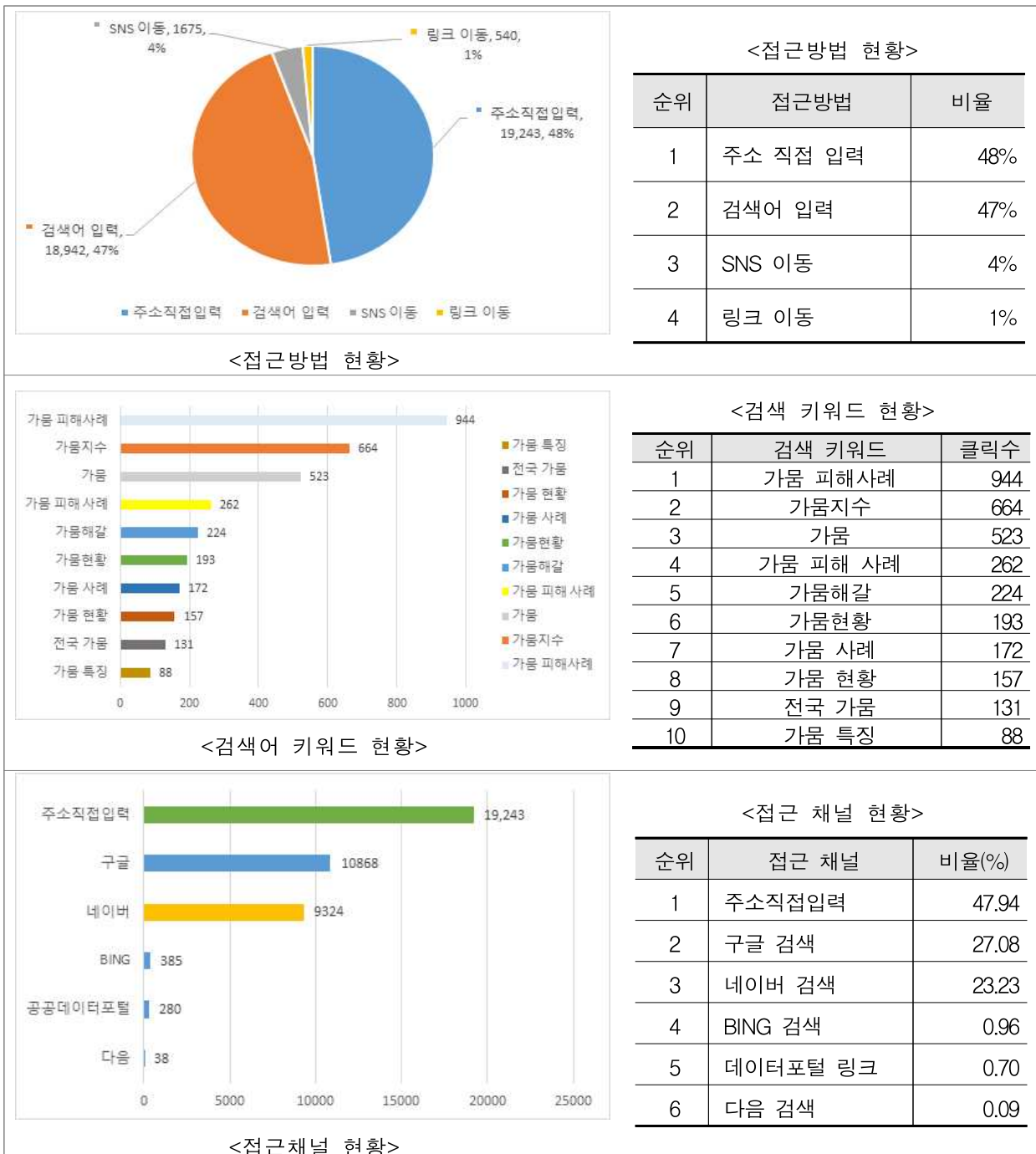


그림 7.3 국가가물정보포털 접근매체 분석정보

7.1.2 국가가물정보포털 고도화

1) 추진 배경 및 목표

사용자가 체감할 수 있는 수준의 가물정보 제공 요구에 따라 다년간의 연구 활동을 통해 완성된 국민 체감형 가물 정보를 시스템을 통한 서비스가 요구되었다. 이에 따라 시스템 내 체감형 가물 메시지를 전달할 수 있는 채널을 구현하고 더불어 가물교육의 신청/관리를 효율적으로 추진할 수 있는 서비스체계를 구축하였다. 또한 「전자정부 웹사이트 품질관리 지침」에 따라 국민 누구나 정보를 이용가능하도록 기준에 맞추어 서비스 개선을 추진하였다.

표 7.6 고도화 주요 추진 내용

구 분	주 요 추 진 내 용
체감형 가물 콘텐츠 구현	<ul style="list-style-type: none"> □ 우리동네 가물정보 제공시 체감형 가물정보 제공 □ 가물현황 정보 제공시 가물단계별 체감형 가물정보 제공 □ 가물단계별 국민행동요령 인포그래픽으로 구현
가물 교육 지원체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> □ 가물 교육 필요성 및 안내 등 소개콘텐츠 □ 가물교육 신청/승인 등 교육관리체계 신규 구축
전자정부 품질관리 준수	□ 전자정부 웹사이트 품질관리 지침에 따라 서비스 및 정보의 접근성, 접속성, 편의성 등 확보

1) 체감형 가물정보서비스 구현

국가가물정보포털에서 안내하는 가물 정보는 단순 수치화되어 있어 실제의 심각함을 일반시민이 느끼기에 한계가 있었다. 이 문제를 해결하기 위하여 국가가물정보분석센터에서는 연구용역을 수행하여 일반시민이 체감 가능한 메시지를 받을 수 있도록 개선하고자 노력하였다. 우선 가물 단계별 국민행동요령을 단순 이미지에서 인포그래픽으로 전환하여 국민들이 쉽게 이해할 수 있는 수준으로 개편하였다.



그림 7.4 국민행동요령 인포그래픽 개선 전후

가뭄단계별 국민 행동 요령의 구성은 아래와 같이 개선되었다.






	(기존) 국민 행동요령	(개선) 국민 행동요령
정상	-	 <p>국가가뭄정보포털 생활 및 공업용수의 가뭄단계별 국민행동요령 가뭄단계별 국민행동요령을 꼭 지켜주세요.</p> <p>정상단계 가뭄을 이겨내는 힘! 바로 물 절약입니다. · 물절약 습관을 생활화 하십시오. · 나무부터 심어주는 물절약 생활 습관 * 우리나라는 OECD 국가중 물 스트레스가 가장 심한 국가 중 하나(OECD 환경안방 2020(한국판))</p> <p>관심단계 (약한 가뭄) 가뭄 관심지역은 남비되는 물이 없는지 관심을 가지고 살펴보아야 합니다. · 생활 속 남비되는 물이 있는지 점검하고 물 절약에 관심을 가지어야 합니다. 출처: 환경부 상수도통계 2020</p> <p>주의단계 (보통 가뭄) 가뭄 주의지역은 생활 속 물절약 실천 동참이 필요합니다. · 양치컵 사용 21,900L (1인) · 설거지용 사용 54,020L (1인) · 샤워 시간 줄이기 175,200L (1인) 출처: K-water 공식 블로그</p> <p>경계단계 (심한 가뭄) 가뭄 경계지역은 절수용품 설치 등 물사용 최소화 노력을 해주십시오. · 절수형 변기 사용 48,545L (1인/일) · 하드넷을 재활용하기 20% (1인/일) · 세탁시 모아서 한꺼번에 20~30% (1인/일) 출처: K-water 공식 블로그</p> <p>심각단계 (극심한 가뭄) 가뭄 심각지역은 국가 가뭄대응 단계별 대응요령에 적극 동참해야 합니다. · 개인소유의 우물(연경 포함)은 공동으로 이용 · 제한급수 등 국가의 대응요령에 적극 동참 * 가뭄극복 3대 운동의 전개 → 저수, 절수, 용수개발</p>
관심	 <p>관심 (약한 가뭄) 남비되는 물이 없는지 점검하기</p>	
주의	 <p>주의 (보통 가뭄) 세면·세수·샤워 시 물을 받아 사용 양치컵을 때는 반드시 컵을 사용 변기의 물통에 채워놓거나 백물을 넣어 사용 정면·꽃병에는 연경 사용은 하드넷을 사용</p>	
경계	 <p>경계 (심한 가뭄) 절수용품 설치하기 빗물 및 재물용수 사용하기 세탁할 때는 한꺼번에 모아서 마지막 빨래를 재물용 식기에 물은 음식물찌꺼기를 용제로 닦고 세척</p>	
심각	 <p>심각 (극심한 가뭄) 개인소유의 우물(연경 포함)은 공동으로 이용 제한급수 등 국가 가뭄대응 단계별 대응요령에 적극 동참하기</p>	

그림 7.5 가뭄단계별 국민 행동 요령

또한, 가뭄상황에 대한 수치적 정보만을 제공하여 가뭄의 심각성을 이해하는데 어려움을 느끼던 부분을 메시지화하여 이용자의 가뭄상황 체감도 향상에 주안점을 두고 국가가뭄정보포털을 개선하였다.

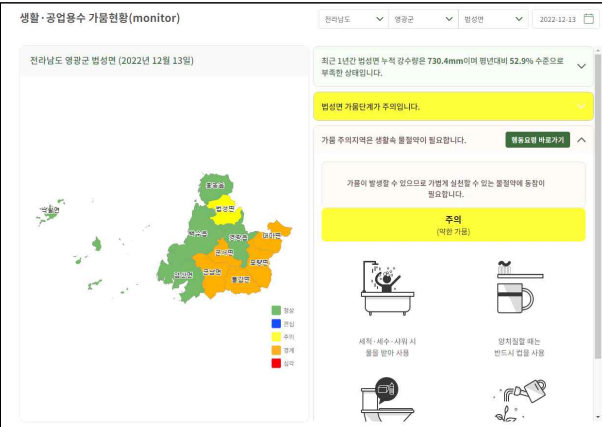
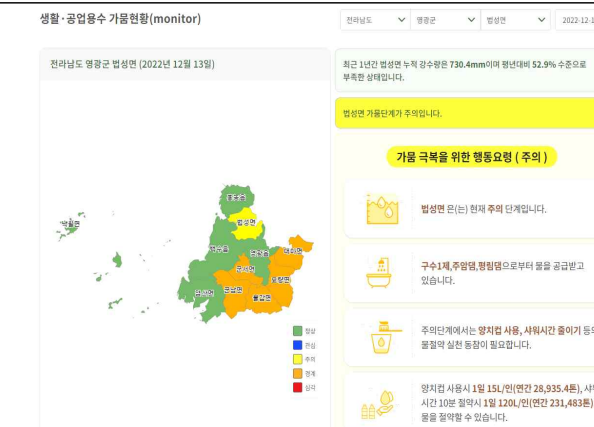
(기존) 가뭄 현황 및 전망	(개선) 가뭄 현황 및 전망
 <p>생활·공업용수 가뭄현황(monitor) 전라남도 영광군 발생면 (2022년 12월 13일) 최근 1년간 발생면 누적 강수량은 730.4mm이며 평년대비 52.9% 수준으로 부족한 상태입니다. 발생면 가뭄단계가 주의입니다. 가뭄 주의지역은 생활수 물절약이 필요합니다. 가뭄이 발생할 수 있으므로 경계 실천할 수 있는 물절약에 동참이 필요합니다. 주의 (약한 가뭄) 세면·세수·샤워 시 물을 받아 사용 양치컵을 때는 반드시 컵을 사용</p>	 <p>생활·공업용수 가뭄현황(monitor) 전라남도 영광군 발생면 (2022년 12월 13일) 최근 1년간 발생면 누적 강수량은 730.4mm이며 평년대비 52.9% 수준으로 부족한 상태입니다. 발생면 가뭄단계가 주의입니다. 가뭄 극복을 위한 행동요령 (주의) 발생면 등(는) 현재 주의 단계입니다. 구수1계, 주영림, 평림면으로부터 물 공급되고 있습니다. 주의단계에서는 양치컵 사용, 샤워시간 줄이기 등 물절약 실천 동참이 필요합니다. 양치컵 사용시 1일 15L/인(연간 28,935.4원), 샤워시간 10분 절수시 1일 120L/인(연간 231,483원) 물을 절약할 수 있습니다.</p>

그림 7.6 가뭄 상황 체감도 향상 예시

우리동네 가뭄 서비스에서는 생공, 기상 등 가뭄에 대한 현황위주의 정보를 제공하였지만 물절약 방법 및 효과 등을 보여줄 수 있는 체감형 메시지를 서비스하여 가뭄에 대한 이해도를 높이고 단계에 맞는 행동 요령도 숙지하도록 하였다.

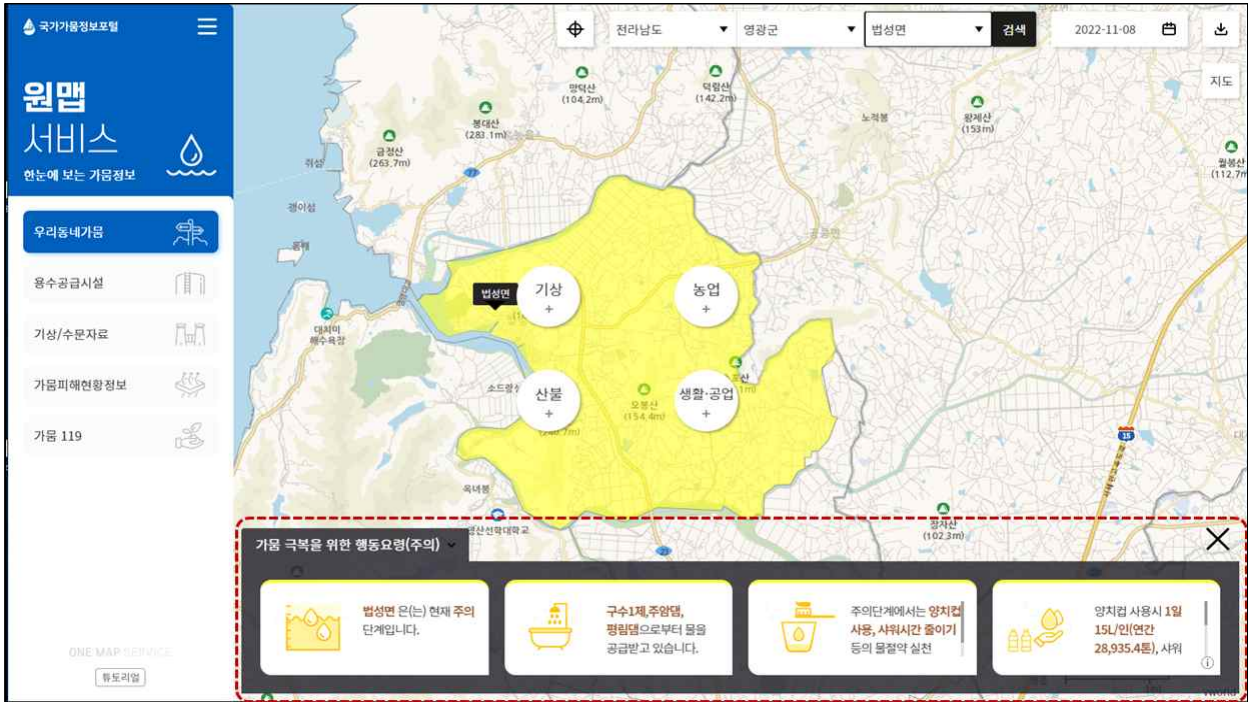


그림 7.7 우리동네 가뭄정보내 행동요령 서비스

2) 가뭄교육 온라인 관리체계 구축

그간 가뭄 교육은 전화를 통하여 유선으로 신청/취소하는 등 체계적인 관리체계를 갖추고 있지 못하고 있었다. 그러한 교육 관리의 불편함을 최소화하고 온라인 처리체계를 갖추므로써 신청자에게 편의성을 제공하고 관리자에게 교육을 체계적으로 관리할 수 있는 시스템을 제공하여 상호 교육 관리의 효율성을 증대하고자 하였다.

가뭄교육의 필요성

가뭄 어디서 알고 있나?

가뭄교육 안내

가뭄 심화교육

가뭄 이해 및 물 절약 필요성

민행물 맞춤형 지자체 시정자 자료를 기반으로 가뭄에 대한 교육을 제공합니다.

가뭄교육 소개

교육신청

교육내용	교육시간	휴관일
가뭄 심화교육 가뭄 기본교육	가뭄 심화교육: 2-3시간 소요 가뭄 기본교육: 15-30분 소요	토, 일, 공휴일

교육시간 관련하여 시간 조율이 필요한 사용자분께서는 신청 후 담당자에게 직접 연락을 부탁드립니다. (문의전화: 042-629-3184)

예약확인/취소 >

2022-12월

일	월	화	수	목	금	토
			1	2	3	
4	5	6	7 가뭄 기본교육 예약완료 (휴관)	8	9 가뭄 기본교육 예약완료 (휴관)	10
11	12	13	14 가뭄 기본교육 예약완료 (휴관)	15	16 가뭄 기본교육 예약완료 (휴관)	17
18	19	20	21 가뭄 심화교육 신청 가뭄 심화교육 신청	22	23 가뭄 심화교육 예약완료 가뭄 심화교육 신청	24

가뭄교육 일정

그림 7.8 가뭄교육 온라인 관리체계 1

사용자가 가뭄정보포털에서 교육 일정을 확인하고 즉시 교육을 신청할 수 있도록 함으로써 유선을 통한 확인/신청 절차를 개선하고 사용자 일정관리의 효율성을 향상 시켰다. 관리자도 번거로웠던 유선 교육 접수 절차를 온라인으로 전환하여 효율성과 편리성 향상이라는 긍정적인 효과를 얻게 되었다.

교육신청

이름: 이명철

연락처: 010-****-****

예약일자: 2022-12-23

교육신청: 가뭄기본교육 10:00 11:00 14:00 15:00

병문안일: 내국인 공무원 0 기말 0 학생 0 휴먼 0 기타 0

외국인 공무원 0 기말 0 학생 0 휴먼 0 기타 0

기타 요청사항

개인정보 수집 및 이용동의

- 개인정보 수집목적: 가뭄교육 예약신청 이용
- 개인정보 보유목적: 이름, 연락처
- 개인정보 보유-이용기간: 2년
- 동의할 거부할 권리 및 동의할 거부할 권유가 불어: 위의 개인정보 수집 이용에 대한 동의를 거부할 권리가 있습니다. 그러나 동의를 거부할 경우 교육제약을 신청하실 수 없습니다.

가뭄교육 신청/관리

2022-11-01 ~ 2023-01-31

번호	신청자	예약일자	교육신청	연락처	병문안일	신청일	상태
1	박경아	2023-01-04 14:00	가뭄 기본교육	010-****-6949	2	2022-12-15	예약완료
2	박경아	2023-01-06 10:00	가뭄 기본교육	010-****-6949	4	2022-12-14	예약중
3	백그리에 관리자	2022-12-14 11:00	가뭄 기본교육	010-****-3121	4	2022-11-28	예약중
4	백그리에 관리자	2022-12-22 14:00	가뭄 심화교육	010-****-1234	4	2022-11-28	예약완료
5	백그리에 관리자	2022-12-16 11:00	가뭄 기본교육	010-****-1234	7	2022-11-28	예약완료
6	이명철	2022-11-24 14:00	가뭄 심화교육	010-****-2222	6	2022-11-11	예약중
7	박경아	2022-12-28 14:00	가뭄 기본교육	010-****-6949	8	2022-11-07	예약완료
8	박경아	2022-12-09 10:00	가뭄 기본교육	010-****-6949	5	2022-11-04	예약중
9	경주시 담당자	2022-12-07 11:00	가뭄 기본교육	010-****-1432	4	2022-11-04	예약완료
10	경주시 담당자	2022-11-09 10:00	가뭄 기본교육	010-****-4321	4	2022-11-04	예약중

가뭄교육 신청

교육 실적관리

그림 7.9 가뭄교육 온라인 관리체계 2

가뭄 교육에 관심이 있는 사람 누구나 온라인에서 교재를 활용할 수 있도록 서비스를 구축하여 교재가 널리 활용도가 높아질 수 있도록 하였으며, e-book/PDF 등 다양한 형태로 제공함으로써 사용자가 2차 편리하게 활용이 가능하도록 하였다.

가뭄 심화교육

가뭄 이해 및 물 절약 필요성
연령별 맞춤형 교재와 시청각 자료를 기반으로 가뭄에 대한 교육을 제공합니다.

제1장 가뭄, 바로알기

01 지구가 푸른색으로 보이는 이유는 무엇일까요?
02 물이 부족하 우리 새활용 어떻게 할까요?

교재보기

제2장 가뭄, 대비하기

09 우리나라도 가뭄이 발생할까요?
10 우리나라는 어떤 가뭄이 있었나요?
11 가뭄이 났을 때 어떻게 해야 할까요? (예방·대비)
12 가뭄이 났을 때 어떻게 해야 할까요? (대응)

제1장 가뭄, 바로알기

학습자료
물과 관련된 현상(가뭄, 홍수)을 이해할 수 있고, 가뭄 발생의 원인과 결과에 대해 설명할 수 있습니다.

현상임을 이해할 수 있고, 가뭄을 대비하기 위한 방법에 대해 설명할 수 있습니다.

국가가뭄정보포털(drought.go.kr)에 접속하여 가뭄 정보를 확인할 수 있습니다.

그림 7.10 가뭄 교육 콘텐츠 및 교재보기

3) 전자정부 웹사이트 품질관리 지침 준수

공공기관에서 운영하는 홈페이지는 「전자정부 웹사이트 품질관리 지침」에 따라 누구나 활용이 가능하도록 서비스를 하여야 한다. 이에 따라 다양한 웹브라우저에서도 동등한 서비스를 제공할 수 있도록 호환성을 확보하고, 장애인/고령자도 손쉽게 가품정보 서비스 활용이 가능하도록 웹서비스 수준을 개선하였다. 또한 웹브라우저에 표시되기까지의 응답시간, 속도 등을 최적의 상태로 제공하여 접속성을 확보하였다.

<전자정부 웹사이트 품질관리 지침>

제4조(웹사이트 품질관리 원칙) 행정기관등의 장은 웹사이트 품질관리를 수행하면서 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 웹사이트의 개발, 개선, 유지보수 및 운영에 웹표준 기술을 사용하고 다양한 웹브라우저에서도 동등한 서비스를 제공하여 호환성을 확보
2. 이용자가 신체적 또는 인지적 제약 등으로 인한 불편함 없이 웹사이트에서 제공하는 정보와 위치식별 등 기능에 쉽게 접근할 수 있도록 보장하여 접근성을 확보

특히 국가가품정보포털은 웹 접근성 충족을 위하여 준수시 고려사항, 웹 브라우저에 쓰이는 보조과학 기술 등 접근성 기준을 충족하도록 서비스를 개선하였고, 국가공인 웹접근성 전문 인증기관에 의뢰하여 국가가품정보포털의 웹접근성 인증받아 국민 누구나 접근·활용할 수 있는 웹사이트로서의 공신력을 인정받았다.

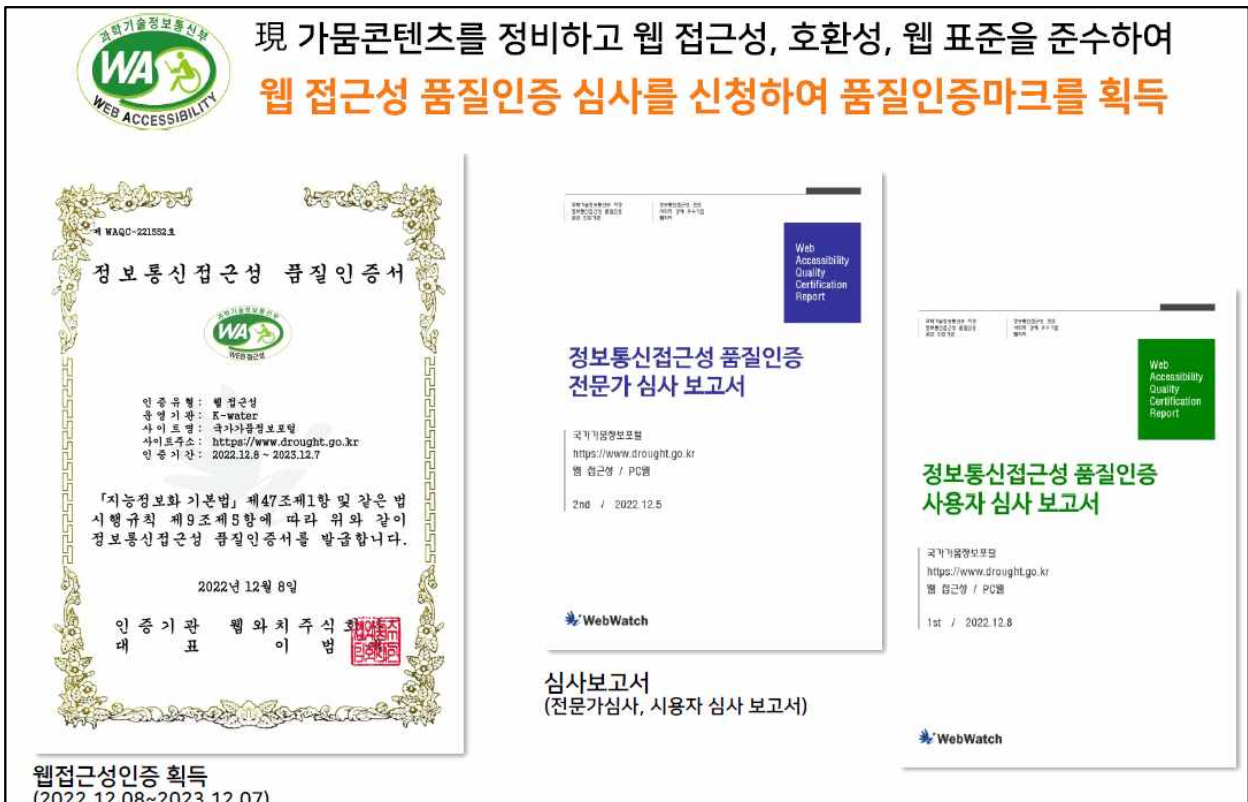


그림 7.11 국가가품정보포털 웹접근성 인증

인류에게 위협이 되는 극한가뭄



호주 (2011~2008)

자막/나레이션

화면: 가뭄교육체험장 Drought Education & Experience Zone

화면: 가뭄, 해수면상승, 홍수

나레이션: 가뭄과 물 절약의 모든 것 K-water 가뭄교육체험장 기후변화에 따라 세계 곳곳에서 생존을 위협하는 극한 가뭄과 최악의 홍수, 해수면 상승 등의 피해가 발생하고 있습니다.

화면: 인류에게 위협이 되는 극한가뭄 미국 캘리포니아(2012~2016), 호주(2011~2008), 태국(2015)

나레이션: 특히 극심한 가뭄에 대한 피해는 장기간 지속되어인류를 포함한 모든 생물에게 커다란 위협이 되고 있습니다.

화면: 국내에도 10년간 매년 크고 작은 가뭄 빈번히 발생 '최악 가뭄' 충남 서부, 내일부터 제한급수

그림 7.12 웹접근성 사례(청각 장애인용 동영상 설명 스크립트)

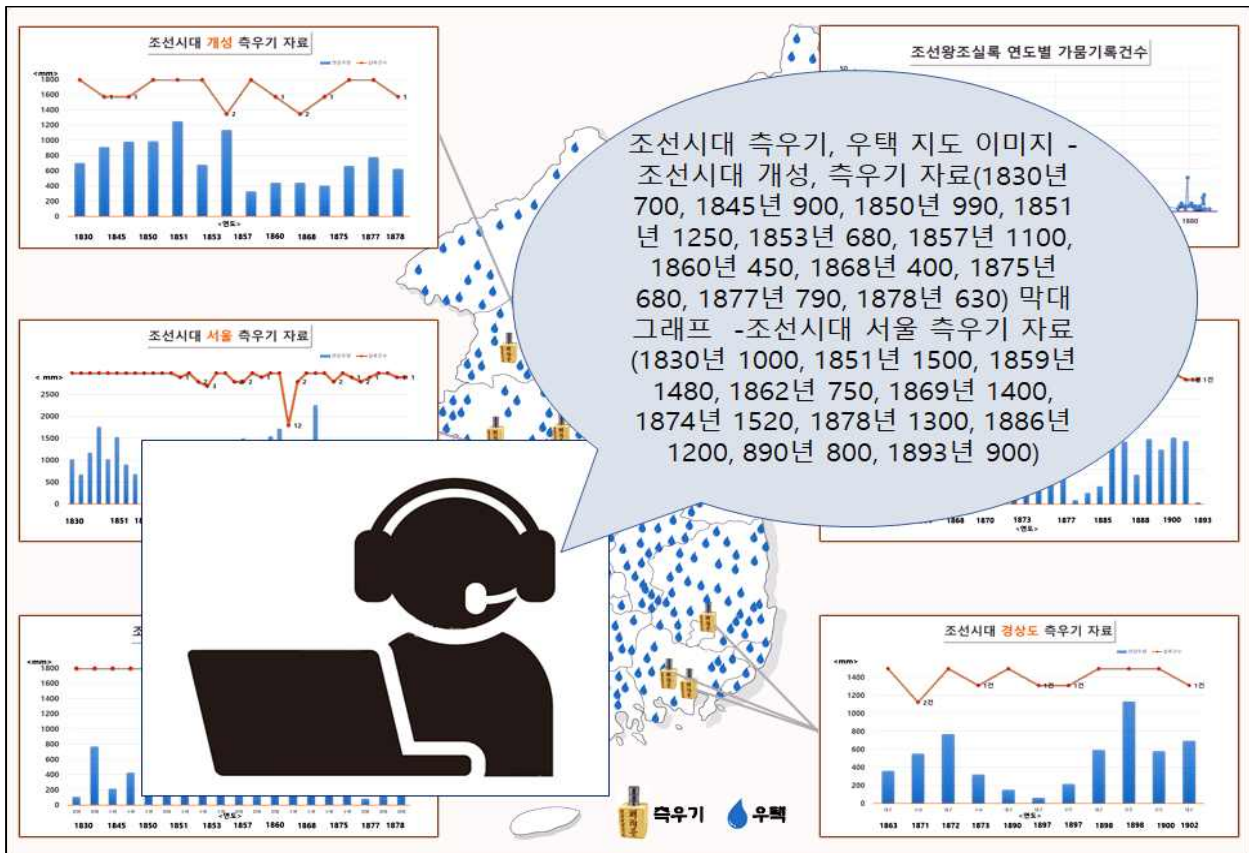


그림 7.13 웹접근성 사례(시각 장애인용 이미지 설명 스크립트)

7.1.3 국가가뭄정보포털 유지관리

국가가뭄정보포털은 '17년 공식적인 서비스 개시후 체계적인 가뭄정보 제공을 위해 통한 대내·외 요구사항을 적극 수렴·반영하였고, 국가 도메인 변경 이후 국가 포털로 기반을 마련하였다. 주요 개선사항은 가뭄정보 데이터 관리 개선, 지역별 가뭄단계 프로세스 개선이 있었고, 그 외 기능 개선 및 오류 수정 등으로 333건을 수행하였다.

IT 담당자를 통해서만 가뭄 예·경보 입력, SGI 가뭄지수, 미급수 정보, 가뭄빈도 등의 데이터 수정, 삭제 처리로 인하여 IT 담당자 부재 시 데이터 변경 사항을 신속하게 반영하기 어려웠다. 이를 개선하고자 업무 담당자가 직접 데이터를 변경할 수 있는 데이터 관리 기능을 개발하여 가뭄 정보관리 프로세스의 효율성을 개선하였다.

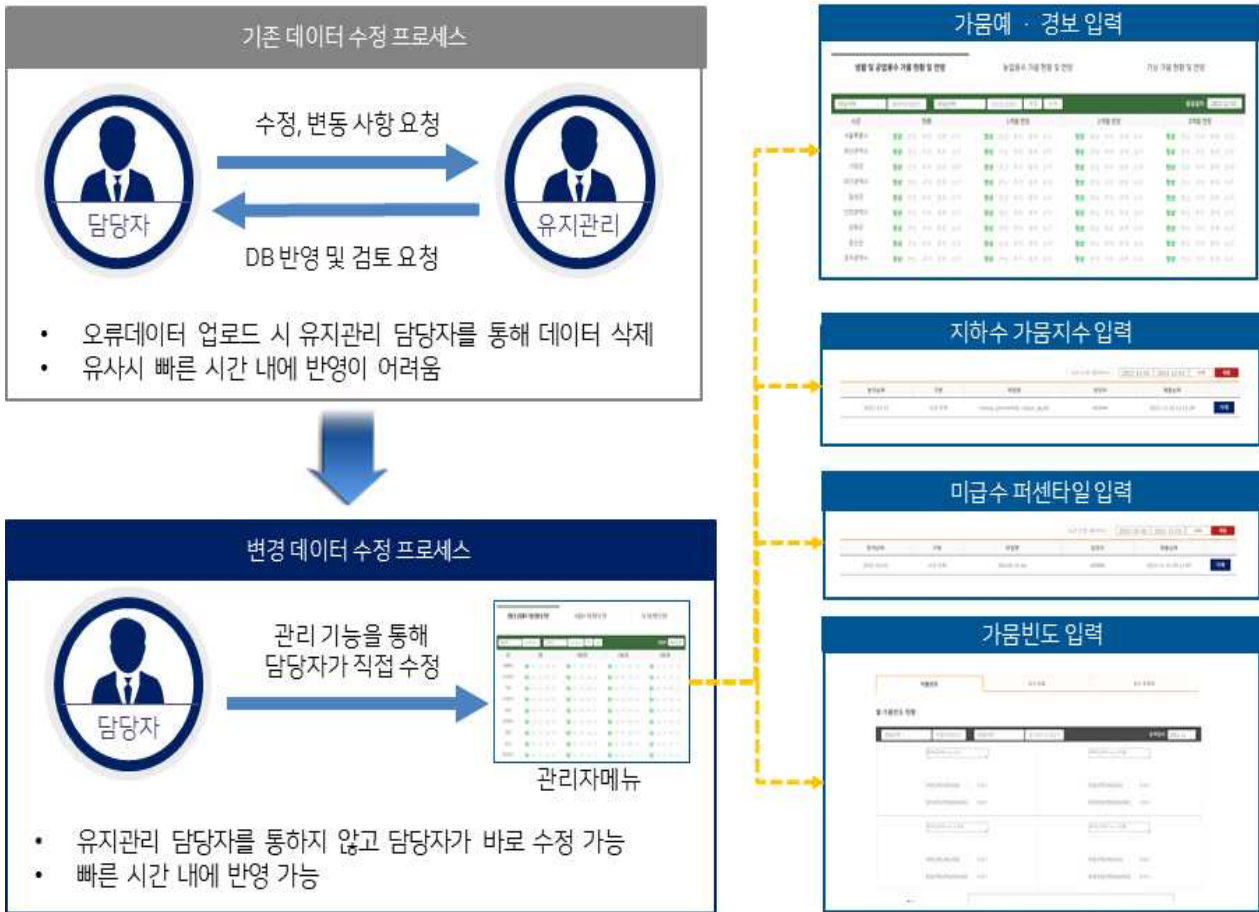


그림 7.14 가뭄정보 관리 프로세스 개선

또한 지역별 종속관계인 가뭄단계정보를 담당자가 독립적으로 운영할 수 있도록 읍면동 단위의 가뭄단계와 시군구의 가뭄단계를 분리하여 표출할 수 있는 업무 프로세스를 개발하였다. 이로 인하여 읍면동의 가뭄정보와 시군구의 가뭄정보를 다르게 표출할 필요가 있는 경우 담당자가 유연하게 가뭄단계정보를 관리 할 수 있는 체계를 만들어 업무의 효율성을 개선하였다.



그림 7.15 지역별 가뭄단계 처리 프로세스 개선

가뭄 지도(GIS) 서비스의 정확성과 신뢰성 향상을 위하여 최신버전의 행정 경계 기준 정보를 적용하여 가뭄정보의 품질을 향상시켰다. 행정 경계 기준은 매년 변경 될 수 있는 정보이기 때문에 주기적으로 기준정보를 업데이트하여 대국민에게 정확한 정보를 제공할 수 있도록 체계적으로 관리하고 있다.



그림 7.16 최신 행정경계 기준 적용

7.2 가물 DB 품질 개선 활동 및 성과

1) 데이터 품질개선 계획 수립

가물통합 DB는 작년에 이어 “국가 공공데이터 품질 1등급 달성” 및 가물 데이터 개방을 위해 가물통합 DB에서 생산·관리 하는 데이터의 품질개선 계획을 수립하였다. 그 결과 가물통합 DB는 안정적인 데이터 품질관리 및 적절한 품질 수준 확보를 통해 양질의 데이터 개방으로 이루어지는 생애주기별 품질관리 체계를 구축하였다. 국가에서는 국가 공공데이터 혁신추진 전략에 따라 데이터 품질 제고를 위해 ‘공공데이터 품질관리 수준평가’를 시행하고 있다. ‘공공데이터 품질관리 수준평가’의 추진근거는 공공데이터 제공 및 이용활성화에 관한 법률」 제 22조에 및 같은법 시행령 제 17조 (품질진단·개선) 등 따라 행정안전부에서 공공데이터 품질확보를 위해 진단·평가를 시행하는 제도이다.

법률 사항

- 법 제22조(공공데이터 품질관리) 이 법에서 담고 있는 내용은 다음과 같다.

- ① 공공기관의 장은 해당 기관이 생성 또는 취득하여 관리하는 공공데이터의 안정적인 품질관리 및 적절한 품질수준의 확보를 위하여 필요한 조치를 취하여야 한다.
- ② 행정안전부장관은 공공데이터의 적절한 품질수준의 확보와 제공 촉진을 위하여 품질 진단·평가, 개선지원 등 필요한 시책을 수립·추진하여야 한다.
- ③ 제2항에 따라 정기적으로 사회적·경제적 파급효과가 큰 제공대상 공공데이터에 대한 품질 진단·평가를 실시하고 그 결과를 공표할 수 있다.

그림 7.17 공공데이터 품질관리 진단·평가 관련 법령

공공데이터 품질관리 수준평가는 2개 영역(관리체계, 값), 10개 지표로 평가된다. 기관 품질관리영역은 K-water 데이터품질관리 전담부서에서 담당하고, DB품질관리 영역은 개별 시스템 담당부서에서 담당하여 평가가 이루어진다.



그림 7.18 공공데이터 품질관리 수준평가 체계

그간 가품통합 DB는 '18년도부터 지속적으로 품질진단, 오류율 개선을 수행하였다. '18년도 가품DB 품질관리체계 구축을 위해 업무규칙을 개발하고, 상시 점검이 가능한 품질관리 프로그램을 자체개발하여 운영하였다. 그리고 '19년도에 공공기관 공공데이터 품질관리 수준평가 추진에 선도적으로 K-water 시범평가 대상DB로 진단 및 품질개선 활동을 꾸준히 수행하였으며, 국가중점 데이터 지원 사업에 선정되어 가품통합DB 개방 및 품질관리체계를 구축하였다.

그 결과 과기정통부 주관 “2019년 데이터 품질대상”에서 최우수상을 수상하였고, '19년도 시범평가에서는 공공데이터 품질관리 수준평가 1등급을 달성하였다. '20년부터 대상 공공기관을 확대하여 공공데이터 품질평가 수준평가를 시행됨에 따라 “품질관리 수준평가 1등급”이라는 목표를 수립하고, 가품정보 분석 시스템(DB-데이터)의 데이터관리 체계와 오류율 개선을 위한 개선계획을 아래 표와 같이 수립하였다.

표 7.7 공공데이터 품질관리 계획

년도	계획 내용
'20년 계획	① 데이터관리포털 사용 내재화로 사내 표준관리 강화 1) 시스템 활용 내재화 2) 메타데이터 관리 ② 데이터 표준 준수 점검 및 조치 1) 표준준수 이행 점검 2) 표준적용확대 3) 표준화기술지원 ③ 데이터베이스 구조관리 1) 구조관리 실시 ④ 데이터관리포털 사용 의무화 시행 및 정례화 ⑤ 년 2회 데이터 품질진단 및 개선 ⑥ 행정경계데이터 현행화 ⑦ 전사 표준 반영률 향상
'21년 계획	① (날짜) 날짜 형식 포맷 정비 ② (여부) 두 가지 이외의 데이터 정비 ③ (코드) 진단규칙 재검토와 코드값 외 데이터 정비
'22년 계획	① 날짜 오류 데이터 정비

2) 데이터 품질개선 추진 내용

가품통합 DB는 국가 가품통합 DB 구축 기반 조성 등 DB 변경에 따른 데이터 표준 개선 활동에 따라 데이터 모델, 표준화 산출물 현행화를 시행하였다. 그리고 가품정보 테이블·컬럼 정의서, ERD 현행화 및 이력관리를 시행하여 데이터 구조를 개선하였다. 구조 개선활동에는 K-water 전사 메타관리 시스템을 활용하여 DB구조, 표준 현황 분석 및 동기화 검증을 수행하였다. 마지막으로 오류율 개선 활동은 우리공사에서 개발한 거버넌스 프로그램인 데이터관리포털을 통해 진단기준 설정 및 데이터 품질진단을 실시하고, 가품정보 품질관리 시스템을 통한 값 오류개선 활동을 지속적으로 추진하였다.

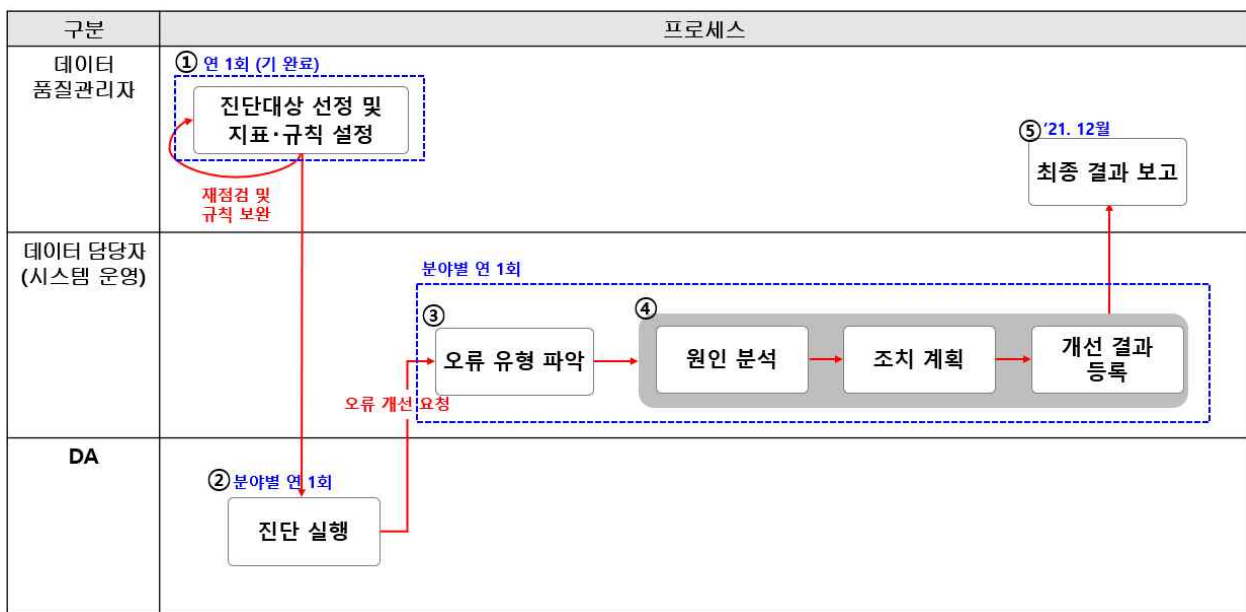


그림 7.19 진단대상 및 정비 프로세스

가품통합 DB의 진단 대상 테이블은 전체 테이블 643개 중 테이블 제외기준(임시, 시스템 관리, 로그, 백업, 미사용)을 적용하여 298개 테이블, 2484개의 컬럼을 진단대상으로 선정하여 진행하였다.

표 7.8 진단대상 테이블 현황

구분	내용	구분	내용
테이블	298/586	대상율	46.34%
컬럼	2,484/9,307	제외율	72.90%
도메인규칙	2,477/2,484	실행율	99.71%
관계규칙(FK)	36/36	실행율	100.0%
업무규칙	8/8	실행율	100.0%

데이터 표준개선 활동으로는 K-water 전사 표준을 반영하여 가뭄통합 DB의 데이터 표준(코드, 용어, 도메인)을 정의하였다. 그리고 실제 가뭄통합 DB 컬럼에 표준을 반영하거나, K-water 전사 표준과 가뭄통합 DB 표준간 비교분석을 통해 용어 매핑표를 작성하였다. 작성된 가뭄 데이터 표준 산출물은 2차례에 걸친 현행화와 변경 이력 관리를 수행하였다.

데이터 구조 활동으로는 가뭄통합 DB의 데이터 관련된 산출물(데이터베이스 정의서, 테이블 정의서, 컬럼정의서, ERD)을 100% 현행화작업(일부테이블 제외 : 임시, 로그, 패키지, 시스템관리용 등)을 수행하였다.

데이터 연계체계 정비활동으로는 연계 데이터 목록을 정의하고, 연계 데이터의 품질점검을 1회이상 실시하고, 가뭄통합 DB 품질관리 프로그램을 통해 송·수신 이력을 관리하였다. 데이터 품질검증 자체 프로그램은 품질관리 업무규칙 41종에 대해 데이터 품질(오류율) 검증 프로그램을 자체 개발 및 운영하여 데이터 값의 신뢰도를 확보하였다. 품질관리 업무규칙 선정 기준은 가뭄분석에 활용하거나, 대외 개방, 주기적 생산 여부로 정하였다.

번호	구분	규칙 명칭	대상 테이블	상태	검증수행일자	검증 결과	상세보기
1-1	데이터 완전성	외부 기상청 WINS 연계 가뭄지수 정보 정상 수신 여부	DR_INFOUT_WINS_SPI	실행	2021-12-15 13:35:41	정상	
1-2	데이터 완전성	외부 기상청 WINS 연계 ASOS 일 운영정보 정상 수신 여부	DR_INFOUT_WINS_ASOSIF	실행	2021-12-15 13:35:44	정상	
1-3	데이터 완전성	외부 기상청 WINS 연계 농어촌공사 댐 상태 정보 정상 수신 여부	DR_INFOUT_WINS_EKRDAM	실행	2021-12-15 13:35:44	정상	
1-4	데이터 완전성	외부 공공레이더포털 연계 농업용저수지 운영정보 정상 수신 여부	DR_INFOUT_API_EKRDAM	실행	2021-12-15 13:35:44	정상	
1-5	데이터 완전성	외부 국가수자원관리종합정보시스템 연계 수위 일자료 정상 수신 여부	DR_EMGORG_API_CTCHR	실행	2021-12-15 13:35:44	정상	
1-6	데이터 완전성	내부 운영통합 연계 수위 일자료 정상 수신 여부	DR_INFIN_TECH_DUADTWTW	실행	2021-12-15 13:35:50	정상	
1-7	데이터 완전성	내부 운영통합 연계 일 강우정보 정상 수신 여부	DR_INFIN_TECH_DUADTRF	실행	2021-12-15 13:35:52	정상	
1-8	데이터 완전성	내부 방재기상시스템 연계 ASOS 일 강우정보 정상 수신 여부	DR_INFIN_TECH_DUADTRF	실행	2021-12-15 13:35:52	정상	
1-9	데이터 완전성	내부 운영통합 연계 댐 운영정보 정상 수신 여부	DR_INFIN_TECH_DUADTDAMIF	실행	2021-12-15 13:35:52	정상	
1-10	데이터 완전성	내부 방재기상시스템 연계 AWS 일 강우정보 정상 수신 여부	DR_INFIN_TECH_DUADTRF	실행	2021-12-15 13:35:42	정상	
1-11	데이터 완전성	내부 방재기상시스템 연계 지상 일자료 정상 수신 여부	DR_INFIN_TECH_DWTLNDDTAT	실행	2021-12-15 13:35:42	정상	
1-12	데이터 완전성	내부 방재기상시스템 연계 ASOS데이터 정상 수신 여부	DR_INFOUT_D_WEATHER	실행	2021-12-15 13:35:42	정상	

그림 7.20 가뭄 데이터 품질검증 자체 프로그램

데이터 오류율 개선 활동으로는 품질진단 대상을 정의하고, 도출된 업무 규칙명세서(BR)에 따라 자체 개발한 거버넌스 프로그램인 데이터관리포털을 통해 품질진단과 개선 활동을 수행하였다. 오류율 평가 등급은 0.01%이하가 1등급으로 산정된다.

K-water에서는 '19년 전사 데이터 거버넌스 체계를 지원하는 플랫폼 구축 후 '20년 2단계로 데이터 값에 대한 품질관리시스템 구축하였으며 '21년 전사 확대를 통하여 품질진단 및 개선을 실시하여 자체적인 데이터 관리체계를 확립하였다.



그림 7.21 K-water 데이터 품질 관리 체계

품질 솔루션의 도입과 함께 데이터 오류여부 검증 룰 세팅 관련하여 사용자 업무 관점의 진단 규칙 발굴을 진행하였다. 가품통합DB는 '18년 자체 추진한 업무규칙과 '19~'21년도 국가중점 데이터 지원사업에서 발굴된 업무규칙을 “K-water 데이터 품질 관리 포털”에 등록하였다. 그리고 '21년 추진한 “국민 체감형 가품정보 개방체계 구축” 사업과 22년 추진한 “국가가품정보포털 고도화”사업에서 추진된 신규 개방 데이터에 대해서도 데이터 관점의 규칙을 도출 하였다. 향후 업무분야의 지식을 바탕으로 업무 규칙을 추가할 필요가 있다.

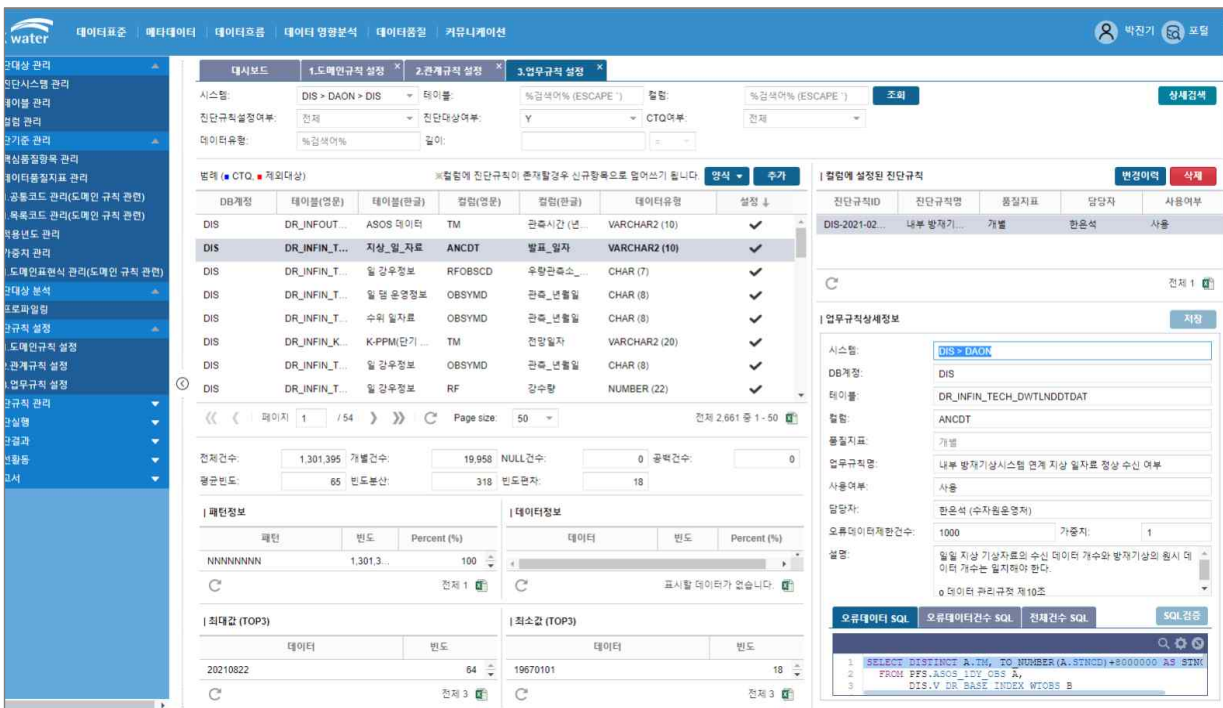


그림 7.22 데이터 품질관리 포털 (업무규칙 관리 기능)

3) 데이터 품질개선 추진 결과

가뭇통합 DB 데이터 품질개선 추진결과 공공데이터 품질관리 수준평가(구축·운영)에서 1등급을 달성하였다. 표준은 가뭇 통합DB 전체 컬럼 중 98% 이상의 데이터 표준을 반영하였고, 구조는 전체 테이블 100% 산출물 현행화하였다. 그리고 데이터의 오류율은 데이터 품질 값 오류율 0.001%로 1등급을 달성하였으며 평가지표별 획득점수는 아래 표에 나타내었다.

표 7.9 공공데이터 품질관리 수준평가 가뭇시스템 평가결과

평가지표	5등급	4등급	3등급	2등급	1등급	배점	획득점수	합계
데이터 표준 확산	○	○	○	○	○	10	10	78 (만점)
데이터 구조 안정화	○	○	○	○	○	5	5	
데이터 연계 관리	○	○	○	○	○	5	5	
데이터 품질진단	○	○	○	○	○	20	20	
품질진단 결과 조치	○	○	○	○	○	23	23	
데이터 오류율	○	○	○	○	○	15	15	

7.3 성과 및 평가

가뭄정보 분석시스템은 국민이 가뭄상황을 쉽고 직관적으로 이해할 수 있는 서비스 체계를 마련하기 체감형 가뭄 콘텐츠를 개발하여 국민들이 가뭄상황 및 물절약 행동요령, 물절약 효과 등을 알 수 있도록 국가 포털로서의 역할 수행을 하였다

또한, 가뭄에 대하여 궁금해하고 교육이 필요하다고 생각하는 국민들에게 체계적인 교육을 받을 수 있도록 온라인 가뭄교육 지원체계를 마련하여, 편리하게 가뭄교육 수강을 할 수 있도록 서비스 구축을 하였다.

국가가뭄정보포털은 공공 웹사이트로서의 역할을 다하기 위하여 정부 웹사이트 품질 관리 지침 준수를 준수하여 누구나 쉽게 가뭄포털에 접근하여 정보를 획득할 수 있도록 개편하고, 국가공인 인증기관을 통하여 웹접근성을 인증받았다.

향후 가뭄정보 분석시스템은 국민이 가뭄상황을 쉽고 직관적으로 이해할 수 있는 서비스 체계를 마련하여 국민의 가뭄정보 접근성을 제고할 계획이다. 국민들에게 더 관심을 줄 수 있는 콘텐츠를 발굴하고, 최신 웹기술을 적용하여 내용 및 시각적으로 볼 거리가 풍부하도록 개선할 예정이다.

가뭄정보 분석시스템은 가뭄 발생시 국민들의 자발적인 물절약 참여로 가뭄 재난 문제를 해결할 수 있도록 항상 노력할 것이다.

제8장 가뭄정보 서비스



제8장 가뭄정보서비스

8.1 지자체 가뭄 의사결정 지원체계

8.1.1 가뭄종합상황판

1) 개요

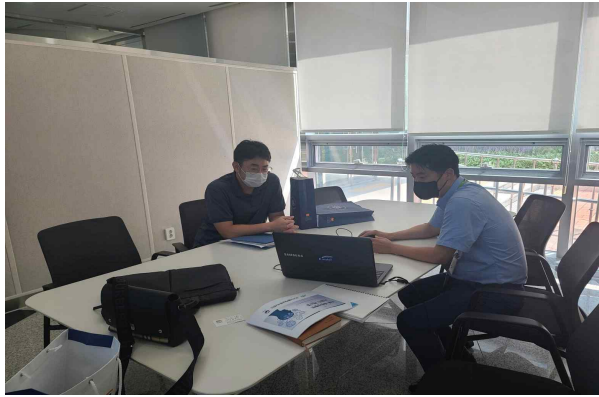
가뭄 시 지자체 공무원은 가뭄 정보 접근이 제한적이고 사전에 인지가 어려워 가뭄과 관련된 신속한 의사결정 및 대응에 많은 어려움과 불편함을 겪어왔다. 또한, 지역 중심의 가뭄대책 수립 시 전문가 혹은 중앙 공무원과 원활한 상호 정보를 확인하고 공유할 수 있는 표준화된 틀이 없어 가뭄을 평가하고 분석하는데 적지 않은 혼선이 발생해 왔다.

가뭄센터에서는 이러한 지자체의 어려움을 해소하고 지역중심의 가뭄정책 수립 시 객관적인 분석과 의사결정이 가능하도록 가뭄종합상황판을 구축('18년) 및 시범운영('19년)하고 '20년부터 본격적인 운영을 시작하여 '21년에는 사용자 편의성과 직관성을 대폭 향상하고물관리 협력과제로 진행된 농업정보를 추가하였으며, '22년에는 지자체 대상 설명회를 통해 사용방법 설명 및 의견수렴을 통해 활용도를 높였다.

2) '22 주요 추진내용

가뭄종합상황판은 생활 및 공업용수를 기준으로 정보를 제공하고 있으며 시도, 시군구, 환경부 가뭄 및 방재 담당자가 국가가뭄정보포털(www.drought.go.kr)접속 후 지자체별로 부여된 고유 아이디 접속만으로 별도의 설치없이 웹환경에서 활용할 수 있도록 편의성을 제공하고 있다.

'22년도에는 가뭄종합상황판 인지도 및 실무활용도 제고를 위해 지자체 재난(가뭄) 담당자 대상으로 설명회를 개최하였다. 충남, 충북, 경북 등 31개 시군대상 총 44명이 참석하였으며, 상황판 취지 및 사용방법 설명, 설문조사, 의견수렴을 통해 활용도를 높였다. 기상정보 추가, 비상급수현황 표출방안 변경 등 기능개선사항을 도출하여 '23년 내 반영하여 활용할 수 있도록 할 예정이다.



<충남도청 설명회>



<충북도청 설명회>



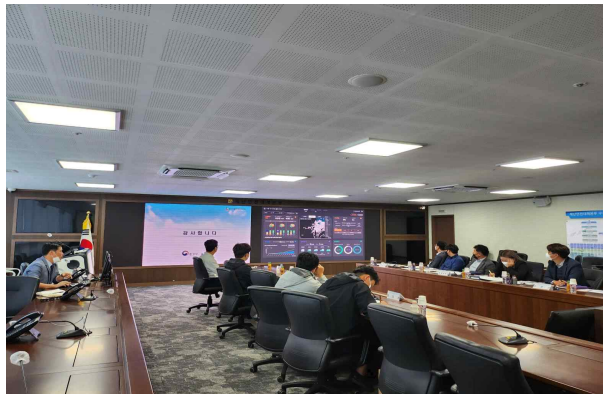
<경북도청 설명회>



<경남도청 설명회>



<광주광역시 설명회>



<전남도청 설명회>

그림 8.1 가뭄종합상황판 설명회

8.1.2 비상급수(제한/운반급수) 현황조사 시스템

1) 시스템 개요

비상급수현황 조사시스템은 가뭄정보 포털(drought.go.kr)내에 구축하였으며, <비상급수현황 조사>와 <비상급수 현황통계>의 메뉴로 구성하였다.

<비상급수현황 조사> 메뉴는 지자체 담당자(상하수도사업소, 소규모수도시설 등)가 가뭄 지역의 제한 및 운반급수 현황을 직접 입력하고 조회 및 수정할 수 있는 기능을 구현하였으며, <비상급수 현황통계> 메뉴는 비상급수 발생현황 입력자료를 데이터베이스화하여 전국·지역별 통계자료, 비상급수지역 Map 등의 정보를 제공함으로써 비상급수 발생현황의 실시간 모니터링 등에 활용될 수 있도록 하였다.

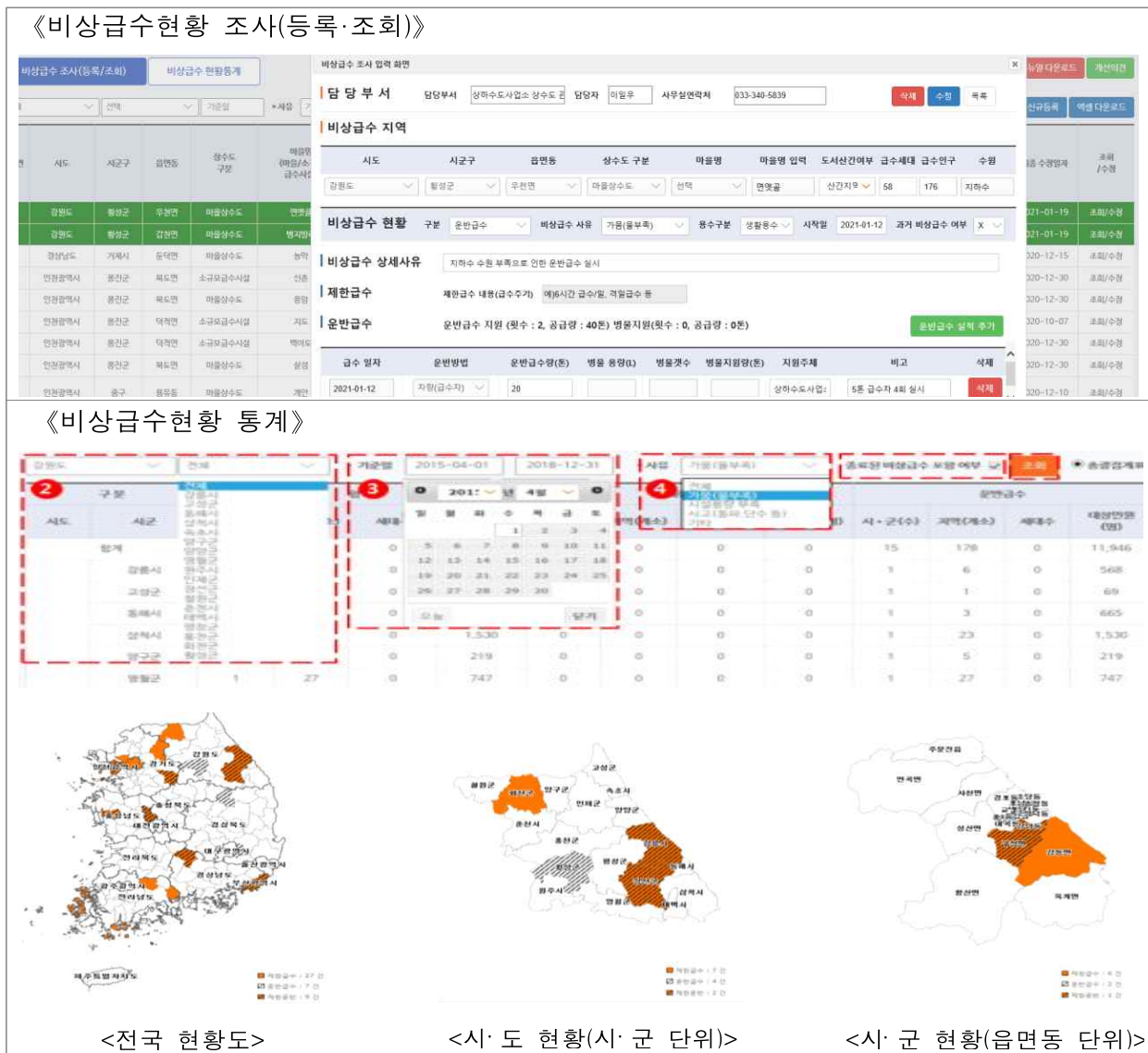


그림 8.2 비상급수현황 조사시스템

2) 2022년 비상급수 운영 현황('22.1~12월)

비상급수현황 조사시스템 운영('22.1.1 ~ 12.31)기간 동안 지자체 등 조사 담당자는 시스템에 총 5,856건(일평균 16건) 접속하였으며, 총 36개 지자체(시·군)에서 218건(지역)의 비상급수 현황 등록 및 관리를 하였다. 그 중 물부족(가뭄)으로 인해 발생한 경우는 26개 지자체에서 154건이었다. 피해 건수는 총 154건 중 전라남도에서 60건, 강원도에서 43건, 인천광역시에서 15건 순으로 등록되었다. 피해 인원은 총 26,782명 중 전라남도 17,755명(66%), 인천광역시 3,288(12%), 경상남도 1,919명(7%) 순으로 등록되었다.

표 8.1 비상급수 발생현황('22.1~12월)

구 분	합 계				제한급수				운반급수				제한+ 운반급수			
	시군	지역	발생	인원	시군	지역	발생	인원	시군	지역	발생	인원	시군	지역	발생	인원
시도	(수)	(개소)	건수	(명)	(수)	(개소)	건수	(명)	(수)	(개소)	건수	(명)	(수)	(개소)	건수	(명)
합 계	26	143	154	26,782	4	5	5	8,891	21	125	133	8,809	8	16	16	16,360
인천광역시	2	15	15	3,288	1	1	1	437	2	12	12	1,751	1	2	2	1,100
강원도	3	40	43	1,660	-	-	-	-	1	37	40	1,475	2	3	3	185
전라남도	6	55	60	17,755	3	4	4	8,454	5	47	49	3,134	3	7	7	13,445
충청남도	1	1	1	35	-	-	-	-	1	1	1	35	-	-	-	-
충청북도	5	13	14	619	-	-	-	-	5	13	14	619	-	-	-	-
경상남도	5	8	8	1,919	-	-	-	-	3	4	4	289	2	4	4	1,630
경상북도	4	11	13	1,506	-	-	-	-	4	11	13	1,506	-	-	-	-

* 물부족(가뭄)으로 인해 발생한 경우

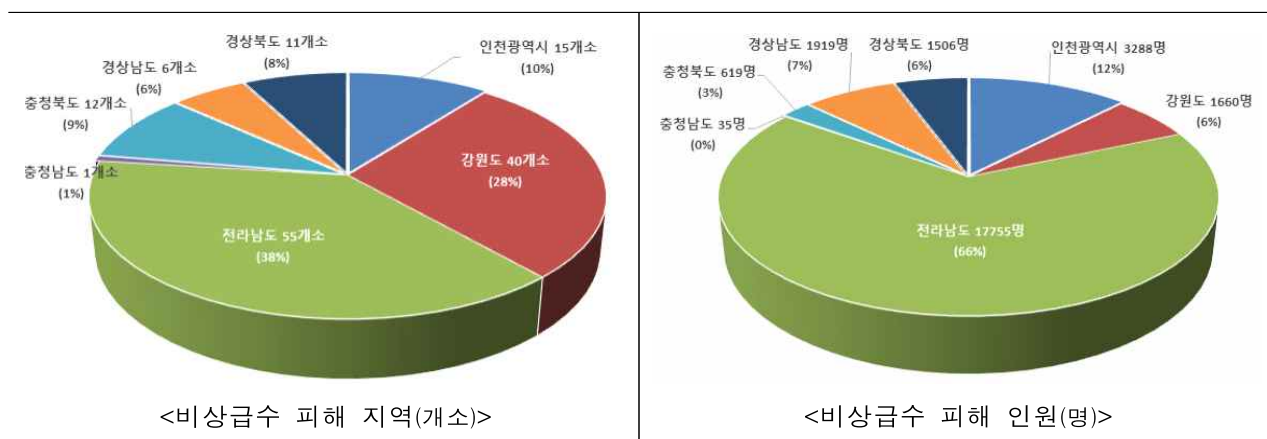


그림 8.3 2021년 비상급수 발생현황 차트

수도보급 기준으로 나누어보면, 상수도보급지역에서 비상급수 11건이 발생하였고 피해인원은 16,027명이었다. 전라남도 완도군(노화읍·보길도, 보길제 등), 경상남도 통영시(육지면, 육지수원지), 전라남도 진도군(조도면, 해수담수화)에서 제한급수를 실시하였다. 미보급지역에서는 143건이 발생하였고, 피해 인원은 10,755명이었다.

표 8.2 2022년 비상급수 발생현황(수도보급 기준)

구 분	합 계				제한급수				운반급수				제한 + 운반급수			
	시군지역 (수)	발생 (개소)	지역 (건수)	인원 (명)	시군지역 (수)	발생 (개소)	지역 (건수)	인원 (명)	시군지역 (수)	발생 (개소)	지역 (건수)	인원 (명)	시군지역 (수)	발생 (개소)	지역 (건수)	인원 (명)
합 계	26	143	154	26,782	4	5	5	8,891	21	125	133	8,809	8	16	16	16,360
상수도 보급지역	4	9	11	16,027	2	3	3	8,149	1	1	1	45	3	7	7	14,806
경상남도	1	1	1	1,375	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1,375
전라남도	3	8	10	14,652	2	3	3	8,149	1	1	1	45	2	6	6	13,431
미보급지역	25	134	143	10,755	2	2	2	742	21	124	132	8,764	6	9	9	1,554
인천광역시	2	15	15	3,288	1	1	1	437	2	12	12	1,751	1	2	2	1,100
강원도	3	40	43	1,660	-	-	-	-	1	37	40	1,475	2	3	3	185
전라남도	5	47	50	3,103	1	1	1	305	5	46	48	3,089	1	1	1	14
충청남도	1	1	1	35	-	-	-	-	1	1	1	35	-	-	-	-
충청북도	5	13	14	619	-	-	-	-	5	13	14	619	-	-	-	-
경상남도	5	7	7	544	-	-	-	-	3	4	4	289	2	3	3	255
경상북도	4	11	13	1,506	-	-	-	-	4	11	13	1,506	-	-	-	-

* 합계의 시군(수)는 중복 제외

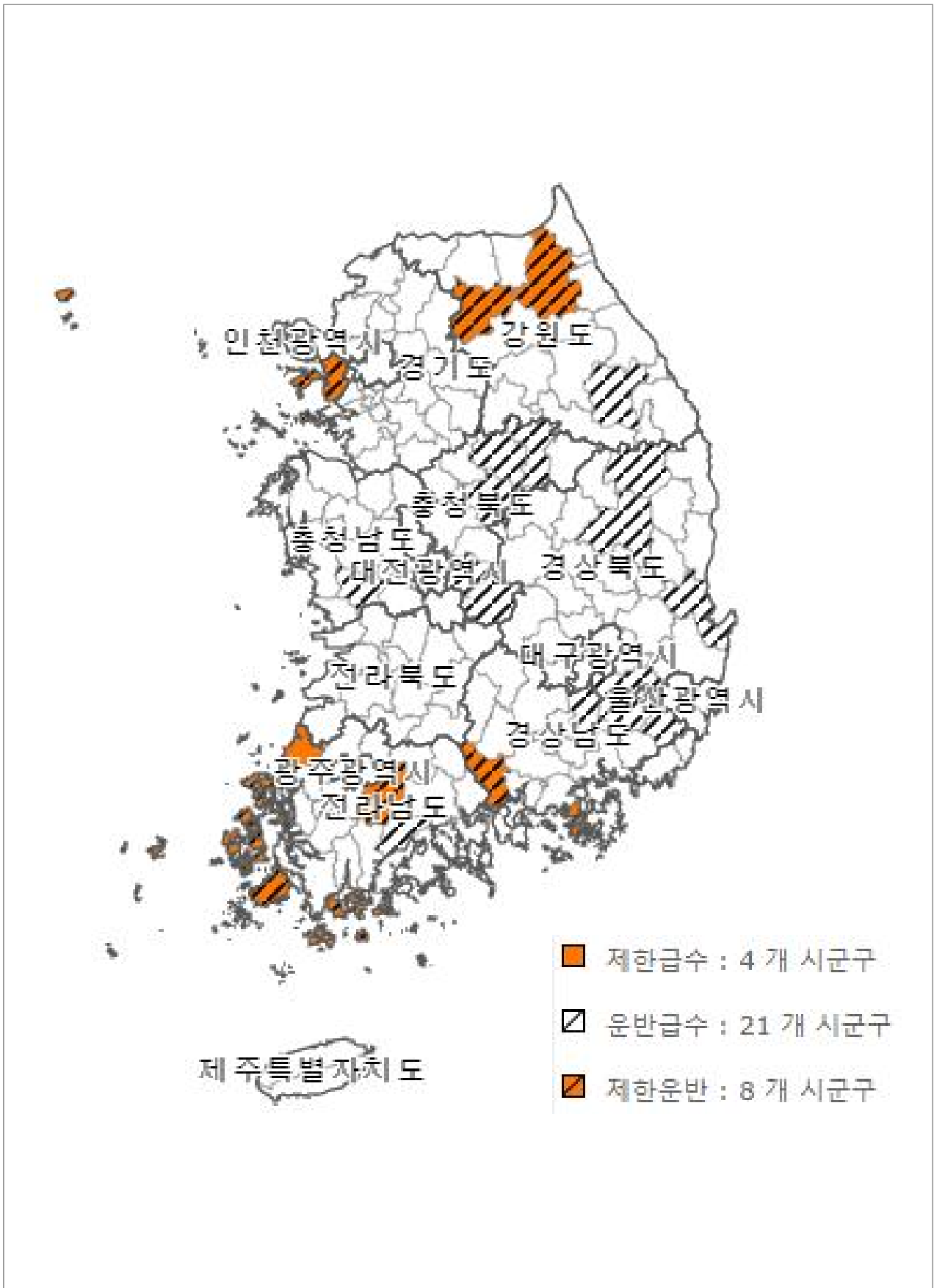


그림 8.4 2022년 이상금수 발생현황 지도

시기별 비상급수 발생 현황을 살펴보면, 9월에 전남지역의 물 부족으로 인해 비상급수 피해인구가 9,900명 이상이었으나, 12월 전남지역의 가뭄 상황이 지속됨에 따라 18,000명 이상 가뭄 피해가 발생하였다.

표 8.3 월별 비상급수 피해인구

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
합계	716	794	477	1,236	1,099	1,657	319	194	9,903	41	397	18,096
제한	-	-	-	437	-	-	-	-	1,176	-	305	6,973
운반	716	794	477	799	1,099	1,472	319	180	1,754	41	92	1,935
제한+운반	-	-	-	-	-	185	-	14	6,973	-	-	9,188

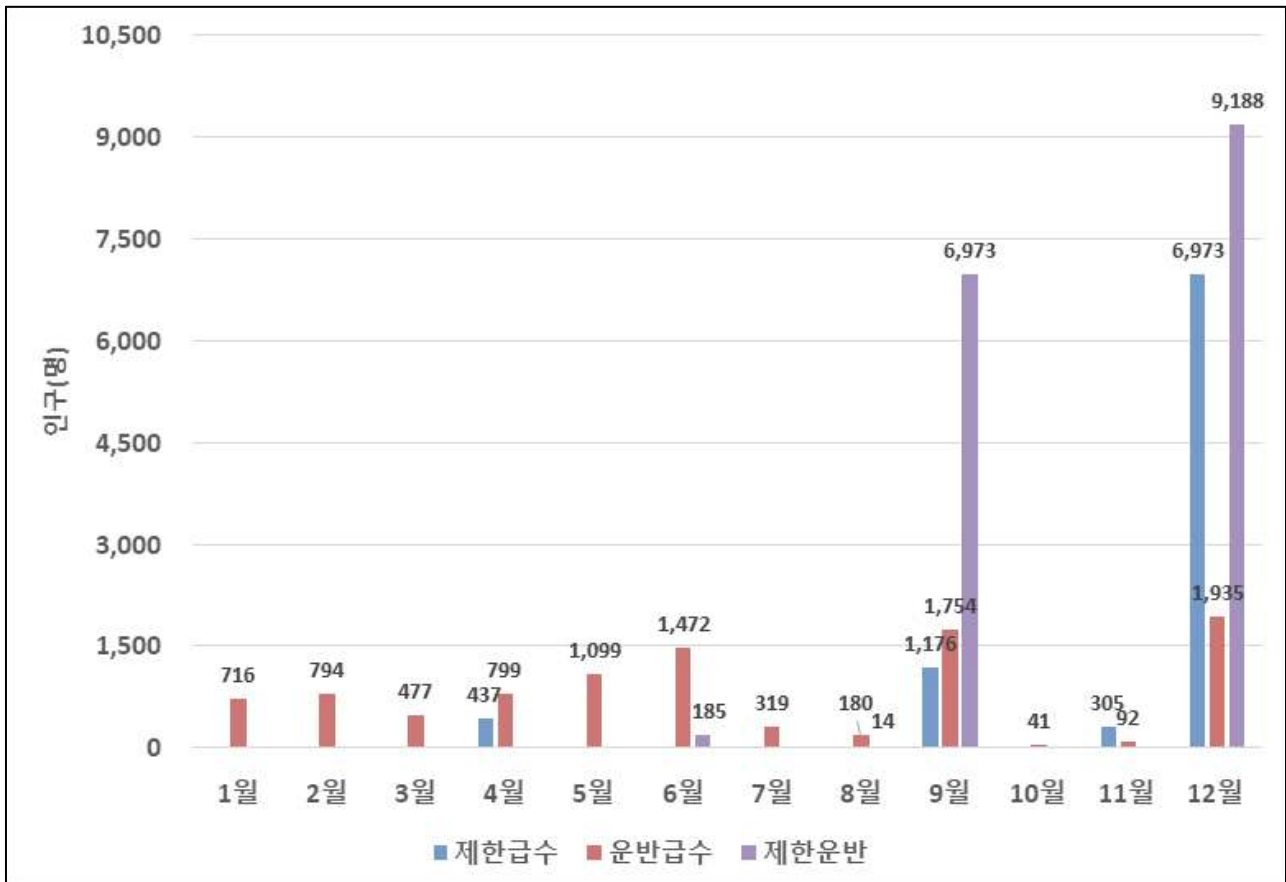


그림 8.5 월별 비상급수 피해인구

아래 그림은 '22년 1월부터 12월까지 월별로 물 부족(가뭄)으로 인해 발생한 비상 급수 현황을 보여주는 지도이다.

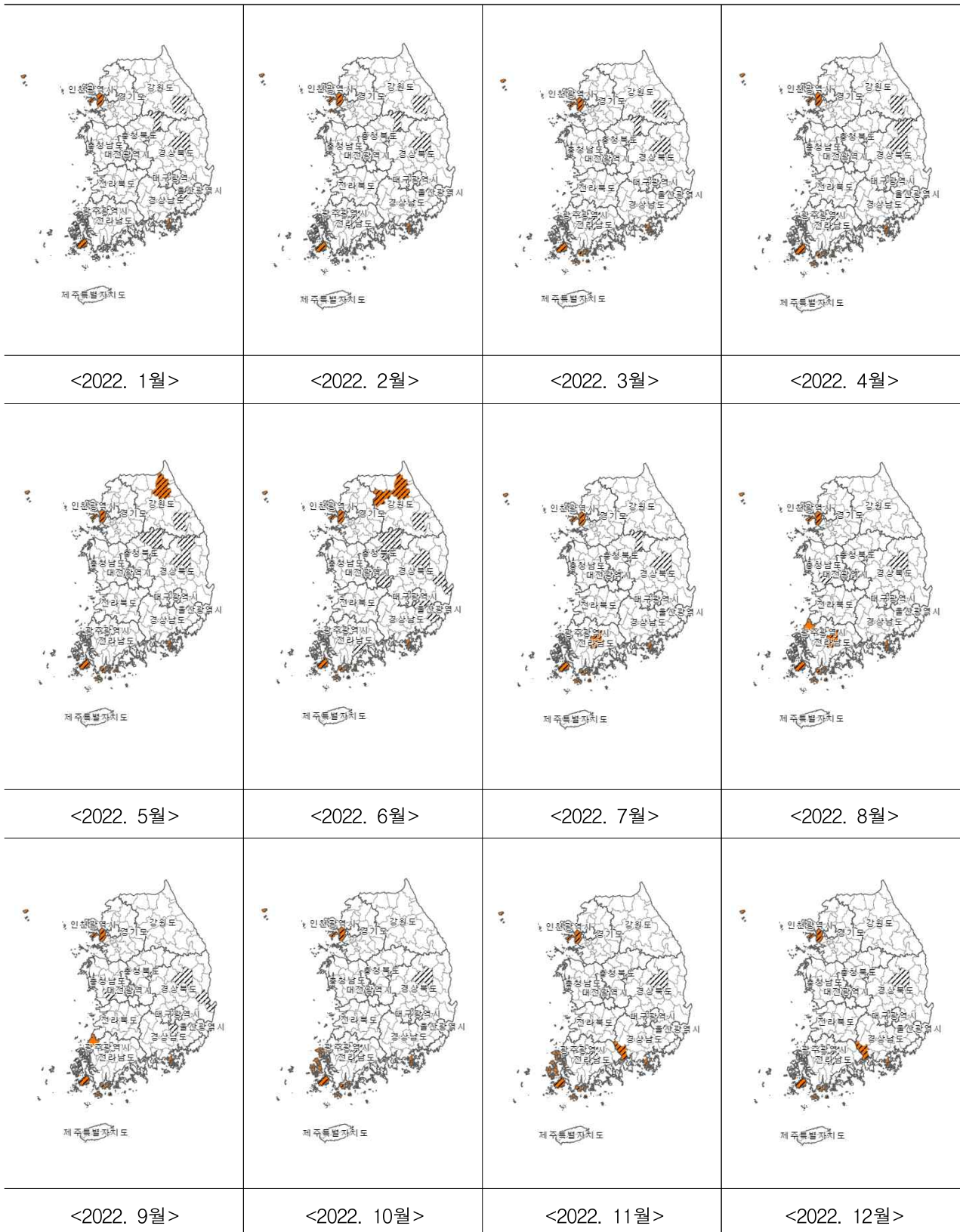
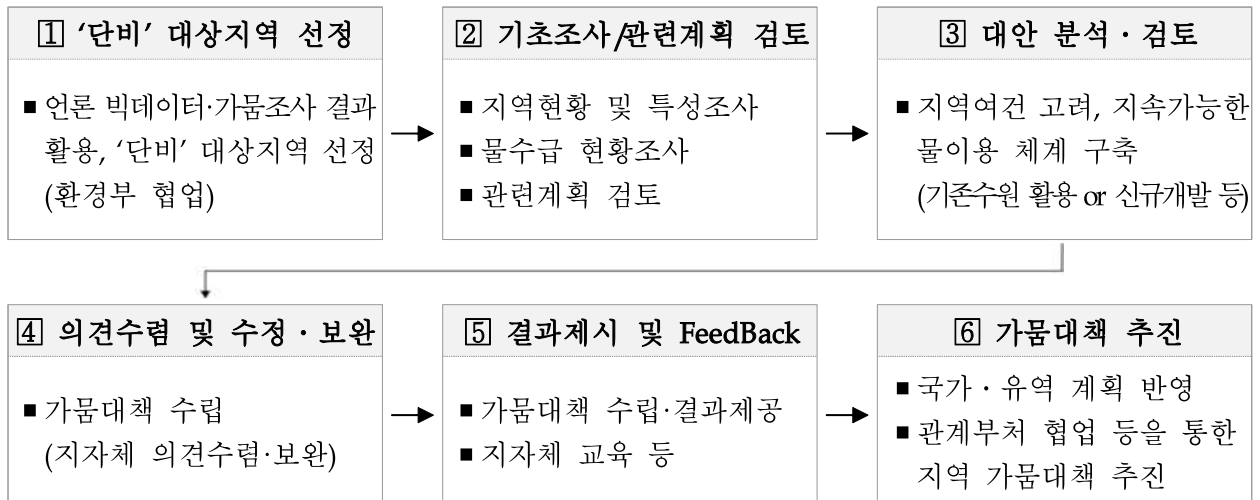


그림 8.6 2022년 월간 비상급수(가뭄) 현황 지도

8.1.3 수요자 중심의 맞춤형 가뭄지원 ‘단비’ 서비스

‘단비’ 서비스는 가뭄에 취약한 지역의 가뭄대책을 수립을 지원하기 위해 시작한 서비스이다. ‘18년도에는 속초시를 대상으로 시범운영을 하였으며, ‘19년도에는 포항시를 대상으로 가뭄대책 수립을 지원하였다. 속초시와 포항시는 ‘19년 및 ‘20년에 각각 상수도 현대화사업에 선정·착수하게 되었으며, 가뭄 문제 해소에 실질적으로 기여할 수 있었다.

표 8.4 ‘18~‘19년도 ‘단비’ 가뭄대책 수립 지원서비스 추진절차



하지만 지역의 가뭄대책 수립을 지원하더라도 예산 등 후속 지원이 불투명하여 지역을 대상으로 하는 가뭄대책 수립 지원을 지속하는 데에는 한계가 있었다. 즉, 서비스의 패러다임 전환이 필요하였다. 이에 2가지 방향으로 서비스를 추진하였다. 첫 번째는 행안부에서 ‘19년부터 시행 중인 ‘상습가뭄재해지구 지정사업’과 연계하여 ‘단비’ 서비스를 통해 국가 지원사업에 참여할 수 있도록 하여 지역 가뭄대책 수립의 추진력을 확보하는 것이다. 관계부처(행안부) 협의 및 정부 간 협업과제 제안(환경부 →행안부) 등 적극적으로 노력하고 있으나, 여러 이해관계 등으로 지연되고 있다. 두 번째는 가뭄관련 기초자료 제공, 강의 등 교육지원, 가뭄발생 지역에 대한 병물·물차 지원, 그 외 가뭄관련 궁금증 해결 등 수요자가 원하는 가뭄관련 요청사항을 해결하기 위한 서비스를 제공하는 방향이다. 이를 위해 서비스를 쉽게 요청할 수 있도록 ‘20년 5월에 국가가뭄정보포털(drought.go.kr) 내 ‘단비’ 서비스 게시판을 신설하였고, ‘20년 12월까지 약 7개월간 가뭄 피해 현황, 방문 교육 등 총 27건의 요청사항을 접수하여 23건의 서비스를 완료하였다. 4건은 개인정보, 요청사항 부정확 등으로 서비스가 불가하였다. 이에 ‘21년에는 서비스 사전문의 제도를 도입하였고, 그 결과 1년간 총 42건의 서비스를 모두 제공하였다. ‘22년에는 국내 가뭄상황 발생 이슈가 있었으며, 총 64건의 서비스를 제공하였다. 현재 단비서비스는 주로 연구, 지자체 대책수립 등의 목적으로 학계, 업체에서 자료요청이 지속적으로 이루어지며 자리잡고 있다.

8.2 가뭄 교육·체험 서비스

8.2.1 온·오프라인 가뭄교육체험장 운영

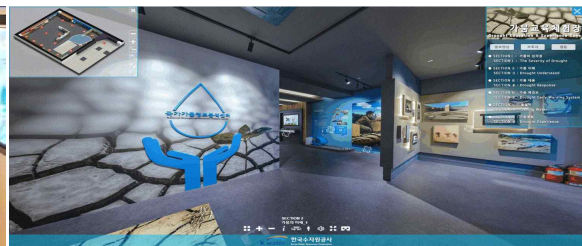
국가가뭄정보분석센터는 국민이 자발적으로 참여하는 수요관리 정책 추진을 위해, “가뭄교육체험장”을 구축·운영(‘19.6.~) 중이며, 가뭄과 관련된 다양한 교육·체험 서비스를 제공하고 있다.

“가뭄교육체험장”은 대국민 가뭄 교육을 위해 총 6개 Section으로 구성되어 있으며, 가뭄의 발생에서부터, 예방, 대응까지의 전 과정 교육을 제공한다. 국내외 가뭄 심각성, 가뭄의 정의, 국내 가뭄대응 현황, 생활 속 물 절약 방법, 물 부족 지역의 가뭄 체험 등을 터치스크린과 사물 인식 센서 등을 통해 알기 쉽고 흥미롭게 제공하고 있다.

- (목적) 가뭄에 대한 교육·체험을 통해 국민 가뭄 체감도 향상 및 물 절약 동참
- (위치) 한국수자원공사 본사(대전 신탄진) 세종관 4F / 82m² (약 25평)
- (교육대상) 일반인(학생·교사), 공무원, 물(가뭄) 관련 전문가 등
- (교육내용) 가뭄의 이해, 가뭄대응, 물절약 방법, 물 부족지역의 가뭄체험 등



<오프라인 가뭄교육·체험>



<온라인 가뭄교육·체험>

시범운영 기간인 '19년도에는 약 7개월간(‘19.6~‘19.12) 학생(유·청소년, 대학생 등), 교직원, 공무원 등 총 855명이 방문하였다. '20~'21년의 경우 코로나 19 확산방지를 위한 정부 방역지침 준수로 각각 127명, 271명 대상 가뭄 교육을 시행할 수 있었다. 이에 직접 방문하지 않아도 가뭄 교육·체험이 가능하도록 '21년 온라인 가뭄교육체험장을 구축하여 국가가뭄정보포털에 게시하였다. '22년에는 국내·외 600여명의 학생·전문가 등을 대상으로 가뭄 교육을 시행하였다.

'22년부터는 가뭄 교육·체험에 대한 국민 의견 조회('21)를 통해 개발한 어린이 가뭄 교육 콘텐츠를 가뭄교육체험장에 구현하였다. 5월 중순 유치원생을 대상으로 교육을 실시하였으며, 매년 방문하는 유치원생, 초등학교원의 가뭄 교육에 적극 활용할 계획이다.



물놀이를 하며 목욕을 할 수 있어요



물이 부족해 손을 씻기도 힘들어요



그림 8.7 어린이 맞춤형 가뭄교육 서비스 시행

8.2.2 연령별 맞춤형 가뭄교육 교재 개발

'19년 5월부터 시작된 가뭄교육체험장은 코로나로 인한 약 2년 동안의 사회적 거리 두기 기간이 있었음에도 약 2천명의 국민이 방문할 정도로 관심도가 매우 높았다. 가뭄교육체험장은 최초이자 대체 불가능한 국내 유일의 가뭄 교육 장소이며, 가뭄의 전 과정을 짧은 시간 동안 효과적으로 학습할 수 있다는 장점이 있다. 하지만, 약 20분이라는 짧은 시간 동안 전문적인 콘텐츠를 설명하기 위해서는 수요자의 참여가 제한된 강의 형식의 교육이 강제되며, 교육 대상자의 나이와 눈높이에 따라 교육의 난이도를 조절하기 위한 기준이 부재하다는 한계점이 존재한다. 이에 '22년에는 위 두 가지의 한계점을 해결하고자 교육 대상자가 직접 참여하고 고민할 수 있는 가뭄 교육프로그램을 개발하였다. 우선 성인·청소년으로 대상을 구분하였으며, 대상별 교재와 강의자료 및 강의 매뉴얼을 개발하였다.

개발된 프로그램의 목표는 성인의 경우 실무 사례를 포함한 가뭄 전주기 교육을 통해 국가 차원의 가뭄관리 노력과 개인의 물 절약 필요성에 대해 이해하는 것이며, 청소년의 경우 가뭄 발생 원인을 이해하고 가뭄을 해소하는 과정에서 물 절약 노력이 필요하다는 점에 대해 이해하는 것이다. 교재의 경우 일반적인 정보의 나열이 아닌 대상별 일상 배경으로 가뭄 발생 시 변화가 일어나는 흥미 요소를 반영하여 그림·대화형식으로 구성하였다. 또한, 교육 중 대상자의 참여를 유도하기 위해 교재 곳곳에 활동지, 참고자료 QR코드 등을 삽입하였다. 강의자료의 경우 교재를 충분히 설명할 수 있는 시청각 자료를 위주로 구성하였으며, 캐릭터·영화·드라마 영상 등을 활용하여 이해를 도울 수 있도록 하였다. 강의를 진행하기 위한 강사용 매뉴얼도 제작하였다. 매뉴얼은 수업 중 전달해야 하는 필수 메시지와 보조자료의 출처 및 활용 방법 등에 관한 내용으로, 일관성 있는 강의를 진행하기 위한 목적으로 작성되었다. 본 가뭄교육 프로그램을 운영하기 위해 국가가뭄정보포털(drought.go.kr)-가뭄교육 페이지에 교육 신청 페이지를 개설하였다. 교육 신청은 수요자의 니즈에 따라 약 20분이 소요되는 '가뭄교육체험장'과 약 2시간이 소요되는 '가뭄 심화교육'을 선택할 수 있도록 구성하였다.

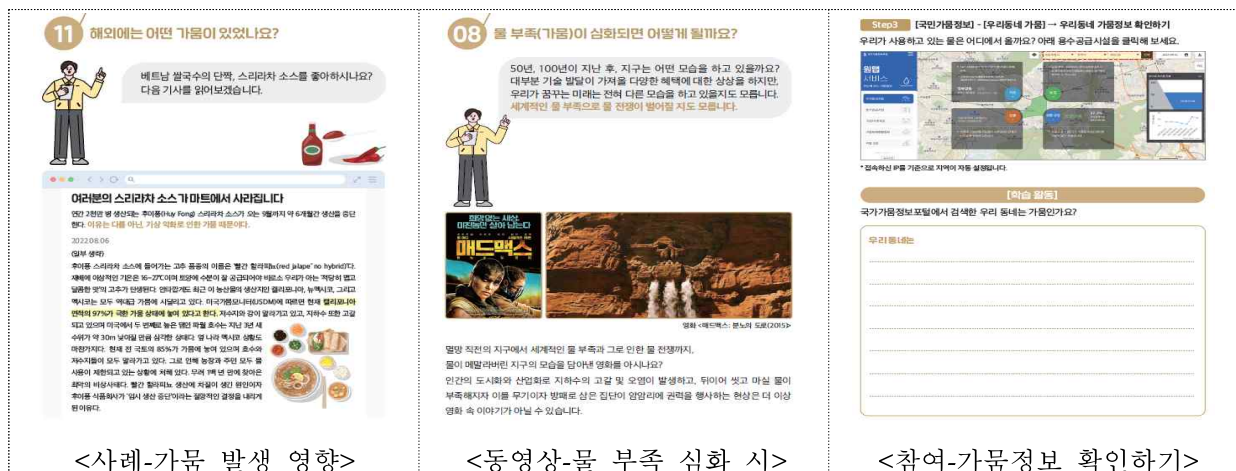


그림 8.8 가뭄교육 교재

8.3 성과 및 평가

국가가물정보분석센터에서는 지자체담당자, 일반국민, 전문가들에게 다양한 가물정보를 제공하고 교육·체험을 통해 국민의 가물 체감도 향상 및 물 절약 동참을 유도하고자 다방면으로 노력해왔다. '19년 일반 국민을 대상으로 시행한 가물교육체험장을 시작으로 관계기관 교육 연계, 법정교육 개발, 지자체 가물대응 의사결정 지원 시스템 교육 등 매년 교육대상과 서비스를 확대해왔다.

그 중 지자체 공무원들이 가물대응에 활용할 수 있도록 개발한 가물종합상황판은 '21년 새롭게 리뉴얼하여 '22년 정상운동을 시작하였다. 리뉴얼한 가물종합상황판은 사용자가 선택한 지역(전국, 시, 군, 읍면동 단위)을 기준으로 가물현황 및 전망, 기상현황, 생공현황, 농업용 저수지 저수율 현황, 언론 현황정보 등을 맞춤형으로 확인할 수 있게 됨으로써 손쉽게 가물인지가 가능하며, GIS 검색기능을 통해 손쉽게 지역 내 정보 파악과 타지역을 비교하거나 관측정보(강우, 댐, 하천, 지하수 등), 용수 공급체계, 가물정보, 언론정보 등 총 56개 관련정보들을 단순 클릭만으로 제원정보와 운영정보를 확인할 수 있다.



그림 8.9 '22년 가물종합상황판 메인화면(예시)

또한, 충남, 충북 등 31개 시군대상 '22년 가물종합상황판 설명회를 개최하였다. 상황판을 인지하고 활용하기 쉽도록 매뉴얼 배포 및 시연을 진행하였으며, 의견수렴을 통해 개선이 필요한 사항들을 도출하였다. 향후, 지속적으로 매뉴얼 배포 및 의견수렴을 통해 활용도를 높여나갈 예정이다.

그동안 가물에 대한 교육·체험을 통해 국민의 가물 체감도 향상 및 물 절약 동참을

유도하고자 다방면으로 노력해왔다. '19년 일반 국민을 대상으로 시행한 가뭉교육체험장을 시작으로 관계기관 교육 연계, 법정교육 개발, 지자체 가뭉대응 의사결정 지원 시스템 교육 등 매년 교육대상과 서비스를 확대해왔다.

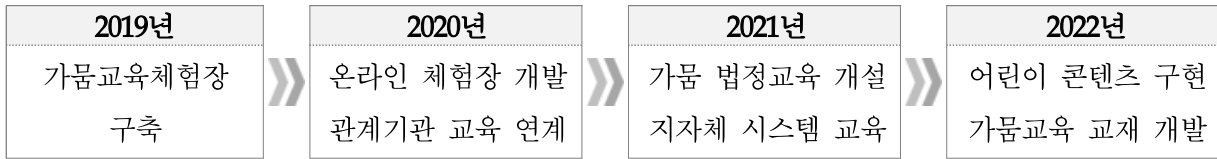


그림 8.10 가뭉 교육 서비스 개발 현황

가뭉교육·체험 서비스 분야에서는 특히 '21년도에는 국민 의견조회를 통해 국민이 실질적으로 필요로 하는 것을 파악하여 '22년에 해당 의견이 반영될 수 있도록 노력하였다. 그 결과, 국민 의견을 반영한 어린이 콘텐츠(물 절약 게임 3종 등)를 개발하여 가뭉교육체험장에 구현하였으며, 5월부터 어린이를 대상으로 활용하고 있다. 전문교육 강사의 필요성에 대해 제시된 국민 의견에 대해서는 자격요건을 충족한 가뭉센터 직원을 안전교육법에 따른 전문강사로 등록함으로써 이행하였다. '23년부터는 전문강사를 대상으로 하는 교육에 적극 참여하여 가뭉 교육의 완성도를 높일 수 있을 것이다. 또한, 개발된 가뭉교육 프로그램을 활용하여 가뭉 교육에 관심이 있는 학교에 방문하여 교육을 실시하는 것도 계획할 수 있을 것이다. 앞으로 가뭉 교육을 체계적·지속적으로 실시하기 위해서는 다음의 두 가지가 해결되어야 할 것이다. 첫 번째로는 어린이에 대한 가뭉교육이다. 어린아이가 관심을 가질만한 콘텐츠를 개발하여 가뭉교육체험장에 구현하고 국가가뭉정보포털을 통해 웹 서비스도 시행하고 있지만, 실질적으로 아이들이 체험하고 공감하기에는 다소 어려움이 있다. 가뭉 교육을 하나의 놀이로써 자연스럽게 습득하기 위한 교육프로그램의 개발이 완료된다면, 전 연령층에 대한 가뭉교육 과정이 완성될 수 있을 것이다. 두 번째로는 외국인 교육생에 대한 영어 교육의 부담감이다. 현재 가뭉교육은 순번제로 운영되고 있어 외국인 방문 시 해당 순번의 직원이 교육을 실시하게 된다. 직원 개인의 역량 강화 측면에서 볼 때 분명 긍정적인 영향이 있겠지만, 교육생에게 정확한 정보의 전달이 어렵고 직원 개인에게는 큰 부담이 될 수 있다. 영어 교육 전담 직원을 채용하는 것은 가능성이 매우 낮으며, 전담 직원을 지정하여 운영하는 방법은 전보 시스템이 문제가 된다. 위 두 가지 문제에 대해서는 앞으로 많은 고민을 통해 적절한 방법을 찾아야 할 것이다.

제9장 결론



제9장 결 언

본 보고서는 2022년 한 해 동안 국가가뭄정보분석센터에서 수행한 주요 업무를 소개하고, 업무 수행 과정에서 발견된 문제점, 개선점, 향후 필요한 업무 등을 수록하였다. 금년은 극심한 강수의 불균형으로 상대적으로 좁은 땅덩이 내에서 가뭄과 홍수가 동시에 발생하는 등 기후변화를 체감하는 한 해였다. 또한 남부지방의 극심한 가뭄상황을 겪으면서 가뭄발생 이전 예방적 가뭄대응의 중요성과 이를 위해 센터에서 수행하는 가뭄 연구와 정보 생산 및 제공의 중요성을 다시 한번 느끼기도 하였다.

올 한해(~11월) 전국 유역의 강수량은 1,120.8mm로 평년(1,259.6mm)대비 89.0% 수준이었다. 전국의 전체 유출량은 예년의 90.4% 수준으로 예년대비 다소 부족하였다. 이를 시기적, 지역적으로 나눠 보면 더욱 극명한 차이를 확인 할 수 있다. 특히 5월까지 전국 강수량은 144.5mm로 평년(274.0mm)의 52.7% 수준으로 전국적으로 강수가 부족했고, 중부지방은 8월 집중호우, 낙동강 지역은 9월 태풍에 의해 강수부족량을 회복하였다. 다만, 영산강·섬진강유역은 홍수기에도 충분한 강수가 내리지 않아 12월까지 강수량은 평년대비 50~60% 수준에 불과하였다.

이러한 강수 및 수문 상황으로 인해 연중 내내 가뭄 상황은 이어졌다. 2022년 초는 2021년부터 이어지던 보령댐 가뭄 상황으로 인해 충남 8개 시군이 가뭄 '경계' 단계가 지속되었으며, 4월에 운문댐을 필두로, 6월에 황성댐, 7월에 소양강-충주댐, 안동-임하댐, 밀양댐, 합천댐, 주암댐-수어댐, 평림댐 등 전국적으로 가뭄이 발생하여 7월에 가뭄 예·경보 역대 최대인 84개 시·군에 생·공용수 가뭄단계가 발령되었다. 그 후 중부지방에 내린 집중호우와 낙동강 지역을 강타한 태풍으로 인해, 9월에 영·섬유역을 제외한 지역은 가뭄단계가 해제되었다. 영·섬유역은 홍수기때도 강수가 부족했고, 주암댐·섬진강댐·수어댐·평림댐은 현재(12.31.)까지도 가뭄 '심각' 단계로 대응하고 있으며, 완도군 등 남부 도서지역은 저수지 수량 부족으로 인해 제한급수를 지속하고 있다. 내년 홍수기 도달 전까지 가뭄대응 및 물절약을 통해 저수위 도달을 방지하여 최악의 제한급수 사태를 대비할 필요가 있다.

국가가뭄정보분석센터의 2022년은 가뭄상황에 맞추어 가뭄피해 절감을 목표로 다양한 관계기관 및 부서와 협업을 강화하였다. 행안부 주관으로 주 1회 실시했던 관계부처 가뭄대책 TF회의를 주 2회 참여하며 관계부처간 상시 가뭄상황 공유 및 재빠른 대응에 협조하였다. 또한, K-water 유역수도지원처에 수도분야 가뭄상황보고를 위한 기초자료를 매주 제공하여 수도이사님 및 관련부처에 정확한 가뭄상황이 공유될 수 있도록 협조하였다. 이러한 가뭄대응을 위한 노력과 함께 가뭄분석기술 고도화를 위한 연구와 체감도 높은 가뭄정보 제공을 위한 노력도 병행하여 추진하였다.

또한, 국가가물정보분석센터의 주 업무인 「가물 조사 및 모니터링 사업」 위탁기관 지정 고시문을 개정하였다. '18년 K-water가 위탁기관으로 첫 고시된 이후, 가물센터는 신뢰성있는 가물분석 기술 확보를 위해 국·내외 업무협력을 강화하였고, 국민들이 체감할 수 있는 가물 정보를 서비스 하기위해 노력해왔다. 이러한 사항을 반영하여 고시문을 개정하였고, 앞으로도 환경부와 협의를 통한 고시문의 주기적인 개정을 추진하고자 한다.

2022년은 COVID-19의 여파로 축소되었던 국외기관과의 가물기술 교류가 강화된 시기였다. 8월은 온라인으로 K-water와 호주 퀸즐랜드 농어업국(DAF)의 주관으로 국제가물심포지엄을 공동으로 개최하였으며, 10월은 호주 퀸즐랜드 주정부에 방문하여 수자원·수도 관리 기관(Sunwater, SEQ water) 및 퀸즐랜드 가물센터(QDMC)와 기술교류를 하였고, 퀸즐랜드 농어업국 차관과 K-water 수자원환경부문 이사의 업무협약(MOU)을 갱신하였다. 2023년은 '18년부터 MOU 체결했던 미국의 국가가물경감센터(NDMC)와의 실질적인 협력을 추진하여 미국, 호주 등 가물관련 선진국간의 지속적인 기술교류를 통한 가물관리 기술 발전의 기반을 마련하고자 한다.

2022년 가물 상황조사(기초조사)를 통해 전국 167개 지자체의 읍면동 및 산업단지별로 생·공용수 수원 현황과 용수공급시설(취수장, 정수장, 배수지) 운영현황 및 소규모수도시설 현황을 파악하였다. 본 자료는 「국가물관리기본계획」 및 「전국 수도종합계획」의 가물 분야 기초자료로 활용되고 있다. 향후 조사항목 중 지자체 시스템 및 상수도 통계 등 연계 가능한 사항이 있다면 효율적인 조사체계를 구축을 위한 협의 등 노력할 필요가 있으며, 다년간 축적된 자료를 바탕으로 지자체 컨설팅 등 다양한 성과 활용방법을 발굴할 필요가 있다.

가물센터는 국가 가물 예·경보의 신뢰도 향상을 목적으로 연구개발을 꾸준히 추진하고 있다. 금년도에 추진한 연구 성과로는 기존 지점별 자료를 공간보간을 통해 가물 상황을 모니터링하던 체계에서 격자단위 형태의 공간정보 빅데이터를 활용하여 미세측지역의 가물 분석할 수 있는 체계 기반 마련을 추진해왔다. 또한 가물시 발생하는 환경적 영향의 모니터링 체계 기반 마련을 추진하였다. 내년에는 공간정보를 활용한 분석기법을 도출하고, 환경가물 정의 및 단계별 대응방안을 마련하는 연구를 지속할 예정이다. 또한 금년 다양하고 극심한 가물상황에 대응하며 파악된 기존 가물 예·경보 판단기준의 미약한 사항을 개선하고자 한다. 첫 번째로 댐 가물판단에 활용중인 「댐 용수공급 조정기준」에서 기준이 미설정된 댐에 대한 가물판단 기준 수립이 필요하다. 두 번째로 현재 수립되어 있는 수원별 가물판단 기준 뿐만 아니라 지역별 가물판단 기준에 대한 가이드라인이 필요하다. 한 수원에 의존하는 시·군이 있는 가 하면, 여러 수원을 활용하고 있는 시·군이 있다. 이런 시·군은 여러 수원의 상황을 복합적으로 반영해야 하며, 이를 판단할 만한 기준 수립이 필요하다. 2023년은 가물 예·경보의 가물판단 기준 개선을 위해 환경부와 함께 논의 및 연구를 진행

하고자 한다.

마지막으로 금년 가뭄센터는 체감형 가뭄 콘텐츠 구현 및 전자정부 품질관리 준수 등 가뭄포털 고도화를 추진하였다. 또한 성인·청소년 대상 맞춤형 가뭄교육 교재 및 강의 매뉴얼을 개발하여 국민에게 표준화된 가뭄교육을 제공할 수 있는 기반을 마련하였다. 앞으로도 양질의 가뭄 정보 생산을 위해 노력하며, 국민에게 체감형 높은 정보를 제공할 예정이다.

끝으로 국가가뭄정보분석센터의 구성원들은 2022년 한 해 동안 가뭄상황에 대응하며 다양하고 정확한 가뭄정보를 생산하고, 국민들에게 체감할 수 있는 가뭄정보 서비스를 제공하기 위해 노력하였다. 본 보고서에 집약된 한 해의 성과를 되돌아보고, 그 결과를 향후 발전 방향 재정립에 반영하여 국가가뭄정보분석센터가 가뭄관리 선진기관으로서의 위상을 계속 높여가길 기대해 본다.