

2024 가뭄정보연간보고서

2024 Drought Information Annual Report





발 간 사

2024년 세계경제포럼은 ‘인류가 직면한 위협 Top 10’중 가장 큰 위협 1위로 ‘기상이변’을 선정했습니다. 홍수, 가뭄, 태풍, 해일 등 기상이변에 의해 더욱 심해지고 빈번해지는 물 재해는 국민의 안전과 삶을 위협하고 있습니다.

기상이변은 물관리를 통해 국민의 행복을 추구하는 K-water에게도 많은 숙제를 안겨주고 있습니다. 기존의 홍수와 이수 관리 계획의 범위를 넘어서는 극한 상황들을 어떻게 대비하고 극복할 것인지에 대한 고민은 인공지능 홍수 예보 체계, 댐-하천 디지털 트윈 구현 등 과학적인 댐 운영·관리를 위한 기술들과 수원 간 연계, 신규 및 대체 수자원 개발 등의 사업으로 구체화 되어 진행되고 있습니다.

2013년에서 2018년에 이르는 장기 가뭄을 겪으며, 사후복구가 아닌 사전 대비로의 국가 가뭄 정책 변화가 있었으며, 국가 가뭄 예·경보 시행을 지원하기 위해 ‘국가가뭄정보분석센터’가 설립되었습니다. 이후 가뭄 정보수집과 분석기술 개발 및 국가 가뭄 정책 지원을 위해 선도적인 역할을 수행 중입니다.

본 책자는 매년 국가가뭄정보분석센터에서 수행한 조사, 분석, 기술개발, 교육, 정보제공 등 일련의 노력과 성과를 기록하고 평가하는 보고서입니다. 향후 더 발전된 센터의 역할을 찾고 실행하기 위한 참고자료로써 본 책자가 도움이 되기를 바라며, 국가 가뭄 대응력 고취를 위해 K-water가 늘 함께하겠습니다.

2024년 12월

K-water 수자원환경부문장 **장 병 훈**

차 례

제1장 머리말	3
제2장 일반현황	7
2.1 국가가뭄정보분석센터 일반현황	7
2.2 가뭄대응 국내·외 협력	14
제3장 가뭄 상황(기초)조사	21
3.1 가뭄 상황(기초)조사 개요	21
3.2 가뭄 상황(기초)조사 주요 내용	22
3.3 가뭄 상황(기초)조사 추진 경위	23
3.4 가뭄 상황(기초)조사 주요성과	25
3.5 2024년 전국 생·공용수 수원현황 보고서	71
3.6 가뭄 상황조사 지침 제정 추진	72
3.7 성과 및 평가	73
제4장 가뭄 상황(영향·피해) 조사	77
4.1 가뭄 상황(영향·피해)조사 개요	77
4.2 가뭄 현황조사	80
4.3 가뭄 영향모니터링	83
4.4 가뭄 피해 및 대응조사	88
4.5 성과 및 평가	92
제5장 수문 및 가뭄정보	95
5.1 수문 현황	95
5.2 가뭄지수 및 빈도	101

제6장 가뭄 예·경보	117
6.1 가뭄 예·경보 분석	117
6.2 가뭄 예·경보 현황	119
6.3 가뭄 예·경보 전망 정확도	121
6.4 성과 및 평가	124
제7장 기술 고도화	129
7.1 기술개발로드맵(2024~2028) 보완	129
7.2 가뭄 분석기술 고도화 내역	134
7.3 지하수 이용지역 가뭄 전망모형 고도화	147
제8장 가뭄정보 분석시스템	157
8.1 가뭄정보 분석시스템 운영관리 및 고도화	157
8.2 가뭄 DB 품질 개선 활동 및 성과	166
8.3 성과 및 평가	171
제9장 가뭄정보서비스	175
9.1 지자체 가뭄 의사결정 지원체계	175
9.2 성과 및 평가	178
제10장 맺음말	183

표 차 례

표 2.1 위탁기관 지정 고시 주요 개정사항.....	12
표 2.2 2024년도 가뭄조사 및 모니터링 사업 예산.....	13
표 2.3 한국수자원학회 기획세션 발표주제 및 발표자.....	14
표 2.4 한국스마트워터그리드학회 전문세션 발표주제 및 발표자.....	15
표 3.1 가뭄 기초조사 주요 내용.....	22
표 3.2 가뭄 기초조사 설명회 주요 내용.....	23
표 3.3 하천수 수원의 구분.....	25
표 3.4 가뭄 기초조사의 생·공용수 수원 분류.....	27
표 3.5 전년 대비 수원 세부 변동사항	28
표 3.6 생·공용수 수원(시설) 현황 비교.....	28
표 3.7 생·공용수 수원(시설) 현황(2023년 말 기준).....	29
표 3.8 다목적댐 및 용수댐 현황.....	30
표 3.9 시·도별 생·공용수 공급 댐·저수지 관리현황.....	31
표 3.10 지자체 관할 생·공용수 댐·저수지 규모별 현황.....	31
표 3.11 지자체 관할 생·공용수 댐·저수지 수위 계측 현황.....	32
표 3.12 시군별 댐·저수지 현황.....	32
표 3.13 시도별 생·공용수공급 농업용저수지 현황.....	36
표 3.14 생·공용수 공급(목적 외 사용) 농업용저수지 세부현황.....	37
표 3.15 권역별 생·공용수공급 하천 현황.....	39
표 3.16 권역·수계별 생·공용수공급 하천 현황.....	40
표 3.17 수원별 생·공용수 공급현황.....	41
표 3.18 상수도 보급현황.....	42
표 3.19 생활용수 수원 현황(1~3수원 전체).....	43
표 3.20 시·도별 생활용수 수원 현황(1수원 기준).....	44
표 3.21 수원별 급수지역 수(1수원 기준).....	45
표 3.22 생활용수(광역·지방) 급수량.....	47

표 3.23 전국 산업단지 현황(상위단지 기준).....	48
표 3.24 시도별 산업단지 현황.....	48
표 3.25 산업단지별 조성현황.....	49
표 3.26 공업용수 수원 현황(1수원 기준).....	49
표 3.27 수원별 산업단지 공급현황(1수원 기준).....	49
표 3.28 공업용수별 산업단지 현황(1수원 기준).....	50
표 3.29 연도별 공업용수 사용량 비교.....	51
표 3.30 공업용수 공급현황.....	52
표 3.31 시도별 취수장 운영현황.....	53
표 3.32 수원별 취수시설 현황.....	54
표 3.33 수원별 취수량 현황.....	54
표 3.34 시·도별, 수원별 생·공용수(광역·지방상수도) 취수현황.....	55
표 3.35 수원별, 월별 생·공용수(광역·지방상수도) 취수현황.....	56
표 3.36 시·도별, 월별 생·공용수(광역·지방상수도) 취수현황.....	57
표 3.37 시도별 정수장 운영현황.....	60
표 3.38 지역별, 수종별 지방 및 광역·공업용수도 공급량.....	61
표 3.39 수종별, 월별 광역·지방상수도 및 공업용수도 공급량.....	62
표 3.40 시도별 배수지 관리현황.....	63
표 3.41 전국 소규모수도시설(마을상수도, 소규모급수시설, 전용상수도).....	64
표 3.42 전국 소규모수도시설의 수원현황.....	65
표 3.43 2023년 비상급수 발생현황.....	66
표 3.44 지역별(시·도) 비상급수.....	67
표 3.45 지역별(시·군) 비상급수 현황.....	68
표 3.46 최근 10년간(2014~2023) 비상급수 발행현황.....	70
표 3.47 생·공용수 수원현황 보고서 예시.....	71
표 3.48 가뭄 상황조사 지침(안) 구성.....	72
표 4.1 가뭄 영향·피해 조사 항목(안).....	78
표 4.2 가뭄 영향·피해 조사 증장기 추진계획.....	79
표 4.3 가뭄 현황조사 항목.....	80

표 4.4	2022년도 지역별 강수량 및 평년비	81
표 4.5	가뭄 영향모니터링 항목	83
표 4.6	2022년도 다목적댐 방류량 조정 실적	85
표 4.7	연도별 가뭄진입에 따른 댐 급수체계 조정건수	86
표 4.8	가뭄 피해 및 대응조사 항목	88
표 4.9	주요지역(충남, 전남) 연도별 비상급수 발생 현황	90
표 5.1	중권역 주요 유역 분류(제주 제외, 113개)	96
표 5.2	중권역별 2024년 강수량(mm) 및 평년비(%) (제주 제외, 113개)	97
표 5.3	2024년 전국 및 주요 유역 유출량 현황	99
표 5.4	국가가뭄정보포털에 제공중인 가뭄지수 종류	101
표 5.5	SPI 지수에 의한 가뭄의 분류	102
표 5.6	PDSI 지수에 의한 가뭄의 분류	106
표 5.7	MSWSI 지수에 의한 가뭄의 분류	108
표 5.8	SMI 지수에 의한 가뭄의 분류	110
표 6.1	가뭄 예·경보 기준	118
표 6.2	ROC 분석을 위한 분할표	121
표 6.3	2024년 1~3개월 가뭄 전망에 대한 분할표와 통계값	122
표 6.4	2024년 1, 4주 가뭄 전망에 대한 분할표와 통계값	124
표 7.1	제2차 중장기 기술개발(2024~2028) 추진방향	131
표 7.2	제2차 중장기 기술개발(2024~2028) 추진목표	131
표 7.3	수질가뭄 등급별 기준 및 설명	140
표 7.4	식생가뭄 등급별 기준 및 설명	141
표 7.5	생태가뭄 등급별 기준 및 설명	141
표 7.6	제안한 방법에 따른 다중수원 지역(대구광역시) 가뭄단계	145
표 7.7	국내·외 극한가뭄 관련 사례 및 문헌검토 내용	146
표 7.8	국가지하수관측소 기초자료 활용여부 검토	150
표 7.9	연도별 지하수 전망모형 상관계수	153
표 8.1	2024년 주요 추진내용	157
표 8.2	국가가뭄정보포털 접속 현황	158

표 8.3 국가가뭄정보포털 월별 접속 현황.....	158
표 8.4 메뉴별 접속 현황.....	159
표 8.5 사용자 정보(성별, 연령) 접속 현황.....	160
표 8.6 2018~2019년 ‘단비’ 가뭄대책 수립 지원서비스 추진 절차.....	163
표 8.7 공공데이터 품질관리 계획.....	167
표 8.8 진단대상 테이블 현황.....	168
표 8.9 공공데이터 품질관리 수준평가 가뭄시스템 평가 결과.....	171

그림 차례

그림 2.1 국가가뭄정보분석센터 조직도(2024년 기준).....	7
그림 2.2 가뭄 예·경보 업무 흐름도.....	9
그림 2.3 가뭄조사 및 모니터링 사업 위탁기관 지정 고시문(2022년 개정).....	11
그림 2.4 2024년 한국수자원학회 기획세션.....	15
그림 2.5 2024년 한국스마트워터그리드학회 전문세션.....	16
그림 2.6 Drought Resilience +10 Conference 참석, 발표 및 협력 방안 논의.....	17
그림 3.1 가뭄 상황조사 체계도.....	21
그림 3.2 2024년 가뭄 기초조사 설명회.....	24
그림 3.3 수원의 종류(상수도설계기준, 2022).....	26
그림 3.4 생·공용수 수원현황.....	29
그림 3.5 생·공용수 공급 댐·저수지 위치도.....	38
그림 3.6 수원별 생·공용수 공급현황.....	41
그림 3.7 전국 생활용수 수원의 수(1수원 기준), 급수지역(읍면동) 비율.....	44
그림 3.8 시·도별 수원종류별 급수지역 비율.....	45
그림 3.9 수원(시설)별 용수공급지역 현황.....	46
그림 3.10 생활용수 급수현황.....	47
그림 3.11 공업용수 수원 현황 및 수원별 공급현황.....	50
그림 3.12 연도별 공업용수 사용량 비교.....	51
그림 3.13 산업단지별 공업용수 공급현황.....	52
그림 3.14 수원별 취수량 비율(광역·지방상수도).....	54
그림 3.15 시·도별, 수원별 생·공용수(광역·지방상수도) 공급현황.....	55
그림 3.16 수원별 월별 생·공용수 취수량.....	56
그림 3.17 시·도별, 월별 생·공용수 취수량.....	58
그림 3.18 수원별 생·공용수 취수현황(광역·지방상수도).....	59
그림 3.19 광역·지방상수도 및 공업용수도 공급현황.....	61
그림 3.20 수종별, 월별 생·공용수 공급량.....	62
그림 3.21 전국 소규모수도시설 현황(시설수, 인구수, 사용량).....	65

그림 3.22 2023년 비상급수 발생지역 현황	69
그림 3.23 최근 10년간(2014~2023) 비상급수 피해 추이(피해인구)	70
그림 3.24 '가뭄 상황조사'에 의한 일련의 가뭄대응 체계	73
그림 4.1 국가 가뭄 예·경보 추진 배경	77
그림 4.2 가뭄 현황조사 항목간 상관도	80
그림 4.3 2022년도 분야별 가뭄 예·경보 주요 발령현황	81
그림 4.4 2022년도 댐 및 하천 주요 수문현황	82
그림 4.5 기타 항목(미세먼지 발령, 오존농도) 조사 결과	82
그림 4.6 가뭄 영향 항목간 상관도	84
그림 4.7 농업용 양·배수장 시설 수 및 전기사용량	86
그림 4.8 생활 및 공업용수 취수량 변화	87
그림 4.9 농가 수 및 농가 인구 변화	87
그림 4.10 가뭄 피해 및 대응조사 항목 간 상관도	89
그림 4.11 전국 연도별 생활·공업용수 비상급수 발생 현황	90
그림 4.12 전국 연도별 논 물마름, 밭 시듦 현황	90
그림 4.13 호흡기 계통 질환 사망자 현황	91
그림 4.14 물 산업 관련 사업체·종사자 수 및 매출액	91
그림 5.1 2024년 중권역별 연강수량(mm) 및 평년비(%)	95
그림 5.2 최근 5년간 전국 유출량(2020.1.~2024.12.)	98
그림 5.3 2024년 다목적댐 저수량 및 강수량 변화	100
그림 5.4 2024년 용수댐 저수량 및 강수량 변화	100
그림 5.5 2024년도 가뭄 현황(SPI3)	103
그림 5.6 2024년도 가뭄 현황(SPI6)	105
그림 5.7 2024년도 가뭄 현황(PDSI)	107
그림 5.8 2024년도 가뭄 현황(MSWSI)	109
그림 5.9 2024년도 가뭄 현황(SMI)	111
그림 5.10 2024년도 주요 월 가뭄빈도 현황	112
그림 6.1 가뭄 예·경보 체계	117
그림 6.2 생·공용수 가뭄 분석 체계도	118

그림 6.3 2024년 국가 가뭄 예·경보(생·공용수) 발령지역	119
그림 6.4 2024년 주간 가뭄 예·경보 발령지역	120
그림 6.5 ROC 곡선 예시 및 AUC 평가 분류	122
그림 6.6 1~3개월 가뭄 전망의 ROC 곡선	123
그림 6.7 1, 4주 가뭄 전망의 ROC 곡선	124
그림 7.1 제1차 중장기 기술개발(2017~2021) 주요과제	129
그림 7.2 제2차 로드맵 추진 방법	130
그림 7.3 제2차 로드맵 추진전략 및 비전	132
그림 7.4 제2차 중장기 기술개발 로드맵(2024~2028)	132
그림 7.5 실적기반(2017)과 운영기반(2023) 물수급 모형 비교	134
그림 7.6 물수급 모형 개요 및 유역별 구축 현황	135
그림 7.7 공간정보 기반 가뭄 분석의 필요성	136
그림 7.8 SAR 영상기반 수체 분류 정확도	137
그림 7.9 2024년 확보한 CNN 기반 가뭄피해분석 체계	137
그림 7.10 관리체계(좌) 및 활용체계(우)	138
그림 7.11 가뭄의 흐름과 환경, 경제적 영향 개요	139
그림 7.12 연도별 추진내용	140
그림 7.13 수질 환경가뭄 대응 방안	142
그림 7.14 수생태 분야, 월별유량 부족일수 평가예시(한강유역)	142
그림 7.15 식생 환경가뭄 대응 방안	143
그림 7.16 환경가뭄 가시화 방안(수질(좌), 수생태(중), 식생(우))	143
그림 7.17 주요 가뭄 및 대책 수립 현황	145
그림 7.18 다양한 수문인자들에 대한 강수 과부족의 전파(Van Loon, 2015)	147
그림 7.19 계절에 따른 SGI와 실제 취수상황의 차이	148
그림 7.20 퍼센타일을 이용한 가뭄 분석방법	148
그림 7.21 인공지능망 모형 학습자료 이상치 검토	149
그림 7.22 지하수위 검토결과 기초자료에서 제외한 지점의 지하수위 현황	151
그림 7.23 Thiessen Network 생성에 활용된 관측소 현황	152
그림 7.24 인공지능망을 통한 SPI1~12와 SGI 관계학습 및 검증	153

그림 8.1 연도별 접속자 수 비교	159
그림 8.2 사용자 분석 정보(연령, 성별)	160
그림 8.3 국가가뭄정보포털 접근매체 분석정보	161
그림 8.4 포털 사용자 만족도 조사 및 관리자 화면	162
그림 8.5 가뭄 교육 신청 및 관리 화면	164
그림 8.6 응답속도 향상 결과	165
그림 8.7 공공데이터 품질관리 진단·평가 관련 법령	166
그림 8.8 공공데이터 품질관리 수준 진단·평가 기준	166
그림 8.9 공공데이터 품질관리 프로세스	168
그림 8.10 가뭄 데이터 품질검증 자체 개발 프로그램	169
그림 8.11 K-water 데이터 품질관리 체계	170
그림 8.12 데이터 품질관리 포털(업무규칙 관리 기능)	170
그림 9.1 2021년~2023년 연도별 Digital Twin 물관리 플랫폼 화면	176
그림 9.2 Digital Twin 물관리 플랫폼(물수급 분야) 기능별 화면	177
그림 9.3 2024년 가뭄종합상황판 메인화면(예시)	178

제1장 머리말



제1장 머리말

2024년에는 전국적으로 평년대비 많은 강수가 발생하였지만, 8, 9월의 평년대비 적은 강수로 인해 댐·저수지의 저수량 및 하천 수위 저하, 열대야 지속 등 국지적으로 가뭄의 영향을 받은 지역들이 있었다. 2024년 8월 전국 평균강수량은 86.4mm로 평년대비 31.1%의 아주 적은 양의 강수가 관측되었으며, 6~8월 기간동안에는 역대 3번째로 많은 전국 평균 폭염일수(24.0일)를 기록할 만큼 가뭄에 취약했던 여름이었다. 이에 따라 9월에 대구광역시(군위, 달성군 제외)와 경상북도 5개 시·군의 수원인 운문댐과 영천댐이, 10월에는 충청남도 8개 시·군의 수원인 보령다목적댐이 가뭄단계에 진입하였다.

하지만 이러한 여름가뭄이 무색할 만큼 가을철(9~11월) 평년대비 151.5%의 많은 강수가 관측되었으며, 특히 9월 28일 14호 태풍 '플라산'의 영향으로 많은 강우가 내려 전국 다목적댐, 용수댐, 저류지 및 하천 등 대부분의 수원 상황이 개선되어 가뭄상황이 종료되었다.

K-water 국가가뭄정보분석센터('이하 센터')는 2014~2015년 보령시 등 충남 서부권 지역을 중심으로 발생한 대규모 가뭄을 계기로 설립되었으며, 2016년부터 생활·공업용수 분야에 대한 국가 가뭄 예·경보를 수행하고 있다. 센터는 가뭄 예·경보의 정확도를 향상시키기 위해 기술개발과 예·경보 체계 고도화 등의 노력을 해나가고 있으며, 정부 차원의 가뭄대책 및 정책 마련을 위한 정보 제공과 지자체 가뭄 대응을 위한 교육, 정보 서비스 제공 등의 업무를 수행하고 있다. 또한, 금년에는 WMO 등에서 주관하는 국제적 통합가뭄관리프로그램인 IDMP의 기술 교류 세미나 참석 등 국제적 협력 강화와 선진 기술력 확보를 위해 노력하였다. 이밖에도, 향후 구체적 기술개발 추진을 위한 5개년 단위의 기술개발로드맵 변경, 공간정보 빅데이터를 활용한 가뭄 예·경보 분석기술 개발 등 극한가뭄 대응을 위한 기술 고도화를 추진하고 있다.

본 보고서는 2024년 한 해 동안 센터에서 수행한 주요 업무를 소개하고, 이러한 업무를 통해 산출된 성과를 공유 및 확산할 목적으로 집필되었다. 더불어, 한 해의 업무 추진내용을 되돌아보고, 성과를 평가함으로써 업무 추진상의 문제점과 개선 방향을 도출하는 것 또한 본 보고서의 목적이라 할 수 있다. 본 보고서가 센터의 노력과 성과를 되짚어 보고, 변화되는 환경 속에서 앞으로 가뭄 관리를 위해 나아가 할 방향성을 정립하는 데 조금이나마 도움이 될 수 있기를 기대한다.

제2장 일반현황



2.1 국가가뭄정보분석센터 일반현황

2.2 가뭄대응 국내·외 협력

제2장 일반현황

2.1 국가가뭄정보분석센터 일반현황

센터는 2014~2015년 보령시 등 충남서부권 지역을 중심으로 발생한 심각한 가뭄에 따라, 2015년 9월 개최된 국가정책조정회의에서 센터 설립이 결정되었다. 이후 2015년 11월 K-water 내에 센터를 설립하고 현재까지 국가 생활·공업용수 분야의 가뭄 예·경보, 가뭄정보 포털 구축 운영 등 가뭄관련 업무를 추진해 오고 있다.

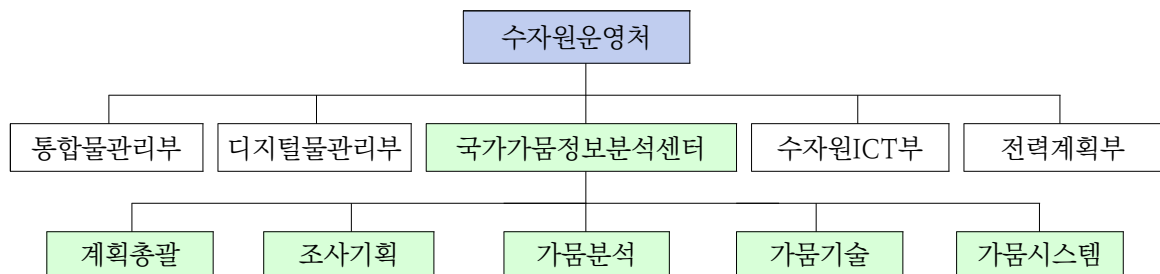


그림 2.1 국가가뭄정보분석센터 조직도(2024년 기준)

국가 가뭄 예·경보 시행과 센터 운영을 위해 2016년 가뭄조사 및 모니터링 사업 예산을 반영하였으며, 2017년부터는 매년 1,226백만원의 국고 예산을 확보하여 전국단위 가뭄 현황 및 전망 분석, 가뭄 예측기술 고도화 등의 업무를 수행 중이다. 또한, 2021년과 2024년에 각각 450백만원과 100백만원의 예산을 추가로 확보해 국민 체감형 가뭄 정책 시행과 가뭄 영향 및 피해조사 업무를 수행해 오고 있으며, 2024년 총 예산은 1,776백만원이다.

센터에서 수행 중인 주요 사업은 크게 가뭄 기초조사 및 연구개발, 가뭄 현황·전망 분석, 국민 체감형 가뭄정책 시행, 가뭄 영향 및 피해조사 총 4개 분야로 구분할 수 있다. 첫 번째, 가뭄 기초조사 분야는 생활 및 공업용수 분야 가뭄분석을 위한 기초자료를 조사하고 검증하는 것으로, 전국 읍·면·동 단위의 수원-공급체계, 용수공급시설 운영 및 관측시설 현황 조사 등을 포함하고 있다. 연구개발은 가뭄 모니터링 및 예측 정확도 향상을 위한 연구·기술개발로, 미세측 지역의 가뭄 모니터링 및 전망 기술을 확보하기 위해 공간정보 빅데이터를 활용하기 위한 과업이 2021년(1차년도)부터 2024년(4차년도)까

지 추진되었다. 두 번째, 가뭄 현황·전망 분석(생활·공업용수) 분야는 전국 167개 시군(3,516개 읍면동 416개 수원)을 대상으로 생활·공업용수의 가뭄 현황과 전망 분석, 검토 등을 포함한다. 세 번째, 국민 체감형 가뭄정책 시행 분야는 국가가뭄정보포털의 운영 및 고도화, 환경가뭄 분석체계 구축 과업을 포함하고 있다. 마지막으로 가뭄 영향 및 피해조사 분야는 가뭄으로 인한 사회·경제·환경적 영향과 직·간접적 피해 정도를 평가·정량화하기 위한 일련의 조사를 포함하고 있다.

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

2.1.1 가뭄 예·경보 업무 체계

센터를 중심으로 국가 가뭄 예·경보와 K-water의 댐 가뭄대응 및 지자체별 상황을 연계하기 위해 내부적으로는 수자원운영처, 유역본부(수자원운영부)와의 협업, 외부적으로는 환경부(홍수통제소)·기상청 등 관계부처, 전국 167개 시·군의 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(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 2019년도부터는 가뭄 취약지도 작성을 한강홍수통제소에서 수행하게 되었으며, 2021년부터는 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 2022년 12월 9일 기준, 위탁기관 지정 고시문을 개정·고시하게 되었다.

● **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·전망 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 「혼령·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(2022년 개정)

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 연구·기술개발 ○ 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 연구·기술개발 ○ 국가 가뭄정책·기술력 고도화를 위한 국내·외 현황조사 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 전문분야 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
<p style="text-align: center;">〈신 설〉</p>	<p>5. 재검토기한</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 환경부장관은 이 고시에 대하여 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 2023년 1월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

2024년 가뭄조사 및 모니터링 사업은 ‘가뭄 기초조사 및 연구’, ‘가뭄현황·전망 분석’, ‘국민 체감형 가뭄정책 시행’ 및 ‘가뭄 영향 및 피해조사’, ‘가뭄평가기법 개발 및 지역별 가뭄대책 지원방안 마련’으로 구성되어 있으며 전체 예산은 22.8억원(부가세 포함)으로 확정되었다.

한편, 「가뭄업무에 대한 홍수통제소 위임 시행」(수자원개발과-54, '19.1.9.) 방침에 따라 대행계약은 한강홍수통제소와 체결하였다. 센터에서 수행한 과업은 ‘가뭄 기초조사 및 연구’, ‘가뭄 현황·전망 분석’, ‘국민 체감형 가뭄정책 시행’, ‘가뭄 영향 및 피해조사’에 대한 건이며, 2024년 대행 사업비 17.8억 원 중 낙찰차액(약 64백만원)을 제외하고 전액 집행하였다. 세부 사업내용 및 예산은 아래 표와 같다.

표 2.2 2024년도 가뭄조사 및 모니터링 사업 예산

구 분	주 요 내 용	금 액	비 고
가뭄조사 및 모니터링 사업		22.8억원	
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 영향 및 피해조사 (민간이전)	- 가뭄으로 인한 영향 및 피해 발생 항목 검토·보완 - 가뭄 영향 및 피해 항목 조사 및 DB화, 보고서 발간	1.0억원	
가뭄평가기법 개발 및 지역별 가뭄대책 지원방안 마련 (일반연구비)	- 생활·공업용수 가뭄 모니터링 고도화 - 지역 맞춤형 가뭄 비상대처계획 수립 가이드라인 개발	5억원	직접수행 (환경부 수도기획과)

2.2 가뭄대응 국내·외 협력

센터는 지난 2017년 미국의 가뭄관련 기관인 국가가뭄경감센터(NDMC), 미국지질조사국(USGS), 캘리포니아 수자원국(CDWR), 미공병단(USACE) 방문을 통해 가뭄 관련 기술 조사 및 교류를 하였고, 2018년에는 NDMC를 방문하여 기술교류 공동 세미나를 갖고 국제 가뭄포럼 개최와 MoU 체결에 관한 합의를 하였다. 이후 2018년, 2019년 두 번의 국제 가뭄포럼 개최를 통해 극한 가뭄에 대한 국가별 경험과 극복방안을 공유하며 가뭄 대응 정책과 기술을 교류하였다. 이 과정에서 미국 국가가뭄경감센터(NDMC), 호주 농업국(DAF)과 MoU를 체결하는 등 국외 가뭄 관리 전문 기관과의 네트워크를 구축하였다. 2019년에는 가뭄 관계부처 합동으로 미국 우즈홀 해양 연구소(WHOI), 국가가뭄경감센터(NDMC) 및 캘리포니아 비상대책사무소(Cal OES)를 방문하여 정책 및 기술교류를 추진하였으며, 싱가포르에서 개최된 AOGS 컨퍼런스에 참여하였다. 2020년부터 지속된 COVID-19의 전 세계적인 영향으로 모든 오프라인 활동들이 제한되어 기존에 계획한 워크숍 등의 추진이 불가하였다. 호주와의 가뭄 업무협력 추진기반을 유지하기 위해 MoU 조항에 따라 2022년 8월까지 1년 단위로 두 차례에 걸쳐 MoU를 연장한 바 있다. 2022년 10월에는 국제협력을 재개하여 호주 방문을 통해 호주 농업국과 무기한 MoU를 체결하였다. 2023년에는 호주 물관리 기관들(농어업국, WMO, Sunwater, SEQwater, USQ, QUT, GU)이 한국을 방문하여 기술교류 활동을 함께 했다.

2.2.1 국내 기술교류 학회 참여

센터는 2024년 5월 한국수자원학회, 11월 한국스마트워터그리드학회 학술발표회에 참여하여 기획·전문세션을 개최하였다. 한국수자원학회 학술발표회 기간 중인 2024년 5월 9일에 '가뭄 영향·피해조사 추진방안 및 향후 과제'라는 주제로 기획세션을 개최하여 환경부, 한강홍수통제소, 학계(서울대, 부경대 등)와 함께 의견을 나누는 자리를 마련했다. 아래와 같이 두 개의 주제발표와 패널 토의를 진행하였으며, 센터에서 새롭게 만들어야 하는 가뭄 영향·피해조사 업무의 방향과 관계부처 협업을 통한 국가 가뭄 극복·대응 등 향후 국가 가뭄 관리 발전 방향에 대해 논의하는 자리가 되었다.

표 2.3 한국수자원학회 기획세션 발표주제 및 발표자

구분	발표주제	발표자
발표1	○ '24년 가뭄 영향·피해 조사 추진 방향	김옥경 차장 (K-water)
발표2	○ 물부족 잠재 직접손실 용수별 산정기법 개발	박종표이사 (주)핵코리아
패널 토의	○ 국가 가뭄관리 역할 및 정책 방향 토의 - 패널 : 김상단 교수(부경대), 홍성훈 팀장(한강홍수통제소) 등	김영오 교수 (좌장, 서울대)



그림 2.4 2024년 한국수자원학회 기획세션

한국스마트워터그리드학회 학술발표회 기간 중인 2024년 9월 12일에는 ‘가뭄 시 환경적 영향을 고려하기 위한 기술현황 및 발전방향’을 주제로 전문세션을 개최하였으며, 환경부 한강홍수통제소, 국립환경과학원, 학계(부경대, 우한대, 명지대, 강원대, 중부대)에서 참여하였다. 아래와 같이 총 네 개의 주제발표와 토의를 통해 환경가뭄 대응 및 분석기술 발전 방향을 모색하고, 센터의 기술 역량 강화를 위한 각계의 의견 및 조언을 수렴하는 기회가 되었다.

표 2.4 한국스마트워터그리드학회 전문세션 발표주제 및 발표자

구분	발표주제	발표자
발표1	○ 환경가뭄(식생분야) 기술현황 및 전망	김상단 교수 (부경대학교)
발표2	○ 수생태계의 가뭄 대응 기술현황과 향후 연구방안	김종석 교수 (우한대학교)
발표3	○ 환경가뭄에 대한 수질영향 평가방안 연구	김영도 교수 (명지대학교)
발표4	○ 수생태환경 보전을 위한 생태가뭄 개념 정립 및 예측 모형 소개	홍은미 교수 (강원대학교)
패널 토의	○ 환경가뭄대응 및 분석기술 발전방향 - 패널 : 유경아 연구관(국립환경과학원), 이지완 연구사(한강홍수통제소) 등	이주헌 교수 (좌장, 중부대)



그림 2.5 2024년 한국스마트워터그리드학회 전문세션

2.2.2 통합가뭄관리프로그램(IDMP) 참여

센터는 2020년부터 세계기상기구(WMO, World Meteorological Organization)와 국제물제휴(GWP, Global Water Partnership)에서 주관하는 통합가뭄관리프로그램(IDMP, Intergrated Drought Management Programme)의 파트너 기관으로 활동 중이다.

올해는 2013년 개최된 가뭄정책회의의 후속으로 10년 만에 Drought Resilience +10 Conference가 9월 30일부터 10월 2일까지 스위스 제네바 세계기상기구에서 개최되었다. 본 회의는 지난 10년간의 가뭄 위험 관리와 관련된 성과와 문제점들을 고찰하여 향후 가뭄 회복력을 확보하는 방안을 도출하기 위한 목적으로 기획되었다. 본 회의에는 143개 국가에서 약 1,000여 명에 달하는 인원이 온라인으로 참여했으며, 84개국 280명 이상의 인원이 현장에 참석하여 회의의 결론과 제언 도출에 기여했다.

센터는 본 회의에서 “Drought Management in South Korea”라는 주제로 포스터 발표에 참여하였다. 이 포스터에는 국내 가뭄 관리 관련 부처들의 가뭄 정책 현황과 가뭄 대응 사례, 그리고 K-water의 가뭄 모니터링 및 전망 기술을 소개하는 내용을 담았다. 또한, 세계기상기구(WMO) 수자원부문장인 김휘린 박사와의 면담을 통해 K-water와 세계기상기구의 가뭄 분야 협력 방안을 논의하였다.



〈IDMP Drought Resilience +10 국제회의장〉



〈포스터 발표〉



〈 Drought Resilience +10 국제회의 개최 〉



〈 Drought Resilience +10 국제회의 〉



〈 Side Event 〉



〈 WMO 협력 방안 논의 〉

그림 2.6 Drought Resilience +10 Conference 참석, 발표 및 협력 방안 논의

제3장 가뭄 상황(기초)조사

- 3.1 가뭄 상황(기초)조사 개요
- 3.2 가뭄 상황(기초)조사 주요 내용
- 3.3 가뭄 상황(기초)조사 추진 경위
- 3.4 가뭄 상황(기초)조사 주요 성과
- 3.5 '24년 전국 생·공용수 수원현황 보고서
- 3.6 가뭄 상황조사 지침 제정 추진
- 3.7 성과 및 평가

제3장 가뭄 상황(기초)조사

3.1 가뭄 상황(기초)조사 개요

가뭄 상황(기초)조사는 물 부족 대비를 위하여 전국의 생활 및 공업용수 분야에 대한 가뭄 분석을 위한 기초자료를 수집·조사 및 정보화하고 있다. 『수자원의 조사계획 및 관리에 관한 법률』의 제7조 ‘가뭄 상황조사’에 따라 환경부 대행 사업인 “가뭄조사 및 모니터링 사업”으로 시행하고 있다. 2017년부터 2021년까지 ‘가뭄 기초조사’로 시행하였으나, 2022년부터 수자원법에 따라 ‘가뭄 상황(기초)조사’로 명칭을 변경하였다.

가뭄 상황(기초)조사를 보다 체계적이고 효율적으로 시행하기 위해 각 단계별로 명확한 업무 프로세스를 정립하였다. “가뭄조사 및 모니터링 사업”의 대행계약 체결과 함께 조사계획을 수립하고, 환경부 협조를 통해 전국 지자체를 대상으로 가뭄 기초자료 조사를 시행하였다. 본격적인 조사를 시행하기에 앞서 시·군 담당자들이 참여할 수 있도록 도(道) 단위의 지역별 설명회를 개최하여, 더욱 내실 있는 성과 도출을 위해 노력하였다.

국가가뭄정보포털을 이용하여 전국 지자체의 수원 및 용수수급 현황 등의 기초자료를 조사·검토하였으며, 자료의 정확도 향상을 위해 직접조사와 수계별 홍수통제소의 성과검토를 병행하여 실시하였다. 또한, 조사성적을 환경부(수도기획과, 한강홍수통제소 수자원정보센터)에 성과 보고를 통해 확정하였다.

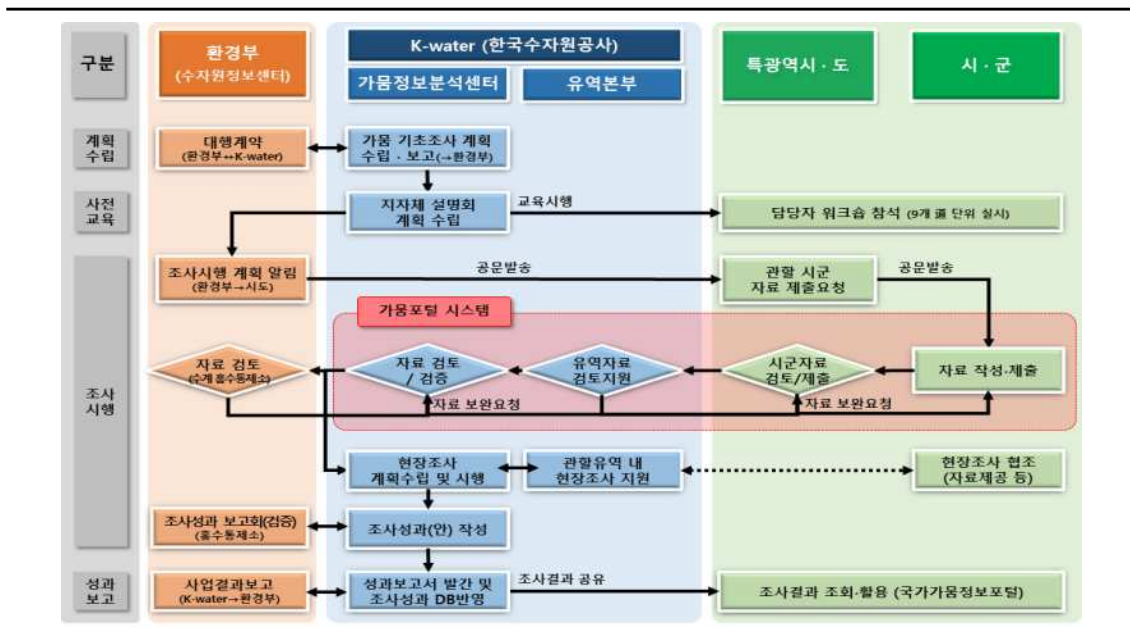


그림 3.1 가뭄 상황조사 체계도

3.2 가뭄 상황(기초)조사 주요 내용

가뭄 상황(기초)조사의 주요 내용은 전국 생활 및 공업용수에 대한 공급체계(지역별 수원 및 용수공급체계)의 조사·검증과 수원 및 용수공급시설(취수장·정수장·배수지 등) 운영현황 등에 대한 조사이다. 세부 조사항목은 아래 표 3.1과 같으며, 가뭄 예·경보 분석을 위해 필요한 기초자료 중 한강홍수통제소, K-water 생산자료 등 자체 취득이 가능한 정보를 제외한 지자체 생산자료 등을 조사하였다.

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	비고		
생 활 수	기본현황		행정구역, 읍면동별 총인구·급수인구	○			
	용수이용량		읍면동별 월별(1~12월) 실사용량	○			
	공급체계		읍면동별 급수계통(1·2·3 수원별)	○			
공 업 수	기본현황		산업단지 현황	○			
	용수이용량		산업단지의 월별(1~12월) 실사용량(수도, 하천, 지하수 등)	○			
	공급체계		산업단지별 급수계통(1·2·3 수원별)	○			
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) 계측현황(항목/주기/전송설비)	○	
		농업용댐	댐 제원, 운영정보(월별), 계측현황	○			
		지하수		지하수 시설 제원, 운영정보(사용량)	-		
용 수 공 급 시 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)	○			
소규모 수도시설	마을/소규모급수시설 전용상수도		일반현황(위치), 급수인구, 시설제원 및 운영현황(일평균 사용량)	○			
기 타	비상급수 현황		생공용수 제한/운반급수 현황	○			
	생공회귀수량		하수처리장 제원 및 운영정보(월별)	○			

3.3 가뭄 상황(기초)조사 추진 경위

2024년도 가뭄 상황(기초)조사의 조사절차는 추진계획 수립(3월)을 통해 조사 기간, 조사내용(생·공용수 수원 등) 등을 정하였고, 조사자료의 품질확보를 위해 지자체 담당자를 대상으로 가뭄 상황(기초)조사 설명회를 개최(3월~4월)하였다.

생활용수, 공업용수 등 조사한 자료에 대해 검토하고, 급수체계 변동, 이상치 등에 대한 피드백과 지자체 담당자와의 지속적인 소통 및 자료 보완으로 자료의 품질을 높이고자 하였다. 2024년 10월에 성과(안)에 대하여 수계별 홍수통제소의 검토를 받고, 12월에 가뭄 상황(기초)조사 성과보고회를 개최하였으며, 주요 의견을 반영하여 최종 성과보고서를 발간(24.12월)하였다.

○ 주요경위

- 2024. 3. 6. : 가뭄 상황(기초)조사 추진계획 수립·보고(K-water → 환경부)
- 2024. 3. 7. : 가뭄 상황(기초)조사 설명회 개최 협조요청(환경부 → 시·도)
- 2024. 3 ~ 4월 : 전국 지자체 담당자 대상 설명회·교육 실시(K-water)
* 道 단위 지역별 설명회 개최(105개 시·군, 146명 참석)
- 2024. 4. 11. : 지자체 자료제출 요청(환경부 → 시·도)
- 2024. 6. 4. : 지자체 자료제출 재요청(환경부 → 시·도)
- ~2024. 10. : 지자체 제출자료(시·군) 취합 및 검토·보완
* 1차 : 시군별 검토(~8월) / 2차 : 항목별 검토(~10월)
- 2024. 10. 31. : 가뭄 상황(기초)조사 성과(안) 검토(수계 홍수통제소)
* 한강(10.2.), 금강(10.10.), 영산강(10.14.), 낙동강(10.22.) 홍수통제소 성과(안) 방문 설명
- 2024. 11. : 성과(안)보고(11.26) 및 성과보고회 개최(12.3)
- 2024. 12. : 가뭄 상황(기초)조사 성과보고서(최종) 발간

표 3.2 가뭄 기초조사 설명회 주요 내용

구 분	주요 내용
가뭄 예·경보	• 가뭄 예·경보 개요 및 성과, 기본개념 및 판단기준 등
가뭄 기초조사	• (시행계획) 추진배경 및 목적, 조사체계, 2023년 성과 및 2024년 일정 • (작성방법) 가뭄 기초자료 작성방법 및 기준(국가가뭄정보포털)
국가가뭄정보포털	• 포털 개요 및 구성, 메뉴별 활용방법 등
가뭄종합상황판	• 상황판 구축 배경, 메뉴 구성 및 제공 정보, 활용방법 등
단비서비스	• 단비서비스 소개, 제공 프로세스 및 이용방법

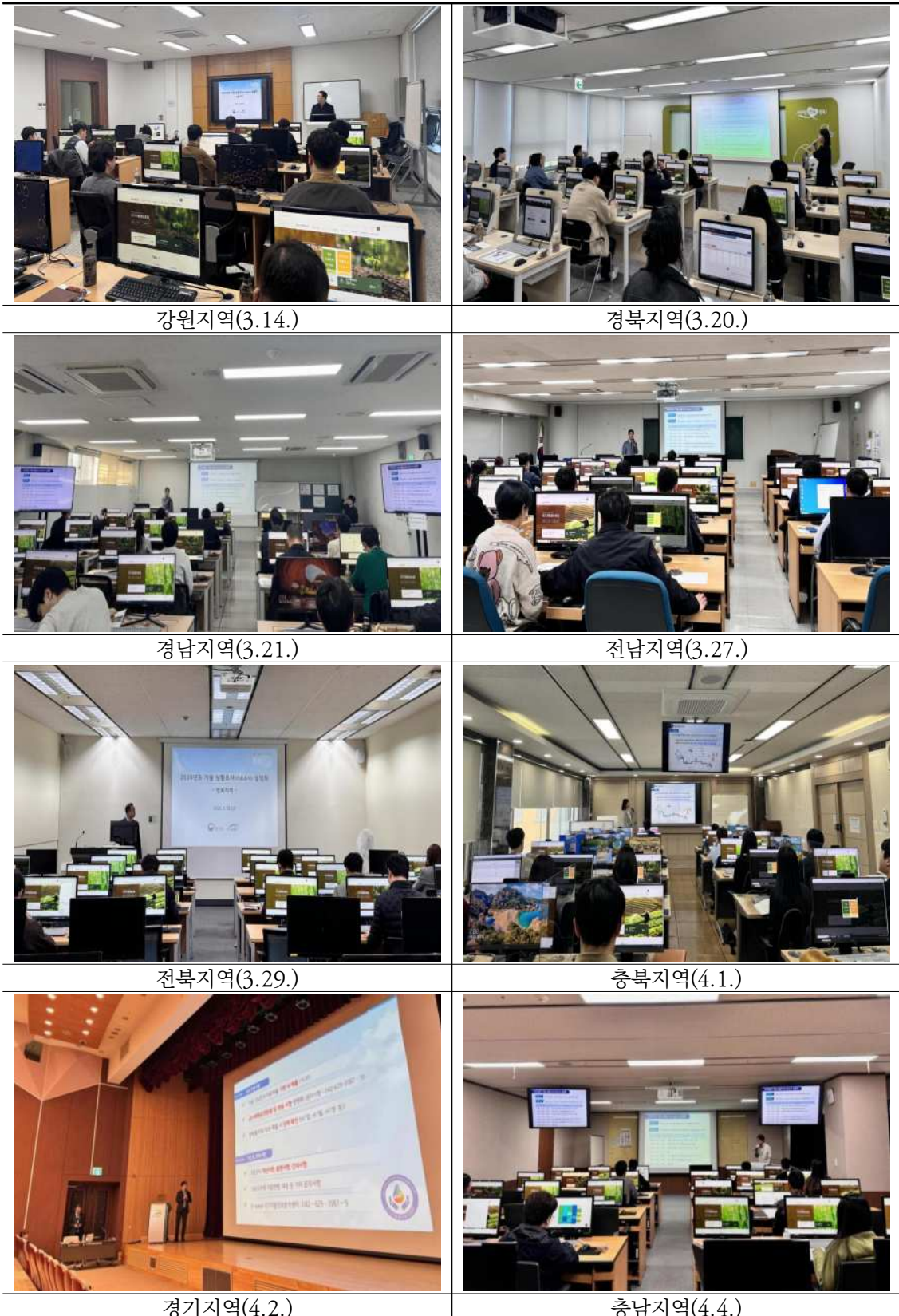


그림 3.2 2024년 가뭄 기초조사 설명회

3.4 가뭄 상황(기초)조사 주요성과

3.4.1 생·공용수 수원 현황

1) 조사 대상

우리나라 용수 이용 분류체계는 크게 생활용수, 공업용수 및 농업용수로 분류하고 있으나, 본 조사는 물 부족 대비를 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
지하수	하천 인근 지하수	하천구역 경계로부터 300m 이내	지표-지하
	지하수	유역 전반(허가·신고 관정 등)	지하

- 수도법에 의한 수원(상수원)은 지표수(하천수, 호소수), 지하수(표층지하수, 심층지하수, 용천수), 복류수(복류수, 강변여과수), 기타(빗물, 해수)로 구분됨 (상수도설계기준(환경부, 2024))



그림 3.3 수원의 종류(상수도설계기준, 2024)

(2) 가뭄 상황조사의 수원 분류

『국가 가뭄 예·경보』는 국민이 가뭄 상황을 체감할 수 있도록 전국 167개 지자체의 읍면동(3,525개) 및 산업단지(1,364개)별 수원의 수문 상황 등을 분석하여 생활·공업용수 가뭄 현황 및 전망 분석정보를 제공하고 있다(2023년 말 기준).

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

- (하천수-유수) 하천 구역내 복류수(집수매거 등) 취수는 하천수에 포함
- (댐용수-저수) 안정적 수량확보를 위해 설치된 댐·저수지는 사용 용도 및 관리 주체 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 (국가지방하천 및 소하천) * 하천 복류수 취수는 하천수에 포함 * 하천수 취수 중 댐용수 계약사항은 다목적댐으로 분류		
	저수	다목적댐	K-water에서 관리중인 다목적댐 (광역상수도·공업용수도의 수원)	수원 시설
		용수댐	K-water에서 관리중인 용수댐 (광역상수도·공업용수도의 수원)	
		생·공용 저수지	지방자치단체에서 운영·관리중인 댐·저수지로 용수의 전 체 또는 일부를 생·공용수 목적으로 사용중인 댐·저수지	
		농업용 저수지	한국농어촌공사에서 운영·관리 중인 농업용저수지 중 지 자체 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 읍면동 및 산업단지별로 사용하는 수원(1~3수원)* 현황을 조사하였다.

* 제1~3수원 : 행정구역(읍면동)에서 사용하는 수원이 복수인 경우, 공급 물량이 많은 순서대로 제 1, 2, 3 수원으로 구분하여 조사

3) 2023년 생·공용수 수원(시설) 현황

2023년 말 기준, 전국 167개 시·군(특·광역시 포함) 및 산업단지에 생·공용수를 공급하는 전체 수원(시설)은 총 451개(중복제외)로 조사되었다.

수원(시설)을 구분하여 살펴보면, 다목적댐 19개(4.2%), 용수댐·저수지 155개(34.4%), 하천 157개(34.8%), 지하수 109개(24.2%), 기타 11개(2.4%)로 구분된다.

전년도 수원(416개)과 비교하여 총 35개가 증가하였으며, 수원(시설)별로 살펴보면 농·공저수지 2개 증가, 지하수 32개 증가, 기타 수원이 1개 증가한 것으로 조사되었다.

표 3.5 전년 대비 수원 세부 변동사항

구 분		증감 개수		비고
농공저수지	생활	(2)	(2)	(증가) 영천저수지(전남 보성군), 광대저수지(전남 신안군)
	공업		(-)	-
하천	생활	(-)*	(-)	(증가) 번천천, (감소) 금곡천
	공업		(△6)	(감소) 오덕천, 쌍계천, 문암천, 안성천, 진위천, 척산천
지하수	생활	(32)**	(1)	(증가) 제주 토평정수장 사용 수원
	공업		(32)	(증가) 산업단지 사용 수원
기타	생활	(1)	(△1)	(감소) 계곡수(전북 완주군, 대둔산정수장)
	공업		(2)	(증가) 하수재이용수 사용 산업단지

* 공업용수 공급 하천은 감소하였으나, 생활용수는 계속 공급 증으로 전체 개수는 변화없음

** 산업단지 공급 수원(지하수) 중 1개소는 기존 생활용수 공급 수원(지하수)과 같아 중복제외

표 3.6 생·공용수 수원(시설) 현황 비교

구 분	합 계	하천수					유수·복류수 (하천)	지하수	기타
		다목적댐	저수						
			용수댐·저수지						
			소계	K-water	지자체	농공			
2023년	451	19	155	12	112	31	157	109	11
전년대비	(35)	(-)	(2)	(-)	(-)	(2)	(-)	(32)	(1)
2022년	416	19	153	12	112	29	157	77	10
2021년	407	19	151	12	113	26	155	71	11
2020년	408	19	150	12	112	26	156	72	11
2019년	407	18	148	13	112	23	156	74	11

표 3.7 생·공용수 수원(시설) 현황(2023년 말 기준)

(단위 : 수원의 개수)

구 분	합 계	하천수					유수· 복류수 (하천)	지하수	기타
		다목적댐	저수						
			용수댐·저수지						
			소계	K-water	지자체	농공			
합계 (중복제외)	451 100.0%	19 4.2%	155 34.4%	12 2.7%	112 24.8%	31 6.9%	157 34.8%	109 24.2%	11 2.4%
생활용수 (전년대비)	361 (2)	19 (-)	153 (2)	11 (-)	111 (-)	31 (2)	139 (-)	46 (1)	4 (Δ1)
공업용수 (전년대비)	224 (28)	17 (-)	52 (-)	10 (-)	29 (-)	13 (-)	76 (Δ6)	72 (32)	7 (2)

- * 1) 지하수는 지하수를 주요 수원으로 하는 지방상수도의 정수장 및 산업단지의 수를 합산하여 산정
- 2) 해수담수화(여수, 영광, 제주), 빗물(제주), 해수이용 산업단지 3개, 하수재이용수이용 산업단지 4개

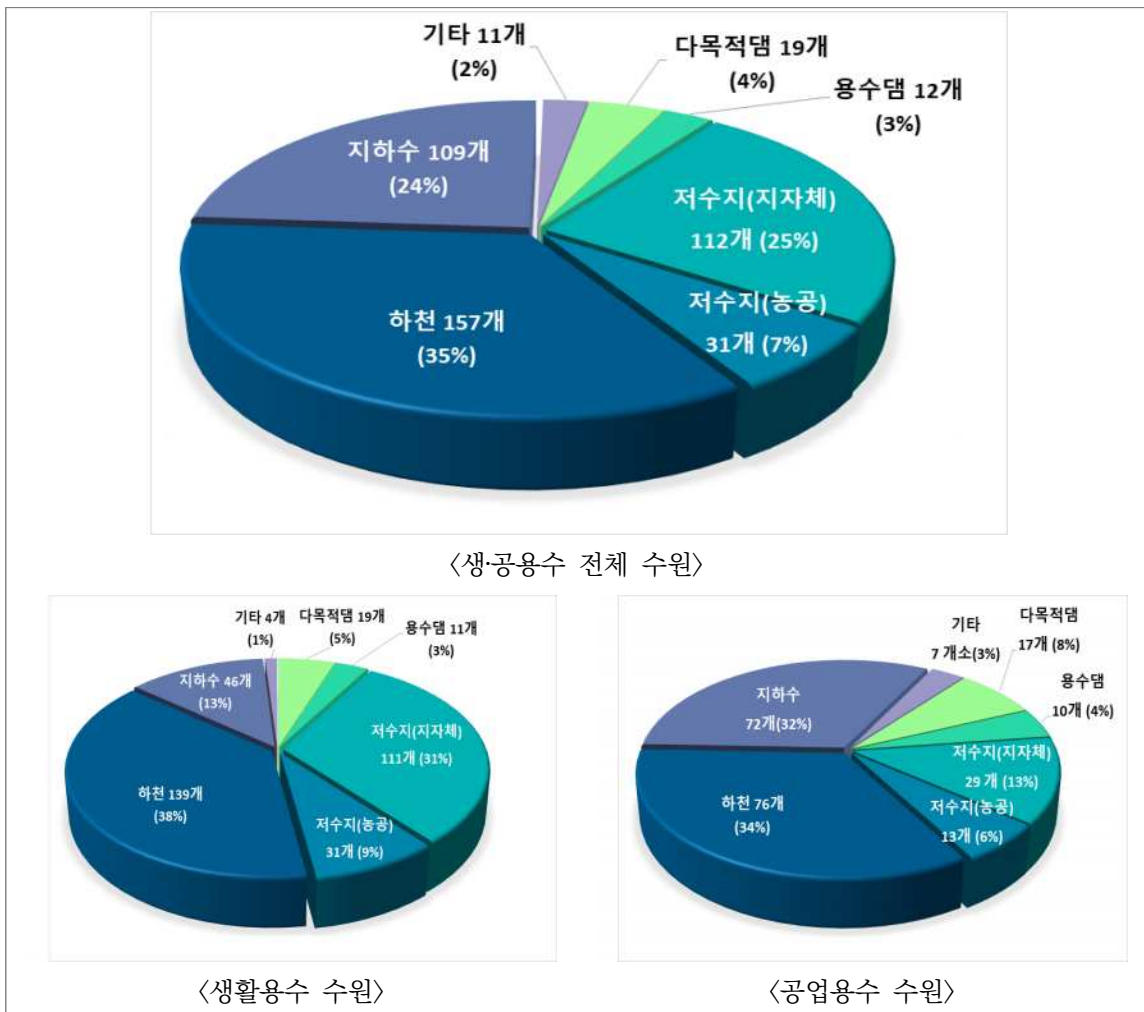


그림 3.4 생·공용수 수원현황

4) 댐 및 저수지 현황

우리나라의 수자원은 시간적·공간적 불균형이 심해 자연 상태의 하천만으로는 안정적인 용수공급이 어려운 상황이다. 이러한 수자원 특성의 문제를 해결하고 하천 유황을 조절하여 필요한 용수를 확보하기 위한 효과적인 방법이 댐 건설이었으며, 2020년 기준 전국에 17,318개의 댐 및 저수지가 있다(제1차 국가물관리기본계획, 2021).

본 조사에서는 생활 및 공업용수를 공급 중인 K-water의 다목적댐 및 용수댐, 지자체 관할의 댐·저수지와 더불어, 광역 및 지방상수도에 용수를 공급하는 농어촌공사 관할의 농업용댐·저수지를 포함하여 조사하였다.

(1) 다목적댐 및 용수댐(K-water)

2023년 말 기준, 20개의 다목적댐과 14개의 용수댐이 운영 중이다. 다만, 본 조사에서는 현재 용수공급이 없는 영주댐을 제외한 19개 다목적댐과 조절지댐으로 사용 중인 선암댐과 안계댐을 제외한 12개 용수댐을 대상으로 하였다.

표 3.8 다목적댐 및 용수댐 현황

(총 저수용량 : 백만m³)

권역	댐 명(다목적)	위 치	총저수용량	댐 명(용수댐)	위 치	총저수용량
한 강	소양강댐	강원 춘천시	2,900.0	광 동 댐	강원 삼척시	11.0
	충주댐	충북 충주시	2,750.0	달 방 댐	강원 동해시	7.7
	횡성댐	강원 횡성군	86.9	-	-	-
낙동강	안동댐	경북 안동시	1,248.0	영 천 댐	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	25.0
	김천부항댐	경북 김천시	54.3	대암댐	울산광역시	9.5
	보현산댐	경북 영천시	22.1	선암댐	울산광역시	2.0
	성덕댐	경북 청송군	27.9	연초댐	경남 거제시	5.0
영주댐	경북 영주시	181.1	구천댐	경남 거제시	9.7	
금 강	대청댐	대전광역시	1,490.0	-	-	-
	용담댐	전북 진안군	815.0	-	-	-
섬진강	섬진강댐	전북 임실군	466.0	-	-	-
	주암	본댐	전남 순천시	-	-	-
		조절지		-	-	-
기 타	부안댐	전북 부안군	50.3	수어댐	전남 광양시	28.1
	보령댐	충남 보령시	116.9	평림댐	전남 장성군	8.5
	장흥댐	전남 장흥군	191.0	-	-	-

(2) 지자체 관할 댐·저수지 현황

지방자치단체에서 운영·관리 중인 댐·저수지로 용수의 전체 또는 일부를 생·공용수 목적으로 사용 중인 댐·저수지를 대상으로 조사하였으며, 상시 활용되는 저수지(운영)와 가뭄 등으로 물 부족이 발생했을 때 사용되는 저수지(예비)로 구분하였다.

2023년 말 기준, 167개 시·군 중 46개 시·군에서 지방상수도 및 공업용수도의 수원으로 사용하고 있는 생·공용수공급 댐·저수지는 총 112개로 조사되었다.

도서 지역이 많은 전남이 65개(58.0%), 경남이 21개(18.8%)로 전체의 77%를 차지하고 있으며, 전남 신안군은 16개, 전남 완도군은 11개, 경남 남해군은 11개, 전남 진도군은 8개를 관리 중이다.

112개의 댐·저수지 중 90개(80.4%)가 평상시 생·공용수 공급에 활용되고 있으며, 22개(19.6%)는 예비수원으로서 주 수원의 수문 상황을 고려하여 탄력적으로 운영되고 있다.

표 3.9 시·도별 생·공용수 공급 댐·저수지 관리현황

구분	합계	강원	경기	충북	충남	전북	전남	경북	경남	인천	광주	대구	부산	울산	제주
시·군(수)	46	2	3	1	-	2	15	5	9	1	1	2	2	2	1
저수지(개수)	112	2	4	1	-	2	65	7	21	1	2	2	2	1	2
운영	90	2	1	1	-	2	53	5	18	1	1	2	2	1	1
예비	22	-	3	-	-	-	12	2	3	-	1	-	-	-	1

* 하천 내 설치된 지하댐은 하천으로 분류(강원 속초시의 쌍천지하댐은 하천에 포함)
 * 운휴 중인 수원과 저수지와 연계된 취·정수장에 주수원이 있는 경우 예비수원으로 분류

댐·저수지의 규모는 대부분(90개, 80.3%)이 총 저수용량 1백만³이하의 소규모 저수지이며, 112개 저수지의 총저수용량(합계)은 255.9백만³이다.

표 3.10 지자체 관할 생·공용수 댐·저수지 규모별 현황

구분	합계	1,000천 ³ 이상	500 ~ 1,000천 ³	100 ~ 500천 ³	100천 ³ 이하	비고
저수지(수)	112	22	22	55	13	-

지자체 관할 댐·저수지 112개 중 79개(70.5%)는 레이더, 초음파 수위계 등 자동계측 장비를 설치·운영 중이나, 나머지 33개(29.5%)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 수문정보 공유 및 국가 가뭄 정보분석의 신뢰도 제고 등이 필요하다. 이를 위해, 2023년 지자체 수원 정보 연계를 위한 수원정보 입력·조회 시스템을 국가가뭄정보포털에 구축하여 운영하고 있다.

표 3.11 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)	112 100%	79 70.5%	46 41.0%	13 11.6%	20 17.9%	33 29.5%	7 6.3%	26 23.2%

표 3.12 시군별 댐·저수지 현황

구분	관할기관		댐 명칭	총저수용량 (천m ³)	운영현황	비고 (예비수원)
	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	231.0	가동	
6	광주광역시	-	제2수원지	525.0	가동	예비수원
7		-	동복댐	99,500.0	가동	
8	울산광역시	-	회야댐	21,500.0	가동	
9	강원특별자치도	양구군	비아댐	3,470.0	가동	
10		평창군	신)대관령	1,941.9	가동	
11	경기도	수원시	파장저수지	451.4	가동	예비수원
12			광교저수지	2,973.0	가동	예비수원
13		의정부시	홍복저수지	1,090.0	가동	
14		양주시	광백댐	1,240.0	유휴	예비수원
15	충청북도	영동군	궁촌댐	860.0	가동	
16	전라북도	진안군	철은저수지	271.6	가동	
17		부안군	위도저수지	374.0	가동	
18	전라남도	여수시	두모저수지	440.0	가동	
19		여수시	개도저수지(화산제)	37.3	가동	
20		순천시	와룡수원지	287.0	유휴	예비수원

구분	관할기관		댐 명칭	총저수용량 (천m ³)	운영현황	비고 (예비수원)
	시도	시군				
21	전라남도	담양군	신계제	1,165.0	가동	
22		곡성군	학정제	370.0	가동	
23			염곡제	100.0	가동	
24		구례군	산동저수지	530.0	가동	
25		고흥군	호형제	200.0	가동	
26			호천제	195.0	가동	
27			오천제	700.0	가동	
28			신호제	100.0	가동	
29			예내제	570.0	가동	
30			영남제	460.0	가동	
31			강동제	900.0	가동	
32			보성군	동률제	384.0	가동
33		강진군	흙골제	401.0	가동	
34		해남군	백도제	390.0	가동	예비수원
35			송종제	700.0	가동	
36			기성제	153.0	운휴	예비수원
37		영암군	장산제	574.0	가동	
38			대곡제	99.0	가동	
39			금생제	2,200.0	가동	
40			학용제	1,584.0	가동	
41		함평군	대동댐	9,179.0	가동	
42		영광군	연암제	3,480.0	가동	
43			죽림제	730.0	가동	
44			구수2제	1,486.0	가동	
45			구수1제	273.6	가동	예비수원
46			대신제	826.0	가동	
47			복룡제	550.0	가동	
48		완도군	용계제	192.0	운휴	예비수원
49			육산제(금당제)	164.0	가동	
50			척치제(금일댐)	220.0	가동	
51			넙도제	120.0	가동	

구분	관할기관		댐 명칭	총저수용량 (천m ³)	운영현황	비고 (예비수원)
	시도	시군				
52	전라남도	완도군	보길제(부황제)	420.0	가동	
53			용출제(생일제)	120.0	가동	
54			미라제	340.0	가동	
55			해동제	1,000.0	가동	
56			대야제	1,907.0	가동	
57			죽청제	320.0	운휴	예비수원
58			국화제(청산댐)	210.0	가동	
59			진도군	회동제	861.0	가동
60		구계제		1,500.0	가동	
61		남동제		318.0	가동	
62		돌목제		65.0	가동	
63		관매제		48.0	가동	
64		동거차제		39.9	가동	
65		서거차제		28.7	가동	
66		육동제		501.0	가동	
67		신안군	만년제	150.0	운휴	예비수원
68			죽연제	500.0	가동	
69			한산제	406.0	가동	
70			임리제	-	운휴	예비수원
71			하태제	226.0	가동	
72			시서2제	-	운휴	예비수원
73			오동제	522.0	가동	
74			수곡제	380.0	가동	
75			부동제	432.0	가동	
76			유천제	400.0	가동	
77			대리제	229.0	가동	
78			염산제	210.0	운휴	예비수원
79			어은제	127.0	가동	
80			천촌제	700.0	가동	
81			진리1제	160.0	운휴	예비수원
82			진리2제	160.0	운휴	예비수원

구분	관할기관		댐 명칭	총저수용량 (천m ³)	운영현황	비고 (예비수원)	
	시도	시군					
83	경상북도	포항시	눌태지	850.0	운휴	예비수원	
84			진전지	1,829.0	가동		
85		경주시	덕동댐	32,700.0	가동		
86		영천시	왕산지	1,876.0	가동		
87			자천지	300.0	운휴	예비수원	
88		문경시	동로수원지	120.0	가동		
89		영덕군	회동상수원지	609.8	가동		
90		경상남도	창원시	성주수원지	413.7	가동	
91			통영시	우동수원지	404.0	운휴	예비수원
92	욕지댐			180.0	가동		
93	거제시		소동저수지	231.5	가동		
94	의령군		우곡저수지	900.0	가동		
95			명석저수지	660.0	가동		
96	함안군		중산골소류지	123.0	가동		
97	창녕군		상월저수지	520.0	운휴	예비수원	
98	남해군		대곡(도마)저수지	80.0	가동		
99			선원저수지	175.3	가동		
100			우형저수지	130.0	가동		
101			아산저수지	30.0	운휴	예비수원	
102			오동댐(오동저수지)	316.0	가동		
103			봉성저수지	200.0	가동		
104			향도댐(향도저수지)	100.9	가동		
105			지족저수지	130.0	가동		
106			상주저수지	50.0	가동		
107			난음저수지	106.0	가동		
108	옥천저수지		150.0	가동			
109	하동군		청룡댐	292.4	가동		
110	함양군	대남저수지	799.0	가동			
111	제주특별자치도	-	어승생제2저수지	500.0	가동		
112		-	어승생제1저수지	106.8	운휴	예비수원	

(3) 생·공용수공급 농업용저수지 현황(한국농어촌공사)

지자체 또는 K-water에서 일반수도(지방·광역) 및 공업용수도의 주 수원 또는 예비수원으로 사용하는 한국농어촌공사 관할 저수지를 대상으로 조사하였다.

2023년 말 기준, 한국농어촌공사에서 관리 중인 31개의 농업용 댐·저수지가 목적 외 사용으로 28개 시·군(지방상수도) 및 K-water(광역상수도)에 생·공용수를 공급하고 있는 것으로 조사되었다.

상시 활용(운영)되는 저수지와 가뭄 등으로 물 부족 발생 시 예비(보조)로 사용되는 저수지로 구분하면, 전체 31개의 농업용저수지 중 18개는 상시 생·공용수를 공급 중이며, 13개는 예비용으로 사용되고 있다.

표 3.13 시도별 생·공용수공급 농업용저수지 현황 (단위 : 저수지 개수)

구분	합계	강원	경기	충북	충남	경북	경남	전북	전남	제주	비고
저수지	31	2	-	-	2	4	6	6	11	-	
운 영	18	1	-	-	2	2	4	6	3	-	
예 비	13	1	-	-	-	2	2	-	8	-	

* 농업용저수지 소재지 위치 기준

표 3.14 생·공용수 공급(목적 외 사용) 농업용저수지 세부현황

구분	시설명	공급지역		비고
		시도	시군	
합계	31개	6개	28개	(K-water 광역사용 포함)
운영 (18)	오봉저수지	강원특별자치도	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(장수군)	K-water	남원시, 장수군, 임실군, 순창군, 곡성군	동화댐 광역상수도
	신반월저수지	전라북도	진안군	
	예당저수지	충청남도	예산군	
	옥계저수지	충청남도	예산군	
	구이저수지	전라북도	전주시	
예비 (13)	고서저수지	전라남도	신안군	한산제 예비수원
	광대저수지	전라남도	신안군	한산제 예비수원
	대동제	전라남도	영암군	대곡제 예비수원
	서암저수지	경상남도	의령군	우곡저수지 예비수원
	수양제(장성군)	K-water	담양군, 장성군, 함평군	평림댐 광역상수도 예비수원
	언동제	전라남도	신안군	어은제 예비수원
	월산2저수지	전라남도	담양군	신계제 예비수원
	영천저수지	전라남도	보성군	동률제 예비수원
	상오저수지	전라남도	영광군	복룡제 예비수원
	물야저수지	경상북도	봉화군	내성천 예비수원
	오어저수지	경상북도	포항시	진전지 예비수원
	원암저수지	강원특별자치도	속초시	용춘천 예비수원
	천락저수지	경상남도	의령군	명석저수지 예비수원

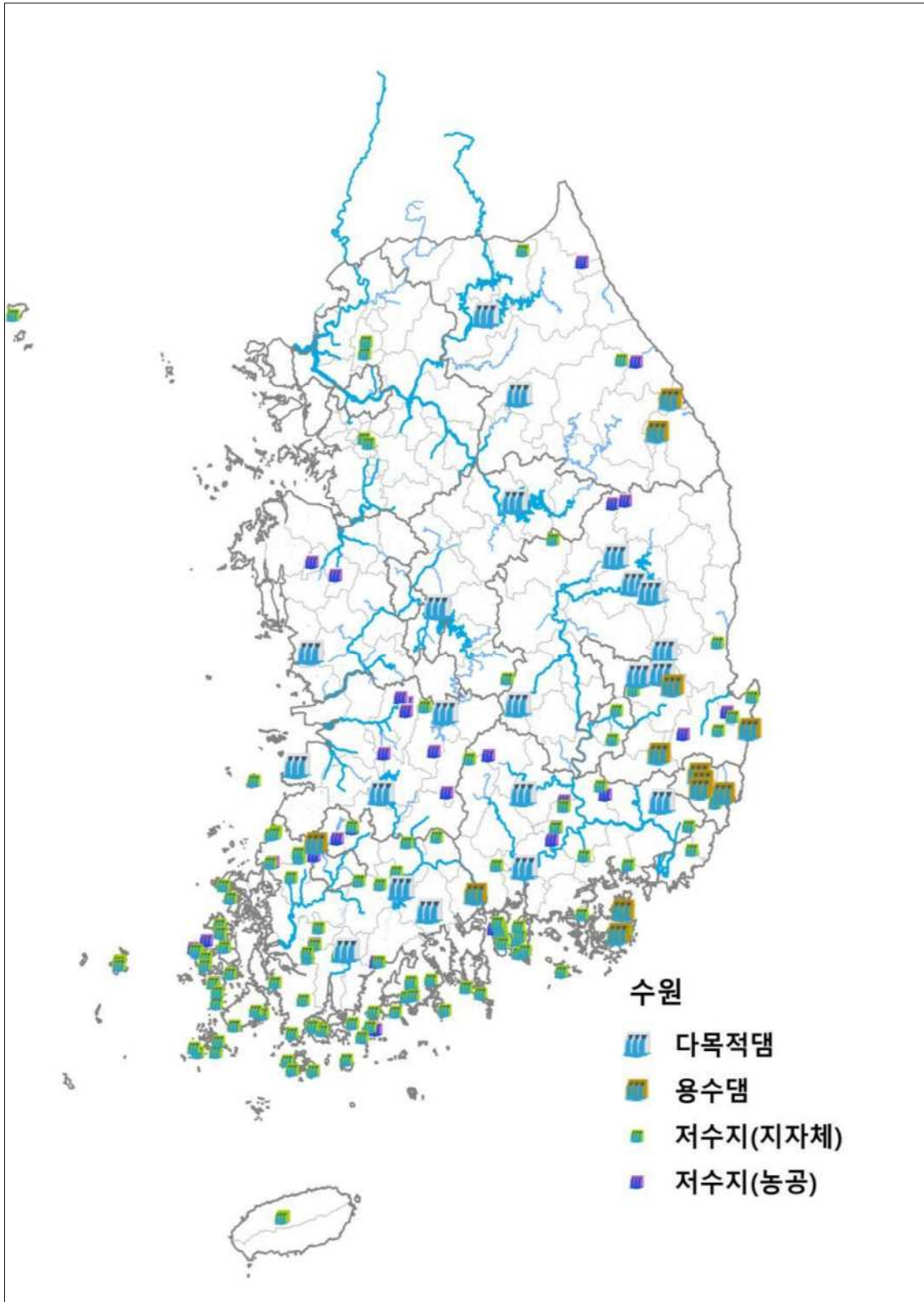


그림 3.5 생·공용수 공급 댐·저수지 위치도

5) 생·공용수공급 하천 현황

광역·지방상수도 및 공업용수도 시설의 수원(시설)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 댐 용수 계약사항(기득물량 포함)은 수원을 다목적댐으로 분류하여 제외함
- 동일 하천이 국가하천과 지방하천으로 구간이 나뉘어 있는 경우와 동일 하천의 상·하류에 복수의 취수시설이 있는 경우는 합계에서 한 개로 산정
- 국가·지방하천의 기본정보(하천명, 하천코드, 수계 등)는 환경부의 「국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS)」등을 활용

2023년 말 기준, 생활 및 공업용수의 수원으로 사용되는 하천은 총 157개(중복제외)로 조사되었으며, 국가하천 26개, 지방하천 121개, 소하천 17개, 하굿둑 3개로 구분하였다.

표 3.15 권역별 생·공용수공급 하천 현황 (단위 : 하천 개수)

구분	합계	국가하천	지방하천	소하천	하굿둑	비고 (중복제외)
전국 (중복제외)	157(10)	26	121	17	3	-
한강권역	64(2)	6	48	11	1	소양강, 영평천
낙동강권역	60(4)	10	48	5	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 하천 구간별 등급(국가, 지방)이 다른 경우에는 합계에서 1개로 산정

표 3.16 권역·수계별 생·공용수공급 하천 현황 (단위 : 하천 개수)

구분	합계 (중복하천)	국가하천	지방하천	소하천	하굿둑	비고 (중복하천)
전 국	157(10)	26	121	17	3	
한강권역	64(2)	6	48	11	1	
한강수계	44(2)	5	32	9	-	소양강, 영평천
안성천수계	4	1	2	-	1	
양양남대천수계	2	-	2	-	-	
삼척오십천수계	2	-	1	1	-	
한강동해권수계	12	-	11	1	-	
낙 동 강 권 역	60(4)	10	48	5	1	
낙동강수계	44(4)	9	36	2	1	반변천, 위천 내성천, 감천
형산강수계	3	1	2	-	-	
태화강수계	1	-	1	-	-	
영덕오십천수계	2	-	2	-	-	
낙동강동해권수계	10	-	7	3	-	
금 강 권 역	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	-	-	
섬 진 강 권 역	6(2)	3	5	-	-	
섬진강수계	4(2)	3	3	-	-	섬진강, 보성강
섬진강남해권수계	2	-	2	-	-	
영 산 강 권 역	7	3	3	-	1	
영산강수계	5	2	2	-	1	
탐진강수계	1	1	-	-	-	
영산강서해권수계	1	-	1	-	-	

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

6) 수원별 용수공급현황 (취수량 기준)

수원별 생·공용수 공급량은 지방 및 광역·공업용수도의 수원별 취수량과 산업 입지 및 개발에 관한 법률에서 정하는 산업단지의 담용수 및 하천수 등의 직접 취수량을 기준으로 산정하였다. 산업단지(업체)의 직접 취수량은 「하천수 사용관리시스템(<https://ras.hrfco.go.kr/>)」의 하천수 사용실적(공업용수 1,000㎥/일 이상) 자료 등을 이용하였다.

2023년 말 기준, 생·공용수는 일 평균 22,112.5천㎥/일을 공급하였으며, 수원 종류별로는 다목적댐 17,158.1천㎥/일(77.6%), 하천 2,690.5천㎥/일(12.2%), 용수댐·저수지 1,792.2천㎥/일(8.1%), 지하수 470.4천㎥/일(2.1%), 기타 1.3천㎥/일(0.0%)순으로 공급하고 있는 것으로 조사되었다.

표 3.17 수원별 생·공용수 공급현황 (단위 : 천㎥/일)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농공			
합 계	22,112.5 100%	17,158.1 77.6%	1,792.2 8.1%	775.9 3.5%	782.0 3.5%	234.3 1.1%	2,690.5 12.2%	470.4 2.1%	1.3 0.0%
지방상수도 (공업용수 포함)	10,276.7 100.0%	6,500.4 63.3%	1,017.2 9.9%	34.8 0.3%	782.0 7.6%	200.4 2.0%	2,413.6 23.5%	344.2 3.3%	1.3 -
광역상수도 (공업용수 포함)	11,615.1 100.0%	10,603.5 91.3%	775.1 6.7%	741.1 6.4%	- -	33.9 0.3%	236.5 2.0%	- -	- -
자체 취수량 (산업단지)	220.8 100.0%	54.2 24.5%	- -	- -	- -	- -	40.4 18.3%	126.2 57.2%	- -

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

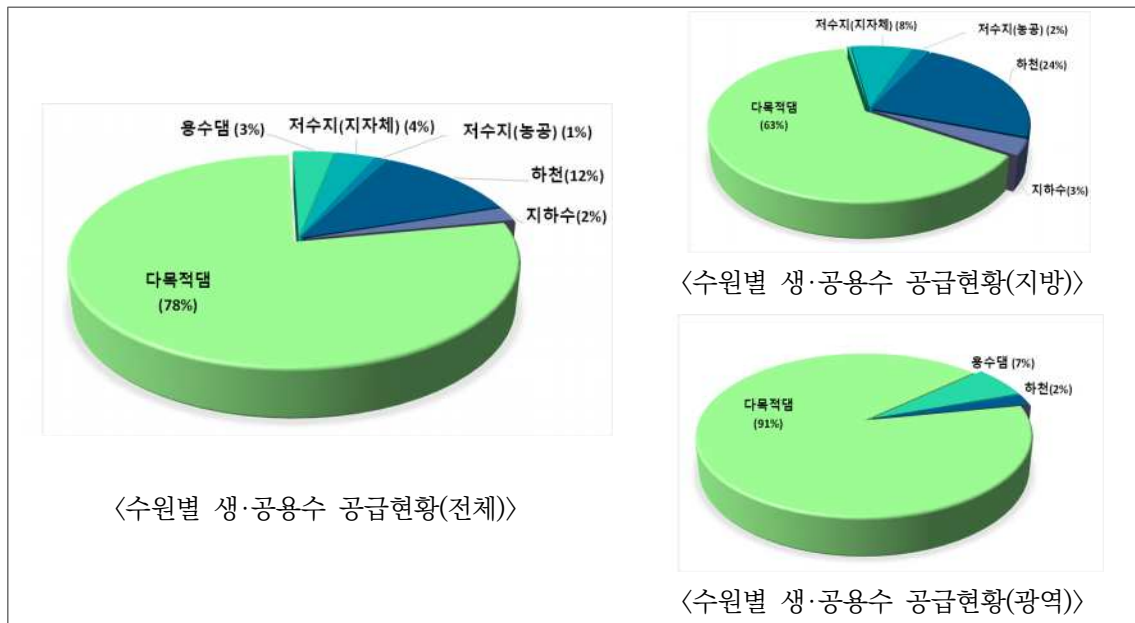


그림 3.6 수원별 생·공용수 공급현황

3.4.2 생활용수 현황

1) 상수도 보급현황

2023년 말 기준, 전국 167개 지자체(시·군)의 3,525개 읍면동(행정동 기준) 중 3,462개(98.2%)가 광역 및 지방상수도 보급지역이며, 전체인구의 98.3%인 51,469천명에게 상수도를 공급하고 있다. 미급수지역은 전년도 조사 대비 12개가 감소한 63개 읍면동으로 조사되었다.

표 3.18 상수도 보급현황

구 분	급수지역 현황 (읍면동 수)			수도 보급률 (천명, %)			비고
	전체	급수	미급수	총인구	급수인구	보급률	
전국	3,525 100.0%	3,462 98.2%	63 1.8%	52,385	51,469	98.3%	
서울특별시	426	426	-	9,636	9,636	100.0%	
부산광역시	205	205	-	3,350	3,350	100.0%	
대구광역시	150	150	-	2,391	2,387	99.8%	
인천광역시	155	150	5	3,078	3,052	99.1%	
광주광역시	97	97	-	1,419	1,418	99.9%	
대전광역시	82	82	-	1,442	1,441	99.9%	
울산광역시	56	56	-	1,127	1,123	99.6%	
세종특별자치시	24	24	-	392	391	99.8%	
경기도	571	571	-	14,009	13,803	98.5%	
강원특별자치도	188	181	7	1,540	1,454	94.4%	
충청북도	153	151	2	1,639	1,547	94.4%	
충청남도	208	204	4	2,210	2,094	94.7%	
전라북도	243	240	3	1,759	1,732	98.5%	
전라남도	297	286	11	1,818	1,727	95.0%	
경상북도	322	310	12	2,582	2,458	95.2%	
경상남도	305	286	19	3,315	3,178	95.9%	
제주특별자치도	43	43	-	678	678	100.0%	

* 총인구는 행정안전부 주민등록인구 통계자료, 지자체 통계연보를 기초로 산정

* 급수지역 및 급수인구는 지방상수도 및 광역상수도 보급지역 기준이며, 소규모수도시설은 제외

2) 생활용수 수원 현황

전국 167개 지자체의 읍면동별 용수공급체계(수원(시설)-취수장-정수장-배수지)를 조사한 결과, 생활용수를 공급하는 수원(제1·2·3수원)으로 총 361개(중복제외)를 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 수원의 종류로 보면 다목적댐 19개(5.3%), 용수댐·저수지 153개(42.4%)(K-water 11개, 지자체 111개, 농어촌공사 31개), 하천 139개(38.5%), 지하수 46개(12.7%), 기타 4개(1.1%)로 구분된다.

표 3.19 생활용수 수원 현황(1~3수원 전체)

(단위 : 수원 개수)

구분	합계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수 ¹⁾	기타 ²⁾
			소계	K-water	지자체	농공			
2023년	361	19	153	11	111	31	139	46	4
	100.0%	5.3%	42.4%	3.0%	30.7%	8.7%	38.5%	12.7%	1.1%
증감	2	-	2	-	-	2	-	1	△1
2022년	359	19	151	11	111	29	139	45	5
	100.0%	5.3%	42.1%	3.1%	30.9%	8.1%	38.7%	12.5%	1.4%

* 1) 지하수는 지하수를 주요 수원으로 하는 지방상수도의 정수장 수

2) 해수담수화 3개(여수, 영광, 제주), 계곡수 1개(완주), 빗물 1개(제주)

전년도 조사 결과와 비교 시 전체 수원의 합계는 총 2개 증가하였다. 저수지 2개, 지하수 1개가 증가하였고, 기타 수원은 1개 감소하였다.

저수지는 광대저수지(농공), 영천저수지(농공)가 2022~2023년 남부지역 가뭄 상황 대응 시 예비수원으로 사용되어 추가하였다. 하천은 삼척시 하장취수장의 취수원인 변천천(소하천)을 추가하였으나, 예천군 용문정수장의 폐쇄로 수원인 금곡천을 제외하여, 하천 수원 전체 개수의 변동은 없다. 지하수는 제주시 1개소 추가, 기타 수원은 계곡수를 사용하는 취수장(완주군) 폐쇄 상황을 반영하였다.

3) 읍면동별 수원현황(1수원 기준) 현황

용수급수체계는 조사 단위인 읍면동별로 용수공급량 비중에 따라 제 1·2·3 수원으로 구분하여 조사하였으며, 1수원 기준으로 총 247개(중복제외) 수원(시설)을 사용 중이며, 시·도별 현황은 다음과 같다.

전국 167개 지자체의 상수도 보급지역 3,462개 읍면동에 대해 1수원 기준으로 다목적댐(17개)에서 2,306개(66.6%), 하천(101개)에서 611개(17.7%), 용수댐·저수지(89개)에서 465개(13.4%), 지하수(37개)에서 77개(2.2%), 기타수원(3개)에서 3개(0.1%) 읍면동에 용수를 공급 중이다.

표 3.20 시·도별 생활용수 수원 현황(1수원 기준) (단위 : 수원 개수)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농공			
전국합계 (중복제외)	247 100.0%	17 6.9%	89 36.0%	9 3.7%	70 28.3%	10 4.0%	101 40.9%	37 15.0%	3 1.2%
서울특별시	1	1	-	-	1	-	-	-	-
부산광역시	4	1	2	-	2	-	1	-	-
대구광역시	6	2	3	1	2	-	1	-	-
인천광역시	5	2	1	-	1	-	-	2	-
광주광역시	2	1	1	-	1	-	-	-	-
대전광역시	1	1	-	-	-	-	-	-	-
울산광역시	2	-	2	1	1	-	-	-	-
세종특별자치시	1	1	-	-	-	-	-	-	-
경기도	9	2	-	-	-	-	6	1	-
강원특별자치도	47	1	4	1	2	1	38	4	-
충청북도	15	2	1	-	1	-	5	7	-
충청남도	9	3	1	-	-	1	4	1	-
전라북도	16	3	6	-	2	4	7	-	-
전라남도	59	2	47	2	43	2	4	4	2
경상북도	48	4	9	3	5	1	31	4	-
경상남도	28	3	14	2	10	2	11	-	-
제주특별자치도	15	-	-	-	-	-	-	14	1

* 지하수의 경우에는 정수장을 기준으로 산정, 미급수지역은 제외, 중복제외

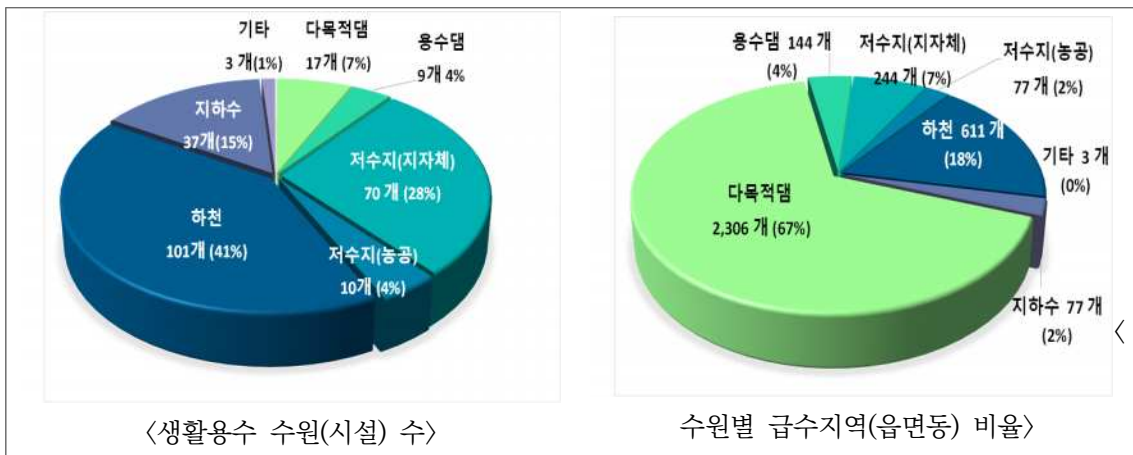


그림 3.7 전국 생활용수 수원의 수(1수원 기준), 급수지역(읍면동) 비율

표 3.21 수원별 급수지역 수(1수원 기준) (단위 : 읍면동 개수)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타 ¹⁾
			소계	K-water	지자체	농공			
전 국	3,462	2,306	465	144	244	77	611(128) ²⁾	77	3
	100.0%	66.6%	13.4%	4.2%	7.0%	2.2%	17.7%	2.2%	0.1%
서울특별시	426	426	-	-	-	-	-	-	-
부산광역시	205	77	24	-	24	-	104(104)	-	-
대구광역시	150	94	54	40	14	-	2	-	-
인천광역시	150	140	1	-	1	-	-	9	-
광주광역시	97	35	62	-	62	-	-	-	-
대전광역시	82	82	-	-	-	-	-	-	-
울산광역시	56	-	56	21	35	-	-	-	-
세종특별자치시	24	24	-	-	-	-	-	-	-
경기도	571	530	-	-	-	-	40	1	-
강원특별자치도	181	16	30	10	2	18	132	3	-
충청북도	151	89	4	-	4	-	50	8	-
충청남도	204	185	5	-	-	5	12	2	-
전라북도	240	165	43	-	2	41	32	-	-
전라남도	286	153	107	30	69	8	19	5	2
경상북도	310	86	51	35	13	3	166	7	-
경상남도	286	204	28	8	18	2	54(24)	-	-
제주특별자치도	43	-	-	-	-	-	-	42	1

* 1) 기타(3개) : 여수시 삼산면(해수담수화), 영광군 낙월면(해수담수화), 제주 추자면(빗물)
 2) 하천 급수지역 중 괄호 안의 숫자는 낙동강하굿둑 공급지역임

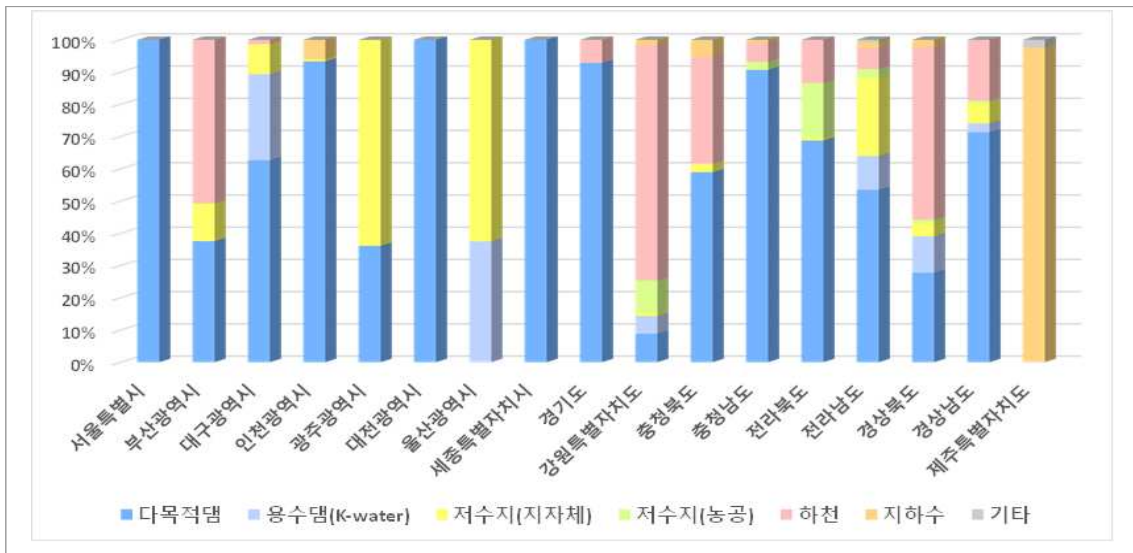


그림 3.8 시·도별 수원종류별 급수지역 비율(1수원, 읍면동 수 기준)

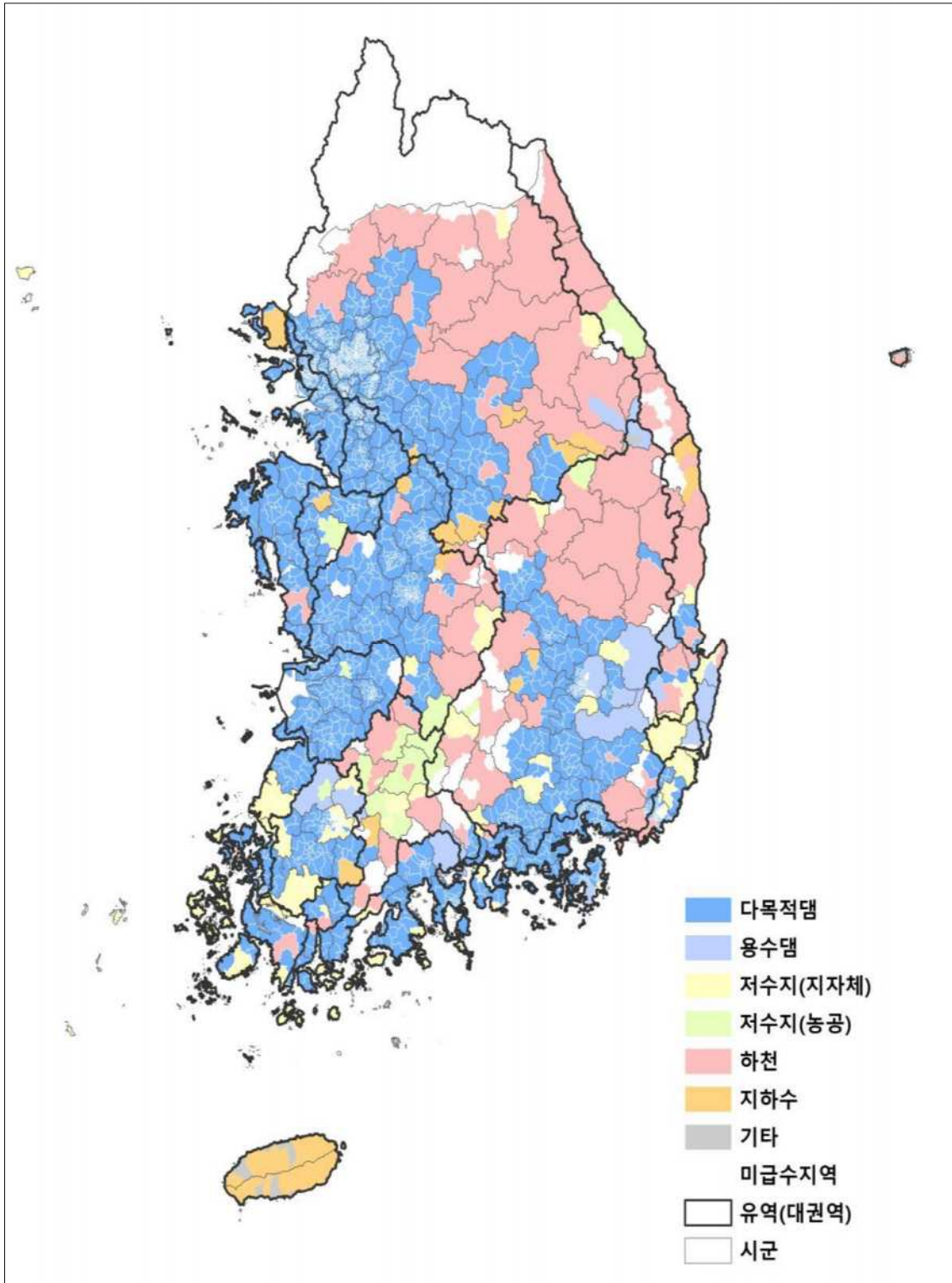


그림 3.9 수원(시설)별 용수공급지역 현황(읍면동, 1수원 기준)

4) 생활용수 급수량

전국 3,462개(미급수지역 제외) 읍면동의 광역 및 지방상수도 급수량은 연간 5,633백만 m^3 /년, 일평균 15,433천 m^3 /일로 조사되었다.

표 3.22 생활용수(광역·지방) 급수량

구 분	연간 총급수량 (백만 m^3 /년)	일평균 급수량 (천 m^3 /일)	
전국	5,632.9	15,432.6	100%
서울특별시	988.0	2,706.9	17.5%
부산광역시	346.3	948.8	6.1%
대구광역시	269.1	737.1	4.8%
인천광역시	344.1	942.8	6.1%
광주광역시	138.0	378.0	2.4%
대전광역시	148.0	405.5	2.6%
울산광역시	116.1	318.0	2.1%
세종특별자치시	37.0	101.2	0.7%
경기도	1,490.9	4,084.7	26.5%
강원특별자치도	179.1	490.6	3.2%
충청북도	230.9	632.7	4.1%
충청남도	256.6	702.9	4.6%
전라북도	204.3	559.8	3.6%
전라남도	179.5	491.9	3.2%
경상북도	297.1	814.0	5.3%
경상남도	322.3	883.1	5.7%
제주특별자치도	85.6	234.6	1.5%

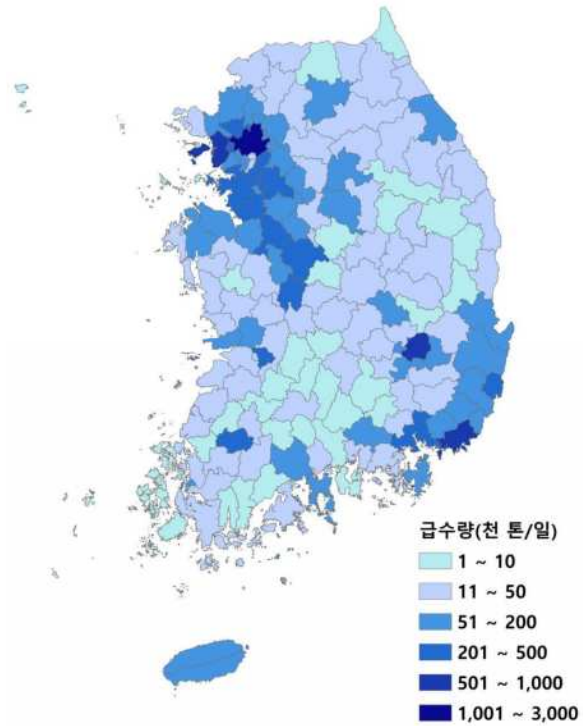


그림 3.10 생활용수 급수현황

3.4.3 공업용수 현황

1) 산업단지 현황

2023년 말 기준, 「산업입지 및 개발에 관한 법률」에 따른 전국의 산업단지는 총 1,306개이며, 국가산업단지 50개, 일반산업단지 731개, 농공단지 481개, 도시첨단산업단지 44개이다. 전년도 1,274개 대비 32개가 증가하였다.

표 3.23 전국 산업단지 현황(상위단지 기준)

구 분	합 계	국 가	일 반	농 공	도시첨단	비 고
산업단지	1,306	50	731	481	44	

* 한국산업단지관리공단 및 산업입지정보센터(국토연구원) 자료 기준

국가산업단지 및 일반산업단지 중 2개 이상의 하위 산업단지로 구성된 산업단지를 고려하면, 전국의 산업단지는 총 1,364개(국가산업단지 77개, 일반산업단지 762개, 농공단지 481개, 도시첨단 44개)이다. 본 과업에서는 산업단지별 수원 및 용수공급체계 등에 대해 총 1,364개 산업단지를 기준으로 조사하였다.

표 3.24 시도별 산업단지 현황

구 분	합 계	국가산업단지	일반산업단지	농공단지	도시첨단	비고
전 국	1,364 100.0%	77 5.6%	762 55.9%	481 35.3%	44 3.2%	
서울특별시	4	1	3	-	-	
부산광역시	43	2	35	1	5	
대구광역시	25	1	17	4	3	
인천광역시	19	3	14	-	2	
광주광역시	16	3	10	1	2	
대전광역시	12	5	5	-	2	
울산광역시	32	2	25	4	1	
세종특별자치시	21	1	15	4	1	
경기도	203	13	178	1	11	
강원특별자치도	80	1	26	47	6	
충청북도	143	3	93	44	3	
충청남도	184	6	81	94	3	
전라북도	92	7	24	60	1	
전라남도	112	7	34	70	1	
경상북도	160	10	82	67	1	
경상남도	212	10	119	81	2	
제주특별자치도	6	2	1	3	-	

「한국산업단지관리공단」의 산업단지 현황조사(2023년 4분기) 및 지자체 등의 조사 결과에서 전국 1,364개 산업단지 중 1,055개가 조성이 완료되어 가동 중이며, 309개의 산업단지는 계획 중 또는 조성 중으로 조사되었다.

표 3.25 산업단지별 조성현황

구 분	합 계	국가산업단지	일반산업단지	농공단지	도시첨단
전 국	1,364	77	762	481	44
완료(가동)	1,055	63	525	448	19
조성중(미가동)	309	14	237	33	25

* 조성 중인 산업단지 개수에는 단지 조성은 완료되었으나, 가동업체가 없는 산단을 포함

2) 산업단지별 수원 현황

가동 중인 1,055개의 산업단지의 수원(제1수원 기준)을 살펴보면, 총 189개(중복제외)의 수원(시설)을 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 수원(시설)의 종류로 보면 다목적댐 17개(9.0%), 용수댐·저수지 30개(15.9%) 하천 63개(33.3%), 지하수 72개(38.1%), 기타(해수 및 재이용수 등) 7개(3.7%)로 구분된다.

표 3.26 공업용수 수원 현황(1수원 기준)

(단위 : 개)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천1)	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농공			
공업용수 수원 (중복제외)	189	17	30	8	18	4	63(3)	72	7
	100.0%	9.0%	15.9%	4.3%	9.5%	2.1%	33.3%	38.1%	3.7%

* 1) 하천 급수지역 중 괄호 안의 숫자는 하굿둑(낙동강하굿둑, 아산호, 영산강하굿둑(영산호))

* (전년대비) 급급수체계 변동 등으로 총 31개 증(용수댐 1개↑, 저수지(지자체) 1개↓, 하천 3개↓, 지하수 32개↑, 기타 2개↑)

산업단지별로는 다목적댐을 수원으로 사용하는 산업단지가 600개(56.9%)로 가장 많았으며, 하천 268개(25.4%), 용수댐 및 저수지 103개(9.8%) 등의 순으로 조사되었다.

표 3.27 수원별 산업단지 공급현황(1수원 기준)

(단위 : 개소)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천1)	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농공			
합계	1,055	600	103	33	53	17	268(69)	75	9
	100.0%	56.9%	9.7%	3.1%	5.0%	1.6%	25.4%	7.1%	0.9%
국가산업단지	63	40	9	6	3	0	9 (8)	3	2
일반산업단지	525	315	47	15	27	5	116 (50)	40	7
도시첨단	19	12	1	0	1	0	4 (1)	2	0
농공단지	448	233	46	12	22	12	139 (10)	30	0

* 1) 하천의 ()는 하굿둑(낙동강하굿둑 34개, 아산호 28개, 영산강하굿둑(영산호) 4개) 공급지역임

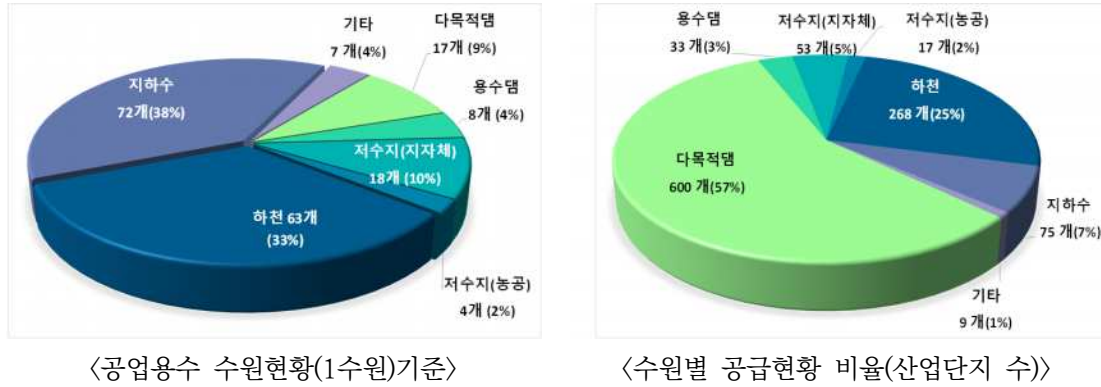


그림 3.11 공업용수 수원 현황 및 수원별 공급현황

3) 산업단지별 용수사용량

산업단지의 용수사용량은 2023년 기준 가동 중인 1,055개의 산업단지에 공급된 수도 공급량(지방 및 광역·공업용수도)을 중심으로 조사하였다.

공업용수도 시설을 통해 공업용수(침전수 또는 원수)를 공급받는 산업단지는 194개(K-water 107개, 지방 87개)로 18.3% 수준이며, 대부분의 산업단지(780개, 73.9%)는 일반수도(광역 및 지방상수도)를 통해 용수를 공급받고 있다. 이외의 산업단지(81개, 7.8%)에서는 댐용수(하천취수) 및 지하수 등을 자체 취수하여 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

표 3.28 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	1,055	107	87	396	384	8	7	63	3
	100.0%	10.1%	8.2%	37.5%	36.4%	0.8%	0.7%	6.0%	0.3%
국가산업단지	63	27	10	10	12	0	0	2	2
일반산업단지	525	75	71	164	168	5	6	35	1
도시첨단	19	0	0	8	9	0	0	2	0
농공단지	448	5	6	214	195	3	1	24	0

* 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 조사자료를 기준으로 하였다. 이외 산업단지의 자체취수량은 「하천수 사용관리시스템 (<https://ras.hrfco.go.kr/>)」의 하천수 사용실적자료를 이용하였다.

2023년 기준 전국 산업단지의 용수사용량은 3,998.1천³/일이며, 공업용수도에서 3,463.4천³/일(침전수 1,778.7천³/일, 원수 1,684.7천³/일)을 공급하고 있다. 이외 일반수도(광역) 313.9천³/일, 댐용수 54.2천³/일, 하천수 40.4천³/일, 지하수 126.2천³/일을 자체 취수하여 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

표 3.29 연도별 공업용수 사용량 비교 (단위 : 일평균, 천³/일)

구 분	합계	공업용수도						일반수도 (광역) ¹⁾	기타(자체 취수)			
		소계		K-water		지자체			정수	댐용수	하천수	지하수
		침전수	원수	침전수	원수	침전수	원수					
2023	3,998.1	1,778.7	1,684.7	1,425.9	1,590.5	352.8	94.2	313.9				
2022	3,787.8	1,359.1	1,869.5	1,007.4	1,786.8	351.7	82.7	356.3	62.4	42.6	97.9	
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	
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	100.0	

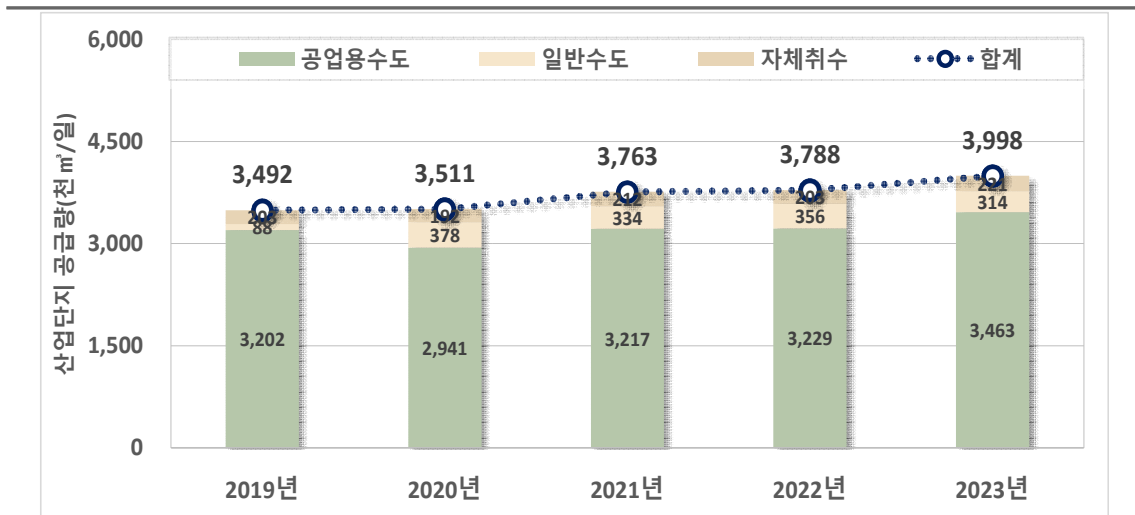


그림 3.12 연도별 공업용수 사용량 비교

표 3.30 공업용수 공급현황

(단위 : 일평균, 천³/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	3,998.1	1,778.7	1,684.7	1,425.9	1,590.5	352.8	94.2	313.9	54.2	40.4	126.2
	100.0%	44.5%	42.1%	35.7%	39.8%	8.8%	2.3%	7.8%	1.4%	1.0%	3.2%
국가산업단지	2,115.7	672.4	1,237.8	521.6	1,156.9	150.8	80.9	168.8	6.5	6.4	23.8
일반산업단지	1,775.6	1,095.9	446.7	895.8	433.6	200.1	13.1	119.5	33.3	34.0	46.2
도시첨단	1.2	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	0.8
농공단지	105.6	10.4	0.2	8.5	-	1.9	0.2	25.2	14.4	-	55.4

* 1) 일반수도(광역) 공급량은 광역상수도에서 산업단지내 업체에 직접 공급하는 공급량
 2) 도시첨단산업단지는 대부분 일반수도에 의해 공급 중

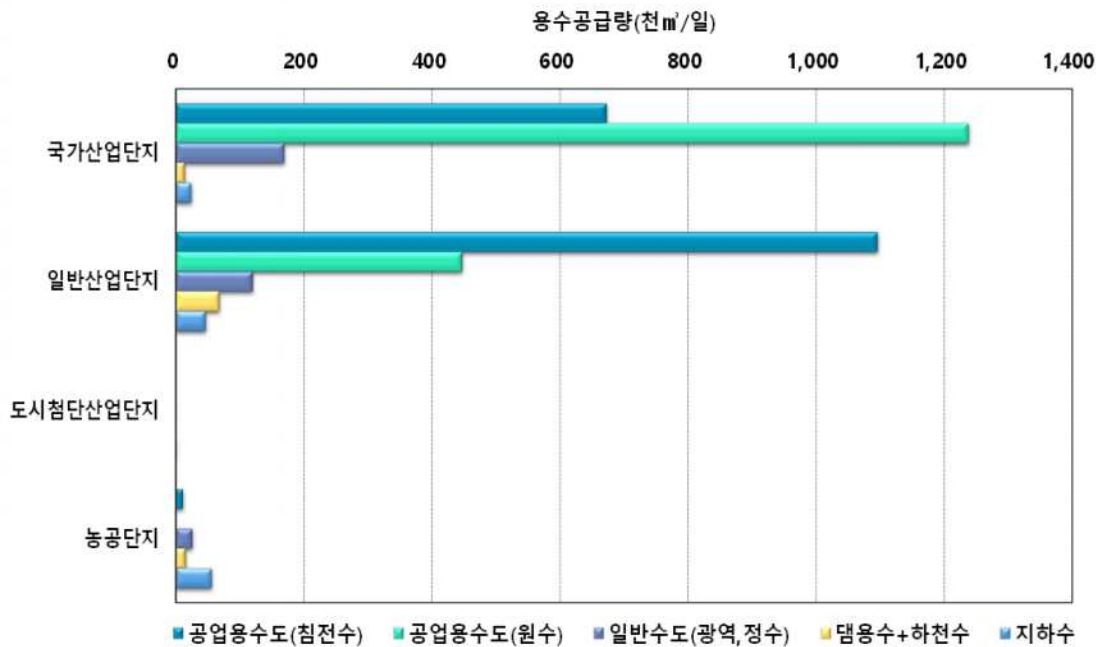


그림 3.13 산업단지별 공업용수 공급현황

3.4.4 용수공급시설 운영현황

2023년 기준, 지방 및 광역·공업용수도의 취수시설은 463개가 가동 중이며, 총 시설 용량은 37,311.0천 m^3 /일이다. 전국적으로 일평균 21,891.8천 m^3 /일(연간 총공급량 7,991백만 m^3)을 취수하였으며, 지방상수도에서 10,276.7천 m^3 /일(46.9%), 광역·공업용수도(K-water)에서 11,615.1천 m^3 /일(53.1%)을 취수하였다.

지역별로는 서울특별시가 2,876.5천 m^3 /일로 가장 많았고 부산광역시 1,157.4천 m^3 /일, 경기도 1,009.9천 m^3 /일 순으로 조사되었다.

표 3.31 시도별 취수장 운영현황

구 분	시설 개수 (개)	시설용량 (천 m^3 /일)	일평균 취수량 (천 m^3 /일)		비고
전 국	463	37,311.0	21,891.8	100.0%	
지자체 (지방·공업용수도)	423	19,553.6	10,276.7	46.9%	
서울특별시	5	6,290.0	2,876.5	13.1%	
부산광역시	4	2,913.8	1,157.4	5.3%	
대구광역시	8	1,323.5	698.8	3.2%	
인천광역시	4	705.2	489.8	2.2%	
광주광역시	2	383.0	224.0	1.0%	
대전광역시	2	1,350.0	604.8	2.8%	
울산광역시	1	270.0	186.0	0.8%	
세종특별자치시	-	-	-	-	
경기도	26	1,449.1	1,009.9	4.6%	
강원특별자치도	69	1,012.2	594.9	2.7%	
충청북도	19	326.4	259.1	1.1%	
충청남도	7	80.5	39.9	0.2%	
전라북도	20	312.6	178.8	0.8%	
전라남도	69	262.4	177.3	0.8%	
경상북도	73	1,101.8	676.7	3.1%	
경상남도	46	1,333.4	777.7	3.6%	
제주특별자치도	68	439.7	325.1	1.5%	
K-water (광역·공업용수도)	40	17,757.4	11,615.1	53.1%	

* '23년도 가동 중인 취수시설 기준(운휴 67개 및 폐쇄 36개는 제외함)

표 3.32 수원별 취수시설 현황

(단위 : 개수)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타	
			소계	K-water	지자체	농공				
전 국	가동	463	72	121	11	93	17	174	94	2
	운휴	67	1	15	-	14	1	33	17	1
지자체 (지방상수도)	가동	423	45	110	1	93	16	172	94	2
	운휴	67	1	15	-	14	1	33	17	1
K-water (광역·공업용수도)	가동	40	27	11	10	-	1	2	-	-
	운휴	-	-	-	-	-	-	-	-	-

지방 및 광역·공업용수도의 수원별 취수량을 살펴보면, 다목적댐 17,331.7천m³/일(77.2%), 하천 2,852.1천m³/일(12.7%), 용수댐·저수지 1,776.7천m³/일(7.9%), 지하수 496.8천m³/일(2.2%), 기타 1.2천m³/일 순으로 공급하고 있는 것으로 조사되었다.

표 3.33 수원별 취수량 현황

(단위 : 천m³/일)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농공			
전 국	21,891.8	17,104.0	1,792.2	775.9	782.0	234.3	2,650.1	344.2	1.3
	100.0%	78.1%	8.2%	3.5%	3.6%	1.1%	12.1%	1.6%	0.0%
지자체 (지방상수도)	10,276.7	6,500.4	1,017.2	34.8	782.0	200.4	2,413.6	344.2	1.3
	100.0%	63.3%	9.9%	0.3%	7.6%	2.0%	23.5%	3.3%	0.0%
K-water (광역·공업용수도)	11,615.1	10,603.5	775.1	741.1	0.0	33.9	236.5	-	-
	100.0%	91.3%	6.7%	6.4%	0.0%	0.3%	2.0%	-	-



그림 3.14 수원별 취수량 비율(광역·지방상수도)

표 3.34 시·도별, 수원별 생·공용수(광역·지방상수도) 취수현황 (단위 : 천³/일)

구 분	합 계	다목적댐	용수댐·저수지				하천	지하수	기타
			소계	K-water	지자체	농공			
전 국	21,891.8	17,104.0	1,792.2	775.9	782.0	234.3	2,650.1	344.2	1.3
	100.0%	78.1%	8.2%	3.5%	3.6%	1.1%	12.1%	1.6%	0.0%
서울특별시	2,959.2	2,959.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
부산광역시	1,157.4	351.1	117.6	0.0	117.6	0.0	688.8	0.0	0.0
대구광역시	698.8	644.4	50.9	0.0	50.9	0.0	3.6	0.0	0.0
인천광역시	489.8	487.6	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	1.7	0.0
광주광역시	224.0	0.0	224.0	0.0	224.0	0.0	0.0	0.0	0.0
대전광역시	604.8	604.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
울산광역시	642.3	329.8	312.5	126.6	186.0	0.0	0.0	0.0	0.0
세종특별자치시	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
경기도	5,966.2	5,717.2	8.1	0.0	8.1	0.0	240.6	0.4	0.0
강원특별자치도	735.5	89.3	151.3	51.3	6.3	93.7	490.6	4.4	0.0
충청북도	1,513.0	1,369.9	3.4	0.0	3.4	0.0	135.1	4.7	0.0
충청남도	580.8	317.4	19.0	0.0	0.0	19.0	242.1	2.3	0.0
전라북도	905.0	693.6	109.5	0.0	2.7	106.8	101.9	0.0	0.0
전라남도	1,673.3	1,530.1	100.4	23.5	70.5	6.4	39.0	3.2	0.5
경상북도	1,644.8	606.9	615.2	540.8	69.9	4.5	407.9	14.9	0.0
경상남도	1,771.7	1,402.9	66.4	33.7	28.7	4.0	300.7	1.9	0.0
제주특별자치도	325.1	0.0	13.6	0.0	13.6	0.0	0.0	310.8	0.8

* 광역·공업용수도(K-water)는 취수시설의 소재지를 기준으로 산정

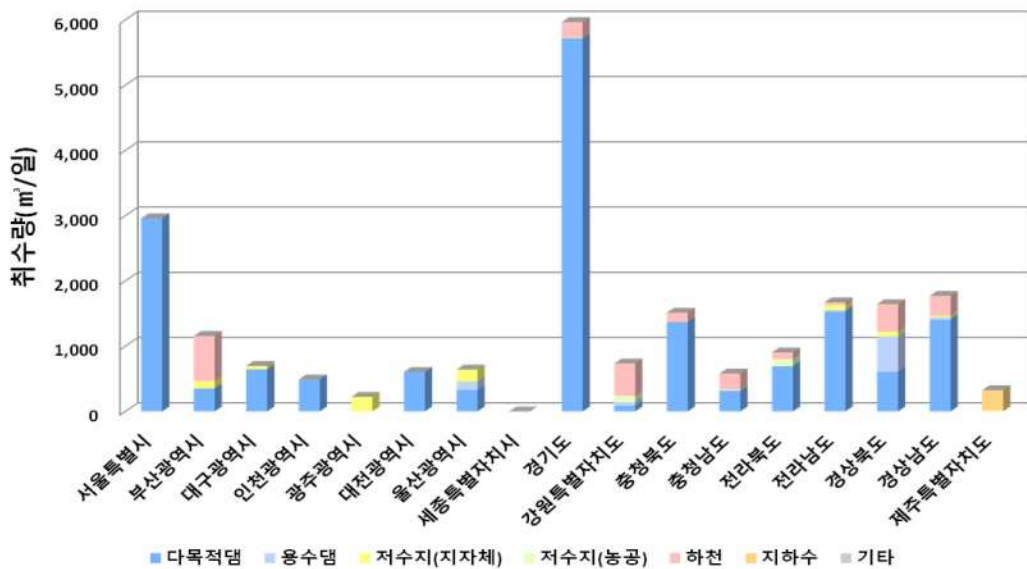


그림 3.15 시·도별, 수원별 생·공용수(광역·지방상수도) 공급현황

표 3.35 수원별, 월별 생·공용수(광역·지방상수도) 취수현황 (단위 : 천m³/일)

구 분	평 균	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
전 국	21,891.8	21,834.3	21,613.4	21,534.7	21,218.5	21,464.7	22,090.7	22,471.4	22,732.9	22,434.3	21,741.1	21,734.2	21,801.9
	100.0%	99.7%	98.7%	98.4%	96.9%	98.0%	100.9%	102.6%	103.8%	102.5%	99.3%	99.3%	99.6%
다목적댐	17,104.0	17,252.4	16,999.2	17,078.2	16,743.3	16,848.1	17,157.1	17,484.9	17,641.2	17,472.4	16,870.5	16,772.8	16,908.5
용수댐	775.9	705.3	731.0	698.2	704.4	724.9	818.0	833.3	828.9	790.2	784.1	812.5	876.4
저수지(자체)	782.0	671.4	665.6	631.8	651.4	776.9	839.7	866.9	886.1	853.1	873.9	836.2	821.5
저수지(농공)	234.3	242.0	241.2	230.7	227.1	221.9	231.8	240.2	250.9	239.4	223.4	230.8	233.0
하천	2,650.1	2,609.0	2,620.8	2,542.2	2,539.4	2,543.8	2,695.8	2,701.3	2,772.0	2,739.7	2,651.7	2,753.3	2,633.4
지하수	344.2	352.8	354.4	352.3	351.6	347.8	347.1	343.5	352.3	338.1	336.1	327.2	327.7
기타	1.3	1.4	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4

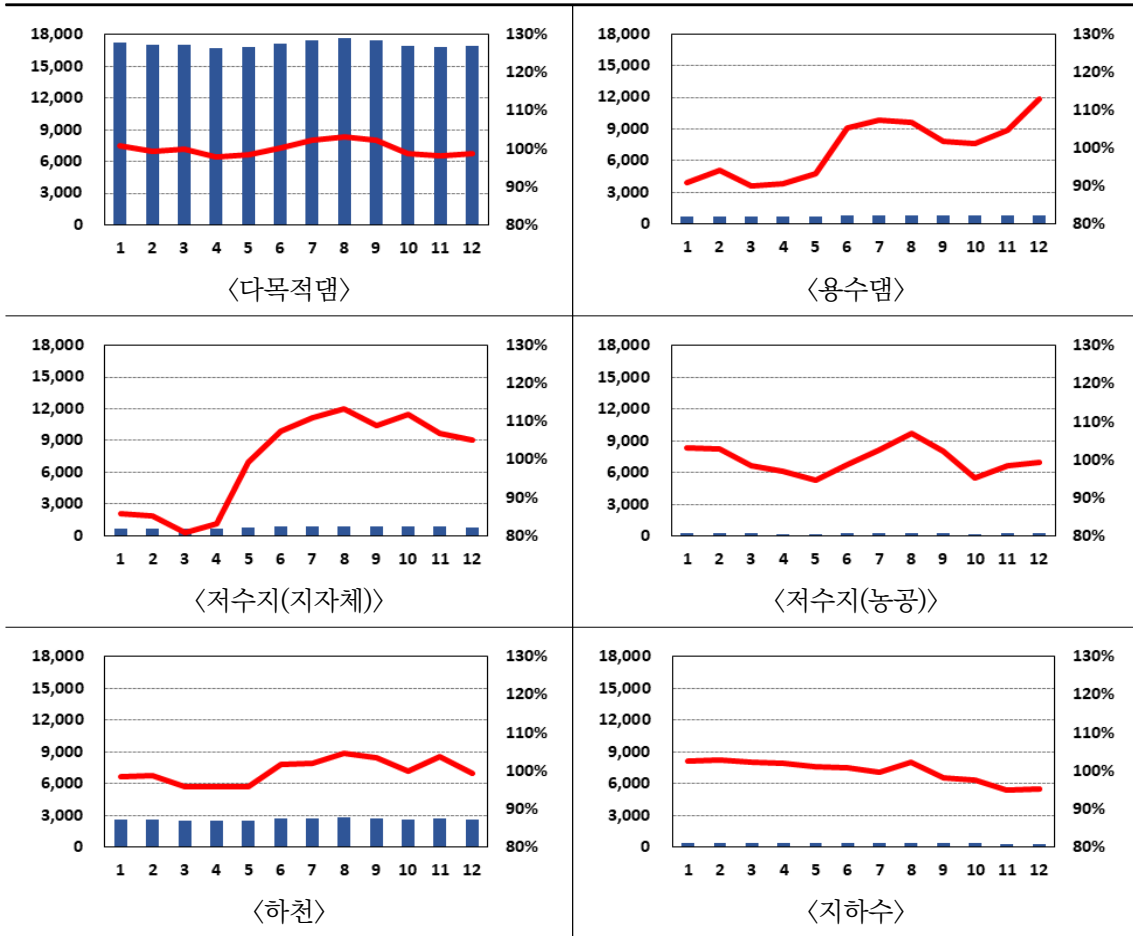
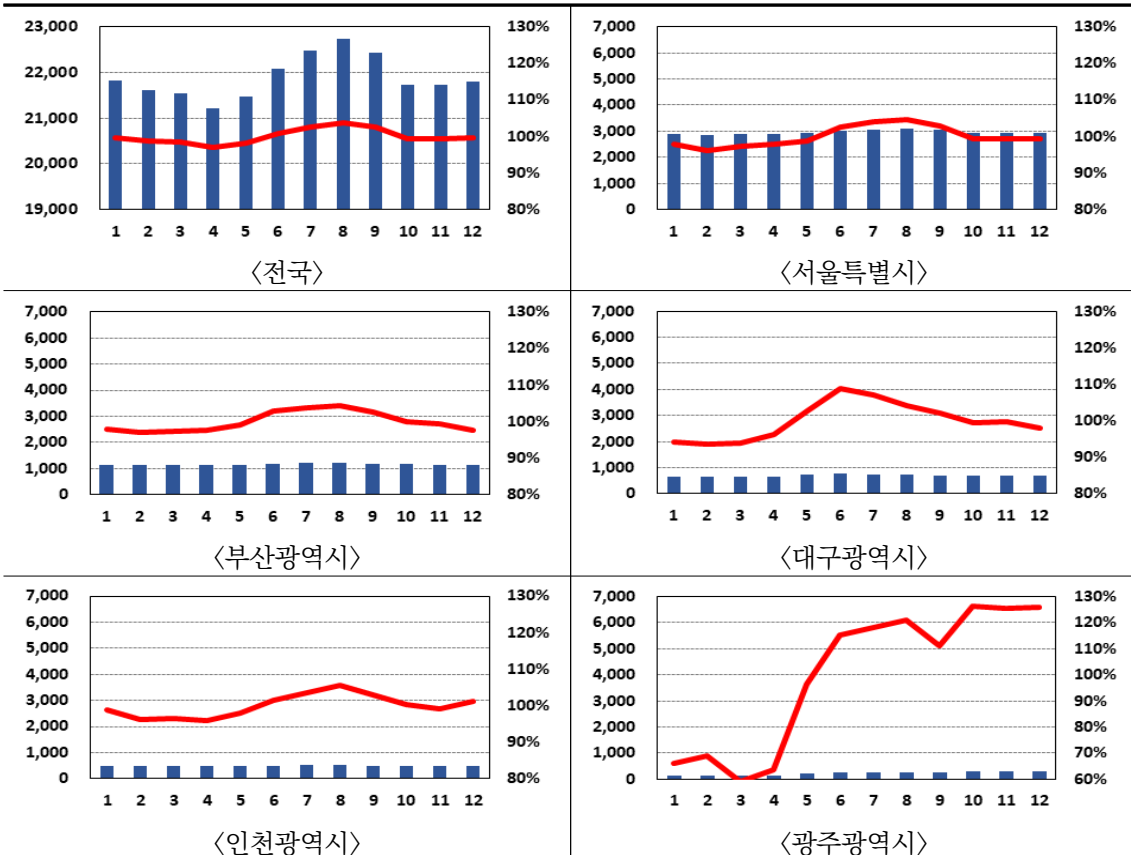


그림 3.16 수원별 월별 생·공용수 취수량(단위 : 천m³/일)

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

표 3.36 시·도별, 월별 생·공용수(광역·지방상수도) 취수현황 (단위 : 천³/일)

구 분	평 균	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
전국	21,891.8	21,834.4	21,613.5	21,534.8	21,218.4	21,464.7	22,090.9	22,471.3	22,732.7	22,434.4	21,741.1	21,734.2	21,802.0
서울특별시	2,959.2	2,893.2	2,845.5	2,879.9	2,896.5	2,920.3	3,033.8	3,074.0	3,096.0	3,042.0	2,943.9	2,939.8	2,937.3
부산광역시	1,157.4	1,133.4	1,124.4	1,125.6	1,129.6	1,147.7	1,190.3	1,200.9	1,209.4	1,187.4	1,157.5	1,150.1	1,130.7
대구광역시	698.8	657.7	653.3	656.2	671.9	717.4	759.5	748.1	727.9	713.8	694.1	698.1	685.3
인천광역시	489.8	484.2	471.3	472.5	469.7	480.5	497.0	507.0	517.0	503.8	491.2	485.6	495.5
광주광역시	224.0	148.1	154.1	132.7	142.2	215.8	258.5	264.5	271.1	249.5	282.7	281.2	281.9
대전광역시	604.8	583.2	573.0	583.5	587.6	598.1	624.9	630.1	639.3	623.3	608.7	605.5	598.2
울산광역시	642.3	625.6	643.7	614.4	650.1	648.8	648.4	755.0	698.7	688.2	582.2	514.6	636.0
세종특별자치시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
경기도	5,966.2	5,926.3	5,833.7	5,842.2	5,786.9	5,938.7	6,050.8	6,169.7	6,173.5	6,112.8	5,922.3	5,951.1	5,874.9
강원특별자치도	735.5	756.8	743.2	719.1	710.2	721.5	737.2	749.1	762.4	738.0	720.8	729.5	737.8
충청북도	1,513.0	1,485.8	1,551.2	1,568.7	1,449.4	1,436.8	1,517.9	1,527.7	1,548.4	1,554.7	1,518.2	1,502.3	1,498.0
충청남도	580.8	565.4	569.8	548.6	559.9	553.7	580.0	614.6	615.8	621.9	576.4	578.8	584.3
전라북도	905.0	920.7	908.4	891.9	890.2	886.7	894.8	912.7	927.3	919.5	892.6	911.5	903.5
전라남도	1,673.3	1,748.2	1,698.0	1,677.2	1,625.8	1,590.4	1,638.8	1,645.7	1,721.2	1,738.3	1,646.4	1,639.2	1,710.7
경상북도	1,644.8	1,658.4	1,627.2	1,633.9	1,639.5	1,594.1	1,629.4	1,663.6	1,704.9	1,671.4	1,628.3	1,638.8	1,646.5
경상남도	1,771.7	1,920.9	1,889.2	1,861.3	1,678.6	1,681.2	1,699.7	1,668.7	1,776.8	1,749.6	1,760.9	1,802.4	1,777.7
제주특별자치도	325.1	326.5	327.7	327.1	330.4	333.0	329.6	339.8	342.9	320.2	314.8	305.7	303.6



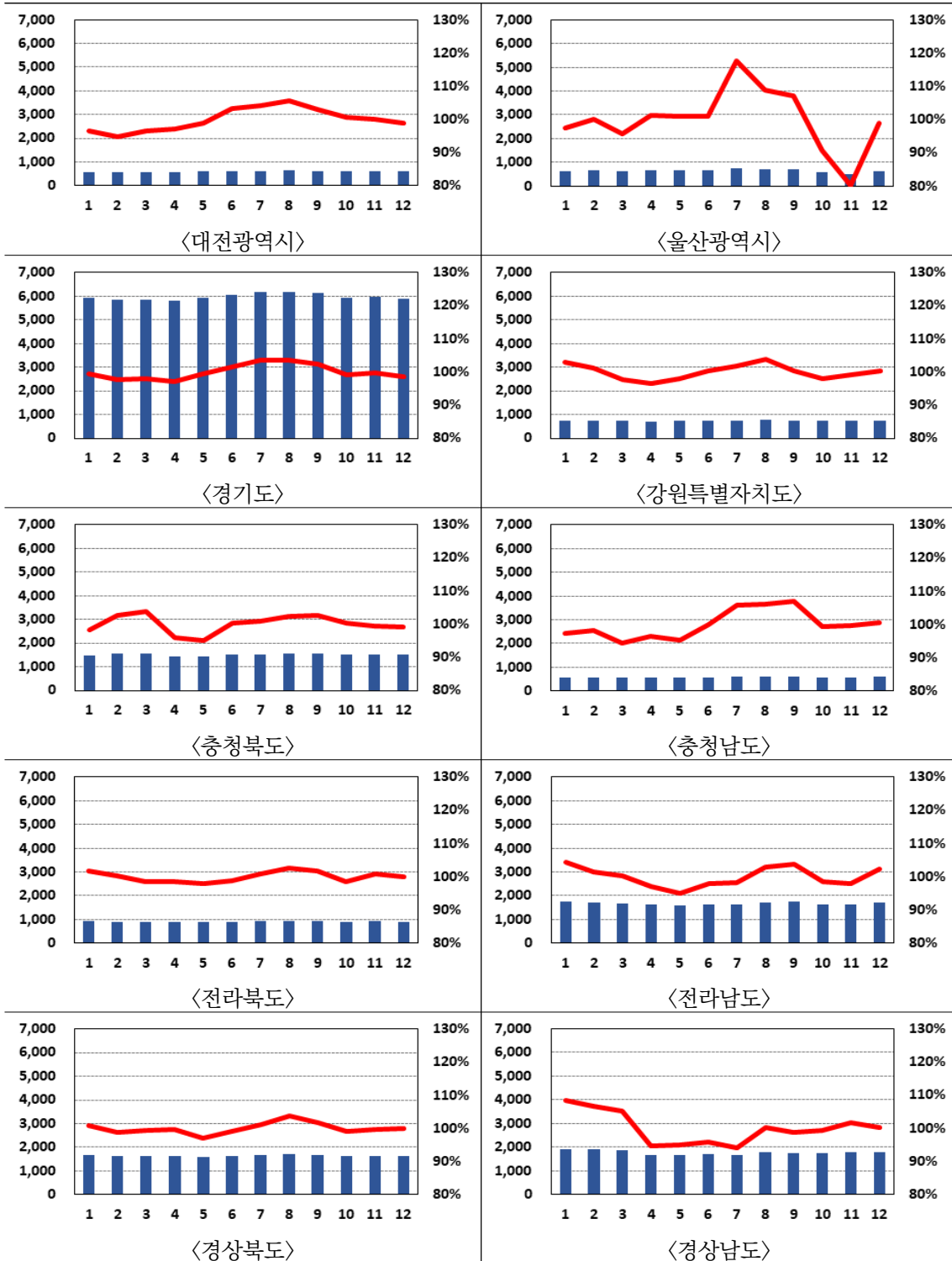


그림 3.17 시·도별, 월별 생·공용수 취수량(단위 : 천㎥/일)

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

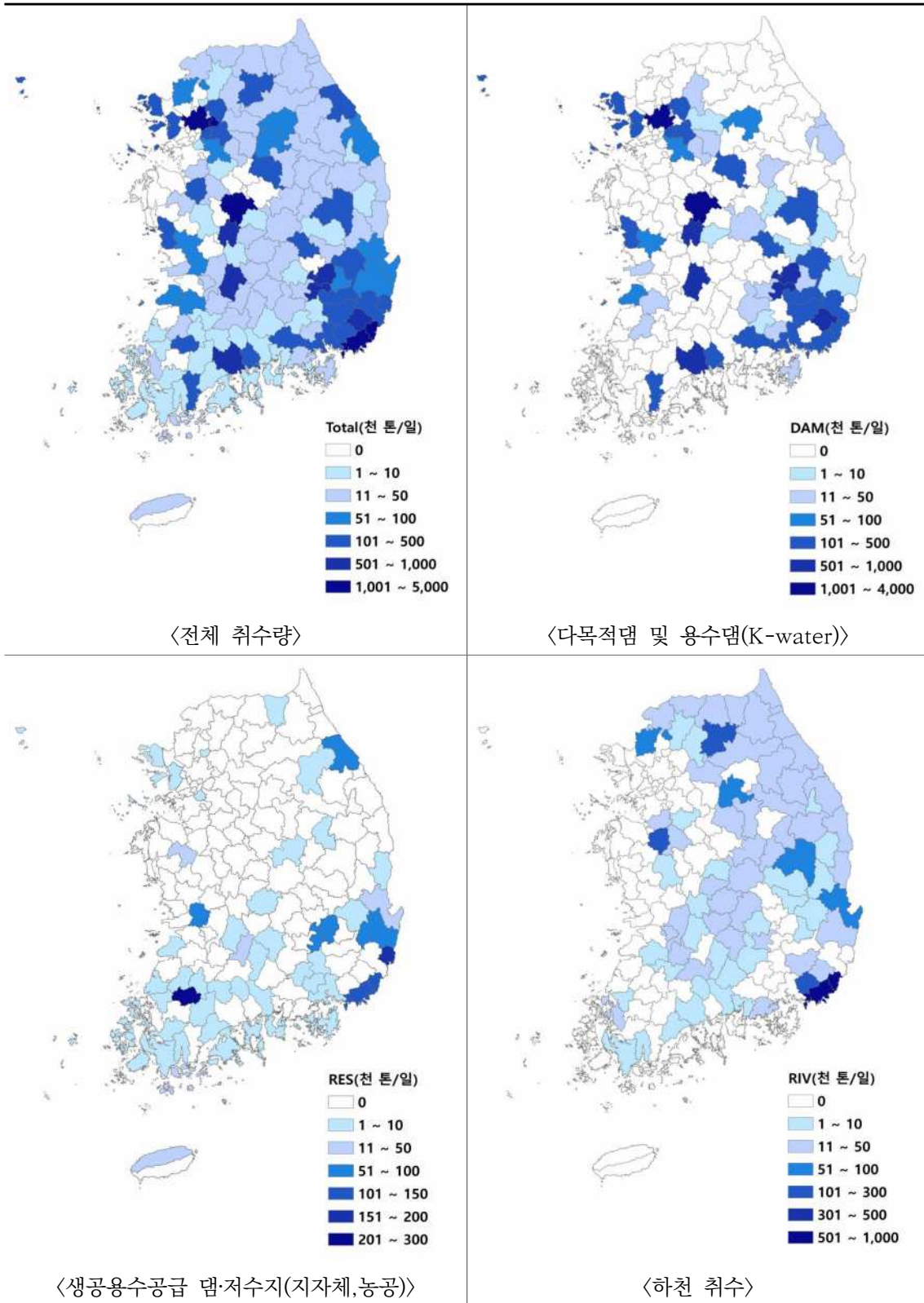


그림 3.18 수원별 생공용수 취수현황 (광역시·지방상수도)

2) 정수시설 현황

2023년 말 기준 지방 및 광역·공업용수도의 가동중인 정수시설은 453개로 총 시설용량은 31,534.7천m³/일이며, 일평균 20,160.0천m³/일을 공급하였다. 지방상수도에서 13,586.3천m³/일(67.4%), 광역·공업용수도에서 6,573.7천m³/일(32.6%)을 생산하여 공급하였다.

표 3.37 시도별 정수장 운영현황

구 분	시설 개수(개)			시설용량(천m ³ /일)			일평균 생산량(천m ³ /일)			비고
	합계	일반수도	공업용수도	합계	일반수도	공업용수도	합계	일반수도	공업용수도	
전국	453	437	36	31,534.7	27,735.4	3,647.4	20,160.0	18,525.1	1,634.9	
지자체 (지방상수도)	410	398	22	21,659.0	20,146.0	1,513.1	13,586.3	13,076.8	509.5	
서울특별시	6	6	1	4,930.0	4,800.0	130.0	3,192.0	3,177.0	15.0	
부산광역시	4	4	1	2,251.0	1,899.0	352.0	1,095.8	1,025.3	70.5	
대구광역시	9	8	1	1,554.5	1,354.5	200.0	876.3	793.8	82.5	
인천광역시	7	7	-	1,958.1	1,958.1	-	1,056.3	1,056.3	-	
광주광역시	2	2	-	740.0	740.0	-	466.7	466.7	-	
대전광역시	4	3	1	1,290.0	1,200.0	90.0	697.1	666.5	30.6	
울산광역시	2	2	-	550.0	550.0	-	354.7	354.7	-	
세종특별자치시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
경기도	40	38	6	3,052.1	2,742.1	310.0	2,368.6	2,228.0	140.6	
강원특별자치도	69	69	1	856.1	851.1	5.0	572.3	570.2	2.1	
충청북도	19	18	1	346.8	343.8	3.0	255.6	254.8	0.8	
충청남도	7	7	-	88.9	88.9	-	49.0	49.0	0.0	
전라북도	20	17	4	302.8	150.4	152.5	172.2	99.3	72.9	
전라남도	77	77	-	676.3	676.3	-	407.4	407.4	-	
경상북도	77	73	6	1,274.4	1,003.8	270.6	871.2	776.7	94.5	
경상남도	50	50	-	1,444.5	1,444.5	-	811.1	811.1	-	
제주특별자치도	17	17	-	343.5	343.5	-	340.0	340.0	-	
K-water (광역·공업용수도)	43	39	14	9,875.7	7,589.4	2,134.3	6,573.7	5,448.3	1,125.4	

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

* '23년도 가동 중인 정수시설 기준(운휴 55개 및 폐쇄 42개는 제외함)

정수시설의 수종별 생산량을 살펴보면, 정수(일반용수)는 18,525.1천m³/일, 침전수(공업용수)는 1,634.9천m³/일을 생산·공급하였다.

표 3.38 지역별, 수종별 지방 및 광역·공업용수도 공급량 (단위 : 천m³/일)

구 분	합계			지방상수도			광역 및 공업용수도			비고
	소계	정수	침전수	소계	정수	침전수	소계	정수	침전수	
전국	20,160.0	18,525.1	1,634.9	13,586.3	13,076.8	509.5	6,573.7	5,448.3	1,125.4	
	100.0%	91.9%	8.1%	67.4%	64.9%	2.5%	32.6%	27.0%	5.6%	
서울특별시	3,063.9	3,048.9	15.0	3,063.9	3,048.9	15.0	-	-	-	
부산광역시	1,078.9	1,008.4	70.5	1,078.9	1,008.4	70.5	-	-	-	
대구광역시	863.7	770.0	93.7	852.5	770.0	82.5	11.2	-	11.2	
인천광역시	1,060.9	1,060.9	-	1,057.3	1,057.3	-	3.6	3.6	-	
광주광역시	466.7	466.7	-	466.7	466.7	-	-	-	-	
대전광역시	602.8	572.2	30.6	602.8	572.2	30.6	-	-	-	
울산광역시	620.3	354.7	265.6	354.7	354.7	-	265.6	-	265.6	
세종특별자치시	120.2	109.2	11.0	77.8	77.8	-	42.4	31.4	11.0	
경기도	5,195.1	4,823.7	371.4	2,495.7	2,355.1	140.6	2,699.4	2,468.6	230.8	
강원특별자치도	690.0	687.9	2.1	572.4	570.3	2.1	117.6	117.6	0.0	
충청북도	781.7	643.3	138.4	255.6	254.8	0.8	526.1	388.5	137.6	
충청남도	1,067.5	863.3	204.2	65.5	65.5	-	1,002.0	797.8	204.2	
전라북도	908.0	729.9	178.1	172.2	99.3	72.9	735.8	630.6	105.2	
전라남도	698.1	684.8	13.3	407.3	407.3	0.0	290.8	277.5	13.3	
경상북도	1,362.5	1,123.0	239.5	894.5	800.0	94.5	468.0	323.0	145.0	
경상남도	1,239.7	1,238.2	1.5	828.5	828.5	-	411.2	409.7	1.5	
제주특별자치도	340.0	340.0	-	340.0	340.0	-	-	-	-	

* 광역 및 공업용수도는 지역별 공급량을 기준으로 산정

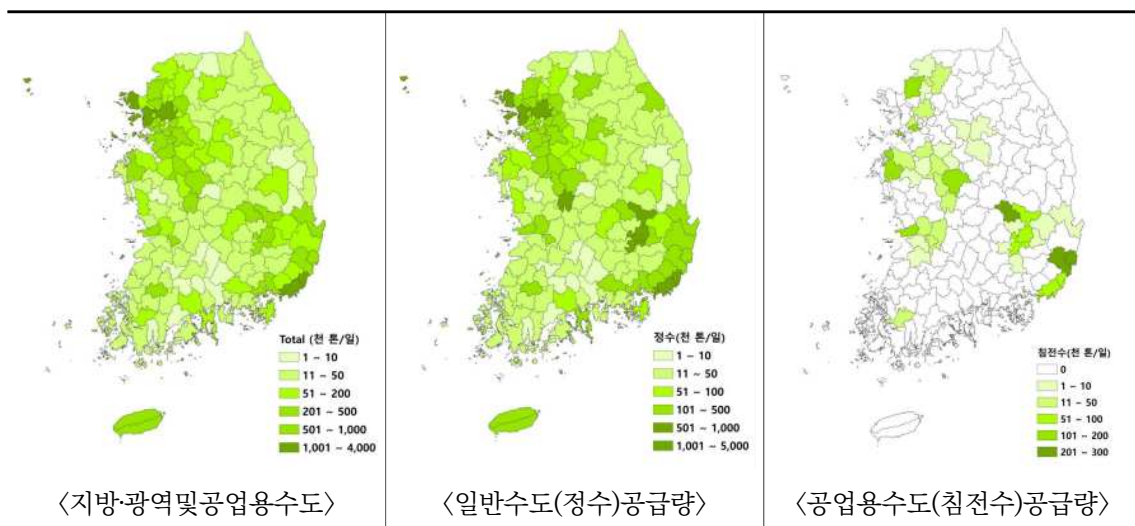


그림 3.19 광역·지방상수도 및 공업용수도 공급현황

표 3.39 수종별, 월별 광역·지방상수도 및 공업용수도 공급량 (단위 : 천m³/일)

구분	연평균	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
합계	20,160.0	20,000.1	20,459.4	19,700.9	19,929.6	19,896.4	20,528.8	20,529.6	20,640.8	20,659.1	20,058.3	20,233.7	20,001.8
일반수도(계)	18,525.1	18,419.9	18,733.1	18,086.3	18,289.8	18,303.9	18,881.1	18,935.0	19,042.6	19,029.4	18,477.4	18,608.2	18,434.3
지자체	13,076.8	12,999.3	12,731.7	12,665.7	12,688.5	12,883.3	13,279.8	13,514.4	13,622.0	13,428.1	13,056.8	13,006.9	13,013.7
K-water	5,448.3	5,420.6	6,001.4	5,420.6	5,601.3	5,420.6	5,601.3	5,420.6	5,420.6	5,601.3	5,420.6	5,601.3	5,420.6
공업용수도(계)	1,634.9	1,580.2	1,726.3	1,614.6	1,639.8	1,592.5	1,647.6	1,594.6	1,598.2	1,629.7	1,580.9	1,625.5	1,567.5
지자체	509.5	495.1	524.9	529.5	518.6	507.4	526.3	509.5	513.1	508.4	495.7	504.2	482.4
K-water	1,125.4	1,085.1	1,201.4	1,085.1	1,121.3	1,085.1	1,121.3	1,085.1	1,085.1	1,121.3	1,085.1	1,121.3	1,085.1

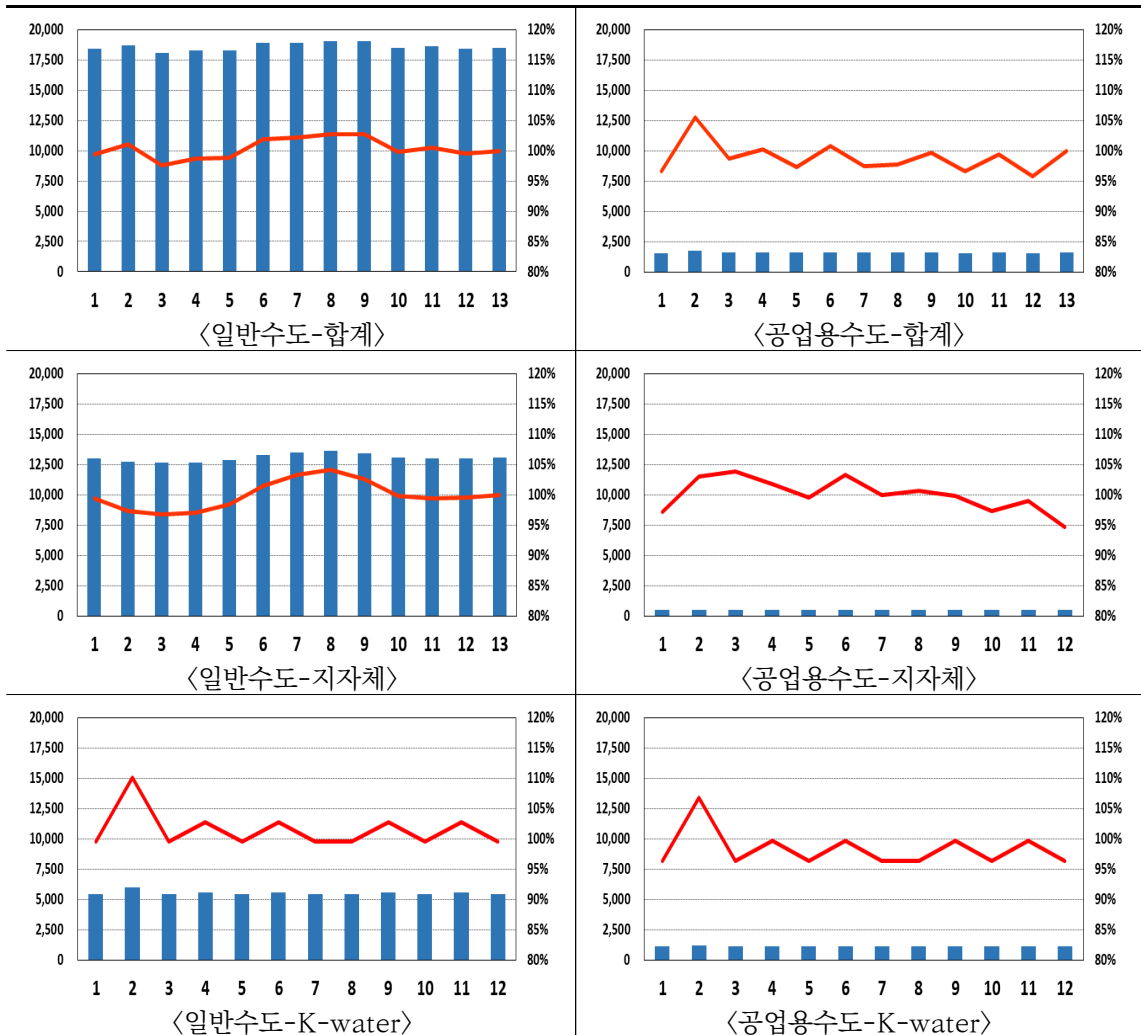


그림 3.20 수종별, 월별 생·공용수 공급량(단위 : 천m³/일)

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

3) 배수지 현황

2023년 말 기준 지자체에서 운영 및 관리 중인 배수지는 2,477개로, 총 시설용량은 12,648.1천 m^3 이다. 전년도 2,421개(12,431.7천 m^3) 대비 56개가 추가로 조사 되었다.

표 3.40 시도별 배수지 관리현황

구 분	합 계		시설용량 5천 m^3 이상		시설용량 5천 m^3 이하		비고
	개 (수)	총시설용량 (천 m^3)	개 (수)	시설용량 (천 m^3)	개 (수)	시설용량 (천 m^3)	
전 국	2,477	12,648.1	617	10,603.5	1,860	2,044.6	
서울특별시	100	2,430.0	48	2,342.1	52	87.9	
부산광역시	67	505.0	32	425.6	35	79.4	
대구광역시	61	497.3	34	453.8	27	43.5	
인천광역시	36	736.3	25	711.0	11	25.3	
광주광역시	17	275.4	12	263.0	5	12.4	
대전광역시	29	79.5	3	37.3	26	42.2	
울산광역시	34	284.8	20	254.8	14	30.0	
세종특별자치시	18	110.6	6	96.0	12	14.6	
경기도	286	3,417.6	192	3,213.7	94	203.9	
강원특별자치도	217	506.8	27	306.5	190	200.3	
충청북도	162	516.4	31	374.1	131	142.3	
충청남도	162	618.3	38	434.2	124	184.1	
전라북도	156	513.8	31	403.7	125	110.1	
전라남도	364	550.8	24	298.4	340	252.4	
경상북도	393	677.3	33	384.0	360	293.3	
경상남도	318	734.5	43	497.1	275	237.4	
제주특별자치도	57	193.7	18	108.2	39	85.5	

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

* '23년 가동중인 배수시설 기준(운휴 127개 및 폐쇄 49개는 제외함)

3.4.5 소규모수도시설 현황

1) 일반현황

광역 및 지방상수도 이외의 시설 중 소규모수도시설은 2023년 말 기준 총 11,796개로 마을상수도는 3,352개소, 소규모급수시설은 7,896개소, 전용상수도는 548개소로 조사되었다. 급수인구는 총 1,435.5천명이며, 일평균 사용량은 605.1천m³/일이다.

표 3.41 전국 소규모수도시설(마을상수도, 소규모급수시설, 전용상수도)

구 분	합 계			마을상수도1)			소규모급수시설2)			전용상수도3)		
	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	11,796	1,435.5	605.1	3,352	398.7	200.0	7,896	389.0	162.3	548	647.8	242.8
서울특별시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
부산광역시	37	5.9	2.6	17	4.4	2.1	20	1.5	0.5	-	-	-
대구광역시	68	3.2	1.6	16	1.5	0.7	52	1.7	0.9	-	-	-
인천광역시	225	27.9	16.6	125	20	11.5	100	7.9	5.1	-	-	-
광주광역시	13	0.9	0.4	11	0.7	0.4	-	-	-	2	0.2	-
대전광역시	22	0.8	0.5	1	0.2	-	21	0.6	0.5	-	-	-
울산광역시	182	17.8	4.6	104	13	3.4	78	4.8	1.2	-	-	-
세종특별자치시	79	11	3.6	41	5	1.3	29	2	0.7	9	4	1.6
경기도	662	191.6	100.7	239	33	10.1	277	15.3	11.5	146	143.3	79.1
강원특별자치도	1,231	157.3	75.6	212	29.1	9.6	936	39.2	19.4	83	89	46.6
충청북도	1,362	90.1	59.5	258	30.9	9	1,067	47.9	17.4	37	11.3	33.1
충청남도	1,434	183	50.0	606	70.4	23.8	765	42.9	18	63	69.7	8.2
전라북도	534	37.6	18.1	115	12	3.5	404	19.4	7.3	15	6.2	7.3
전라남도	1,439	114.1	39.8	294	34.5	12.1	1,142	65.2	23.2	3	14.4	4.5
경상북도	2,137	253.3	73.0	541	60	18.6	1,563	69.9	32.7	33	123.4	21.7
경상남도	2,136	156.5	51.3	686	79.3	24.3	1,442	70.7	23.9	8	6.5	3.1
제주특별자치도	235	184.5	107.2	86	4.7	69.6	-	-	-	149	179.8	37.6

- 1) 마을상수도 : 지방자치단체가 대통령령으로 정하는 수도시설에 따라 100명 이상 2,500명 이내의 급수인구에게 정수를 공급하는 일반수도로서 1일 공급량이 20m³이상 500m³미만인 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

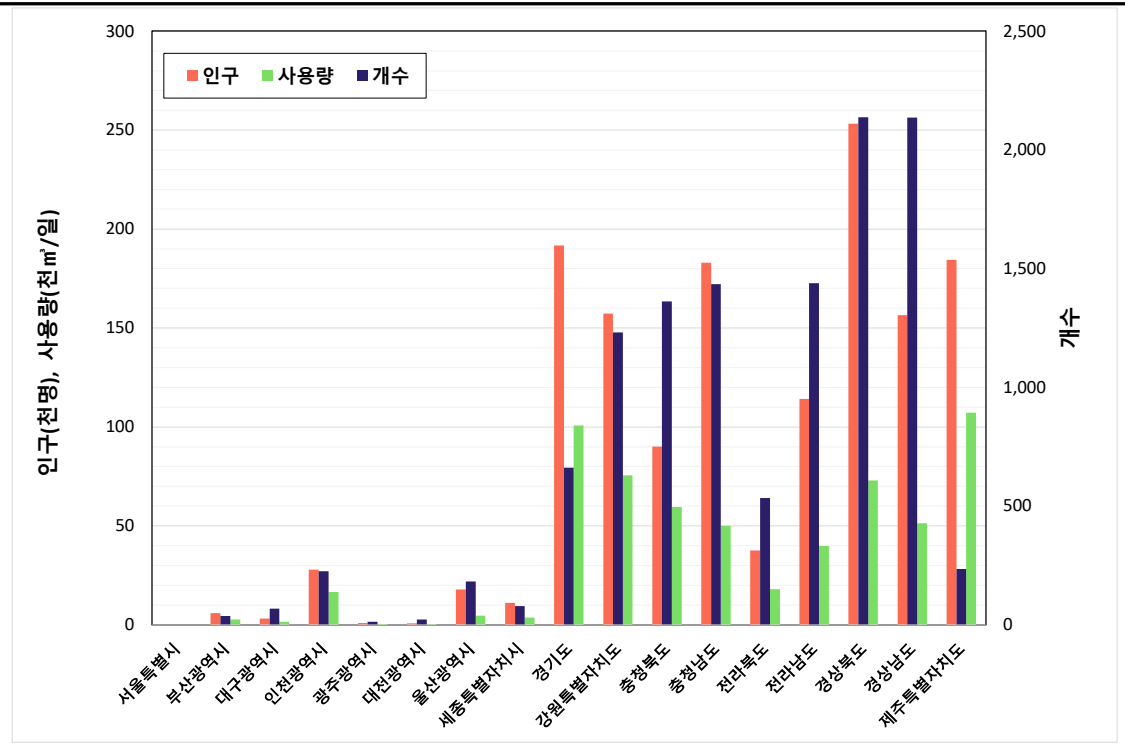


그림 3.21 전국 소규모수도시설 현황(시설수, 인구수, 사용량)

2) 소규모수도시설 수원현황

소규모수도시설은 주로 지하수(9,769개, 82.9%)를 수원으로 사용중이며, 이외 계곡수(1,570개, 13.3%), 용천수(157개, 1.3%), 복류수(111개, 0.9%) 등을 이용하고 있다.

표 3.42 전국 소규모수도시설의 수원현황

구분	합계	지하수	계곡수 (지표수)	용천수	복류수	하천수	호소수	해수*	비고
합계	11,796	9,769	1,570	157	111	71	19	99	
	100.0%	82.9%	13.3%	1.3%	0.9%	0.6%	0.2%	0.8%	
마을상수도	3,352	2,903	298	29	32	18	10	62	
소규모급수시설	7,896	6,360	1,268	128	67	36	1	36	
전용상수도	548	506	4	0	12	17	8	1	

* 해수담수화 시설을 활용하여 원수를 정수하는 경우 해당 수원을 해수로 분류하였음

3.4.6 비상급수(제한 및 운반급수) 현황

1) 2023년 비상급수 현황

환경부(국가가뭄정보분석센터)에서는 미급수지역 등 가뭄 취약지역의 비상급수 발생 현황에 대한 상시모니터링을 위해 2019년 1월 국가가뭄정보포털(drought.go.kr)내에 「비상급수현황 조사시스템」을 구축하여 2019년 시범운영을 거쳐 2020년부터 본격 운영 중이다.

해당 조사시스템 등을 활용하여 집계된 가뭄 등 물 부족으로 인한 2023년 비상급수(제한 및 운반급수) 피해인구는 29,987명으로 강원특별자치도, 전라남도 등 25개 시·군에서 비상급수가 시행되었다.

지형적 특성으로 주기적 비상급수를 시행하는 인천광역시(2022년 19건·4,222명), 전남 진도군(2022년 27건·642명)의 비상급수 현황은 금년도부터 보고서에서 제외하였다.

상수도 보급지역은 2개 시·군(경남 통영시, 전남 완도군)에서 2023년 남부 도서지역의 극심한 가뭄 등으로 인해 제한 및 운반급수가 발생하여 21,287명이 피해를 겪었다.

미급수지역은 도서·산간지역으로 지형적·지리적 여건에 따라 지하수 및 계곡수 등의 소규모 수원에 의존하고 있어 안정적 수량확보가 어려운 상황이다. 전남(9개 시·군), 강원(8개 시·군) 등 총 25개 시·군에서 제한 및 운반급수가 발생하였으며 8,700명이 피해를 입었다.

표 3.43 2023년 비상급수 발생현황 (단위 : 시·군 : 개, 피해인구 : 명)

구 분	합 계		제한급수		운반급수		제한운반 병행	
	시·군	피해인구	시·군	피해인구	시·군	피해인구	시·군	피해인구
합 계	25	29,987	-	-	24	14,246	2	15,741
상수도보급지역	2	21,287	-	-	1	6,829	2	14,458
미급수지역	25	8,700	-	-	24	7,417	1	1,283

* 합계의 시·군 수는 중복된 시·군을 제외한 수치임

표 3.44 지역별(시·도) 비상급수 (단위 : 시군/발생 : 개, 피해인구 : 명)

구 분	합 계			제한급수			운반급수			제한운반 병행		
	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	25	108	29,987	-	-	-	24	98	14,246	2	10	15,741
서울특별시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
부산광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
대구광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
인천광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
광주광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
대전광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
울산광역시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
세종특별자치시	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
경기도	1	1	50	-	-	-	1	1	50	-	-	-
강원특별자치도	8	50	4,106	-	-	-	8	50	4,106	-	-	-
경상남도	2	6	2,424	-	-	-	1	1	38	1	5	2,386
경상북도	1	2	70	-	-	-	1	2	70	-	-	-
전라남도	9	38	23,124	-	-	-	9	33	9,769	1	5	13,355
전라북도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
충청남도	1	7	-	-	-	-	1	7	-	-	-	-
충청북도	3	4	213	-	-	-	3	4	213	-	-	-
제주특별자치도	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* 합계의 시군수는 중복된 시군을 제외한 수치임

표 3.45 지역별(시·군) 비상급수 현황

(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	108	29,987	-	-	98	14,246	10	15,741
강원특별자치도	50	4,106	-	-	50	4,106	-	-
양구군	2	63	-	-	2	63	-	-
영월군	6	189	-	-	6	189	-	-
인제군	2	298	-	-	2	298	-	-
정선군	12	537	-	-	12	537	-	-
평창군	2	172	-	-	2	172	-	-
홍천군	20	1,858	-	-	20	1,858	-	-
화천군	3	629	-	-	3	629	-	-
횡성군	3	360	-	-	3	360	-	-
경기도	1	50	-	-	1	50	-	-
광주시	1	50	-	-	1	50	-	-
경상남도	6	2,424	-	-	1	38	5	2,386
양산시	1	38	-	-	1	38	-	-
통영시	5	2,386	-	-	-	-	5	2,386
경상북도	2	70	-	-	2	70	-	-
안동시	2	70	-	-	2	70	-	-
전라남도	38	23,124	-	-	33	9,769	5	13,355
고흥군	6	442	-	-	6	442	-	-
담양군	2	91	-	-	2	91	-	-
무안군	1	47	-	-	1	47	-	-
순천시	1	99	-	-	1	99	-	-
신안군	3	501	-	-	3	501	-	-
여수시	10	1,062	-	-	10	1,062	-	-
완도군	12	20,775	-	-	7	7,420	5	13,355
진도군	1	19	-	-	1	19	-	-
화순군	2	88	-	-	2	88	-	-
충청남도	7	-	-	-	7	-	-	-
천안시	7	-	-	-	7	-	-	-
충청북도	4	213	-	-	4	213	-	-
괴산군	2	55	-	-	2	55	-	-
보은군	1	88	-	-	1	88	-	-
청주시	1	70	-	-	1	70	-	-

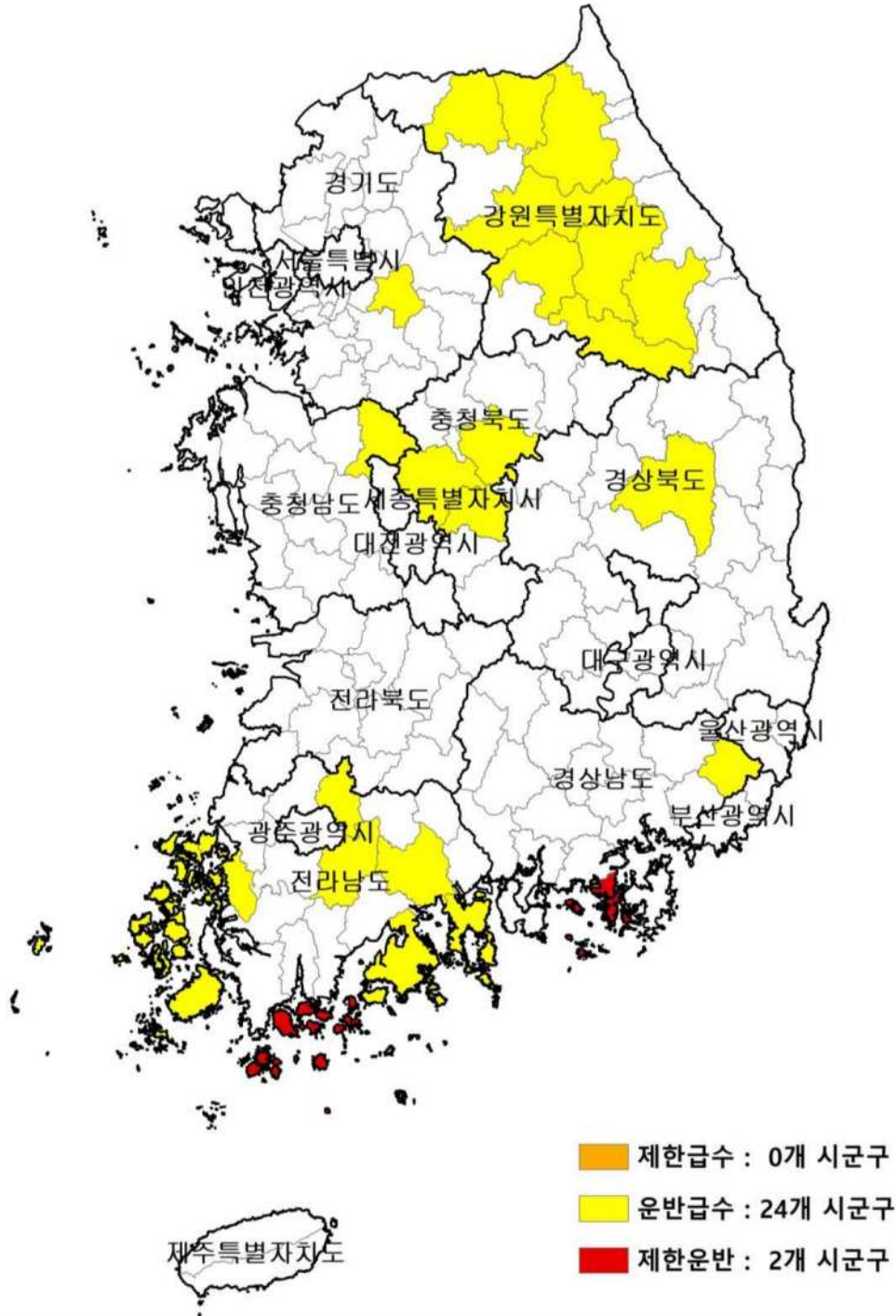


그림 3.22 2023년 비상급수 발생지역 현황

2) 최근 10년간 피해 현황

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

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

표 3.46 최근 10년간(2014~2023) 비상급수 발행현황 (피해인구 : 명)

구분	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23
합계	30,690	110,181	21,887	44,426	122,037	11,703	9,263	12,563	43,919	29,987
상수도 보급지역	23,276	93,631	11,244	18,190	107,410	882	812	1,451	24,666	21,287
미급수 지역	7,414	16,550	10,643	26,236	14,627	10,821	8,451	11,112	19,253	8,700

* 자료 : 국가가뭄정보포털 비상급수현황 조사시스템(drought.go.kr, 2019년~)

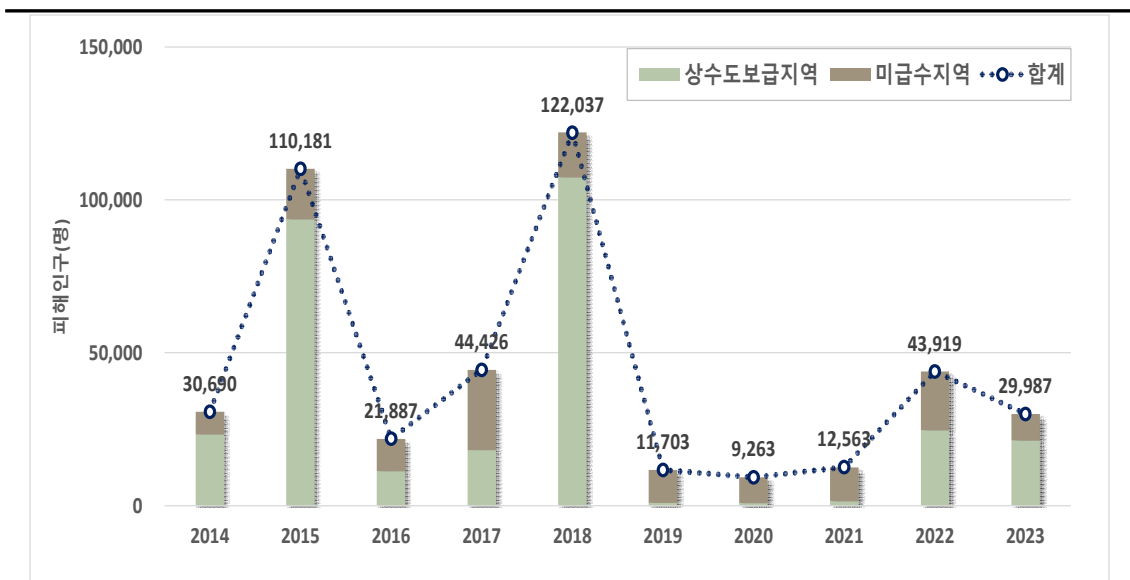


그림 3.23 최근 10년간(2014~2023) 비상급수 피해 추이(피해인구)

3.6 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 추진 경위는 다음과 같다.

- 2016년~ : 가뭄 예·경보(2016.3~)에 필요한 물 공급체계 파악을 위해 수자원(수원)-수도(급수체계) 통합형 간접조사(16개 항목, 수공자체)
- 2017년~ : 수자원법(2017.1)에 따른 가뭄상황조사 중 수원·용수수급 현황 등 기초조사 위주로 시행 중(25개 항목, 환경부→수공대행)
- 2020. 8월 : 가뭄 상황조사를 위한 기초조사 업무매뉴얼 작성
- 2020.11월 : 가뭄상황조사 중 피해현황 조사체계 기반 마련을 위한 자문(7~11월) 및 영향평가·피해조사 시행방안 마련(2020.11)
- 2020.12월 : 가뭄기초조사, 가뭄현황 및 전망상황 위주의 가뭄상황조사 지침(안) 의견 조회(본부→홍수통제소)
- 2021.12월 : 가뭄피해현황 조사 전문가 자문(7~8월, 11월) 및 영향·피해모니터링을 포함한 가뭄상황조사 지침(안) 마련(2021.12)
- 2022. 2월 : 가뭄상황조사 지침(안) 실무진 회의 개최(수계 흥통, K-water)
- 2023.10월 : 가뭄상황조사 지침(안) 제정 추진을 위한 업무 회의(환경부)

지침(안)은 가뭄기초조사, 가뭄 현황 및 전망 분석, 가뭄 피해조사 등 가뭄 사전대비 및 피해 저감을 위한 전주기 조사·분석 업무에 대한 지침으로서, 2017년부터 추진 중인 가뭄기초조사 세부 업무, 국가 가뭄 예·경보 등에 활용 중인 가뭄 분석 업무 및 피해현황 조사 기반 마련을 위한 가뭄 영향·피해 모니터링에 관한 사항으로 구성하였다.

표 3.48 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 공급현황 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

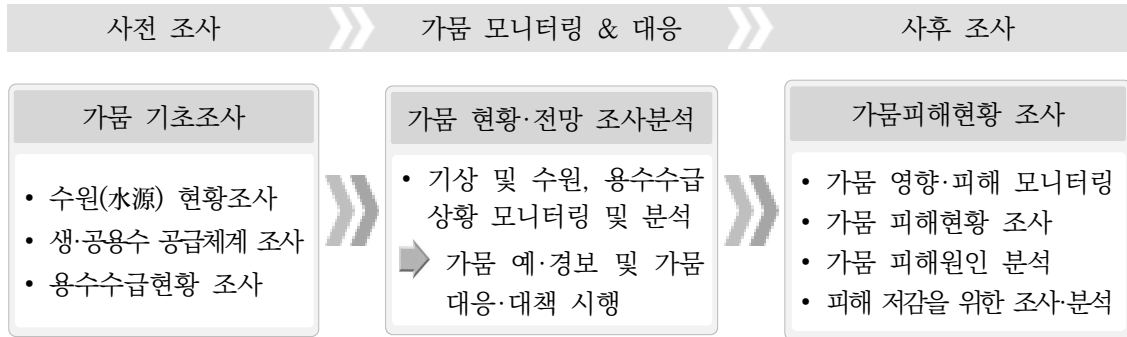


그림 3.24 '가뭄 상황조사'에 의한 일련의 가뭄대응 체계

지침(안) 제정을 위해 2024년에는 환경부 및 수계별 홍수통제소에 지침 관련 설명·협의를 통해 수자원법·시행령 개정, 지침 제정을 추진할 예정이다.

3.7 성과 및 평가

가뭄 상황(기초)조사는 전국의 생활 및 농업용수의 용수급수체계 및 용수수급현황 등을 조사·정보화하여 국민 체감형 국가 가뭄 예·경보 시행과 신속한 가뭄대응 의사결정 지원 등을 위해 2016년부터 시행하고 있다. 그동안의 조사를 통해 전국의 생·공용수 수원(水源) 및 급수체계(수원-취수장-정수장-배수지-급수지역) 현황을 구축하였으며, 국가 가뭄정보포털을 통해 성과를 제공하고 있다.

2024년 가뭄 상황(기초)조사 주요 성과(2023년 말 기준)를 살펴보면, 전국 167개 지자체 및 1,055개의 산업단지에서 다목적댐 19개, 용수댐·저수지 155개(K-water 12, 지자체 112, 농공 31), 하천 157개, 지하수 109개 등 총 451개의 수원을 이용하여 일평균 21,891.8천m³/일을 취수하여 생공용수로 사용하고 있다. 수원별 공급량은 다목적댐 17,104.0천m³/일(78.1%), 하천 2,650.1천m³/일(12.1%), 용수댐·저수지 1,792.2천m³/일(8.2%), 지하수 344.2천m³/일(1.6%) 등으로 조사되었다.

가뭄 상황(기초)조사의 성과는 가뭄 현황·전망 분석 외에도 가뭄 취약지도 구축, 실적자료 기반의 물수급 분석체계 구축 등의 주요 기초자료로 활용되고 있다. 또한, 「국가물관리기본계획」 및 「국가수도기본계획」등 국가계획의 가뭄 분야 기초자료로 활용되고 있다.

향후 가뭄 상황(기초)조사는 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 활용 방법을 발굴하여 내실 있는 조사가 되도록 추진해야 할 것이다.

제4장 결론



- 4.1 가뭄 상황(영향·피해)조사 개요
- 4.2 가뭄 상황(영향·피해)조사 주요 내용
- 4.3 성과 및 평가

제4장 가뭄 상황(영향·피해) 조사

4.1 가뭄 상황(영향·피해)조사 개요

4.1.1 추진 배경 및 현황

대규모 다목적댐의 건설과 상수도 시설의 효율화 등 이수 측면에서 과거 대비 많은 기술적 발전이 있었으나, 기후변화 등에 의한 계절 및 지역별로 발생하는 강수 편차 등으로 연간 활용 가능한 수자원의 양이 부족하여 전국적, 국지적으로 크고 작은 가뭄 피해가 지속해서 발생 중이다. 2014~2015년 충남 서부권 지역을 중심으로 발생한 가뭄을 계기로 정부는 단기 대응과 복구지원 등의 사후 대책 중심 가뭄 관리에서 사전대비 및 예방중심의 정책 마련 등으로 전환하였다. 관계부처 합동으로 시행 중인 국가 가뭄 예·경보, 가뭄 종합대책의 수립 등이 그 예이다.

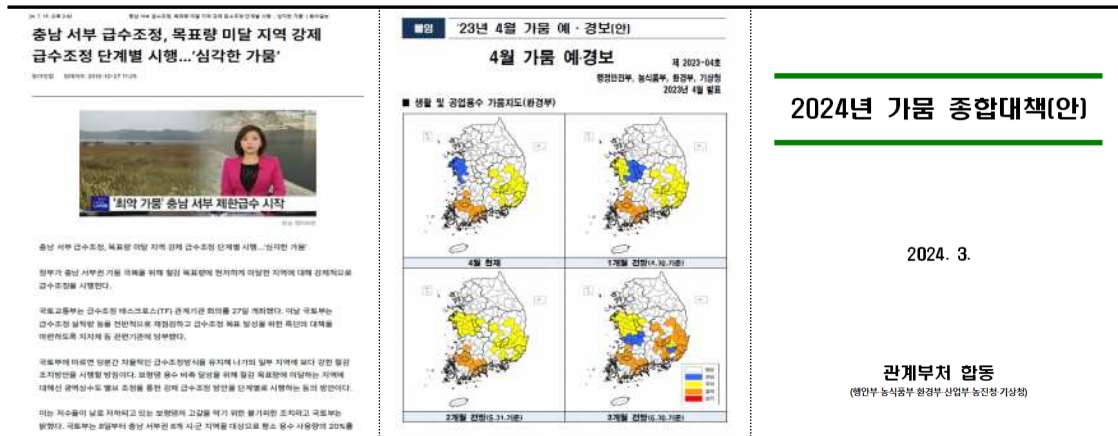


그림 4.1 국가 가뭄 예·경보 추진 배경

하지만, 가뭄에 대한 사후 관리와 정부·지자체의 가뭄 관련 정책 수립 시 필요한 가뭄으로 인한 피해 발생 조사항목·방법 등과 가뭄으로 인한 영향 및 피해를 수치화(정량화)하기 위한 체계는 정립되어 있지 않았다. 또한, 2017년 제정된 수자원법에서 가뭄피해 조사를 시행하도록 규정하였으나, 조사 방법 및 시기 등 구체적인 시행방안은 미비한 실정이다.

이에 한국환경산업기술원에서는 2023년부터 국가 R&D 과제인 「물 부족 피해분석 및 물 공급의 사회경제적 가치평가 기술 개발과 활용 방안」(부경대 등)을 통해 구체적인 조사의 방법과 정량화 등에 대해 검토 중이며, 2024년 환경부에서는 「가뭄조사 및 모니터링 사업」(K-water 대행) 내 ‘가뭄 영향·피해조사’를 신규로 반영하여 추진 중이다.

4.1.2 추진 배경 및 현황

가뭄 영향·피해조사는 가뭄으로 인한 사회, 경제, 환경적 영향과 직·간접적인 피해 정도를 평가 및 정량화하기 위한 일련의 조사과정을 일컬으며, 정부의 효과적이고 선제적 가뭄 대응 및 관련 정책 수립 등에 기초자료로 활용하는 것을 목적으로 한다.

‘가뭄 현황’ → ‘가뭄 영향’ → ‘가뭄 피해’로 이어지는 가뭄의 진행 과정에 따라, 각각의 용어의 개념을 정립하였으며, 2021년 전문가 자문 등을 통해 전체 84개 조사항목을 구성하였다.

표 4.1 가뭄 영향·피해 조사 항목(안)

내용	분야	조사 항목		
현황	기상	강수량	기상 가뭄 예·경보	일조시간
		상대습도	증발산량	
	수문	하천 유량	다목적댐 저수율	용수댐 저수율
		지자체 저수지 저수율	농업용 저수지 저수율	수력발전댐 저수율
		지하수 수위	토양수분량	갈수 예보
		생·공용수 가뭄 예·경보	농업 가뭄 예·경보	지하수 가뭄 예·경보
		밭 가뭄 예·경보		
대기	오존	미세먼지 농도	미세먼지 경보	
영향	용수공급	다목적댐 방류량 조정	급수체계 조정	지하수 이용 현황
		지하수 개발 현황	하천수 사용허가 현황	생·공용수 취수량
		정수 생산량 및 공급량	공업용수 공급량	소규모수도시설 현황
	농업	농업용 양·배수장 가동	농가 및 농가인구	작물별 재배면적
		수리시설 및 공급면적	작물별 생산량	
	어업(내수면)	내수면 어가 및 어가인구	내수면 어업 어선 척수	내수면 어업 생산량
	축산업	가축 사육 가구	가축 마릿수	가축 전염병 발생
		축산물생산비(수도광열비)		
	임업	대형산불위험예보	임가 및 임가인구	산림면적 및 축적
		조림실적 및 재배면적	임산물 생산량	산림병해충 발생
	에너지	수력발전량		
	환경	하천·호소 수질	지하수 수질	하천 수생태계 현황
		내륙습지 개소 및 면적	국립공원 동·식물 종	토양오염 실태
사회·문화	국내여행 횟수, 지출액	수상 체육활동 참여 비율	수상 여가활동 참여 비율	
	낚시터 이용 비율	폐 질환 유병률	하천부지점용 건수, 면적	

피해	사회적피해	생·공용수 제한, 운반급수	논 물마름, 밭 시듦 발생	호흡기 계통 질환 사망자
		호흡기계 의약품 소비량	국민 환경체감도	환경문제 인식
	경제적피해	물산업 관련 종사자, 매출액	문화체육관광산업 매출액	산업분류별 채용현황
		산불발생	농업순생산 및 소득	산지쌀값
		내수면 어업 생산·판매금액	가축질병 피해두수, 피해액	임산물 생산액, 총수입
	가뭄대응	생산자·소비자 물가지수		
		비상용수 지원	긴급용수원 개발	저수지 양수저류 실적
		장비 및 인력지원	가뭄대책비 지원	농작물 재해보험비 지급
		한발대비 용수개발 사업비		

금년도는 가뭄 영향·피해조사 원년의 해로 2021년 설정한 84개 항목에 대한 자료수집 방법을 검토하여 현행화하고, 향후 정량화 방안 마련 시 활용할 수 있도록 과거 2017년도부터의 자료 DB화를 추진하였다.

4.1.3 증장기 추진계획

2023년부터 진행된 국가 R&D 과제 「물 부족 피해분석 및 물 공급의 사회경제적 가치평가 기술 개발과 활용 방안」(부경대 등)에서는 물부족 피해 정량화 방안을 검토하고 있다. 이에 따라 2025년 이후 센터에서는 2024년에 수행한 조사 결과와 R&D 과제의 결과를 토대로 조사항목과 가뭄 사상의 상관성 분석을 통한 조사항목을 재정립하고, 가뭄으로 인한 영향과 피해 규모의 정량화 기술 적용과 연·월간 모니터링 등을 위한 분석틀 개발 등을 병행·시행할 예정이다.

표 4.2 가뭄 영향·피해 조사 증장기 추진계획

세부내용	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년
1. 가뭄 영향·피해 조사	가뭄 영향·피해 관련 자료수집, DB 구축(계속)				
	조사항목 검토기준 수립				
				항목 확대 및 자료 검토·보완	
2. 가뭄 영향·피해 규모 정량화			기술적용·검토		
			정량화 분석틀 개발		
					정량화 시행
3. 조사·활용·기술고도화		영향평가 보고서 발간, 원격탐사 등 기술 고도화			

4.2 가뭄 현황조사

4.2.1 가뭄 현황조사 개요

가뭄 현황(Drought Condition) 조사는 기상, 농업, 수문학적 가뭄의 발생 현황을 조사하는 것을 일컫는다.

기상 및 대기 상황, 수문 상황으로 크게 구분하며 전체 21개 항목으로 구분하여 조사한다. 가뭄이 발생하는 가장 근본적 원인인 강수량, 상대습도 등 기상 상황과 이로 인해 영향을 받는 하천유량, 댐 저수량 등의 수문 상황, 이러한 자료들을 분석하여 발령되는 기상, 생활·공업, 농업가뭄 발생 현황 등이 이에 해당한다.

표 4.3 가뭄 현황조사 항목

분야	항목
기상 및 대기 현황	강수량, 기상 가뭄 예·경보, 일조시간, 상대습도, 증발산량, 오존, 미세먼지 (PM10, PM2.5), 미세먼지 경보
수문 현황	하천 유량, 다목적댐 저수량, 용수댐 저수량, 지자체 생공용수 저수지 저수량, 농업용 저수지 저수량, 수력발전댐 수위, 지하수 수위, 토양수분량, 갈수예보, 생공용수 가뭄 예·경보, 농업 가뭄 예·경보, 지하수 가뭄 예·경보, 밭 가뭄 예·경보

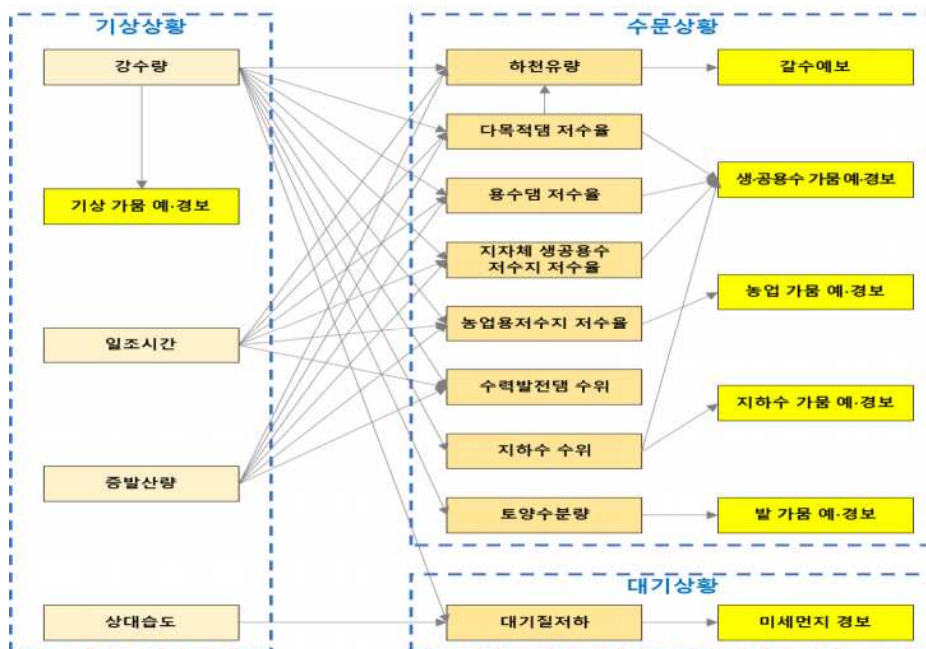


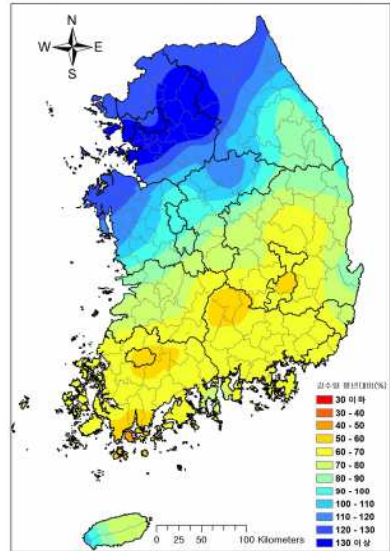
그림 4.2 가뭄 현황조사 항목간 상관도

4.2.2 가뭄 현황조사 주요 내용

2022년도에는 전남·경북, 경남 등 남부지방을 중심으로 평년 대비 강수량이 부족하였으며, 이에 일부 항목에서 유의미한 지표가 확인되었다.

표 4.4 2022년도 지역별 강수량 및 평년비

구분	전국	강원	경기	충남	충북
2022년 연강수량(mm)	1,139	1,515	1,741	1,242	1,230
평년(mm)	1,331	1,377	1,318	1,272	1,262
대비(%)	85.6	110.0	132.0	97.7	97.5
구분	전남	전북	경남	경북	제주
2022년 연강수량(mm)	846	964	982	860	1,362
평년(mm)	1,390	1,326	1,515	1,148	1,673
대비(%)	60.9	72.7	64.8	75.0	81.4



행정안전부 주관으로 발표하고 있는 기상 가뭄 예·경보와 생활 및 공업용수 가뭄 예·경보, 농업용수 가뭄 예·경보에서는 강수량 부족으로 인한 댐·저수지 등 수원 상황의 악화로 남부지방을 중심으로 가뭄이 많이 발령되었다.

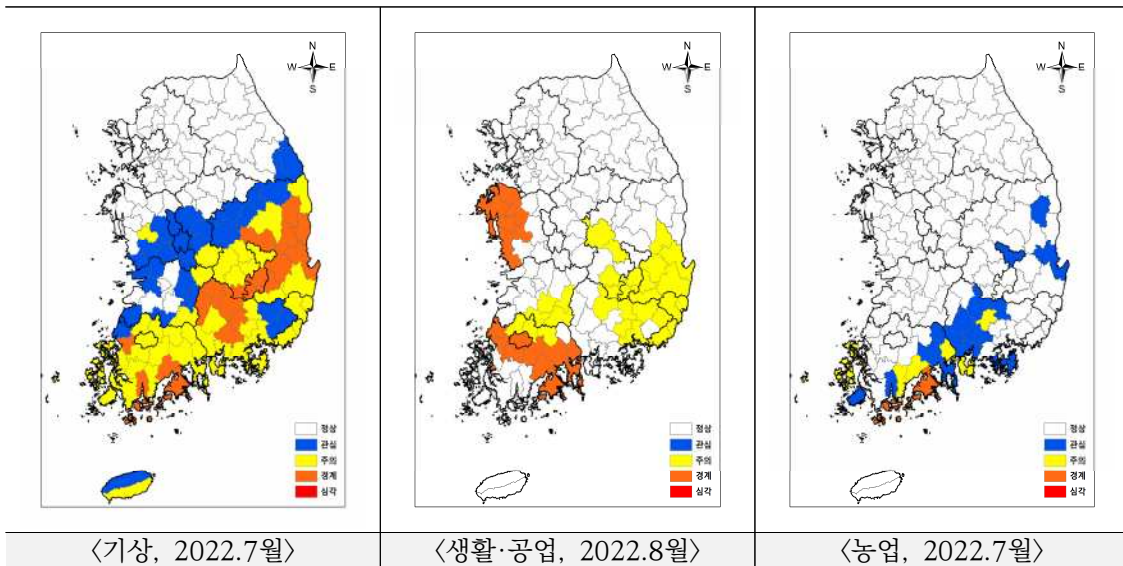


그림 4.3 2022년도 분야별 가뭄 예·경보 주요 발령현황

수문 상황을 나타내는 하천유량, 댐 및 저수지, 갈수예보 항목에서는 영산강·섬진강 등 하천 유량의 부족으로 발생한 다수의 갈수예보 발령과 한강 등 중부지방에 위치한 수계 대비 남부지방에 위치한 수계에서 댐·저수지에 예년 대비 적은 저수량 등이 기록된 상황이 잘 나타났다.

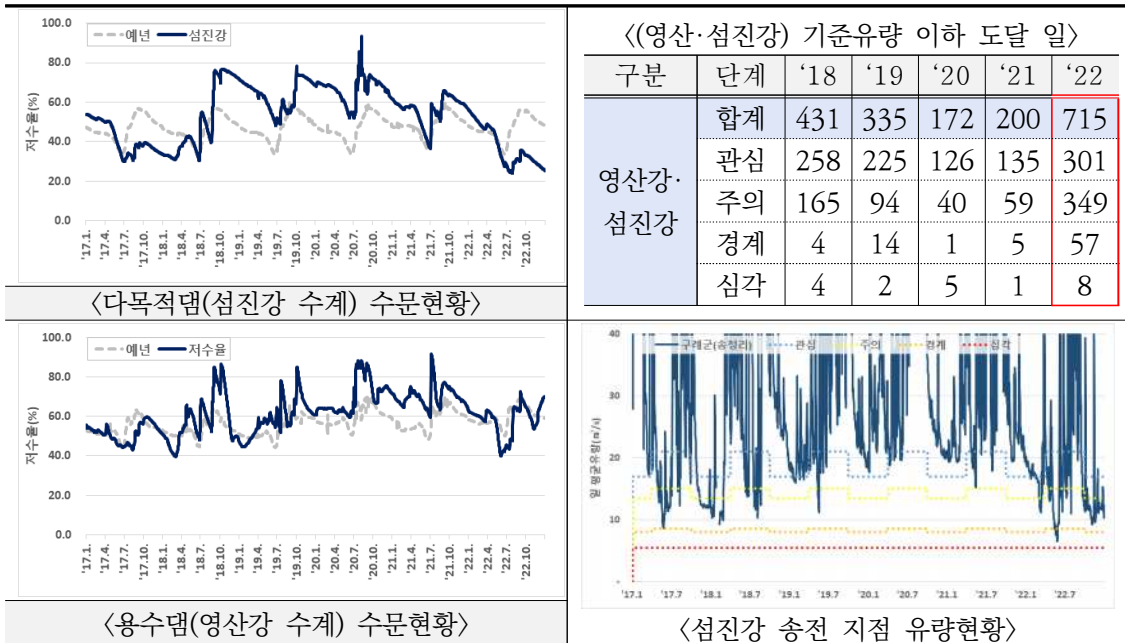


그림 4.4 2022년도 댐 및 하천 주요 수문현황

그러나, 일부 항목(일조시간, 상대습도, 오존농도, 미세먼지 경보 등)에서는 시기 및 지역적으로 가뭄 상황과 비교했을 때 데이터상 유의미성을 찾기는 어려웠다. 전국적으로 동일하게 높거나 낮은 수치가 나타나거나, 값의 변화 원인이 가뭄과의 연관성이 아닌 계절적 영향으로 추정되는 등 자료의 의미를 찾기 어려운 항목도 나타났다.

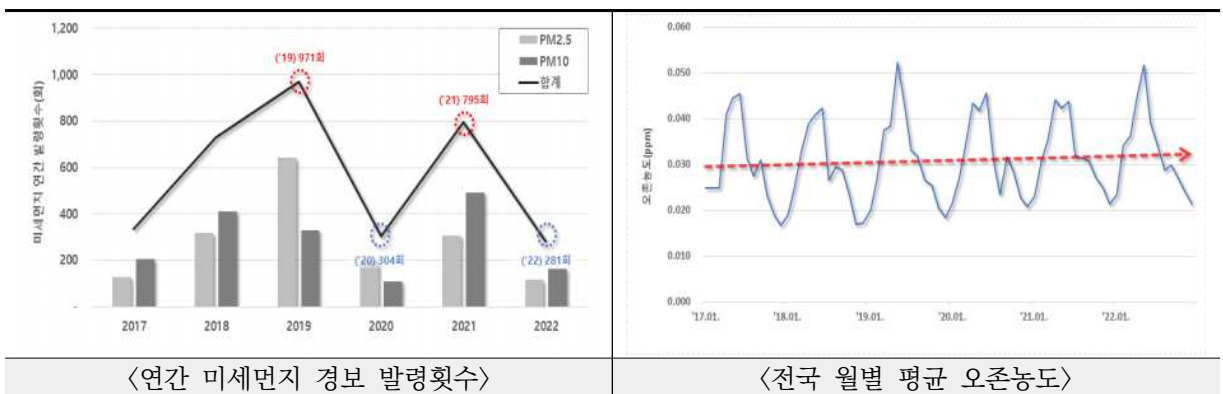


그림 4.5 기타 항목(미세먼지 발령, 오존농도) 조사 결과

4.3 가뭄 영향모니터링

4.3.1 가뭄 영향모니터링 개요

가뭄 영향(Drought Impact) 모니터링은 용수공급 영향, 농업 영향, 어업 및 축산업 영향 등 8가지 분야에 대해 조사하는 것을 일컫는다.

다목적댐 방류량 조정, 지하수 이용 현황, 하천수 사용량 변화 등을 조사하는 용수공급 현황 분야와 농업용 양·배수장의 가동 시간 및 전기사용량 변화 등을 조사하는 농업 영향 분야 등 총 8개 분야 37개 항목으로 구성되어 있다.

표 4.5 가뭄 영향모니터링 항목

분야	항목
용수공급 영향	다목적댐 방류량 조정, 급수체계 조정, 지하수 이용 현황, 지하수 개발 현황, 하천수 사용허가 현황, 생활 및 공업용수 취수량, 정수 생산량 및 공급량, 공업용수 공급량, 소규모수도시설 현황
농업 영향	농업용 양·배수장 가동시간 및 전기사용량, 농가 및 농가 인구, 논, 밭 및 작물별 재배면적, 수리시설 개소수 및 시설별 공급면적, 작물 생산량
어업(내수면) 영향	내수면 어가 및 어가 인구, 내수면 어업 어선 척수, 내수면 어업 생산량
축산업 영향	가축 사육 가구, 한우, 육우, 젖소, 돼지, 닭, 오리 마릿수, 가축 전염병 발생, 축산물 생산비
임업 영향	대형산불 위험예보, 임가 및 임가 인구, 산림면적 및 축적, 조림실적 및 재배작물별 재배면적, 임산물 생산량, 산림병해충 발생현황
에너지 영향	수력발전량
환경 영향	하천, 호소 등 수질 현황, 지하수 수질 현황, 하천 수생태계 현황 및 건강성 평가, 내륙습지 개소 및 면적, 국립공원 동·식물 종, 토양오염실태
사회·문화 영향	국내여행 횟수 및 일수, 방문지, 지출액, 수상 체육활동 참여 비율, 수상 여가활동 참여 비율, 낚시터 이용 비율, 만성 폐쇄성 폐 질환 유병률, 하천부지점용 건수, 면적, 사용료

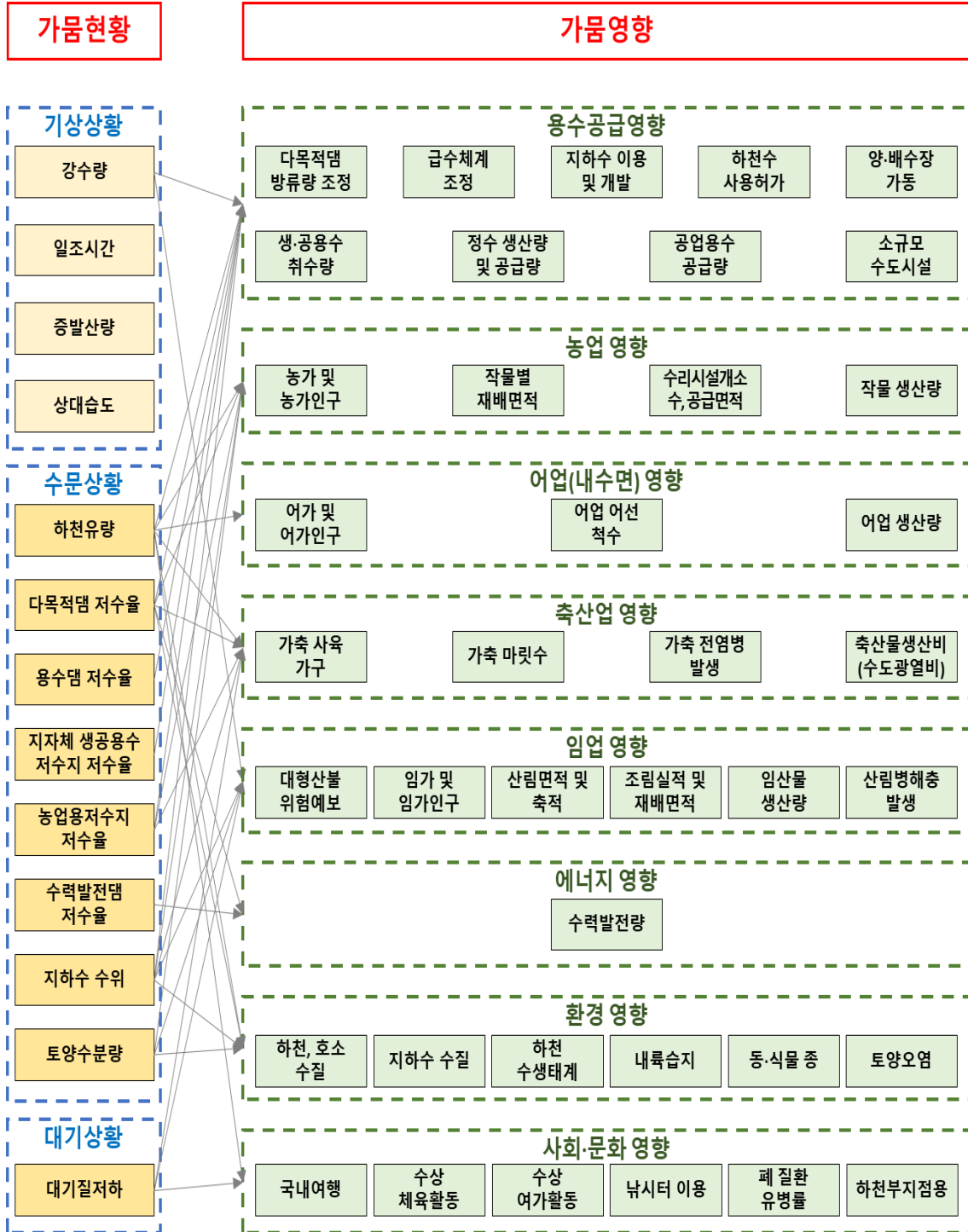


그림 4.6 가뭄 영향 항목간 상관도

4.3.2 가뭄 영향모니터링 주요 내용

2022년에는 앞서 가뭄 상황조사에서 확인한 바와 같이 봄~여름철 충남지역을 중심으로, 이후 남부지역을 중심으로 가뭄이 집중되었다. 이에 따라 영향모니터링 항목 중 급수체계 조정, 양·배수장 가동 시간 등 일부 항목에서 가뭄 발생으로 인한 수치적 변화를 확인할 수 있었다. 다목적댐 방류량 조정 항목에서는 댐 간 연계 운영을 통해 가뭄에 대응하는 낙동강수계의 상황과 주암댐 방류량 조정 등 대응 사항을 확인할 수 있다. 다만, 보령댐의 경우 도수로 가동을 통한 용수확보가 가능하므로 별도의 감량 공급 없이 운영된 것으로 나타났다.

표 4.6 2022년도 다목적댐 방류량 조정 실적

구분	댐명	가뭄단계	기본계획	공급실적	대비(%)	
낙동강	안동-임하	관심	2022.7.	60.5	42.1	69.6
		주의	2022.7.	60.5	42.1	69.6
			2022.8.	70.6	28.4	40.3
			2022.9.	56.2	37.5	66.8
	군위	관심	2022.8.	1.4	0.4	29.4
		2022.9.	1.3	0.4	31.5	
	합천	관심	2022.7.	20.3	13.6	67.0
		주의	2022.7.	20.3	13.6	67.0
			2022.8.	21.3	7.5	35.2
			2022.9.	19.9	7.5	37.7
		관심	2022.11.	18.0	15.4	85.6
			2022.12.	18.0	10.3	57.2
	주의	2022.12.	18.0	10.3	57.2	
	섬진강	주암	관심	2022.6.	16.6	17.2
2022.7.				16.6	14.3	86.1
주의			2022.7.	16.6	14.3	86.1
			경계	2022.7.	16.6	14.3
2022.8.				16.6	11.7	70.5
심각			2022.8.	16.6	11.7	70.5
			2022.9.	16.0	11.0	68.8
			2022.10.	15.1	11.1	73.5
			2022.11.	15.1	12.8	84.8
2022.12.			15.1	13.3	88.1	
기타	보령	경계	2022.1.	3.2	3.3	102.2
			2022.2.	3.2	3.2	99.1
			2022.3.	3.2	3.0	92.9
			2022.4.	3.3	3.2	98.5
			2022.5.	3.3	3.4	104.3
			2022.6.	3.9	3.8	96.4
			2022.7.	3.6	3.5	97.2
			2022.8.	3.7	8.1	220.1*

* 2022년 8월 중순 강수로 인한 수문 방류로 계획 대비 방류실적이 높음

또한, 댐 가뭄단계 진입 시 인근 수원과 연계하는 급수체계 조정의 경우 2022년 보령 댐, 주암댐 등 7개 댐에서 총 31건의 대응을 실시하였다. 2021년도 4건, 2020년도 0건과 대비하여 '22년에 발생한 가뭄을 극복하기 위해 여러 대책이 시행되었음을 확인할 수 있었다.

표 4.7 연도별 가뭄진입에 따른 댐 급수체계 조정건수

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022
급수체계 조정(건)	34	59	7	0	4	31

또한, 농업용 양·배수장 가동시간 및 전기사용량을 조사한 결과, 2022년 전남지역에 서 사용된 전기사용량 증가가 다른 시도와 비교해 높은 것으로 나타나 가뭄 발생으로 인한 대응을 위한 사용량 증가로 추정할 수 있었다.

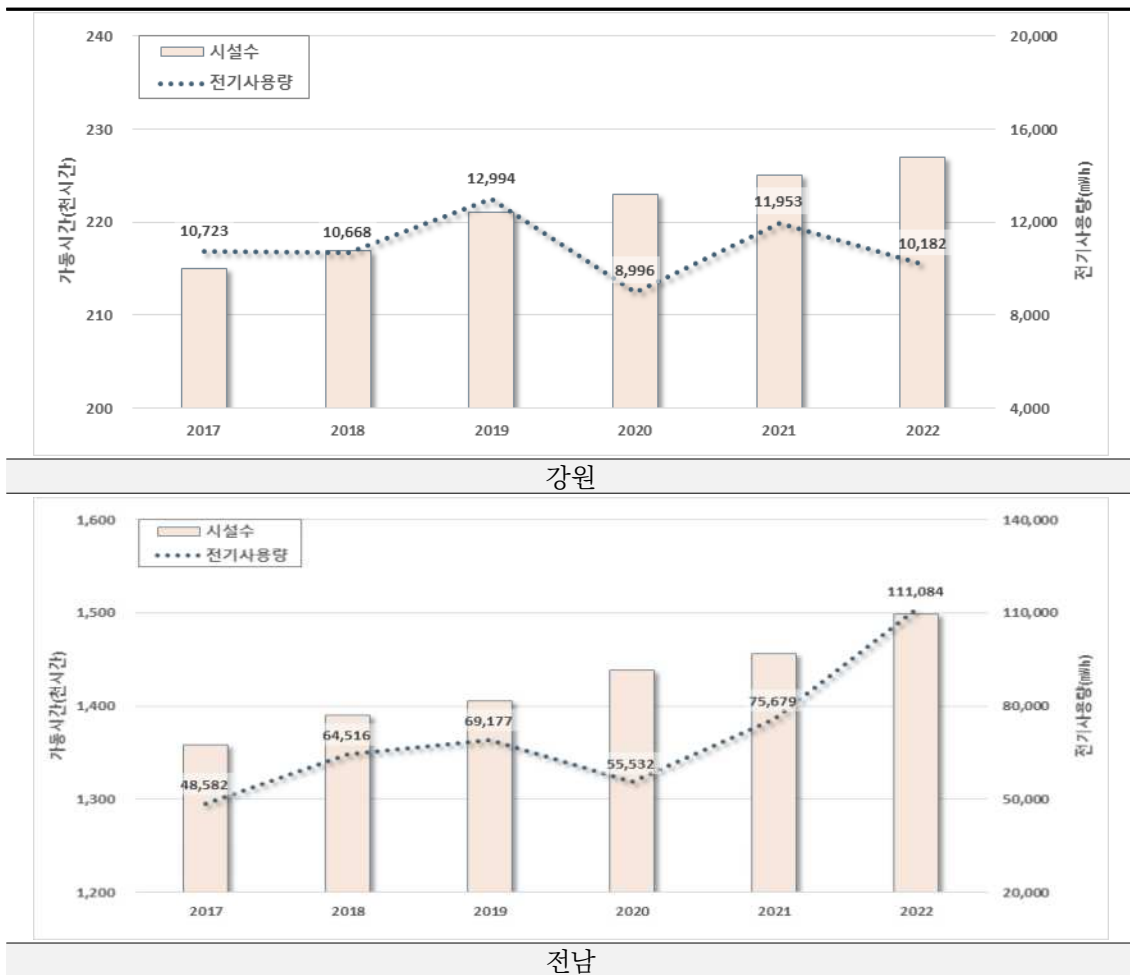


그림 4.7 농업용 양·배수장 시설 수 및 전기사용량

그러나, 영향모니터링 항목 중 가뭄 상황과 연관성을 찾기 어려운 항목도 있었다. 생활 및 공업용수 취수량 항목의 경우 K-water에서 공급 중인 광역상수도 물량의 증가로 대부분의 지방상수도 물량이 감소하여, 가뭄으로 인한 영향인지 여부를 확인하기 어려웠으며, 농가 수 및 농가 인구 항목 또한 상관성을 확인하기 어려웠다.

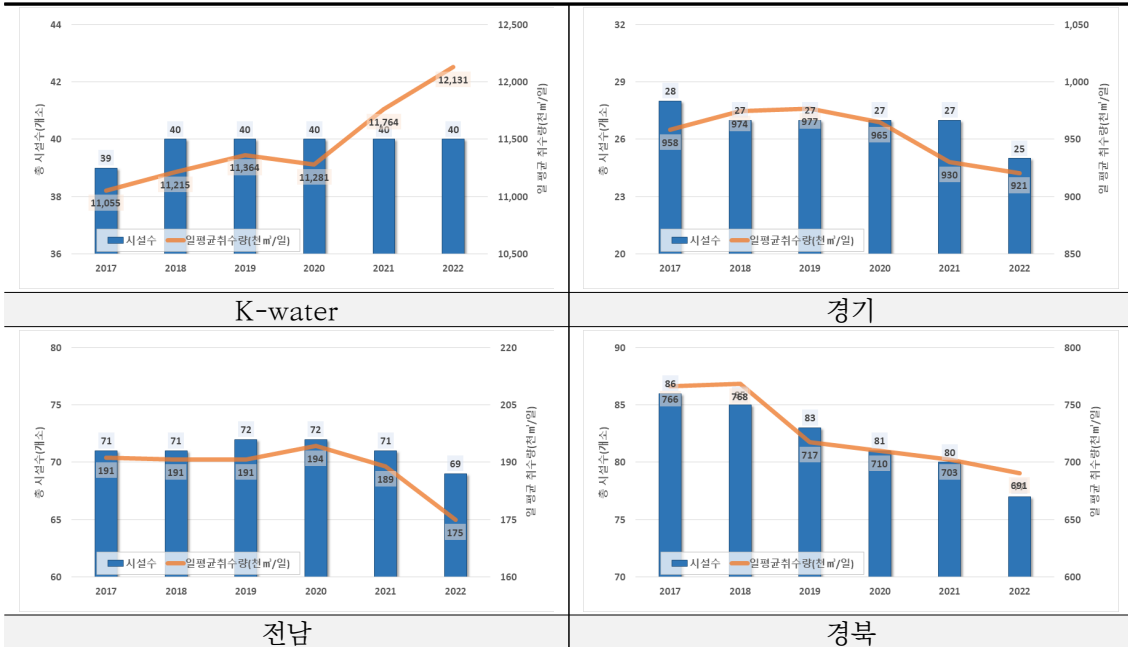


그림 4.8 생활 및 공업용수 취수량 변화

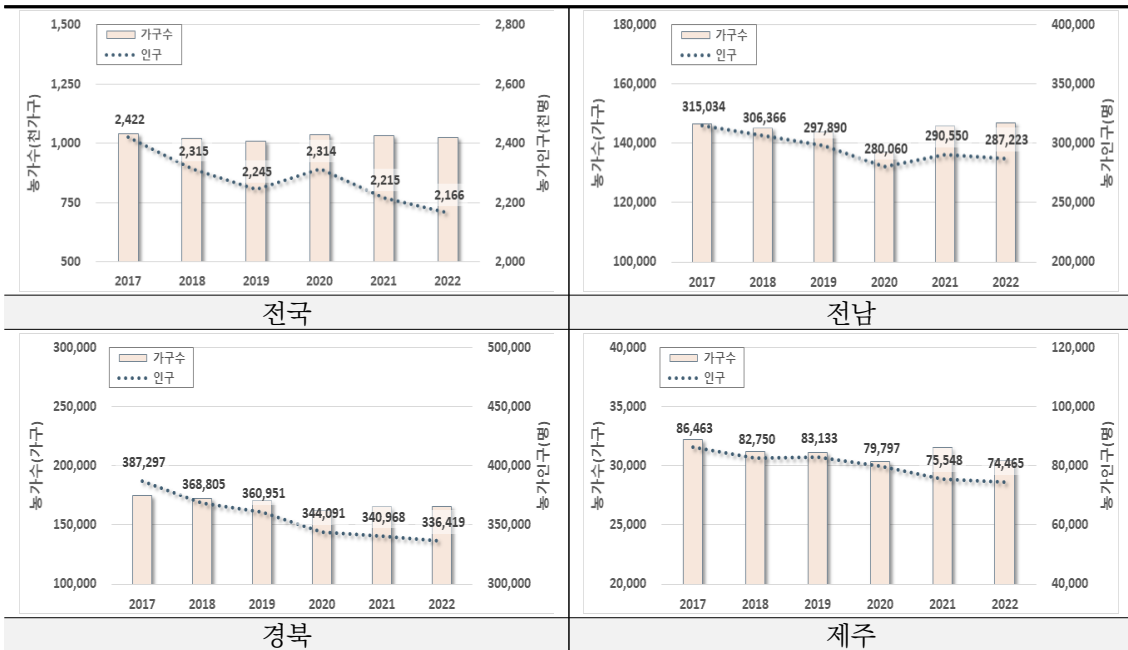


그림 4.9 농가 수 및 농가 인구 변화

4.4 가뭄 피해 및 대응조사

4.4.1 가뭄 피해 및 대응조사 개요

가뭄 피해 및 대응(Drought Damage and Response) 조사는 사회적, 경제적 피해 분야와 가뭄이 발생 시 실시하였던 대응 사항에 대한 조사를 일컫는다.

사회적 피해로는 비상급수(제한·운반급수) 발생, 논 마름, 밭 시듦 현황 등의 조사항목이 있으며, 경제적 피해로는 산불 발생, 농업 순생산 및 소득, 가축질병 피해 등의 항목이, 가뭄 대응으로는 긴급용수원 개발, 가뭄대책비 지원 등의 항목이 있다.

표 4.8 가뭄 피해 및 대응조사 항목

분야	항목	비고
사회적 피해	생활·공업용수 제한 및 운반급수 발생, 논 물마름, 밭 시듦 발생, 호흡기 계통 질환 사망자 현황, 호흡기계 의약품 소비량, 국민 환경체감도	
경제적 피해	물산업 관련 종사자, 신규채용, 총 매출액, 문화체육관광산업 업체수, 일자리현황, 매출액, 산업분류별 현원, 채용인원, 부족인원, 산불발생, 농업순생산 및 소득, 단위면적당 농산물 소득률, 산지 쌀값, 내수면 어업 생산금액 및 평균·합계 판매금액, 가축질병 피해농가, 피해두수, 재산피해, 임산물 생산액, 임업 총수입, 임산물 가격동향, 생산자, 소비자 물가지수	
가뭄 대응	비상용수 지원, 긴급용수원 개발, 저수지 양수저류 실적, 장비 및 인력지원, 가뭄대책비 지원, 농작물 재해보험비 지급, 한발대비 용수개발 사업비 집행실적	

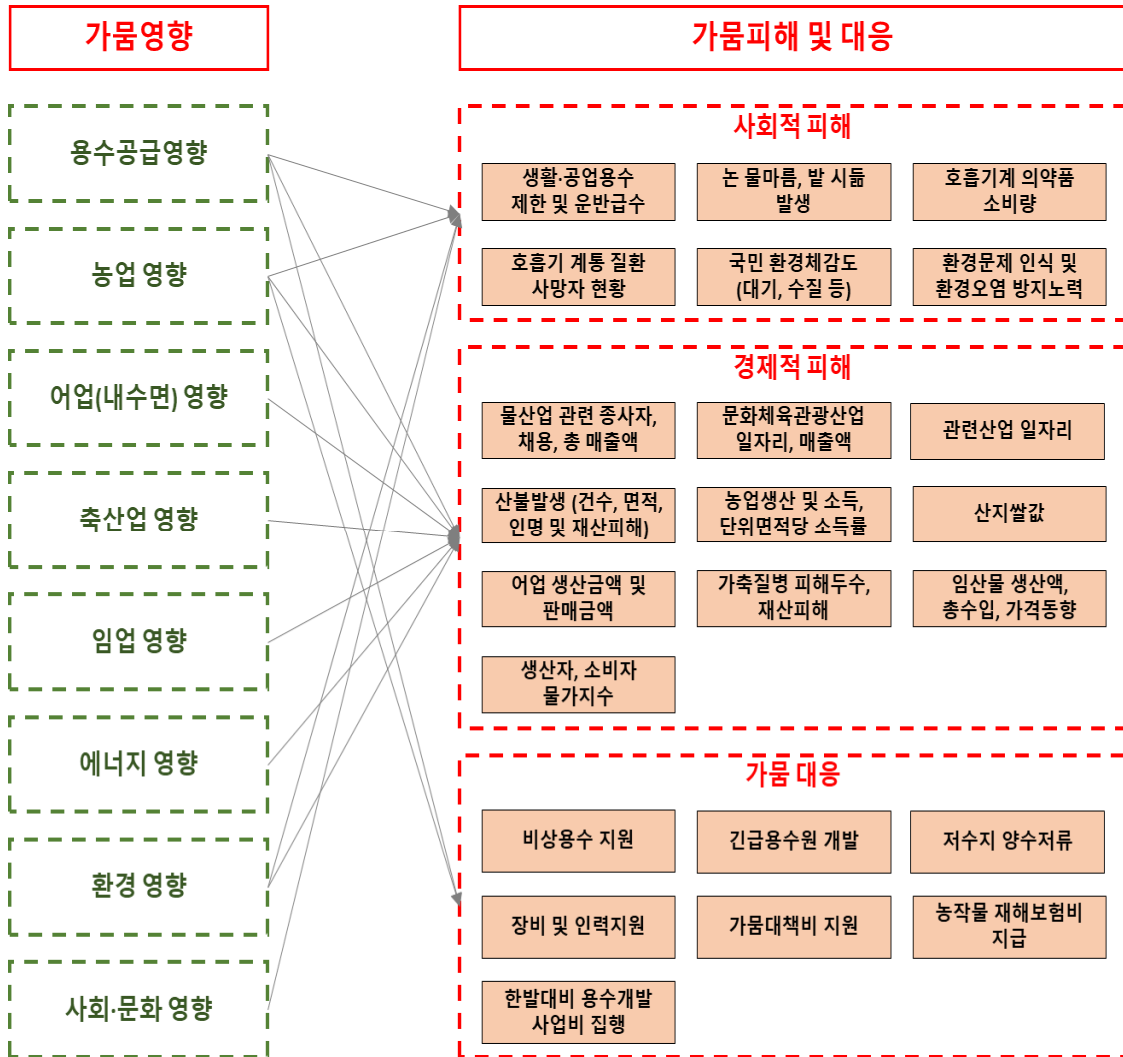


그림 4.10 가뭄 피해 및 대응조사 항목 간 상관도

4.4.2 가뭄 피해 및 대응조사 주요 내용

2022년에는 앞서 2장 가뭄 상황조사에서 확인한 바와 같이 봄~여름철 충남지역을 중심으로, 이후 남부지역을 중심으로 가뭄이 집중되었다. 이에 따라 가뭄 피해 및 대응조사 항목 중 생활·공업용수 제한 및 운반급수 발생, 논 물마름, 산불 발생 등 일부 항목에서 가뭄 발생으로 인한 수치적 변화를 확인할 수 있었다.

생활·공업용수 제한 및 운반급수 발생 항목에서는 2017~2018년 가뭄 상황과 최근 남부지방을 중심으로 발생한 2022년 가뭄 상황 등으로 인한 피해 상황이 잘 나타났다. 그러나, 충남의 경우 주 수원인 보령댐이 가뭄단계에 진입하더라도 도수로 가동으로 인한 대응이 가능하여 비상급수가 이루어지지 않은 것이 특징이다.

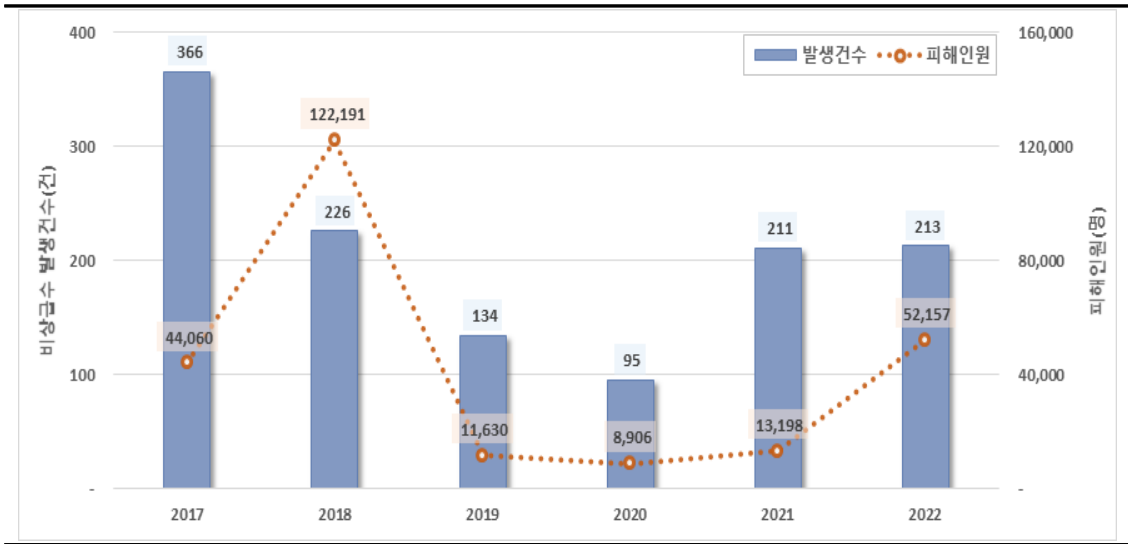


그림 4.11 전국 연도별 생활·공업용수 비상급수 발생 현황

표 4.9 주요지역(충남, 전남) 연도별 비상급수 발생 현황

시도	2017		2018		2019		2020		2021		2022	
	발생 건수	피해 인원	발생 건수	피해 인원	발생 건수	피해 인원	발생 건수	피해 인원	발생 건수	피해 인원	발생 건수	피해 인원
충남	65	4,788	13	457	5	-	1	6	-	-	5	35
전남	55	20,994	31	21,439	28	2,114	30	2,247	28	821	67	34,471

논 물마름, 밭 시듦 발생 항목에서도 전국적으로 가뭄 발생이 많았던 2018년과 2022년에 피해가 컸던 것으로 나타났다. 그러나, 시도별로 재배하는 작물의 종류와 면적이 상이하여 가뭄 발생 상황과 피해 정도가 정확히 일치하지는 않았다.

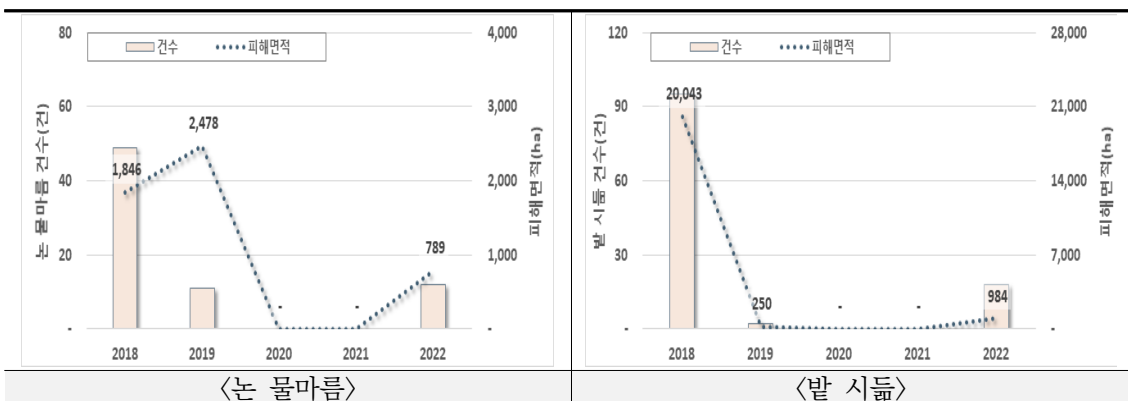


그림 4.12 전국 연도별 논 물마름, 밭 시듦 현황

앞서 가뭄 상황조사와 가뭄 영향모니터링과 같이 가뭄 피해 및 대응조사의 일부 항목에서도 가뭄 상황과 연관성이 높지 않아 보이는 결과가 나타났다. 호흡기 계통 질환 사망자 현황 항목에서는 대기오염 등의 이유로 가뭄 상황과 무관하게 수치가 계속해서 증가하여 나타났으며, 물 산업 관련 종사자 항목과 같이 가뭄과 같은 자연적 요인과 더불어 경제·사회에 영향을 받는 항목 또한, 수치상으로 가뭄과 상관성이 높지 않아 보였다.

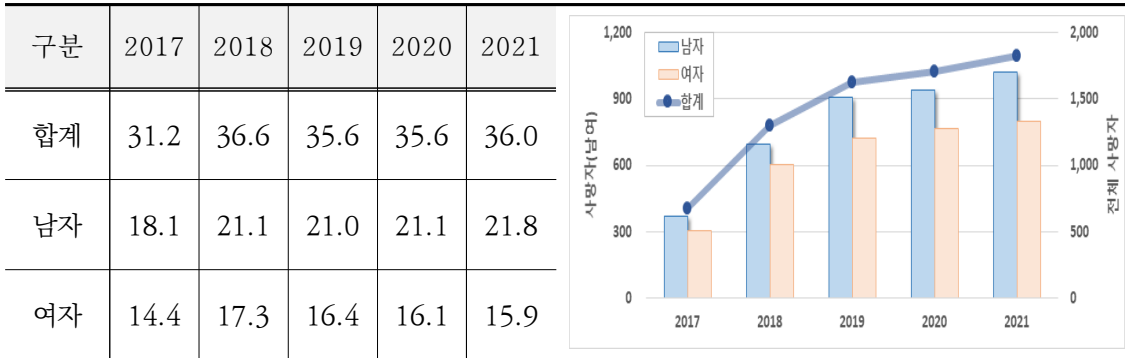


그림 4.13 호흡기 계통 질환 사망자 현황

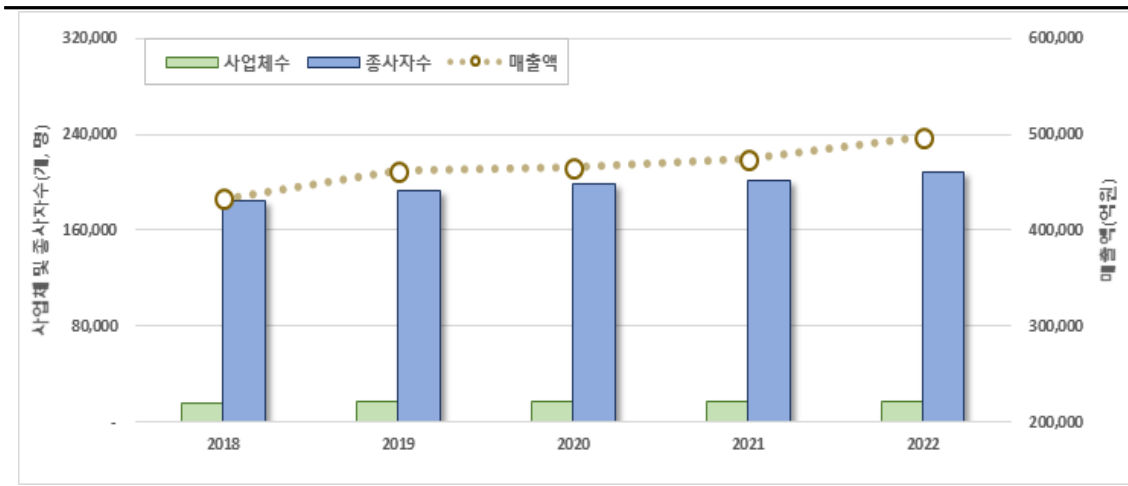


그림 4.14 물 산업 관련 사업체·종사자 수 및 매출액

4.5 성과 및 평가

2024년은 가뭄 상황(영향·피해)조사 시행 원년으로 그간 정부의 효과적 가뭄대책 마련과 정책 수립을 위해 필요한 부분이며, 수자원법 등 관련 법에 따라 시행이 필요한 가뭄에 의한 영향과 피해조사를 본격 시작했다는 점에 의의가 있다.

환경부(K-water), 행정안전부, 농림축산식품부(한국농어촌공사), 통계청, 지자체 등 여러 부처와 기관에서 관리 중인 가뭄 관련 정보를 한곳으로 모아 DB화하여 향후 가뭄으로 인한 영향, 피해의 정량화 등 후속으로 진행될 여러 연구의 초석을 다졌다.

가뭄 상황(영향·피해) 조사의 금년도 주요 추진내용은 다음과 같다. 2021년도 전문가 자문을 통해 작성된 「가뭄 영향·피해 모니터링 매뉴얼(안)」에서 제시한 84개 항목의 자료에 대한 시·공간 단위의 검토를 통해 향후 자료의 활용성(월 단위 모니터링, 연 단위 조사 등) 등을 확인하였으며, 기존 매뉴얼에서 제시한 방법보다 자료를 시·공간적으로 세밀하게 확보 할 수 있는 방안을 검토하여 수집 방법을 개선하였다.

앞서 검토한 항목별 수집 방법을 토대로 기상·수문, 용수공급, 농업, 환경 등 총 14개 분야 84개 항목에 대해 관련 부처·기관에서 발간한 보고서, 통계 연보 등을 수집하였으며, 해당 자료에서 필요 수치들을 확인하여 별도 DB화하였다. 수집한 자료를 바탕으로 수치화, 시각화, 통계 처리를 통해 가뭄 상황(영향·피해)조사 보고서 초판을 완성하였다.

2025년부터는 조사과정 중 일부 항목의 경우 최근 자료가 생산되지 않거나, 자료가 연·전국 단위로 생산되어 활용성이 낮은 항목, 가뭄과의 상관성이 낮아 보이는 항목 등 조사항목의 조정 등을 검토할 계획이며, 2023년부터 2026년까지 추진 중인 국가 R&D 과제 「물부족 피해분석 및 물공급 사회/경제적 가치평가 기술개발」(부경대) 연구진과 협업을 통해 가뭄 발생의 영향·피해 정도에 대한 평가, 정량화 방법을 정립해 나갈 예정이다.

제5장 수문 및 가뭄 정보

5.1 수문 현황

5.2 가뭄지수 및 빈도

제5장 수문 및 가뭄정보

5.1 수문 현황

5.1.1 강수 현황

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

표 5.1의 113개 중권역(제주 지역 제외)에 대한 유역별 면적강수량을 티센망(Thiessen network)을 이용하여 표 5.2와 같이 산정하였고, 평년(1991~2020년) 강수량과 비교·분석하였다. 분석 결과, 2024년에는 전국 대부분의 유역에서 평년 이상의 강수량이 발생하였고, 평년 이하의 강수량을 기록한 일부 지역도 평년 대비 90% 이상이었다. 2024년 중권역별 연 강수량과 평년 대비 연 강수량 비율은 그림 5.1과 같다.

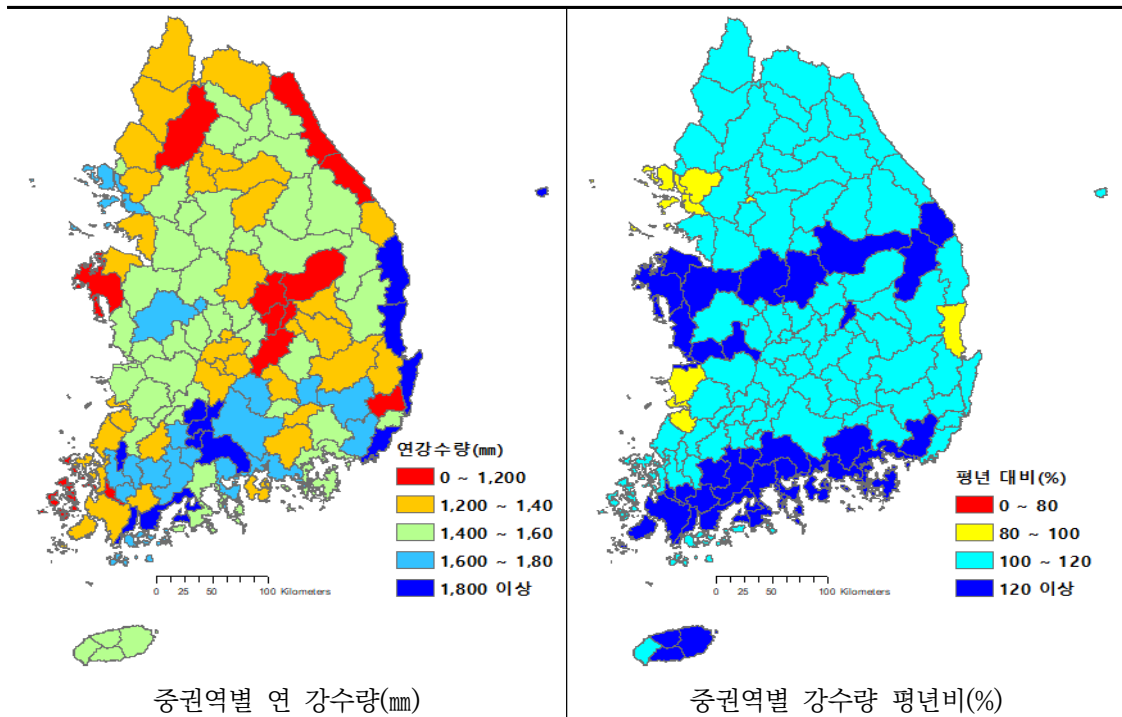


그림 5.1 2024년 중권역별 연강수량(mm) 및 평년비(%)

표 5.1 증권역 주요 유역 분류(제주 제외, 113개)

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

표 5.2 중권역별 2024년 강수량(mm) 및 평년비(%)(제주 제외, 113개)

순번	중권역 코드	금년(2024) 강수량(mm)	평년 강수량(mm)	평년비(%)	순번	중권역 코드	금년(2024) 강수량(mm)	평년 강수량(mm)	평년비(%)
1	1001	1,405.2	1,193.9	117.7	58	2402	1,055.7	1,080.9	97.7
2	1002	1,420.8	1,257.3	113.0	59	2403	1,407.3	1,231.8	114.2
3	1003	1,448.4	1,178.9	122.9	60	2501	2,053.8	1,540.4	133.3
4	1004	1,523.0	1,205.8	126.3	61	2502	2,261.8	1,872.3	120.8
5	1005	1,438.2	1,233.1	116.6	62	2503	2,125.8	1,750.5	121.4
6	1006	1,508.8	1,273.0	118.5	63	2504	2,019.5	1,426.2	141.6
7	1007	1,525.6	1,302.7	117.1	64	3001	1,603.0	1,369.7	117.0
8	1008	1,318.8	1,222.0	107.9	65	3002	1,395.1	1,200.5	116.2
9	1009	1,435.2	1,277.5	112.3	66	3003	1,426.3	1,196.4	119.2
10	1010	1,320.9	1,227.2	107.6	67	3004	1,411.0	1,190.8	118.5
11	1011	1,429.4	1,235.4	115.7	68	3005	1,375.1	1,160.4	118.5
12	1012	1,305.5	1,258.9	103.7	69	3006	1,378.6	1,165.3	118.3
13	1013	1,469.0	1,305.5	112.5	70	3007	1,350.5	1,191.4	113.4
14	1014	1,413.3	1,279.7	110.4	71	3008	1,329.3	1,211.0	109.8
15	1015	1,528.5	1,399.6	109.2	72	3009	1,478.1	1,317.0	112.2
16	1016	1,401.8	1,315.8	106.5	73	3010	1,310.6	1,194.5	109.7
17	1017	1,308.1	1,319.6	99.1	74	3011	1,472.8	1,223.7	120.4
18	1018	1,330.5	1,306.1	101.9	75	3012	1,510.5	1,299.2	116.3
19	1019	1,254.2	1,281.3	97.9	76	3013	1,566.2	1,270.5	123.3
20	1020	1,485.7	1,359.2	109.3	77	3014	1,658.7	1,230.1	134.8
21	1021	1,525.9	1,315.8	116.0	78	3101	1,512.6	1,202.0	125.8
22	1022	1,484.4	1,319.7	112.5	79	3201	1,625.4	1,206.2	134.8
23	1023	1,399.4	1,204.0	116.2	80	3202	1,500.7	1,215.6	123.5
24	1024	1,254.8	1,219.3	102.9	81	3203	1,561.7	1,247.7	125.2
25	1101	1,392.9	1,195.7	116.5	82	3301	1,431.3	1,236.4	115.8
26	1201	1,161.5	1,232.5	94.2	83	3302	1,258.0	1,219.8	103.1
27	1202	1,336.6	1,198.0	111.6	84	3303	1,156.1	1,229.5	94.0
28	1301	1,499.7	1,346.4	111.4	85	4001	1,504.7	1,337.5	112.5
29	1302	1,548.2	1,365.4	113.4	86	4002	1,519.7	1,334.7	113.9
30	1303	1,611.2	1,249.0	129.0	87	4003	1,554.9	1,300.9	119.5
31	2001	1,378.6	1,136.2	121.3	88	4004	1,496.4	1,321.0	113.3
32	2002	1,156.6	988.6	117.0	89	4005	1,537.2	1,346.8	114.1
33	2003	1,187.8	1,039.1	114.3	90	4006	1,474.4	1,261.6	116.9
34	2004	1,337.3	1,149.3	116.4	91	4007	1,962.1	1,416.7	138.5
35	2005	1,446.7	1,270.7	113.8	92	4008	1,798.2	1,313.9	136.9
36	2006	1,435.9	1,201.3	119.5	93	4009	2,147.5	1,560.0	137.7
37	2007	1,315.5	1,080.1	121.8	94	4101	1,975.3	1,436.2	137.5
38	2008	1,117.3	1,019.4	109.6	95	4102	1,725.0	1,486.5	116.0
39	2009	1,106.4	1,031.6	107.2	96	4103	1,665.1	1,437.0	115.9
40	2010	1,148.2	1,096.4	104.7	97	4104	2,133.5	1,474.8	144.7
41	2011	1,189.8	1,061.1	112.1	98	4105	2,275.7	1,548.2	147.0
42	2012	1,205.0	1,084.5	111.1	99	4106	1,785.6	1,448.6	123.3
43	2013	1,324.1	1,227.3	107.9	100	5001	1,490.7	1,348.8	110.5
44	2014	1,163.1	1,109.1	104.9	101	5002	1,481.1	1,336.3	110.8
45	2015	1,502.3	1,290.2	116.4	102	5003	1,732.8	1,288.9	134.4
46	2016	1,398.5	1,242.9	112.5	103	5004	1,455.8	1,262.4	115.3
47	2017	1,340.1	1,221.4	109.7	104	5005	1,359.8	1,254.6	108.4
48	2018	1,716.4	1,509.5	113.7	105	5006	1,415.7	1,185.7	119.4
49	2019	1,696.5	1,345.7	126.1	106	5007	1,710.6	1,227.7	139.3
50	2020	1,451.1	1,209.5	120.0	107	5008	1,606.4	1,030.3	155.9
51	2021	1,310.3	1,242.7	105.4	108	5101	1,993.6	1,392.7	143.1
52	2022	1,715.0	1,312.3	130.7	109	5201	1,646.4	1,346.3	122.3
53	2101	1,249.0	1,168.9	106.9	110	5202	1,658.9	1,244.4	133.3
54	2201	1,462.5	1,327.1	110.2	111	5301	1,198.8	1,295.4	92.5
55	2301	1,635.6	1,390.3	117.6	112	5302	1,240.0	1,231.7	100.7
56	2302	1,774.0	1,489.2	119.1	113	5303	1,257.6	1,178.8	106.7
57	2401	1,336.9	1,132.2	118.1					

5.1.2 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 일부에 불과하며, 수위-유량 관계곡선식의 신뢰도도 양호한 상황은 아니다. 이처럼 하천에 대해 충분한 양질의 관측 자료가 없는 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 장기간 자연유량 자료를 수위-유량 관계 곡선에 의해 산정하는 것은 자료의 가용성 부족 및 신뢰성 측면에서 활용이 어렵기 때문에, 일 단위 강우-유출모형인 토양수분 저류구조 Tank 모형 (Sugawara et. al., 1984)을 이용하여 2024년 전국의 유출량을 산정하였다.

유출량은 제주도를 제외한 전국을 수자원단위지도의 113개 중권역으로 나누고, 유역의 용적설을 고려한 토양수분 저류구조 Tank 모형을 중권역별로 구축하는 방법으로 계산하였다. 2024년 자연유량의 크기를 비교하기 위하여 최근 5년(2020~2024)간의 월별 자연유량을 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.

2024년 12월까지의 전국 유출량은 예년(1967~2023년) 대비 115.4%를 기록하였다. 홍수기인 6, 8월에는 예년 대비 약 48%, 29% 수준의 유출이 발생하였으나, 그 외 기간의 유출량은 예년 수준 이상을 기록하여 전체적으로는 예년 수준을 상회하였다.

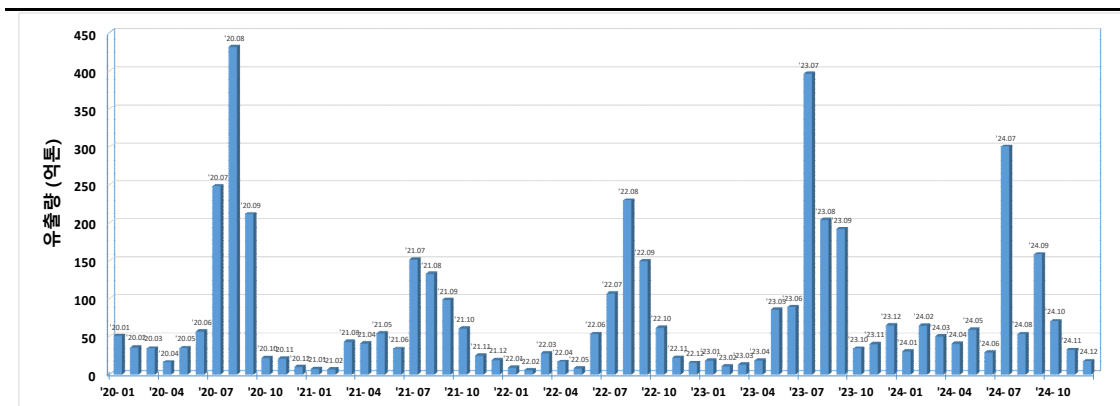


그림 5.2 최근 5년간 전국 유출량(2020.1.~2024.12.)

표 5.3 2024년 전국 및 주요 유역 유출량 현황 (단위: 억 m^3)

월	전국 (제주 제외)			2024년 유역별 유출량								
	2024년	예년 평균 (1967~2023)	예년 대비 (%)	한강	낙동강	금강	섬진강	영산강	임진강	동해안	서해안	남해안
합계	908.7	787.6	115.4	227.6	169.4	84.9	48.4	30.1	79.3	78.4	53.0	85.7
1	30.7	13.5	227.2	8.0	4.9	3.6	1.2	1.0	2.0	4.7	2.1	1.6
2	64.4	17.1	375.8	14.1	12.2	6.1	4.0	2.4	2.7	11.2	3.5	6.0
3	49.8	31.7	156.9	13.0	10.5	3.6	2.2	1.4	2.4	9.1	2.0	4.2
4	41.2	41.5	99.2	7.0	10.2	2.8	3.0	1.9	1.2	3.8	1.7	6.8
5	59.3	44.1	134.4	10.5	12.2	3.9	4.6	2.5	4.9	2.5	3.7	10.9
6	29.3	61.3	47.8	6.2	6.2	2.0	2.9	1.1	1.0	1.1	1.5	5.0
7	300.1	192.5	155.9	87.2	52.8	36.2	12.2	7.6	38.4	9.3	19.1	17.2
8	53.4	186.1	28.7	16.3	5.7	3.1	2.7	1.9	11.3	1.7	4.0	2.7
9	159.0	117.9	134.8	35.6	31.3	14.5	9.4	5.5	9.2	20.8	8.2	17.6
10	70.6	39.8	177.3	19.1	12.9	5.2	3.0	2.6	3.5	9.9	3.7	7.2
11	32.7	24.3	134.7	5.8	7.3	2.1	2.1	1.4	1.5	3.4	1.6	5.2
12	18.1	17.6	102.9	4.6	3.2	1.8	1.0	0.7	1.1	1.0	1.6	1.3

5.1.3 댐 수문 현황

다목적댐과 용수댐의 2024년 수문 상황을 평가하기 위해 댐 유역의 누적강수량과 댐들의 저수량 합을 계산하여 그림 5.3과 5.4에 도시하였다.

2024년 다목적댐 유역에 내린 강수는 8월까지의 예년 수준 이상의 강우량을 기록하다가 9월 강수량은 예년보다 적은 양을 보였지만, 10월에 접어들어 예년 이상의 강수량을 보이면서 12월 말 강수량은 예년보다 큰 값을 기록하였다.

2024년 1월 1일 다목적댐의 총저수량은 예년 평균 저수량 73.3억 m^3 을 상회하는 89.6억 m^3 이었다. 그림 5.3에서 확인할 수 있듯이, 다목적댐은 연초에도 예년 수준을 상회하는 저수량을 시작으로 9월에는 예년보다 다소 적은 저수량을 기록하였으나, 10월 들어 예년 수준의 이상 저수량으로 회복하였다. 12월 말 기준 저수량은 85.8억 m^3 으로 예년 69.1억 m^3 보다 약 16.7억 m^3 이 많아 안정적 수문 상황을 나타내고 있다.

2024년 용수댐 유역에 내린 강수는 8월까지의 예년보다 많은 강수를 보이다가 8~10월에 걸쳐 예년 이하의 누적강수량을 기록하였다. 하지만 10월 이후 예년보다 많은 강수로 12월 말 예년 수준 이상의 강수를 기록하였다.

용수댐의 2024년 1월 1일 저수량은 예년 평균인 2.2억 m^3 을 상회하는 2.9억 m^3 이었다. 용수댐도 다목적댐의 상황과 비슷하게 9월에는 예년보다 적은 저수량을 기록하였으나, 10월 중에 저수량을 회복하여 12월 말 기준 저수량은 2.4억 m^3 으로 예년대비 0.1억 m^3 많아 안정적인 수문 상황을 보였다.

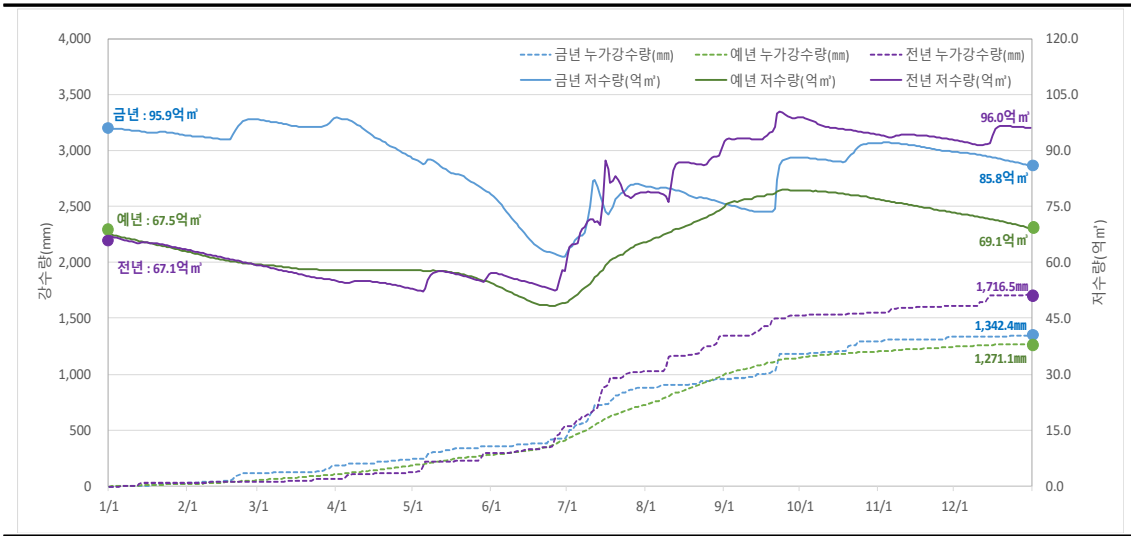


그림 5.3 2024년 다목적댐 저수량 및 강수량 변화

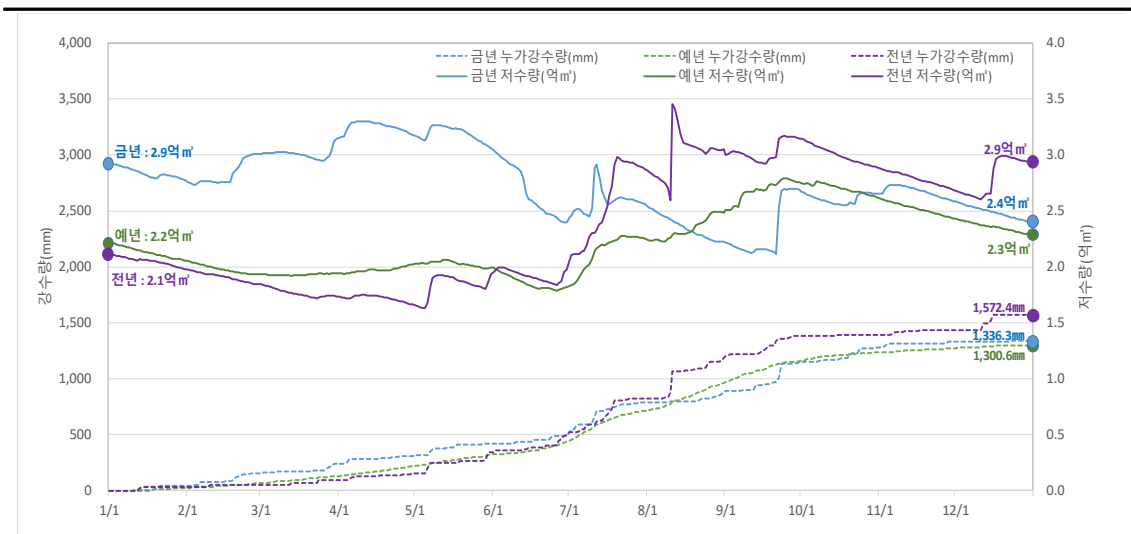


그림 5.4 2024년 용수댐 저수량 및 강수량 변화

5.2 가뭄지수 및 빈도

5.2.1 가뭄지수

가뭄지수는 전 세계적으로 100여 개가 넘을 정도로 그간 여러 과학자들에 의해 다양한 방법이 제안되어왔다. 이는 다양한 가뭄의 정의와 지역별로 다르게 나타나는 가뭄을 분석하기 위함으로 가뭄지수마다 요구되는 데이터와 표출하는 결과가 상이할 수밖에 없다.

따라서, 가뭄 분석을 위해 가뭄지수를 선택할 경우 지역의 특성과 분석 목적, 획득할 수 있는 데이터의 종류 및 신뢰성 등을 고려하여 선정해야 활용 목적에 부합하는 정보를 확보할 수 있다.

센터에서는 위와 같은 사항을 고려하여 국내 가뭄 상황 파악에 참고할 수 있도록 범용적으로 널리 활용되고 있는 SPI(Standard Precipitation Index), PDSI(Palmer Drought Severity Index)와 국내 수문 상황과 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 주기적으로 분석하여 국가가뭄정보포털(drought.go.kr)을 통해 제공하고 있다. 현재 제공 중인 지수의 종류와 산정 주기, 제공 기간은 아래 표와 같다.

표 5.4 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	주단위	2013.1.1. ~ 현재
SGI	강수량, 지하수위	월단위	2006.1.31. ~ 현재
SMI	강수량, 풍속, 기온, 습도, 일조 등	일단위	2013.1.1. ~ 현재

1) 표준강수지수(SPI)

SPI 지수(McKee et. al., 1993)는 기상학적 가뭄지수로 가장 일반적으로 활용되는 평가 방법이다. 가뭄은 상대적으로 물의 수요에 비해 물의 부족을 유발하는 강수량의 감소로부터 시작된다는 것에 착안하여 강수량이 부족하면 용수 공급원인 지하수량, 적설량, 저수지 저류량, 토양수분 등에 각기 다른 영향을 미치는 것으로 가정하는 방법이다. 강수량은 3, 6, 9, 12개월 등과 같이 누적 기간으로 설정하고, 고려할 기간별로 누적강

수량과 누가확률을 감마분포로 산정한 후 정규분포를 이용하여 표준화된 SPI 값을 산정하게 된다.

강수량을 데이터로 사용하게 되므로 자료의 확보와 계산이 매우 쉽고 다양한 기후에 적용하여 비교할 수 있는 장점이 있지만, 강수량만을 사용하기 때문에 해당 지역 전체의 물 수요 및 공급에 영향을 미칠 수 있는 온도 등 기타 요소의 고려가 어려운 단점이 있다. 센터에서는 지속기간 3개월(SPI3), 6개월(SPI6)에 대해 2013년 1월부터 SPI 값을 산정하여 제공하고 있으며, 아래 표는 SPI에 의한 가뭄 분류기준을 나타낸다.

표 5.5 SPI 지수에 의한 가뭄의 분류

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

분석에 필요한 강수 데이터는 기상청에서 관리 중인 내륙의 64개 기상관측소의 일 강수량 자료를 이용하여 분석하였다. 또한, 관측소 지점별 분석 결과를 역거리가중법(IDW)으로 공간 보간하여 행정구역 단위로 결과를 표출하였다.

SPI3는 3개월간의 누적강수량을 고려하기 때문에 비교적 짧은 기간의 누적강수량에 대한 정상성을 반영한다고 할 수 있다. 2024년 월별 분석값을 살펴보면 9, 10월에 일부 지역이 가뭄 상황을 보인다. 특히, 9월은 강원도와 경상북도, 경상남도의 총 7개 지역이 가뭄 상황으로 1개 지역이 극한가뭄, 2개 지역이 심한가뭄, 4개 지역이 보통가뭄에 해당하였다. 10월은 제주특별자치도의 2개 지역이 보통가뭄으로 나타났다. 11월에는 전국의 가뭄단계가 사라졌으며, 12월에는 전라남도를 비롯한 6개 지역에서 극한습윤으로 나타났다.

SPI6는 6개월간의 누적강수량을 고려하기 때문에 단기간 강수량 부족에 의한 가뭄 상황은 나타나지 않는다. 2024년의 경우, 9월에 강원도 및 경상북도 일부 지역에서 가뭄 단계가 나타났으나, 10월부터 정상 이상 단계로 회복되었다.

1월부터 평년보다 강수량이 많아 일부 지역이 정상상태 이상 습윤한 것으로 나타났으며, 특히 4월에는 9개 지역이 극한습윤, 92개 지역이 심한습윤, 61개 지역이 보통습윤으로 SPI3와 동일하게 전국 대부분 지역이 습윤한 상태임을 보였다.

그림5.5는 국가가뭄정보포털에서 발췌한 2024년 월별 SPI3 값을 도시한 것이며, 그림 5.6은 국가가뭄정보포털에서 발췌한 2024년 월별 SPI6 값을 도시한 것이다.

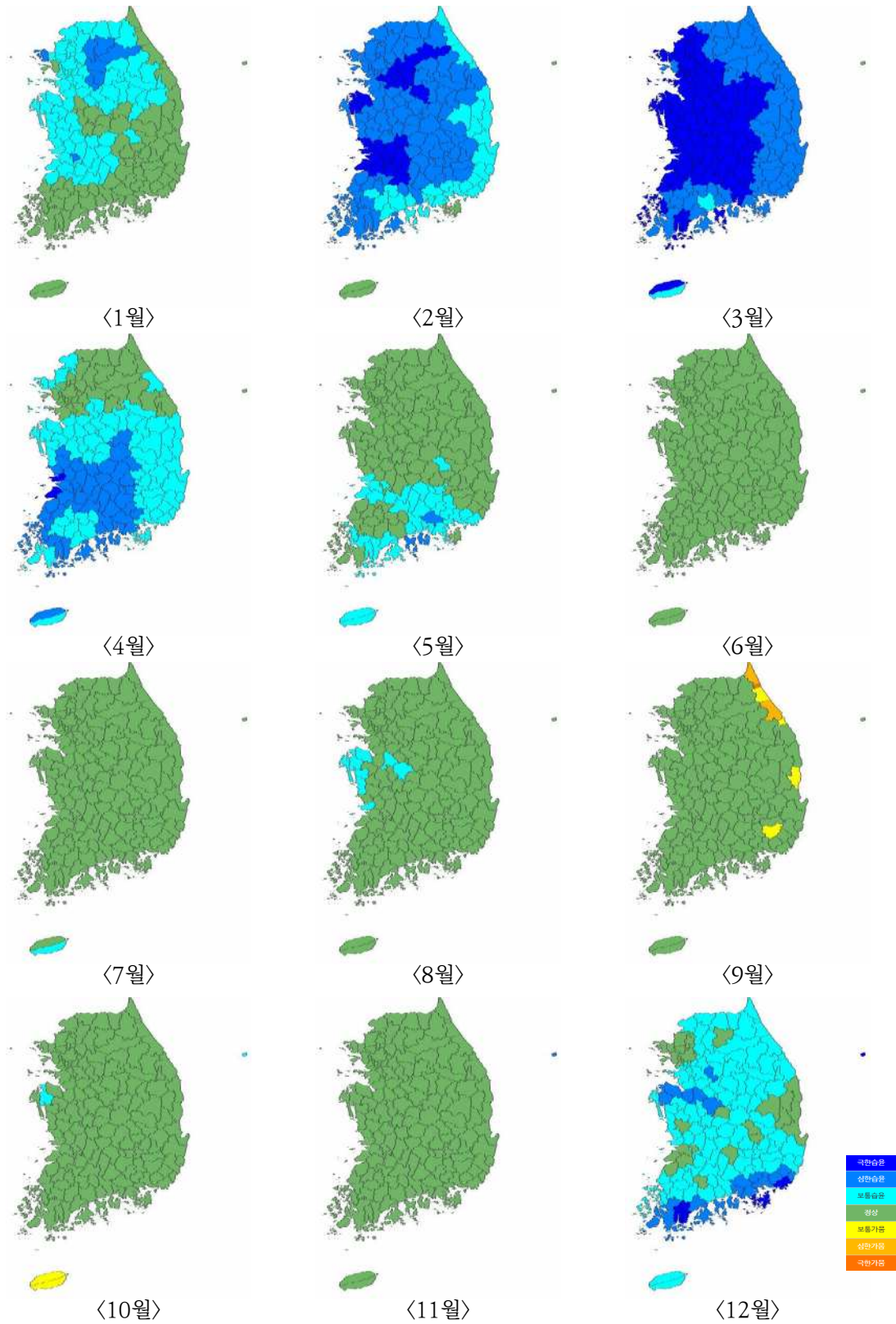


그림 5.5 2024년도 가뭄 현황(SPI3)

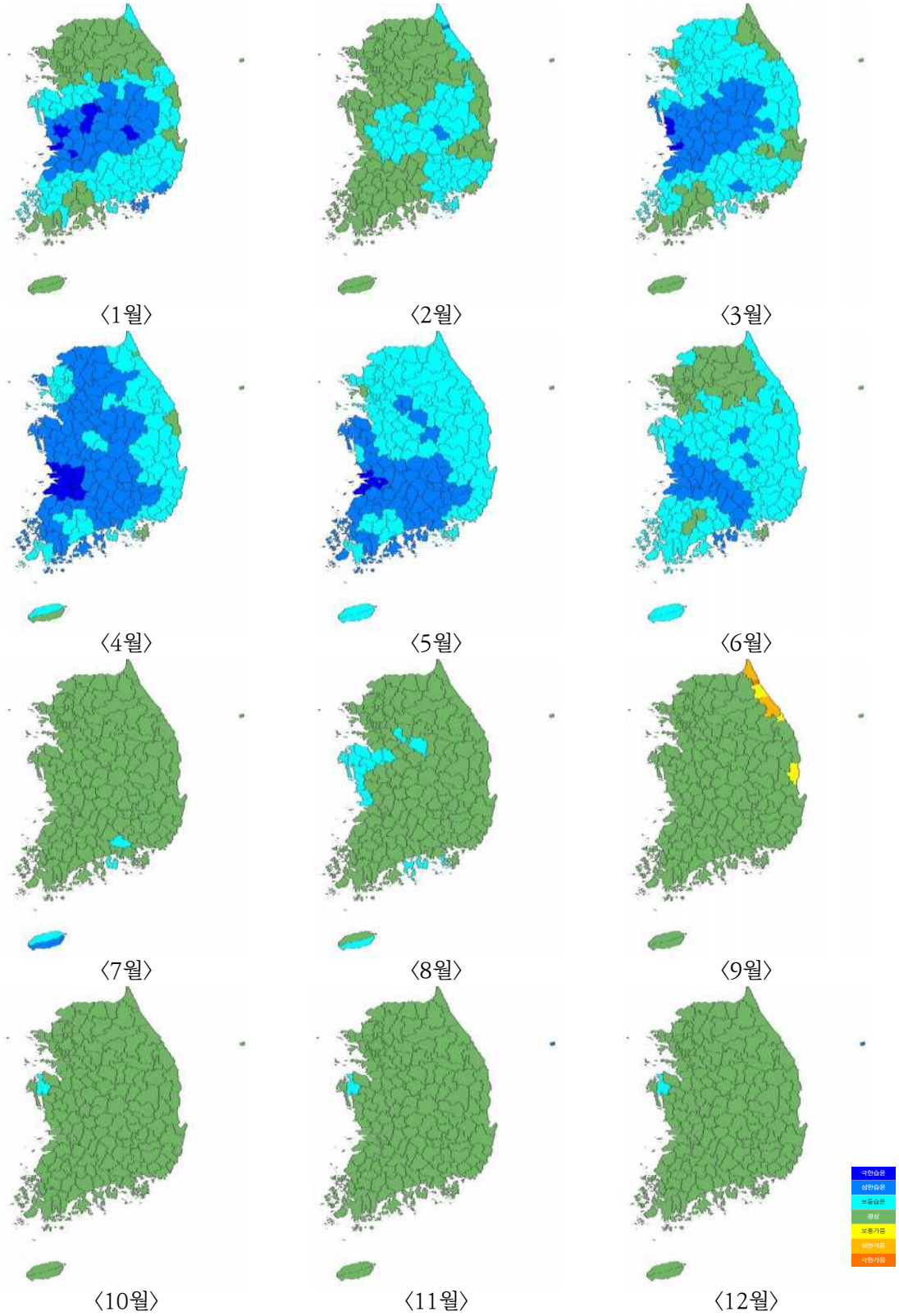


그림 5.6 2024년도 가뭄 현황(SPI6)

2) 파머가뭄지수(PDSI)

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 상이 한 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. 하지만 수분편차만을 이용하여 가뭄의 심도를 비교하는 것은 적절하지 않을 수 있기 때문에 시 공간적 편차를 보정하기 위해 기후특성인자를 계산하여 최종적으로 PDSI지수를 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 분석 방법이 개발되었으므로 도시화 된 지역에 적용 시에는 상당한 주의가 필요하다고 볼 수 있다.

PDSI에 의한 가뭄의 단계는 아래 표와 같다. SPI 지수와 동일 관측소의 강수량과 기상정보를 활용하였으며 최종적으로 IDW 기법으로 공간보간하고 이를 다시 전국 행정구역 단위로 평균하는 방식으로 산정하였다.

표 5.6 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 제주도, 전남 일부 지역을 중심으로 가뭄이 발생하다가 12월까지 가뭄의 영향을 받은 것으로 나타났다.

연중 9월에 심한가뭄 3개 지역, 보통가뭄 9개 지역 등 가장 심각했던 것으로 나타났으며, 제주지역은 1월부터 12월까지 가뭄단계가 지속된 것으로 분석되었다.

그림 5.7은 국가가뭄정보포털에서 발췌한 2024년 월별 PDSI 값을 도시한 것이다.

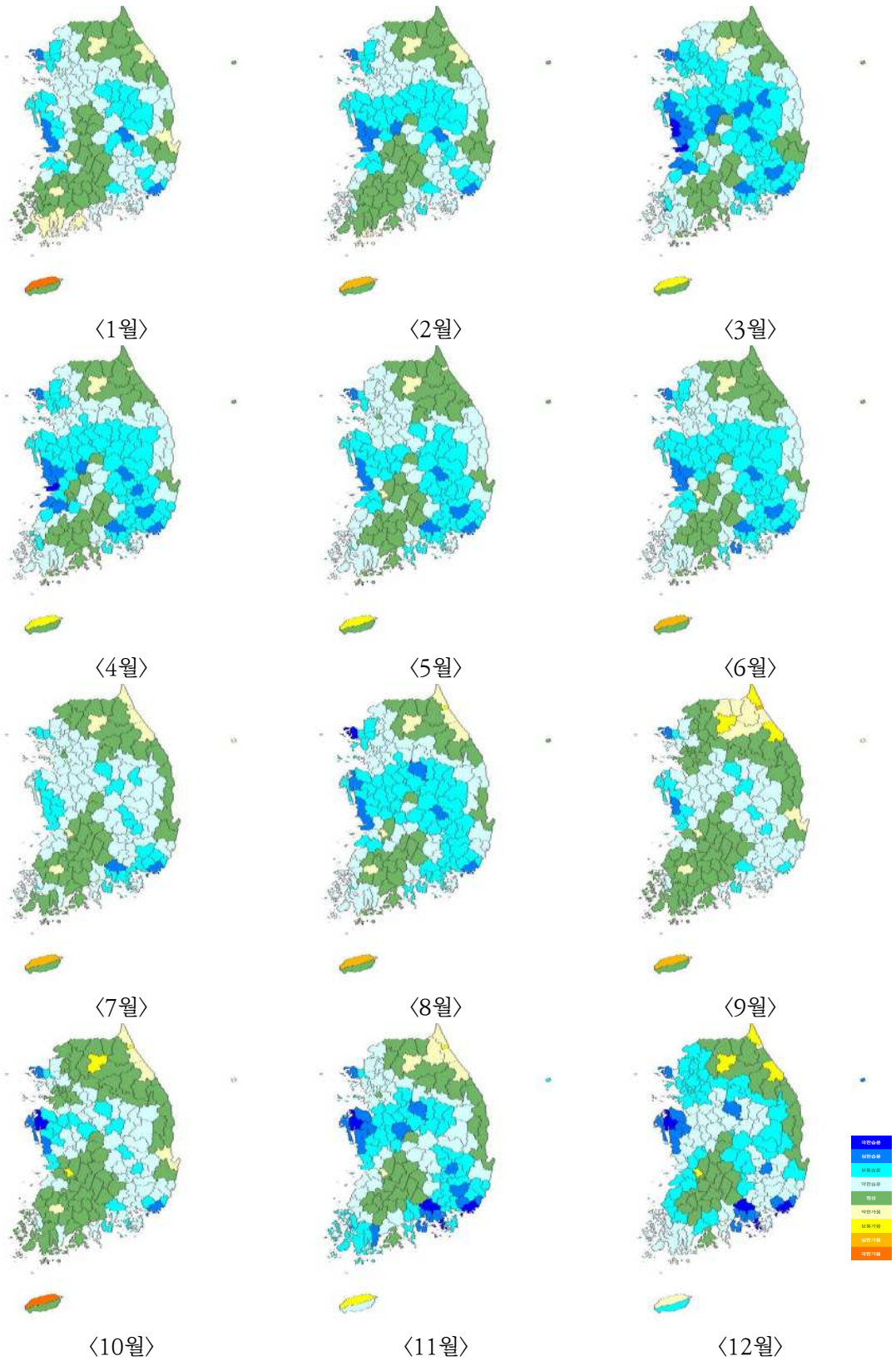


그림 5.7 2024년도 가뭄 현황(PDSI)

3) 지표수 공급지수(MSWSI)

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 계산식인 식 5.1에 따라 최종적인 MSWSI 값을 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 특정 유역이나 지역의 전체 수문 상태에 대한 좋은 자료를 제공할 수 있다는 장점이 있으나, 유역별로 물 공급 특성이 상이하고 가뭄에 영향을 미치는 인자들 역시 상이하기 때문에 인자들의 가중치를 정확히 평가하여 설정하기 매우 어려운 단점을 가지고 있다. 아래 표는 MSWSI를 이용한 가뭄의 분류를 나타낸 것이다.

표 5.7 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	-	-

$$\frac{a \times PN_{pcp} + b \times PN_{sf}}{12} + \frac{c \times PN_{rs} + d \times PN_{gw} - 50}{12} \quad (5.1)$$

여기서,

a, b, c, d : 가중계수($a+b+c+d=1$), sf : 하천유량인자,

PN : 비초과확률, rs : 저수지인자,

pcp : 강수인자, gw : 지하수위인자

2024년 MSWSI는 11월까지 가뭄의 영향을 받은 것으로 평가되었고, 12월부터 정상 단계로 회복된 것으로 나타났다.

그림 5.8은 국가가뭄정보포털에서 발췌한 2024년 월별 MSWSI 값을 도시한 것이다.

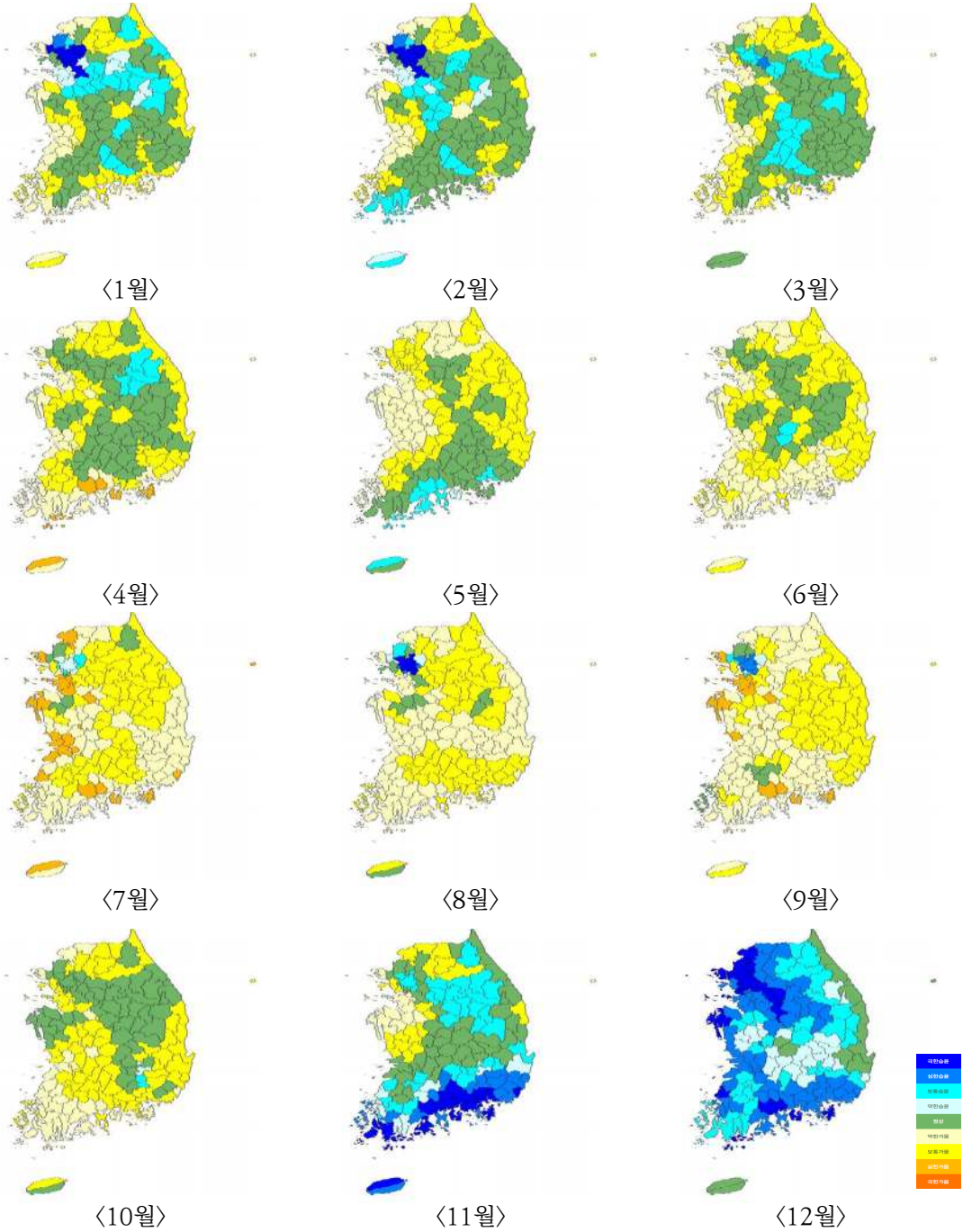


그림 5.8 2024년도 가뭄 현황(MSWSI)

4) 토양습윤지수(SMI)

SMI는 농작물의 생산량이 감소 되는 것을 기준으로 가뭄을 토양수분이 유효수분 백분율의 50% 이하일 때로 정의하고 이때의 크기(magnitude), 강도(severity), 기간(duration)을 분석하여 가뭄을 평가하는 지수이다.

SMI 산정 시 토양의 유효수분은 토양수분에 영향을 주는 토양의 물리적 특성과 강우, 증발산량, 유출량 등을 토양수분모형을 활용해 계산하고 세 가지 특성치인 Magnitude, Severity, Duration을 빈도 분석하여 지수 값을 산정하게 된다.

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

아래 표는 SMI의 가뭄 분류를 나타낸 것이다. SMI는 빈도 분석값을 적용하게 되므로 정상상태와 가뭄상태만을 범위로 표현한다.

표 5.8 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 2024년 내내 보통건조 이상의 가뭄이 발생한 것으로 나타나고 있다. 특히, 9월에 대부분의 지역에서 가뭄상황이 발생한 것으로 나타났다.

그림 5.9는 국가가뭄정보포털에서 발췌한 2024년 월별 SMI 값을 도시한 것이다.

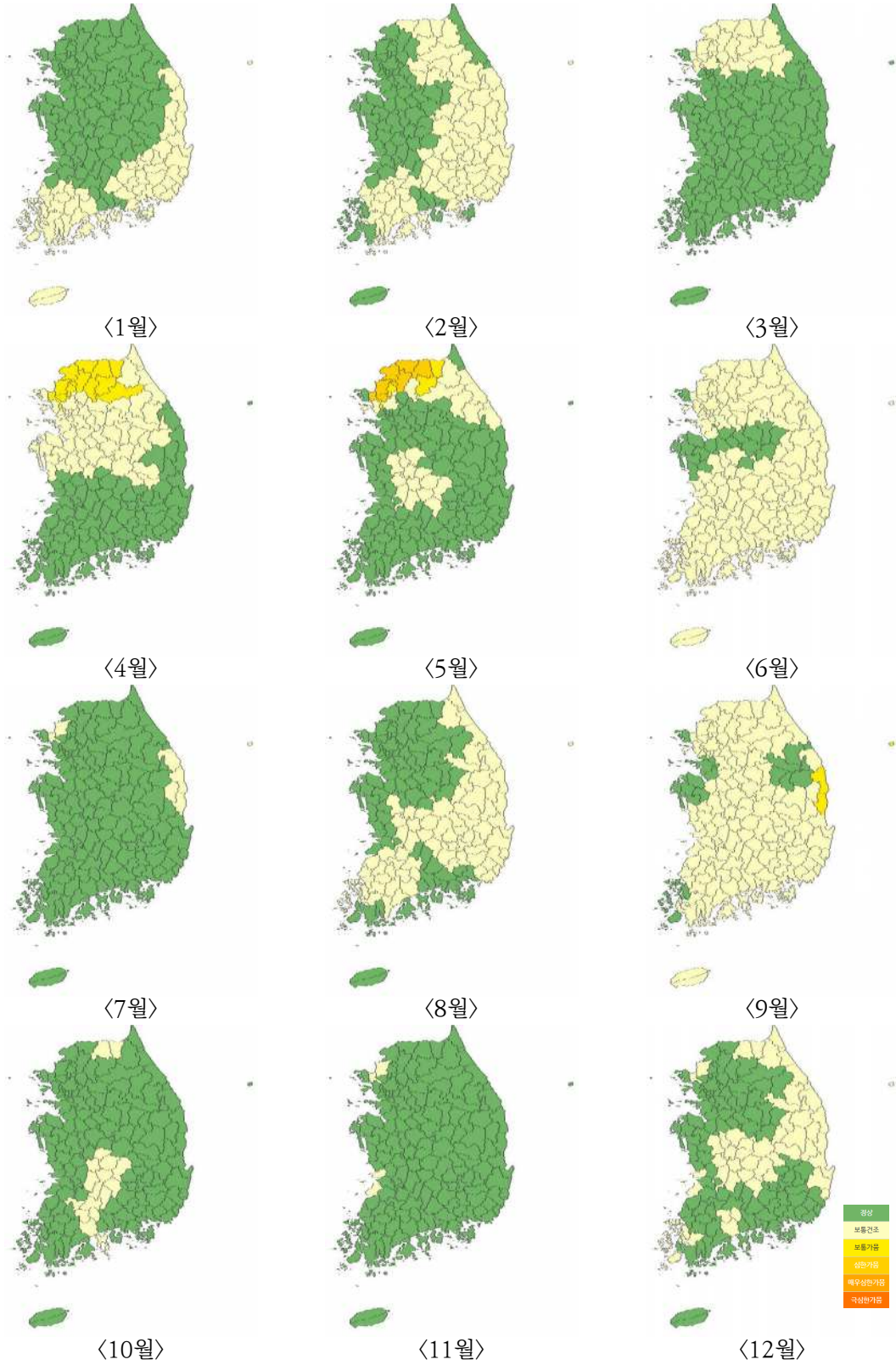


그림 5.9 2024년도 가뭄 현황(SMD)

5.2.2 가뭄빈도

가뭄빈도는 현 가뭄을 인지하고 가뭄 상황을 판단할 때 매우 좋은 자료로 활용될 수 있다. 센터에서는 2017년부터 월 단위로 분석을 수행하고 국가가뭄정보포털, 사내공시, MyWater 등 내·외부에 공개하여, 일반 국민, 중앙·지방행정조직 공무원 등이 활용할 수 있도록 제공하고 있다.

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

그림 5.10은 평년 대비 강수가 많이 발생하였던 2월, 강수가 부족하였던 4월과 8월의 시군구별 및 댐별 가뭄빈도 값을 나타낸다.

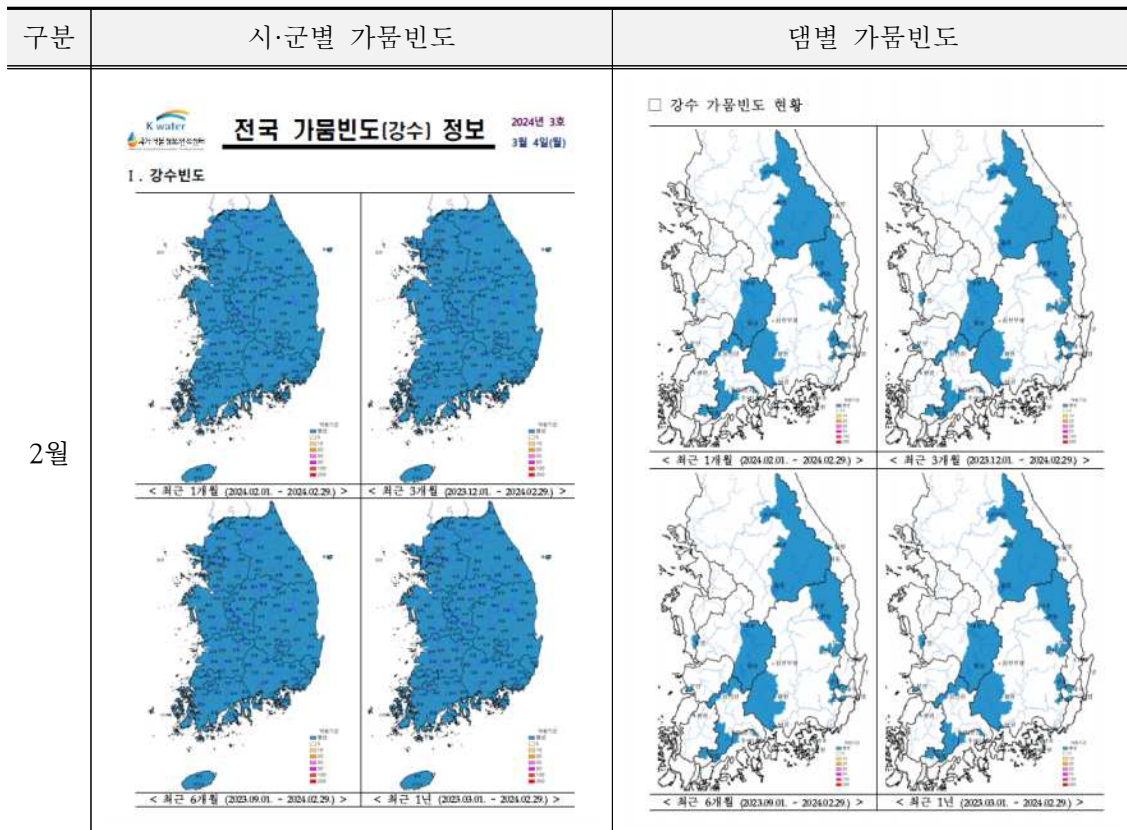


그림 5.10 2024년도 주요 월 가뭄빈도 현황

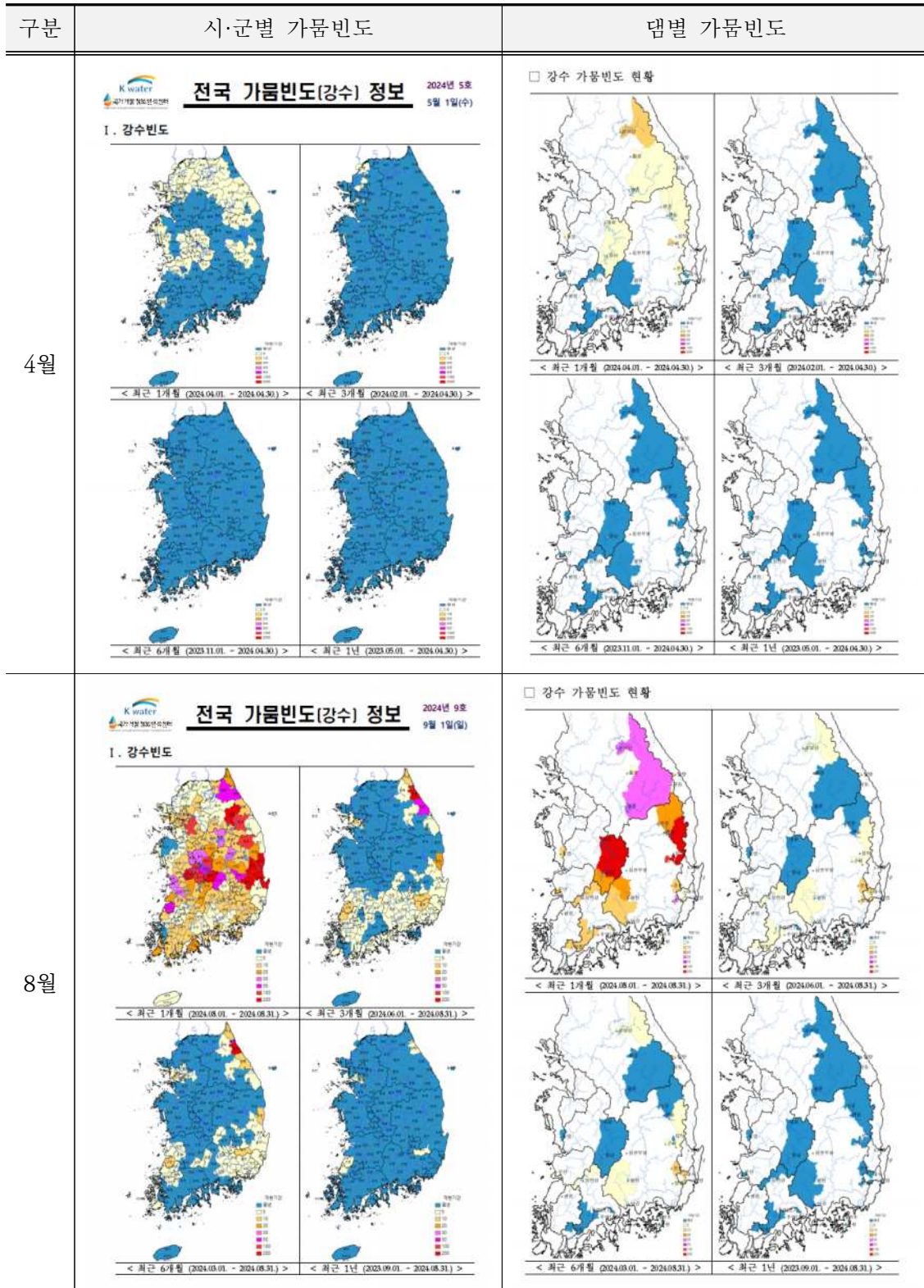


그림 5.10 2024년도 주요 월 가뭄빈도 현황 (계속)

제6장 가뭄 예·경보

6.1 가뭄 예·경보 분석

6.2 가뭄 예·경보 현황

6.3 가뭄 예·경보 전망 정확도

6.4 성과 및 평가

제6장 가뭄 예·경보

6.1 가뭄 예·경보 분석

가뭄 예·경보는 전국의 기상, 생·공용수, 농업용수 상황과 전망을 바탕으로 행정안전부, 농림축산식품부, 환경부, 기상청 합동으로 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, 국립재난안전연구원은 취합된 가뭄 정보와 지자체의 가뭄 상황을 비교·검증하는 역할을 수행한다.

K-water에서 수행하는 생·공용수 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 3,525개 읍면동(2023년 말 행정동 기준)에 대한 생·공용수 수원과 공급 체계를 가뭄 기초조사를 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.

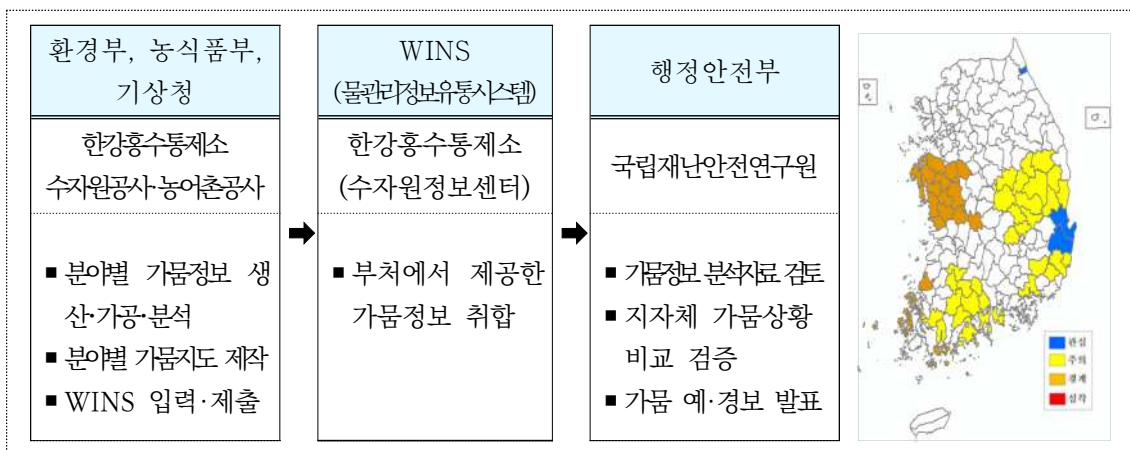


그림 6.1 가뭄 예·경보 체계

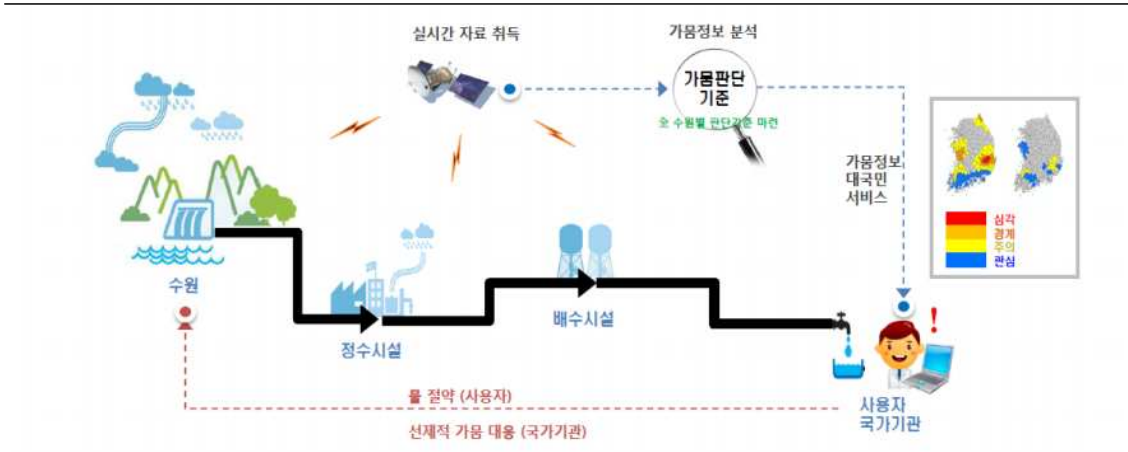


그림 6.2 생·공용수 가뭄 분석 체계도

표 6.1 가뭄 예·경보 기준

구 분	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 하천유지유량이 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

6.2 가뭄 예·경보 현황

6.2.1 월간 가뭄 예·경보 현황

센터에서는 매월 1일 기준으로 가뭄 현황과 향후 3개월간의 가뭄 전망을 분석하여 가뭄정보포털을 통해 제공하고 있다. 그림 6.3과 같이 8월 여름강수량 부족으로 9월에는 운문댐, 영천댐을 수원으로 하는 대구(군위·달성군 제외), 경북 5개 시·군 등 6개 시·군이 가뭄 ‘관심’ 단계에 진입하였으며, 10월에는 보령댐을 수원으로 하는 충남 8개 시·군이 가뭄 ‘관심’ 단계에 진입하였다.

이후 9~10월 평년보다 많은 강수로 인해 전 지역의 가뭄 상황이 해소되며 11월에는 전국의 가뭄단계가 ‘정상’으로 회복되었다.

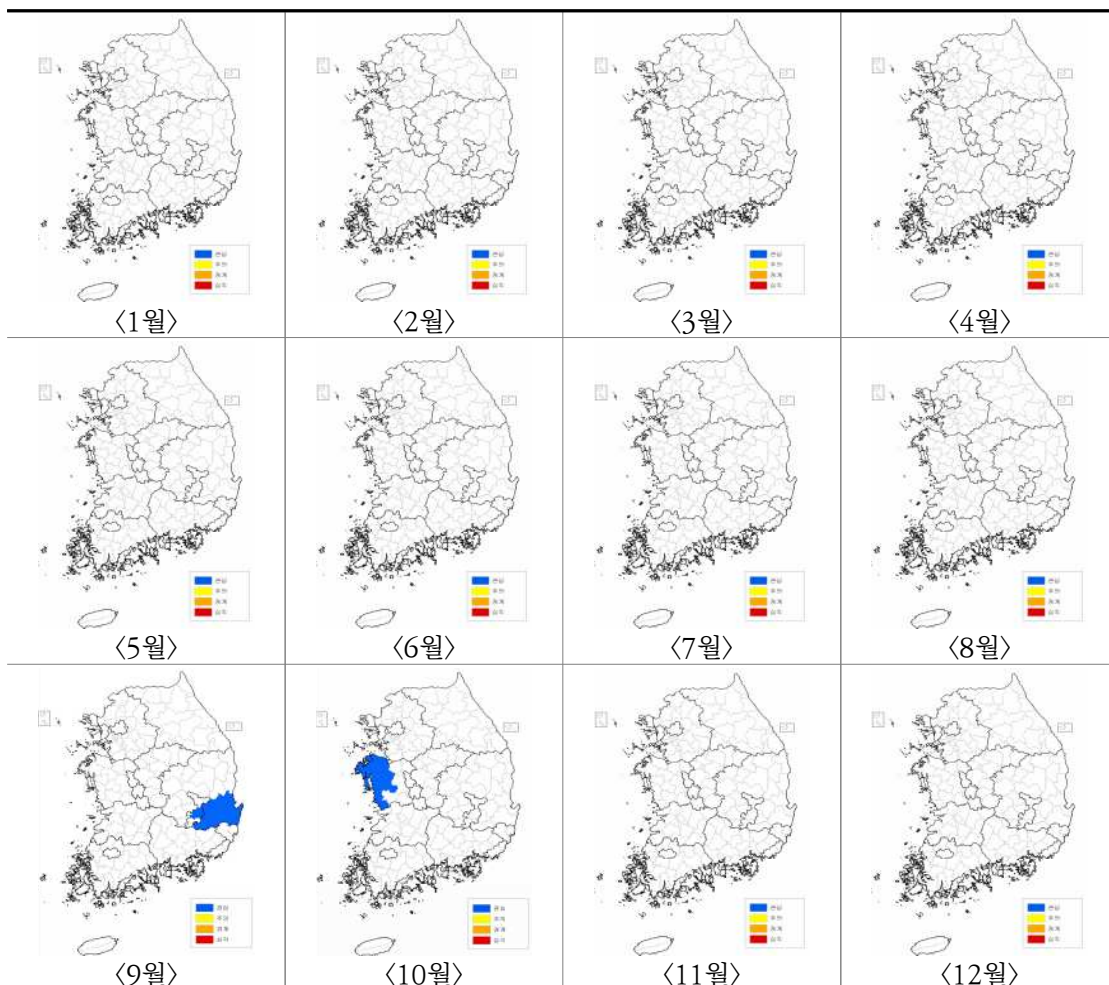


그림 6.3 2024년 국가 가뭄 예·경보(생·공용수) 발령지역

6.2.2 주간 가뭄 예·경보 현황

행정안전부 주관으로 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, 센터에서는 2017년부터 주간 가뭄 예·경보 체계를 수립하여 매주 가뭄 현황 및 전망을 분석하고 있다.

기상청에서는 가뭄 예·경보를 수행하는 관계기관에 5주간의 기상 전망(정량값)을 제공하며, 센터에서는 이를 활용하여 주간 가뭄 예·경보 분석을 수행한다. 매주 목요일을 기준으로 가뭄 현황을 파악하고, 향후 4주간의 가뭄 전망을 분석하여 사내·관계기관·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 관계부처 및 지자체에 공유할 수 있다.

그림 6.4의 주간 제2024-34호(8.22.)를 보면 운문댐 등을 수원으로 하는 대구(군위, 달성 제외), 경북 등 4개 시군이 가뭄 ‘관심’ 단계에 진입한 것을 확인할 수 있다. 이는 9월 2일 기준으로 분석하여 발표하는 9월 국가 가뭄 예·경보보다 빠르게 관련 정보를 파악하였고 관계기관에 공유할 수 있다는 것을 알 수 있다. 이렇듯 주 단위 가뭄 예·경보는 월 단위 가뭄 예·경보의 시간적 공백을 보완하고, 가뭄 발생 시 보다 더 탄력적인 대응을 할 수 있는 정보를 제공한다는 점을 알 수 있다.

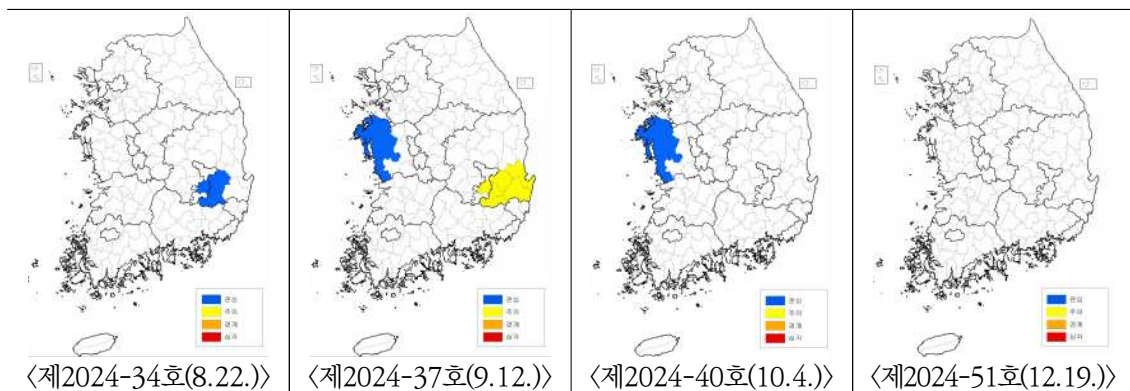


그림 6.4 2024년 주간 가뭄 예·경보 발령지역

6.3 가뭄 예·경보 전망 정확도

가뭄 예·경보는 전국 167개 시군에 대해 현황과 1~3개월 전망이 4단계(관심, 주의, 경계, 심각)로 발령된다. 2024년 생·공용수 부문 가뭄 예·경보의 1~3개월 전망과 현황의 발령 지역을 바탕으로 Receiver Operating Characteristic Curve(ROC) 분석을 통해 예·경보 전망 정확도를 평가하였다.

6.3.1 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 통계치를 산정한다. 분할표는 표 6.2와 같이 (1) 가뭄을 예보하였고, 실제로 발생한 경우(TP, true positive) (2) 예보하였으나, 발생하지 않은 경우(FP, false positive), (3) 예보를 하지 않았으나, 실제로 가뭄이 발생한 경우(FN, false negative), (4) 예보를 하지 않았고, 실제로 가뭄이 발생하지 않은 경우(TN, true negative)를 집계하여 작성한다.

ROC 곡선은 분할표로부터 식 6.1을 이용하여 계산된 1-특이도(Specificity)를 x 축에, 식 6.2를 이용하여 계산된 민감도(sensitivity)를 y 축에 표시하고, 좌표 (0,0)과 (1,1)에 해당하는 점과 연결하여 그린다. 그려진 곡선 아래의 면적(AUC, area under curve)을 평가 척도로 하여 정확도를 평가하게 된다. 그림 6.5는 ROC 곡선의 예와 AUC 값에 따른 평가 결과를 보여준다.

$$1 - \left(\frac{TN}{TN + FP} \right) \quad (6.1)$$

$$\frac{TP}{TP + FN} \quad (6.2)$$

표 6.2 ROC 분석을 위한 분할표

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

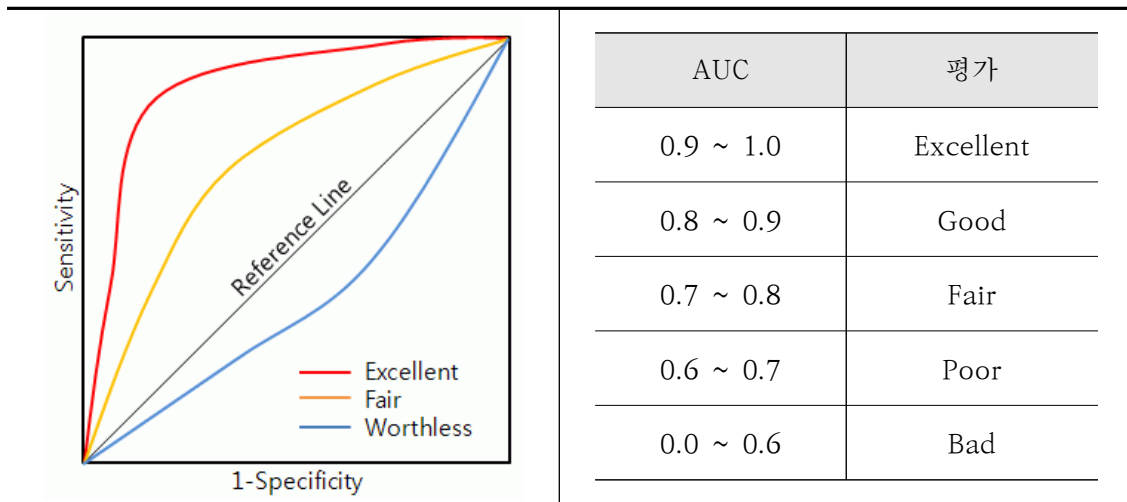


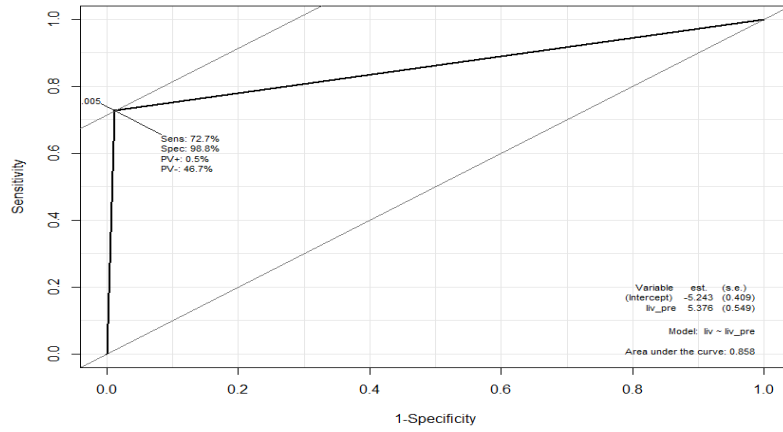
그림 6.5 ROC 곡선 예시 및 AUC 평가 분류

6.3.2 ROC 분석에 의한 가뭄 예·경보 정확도 평가

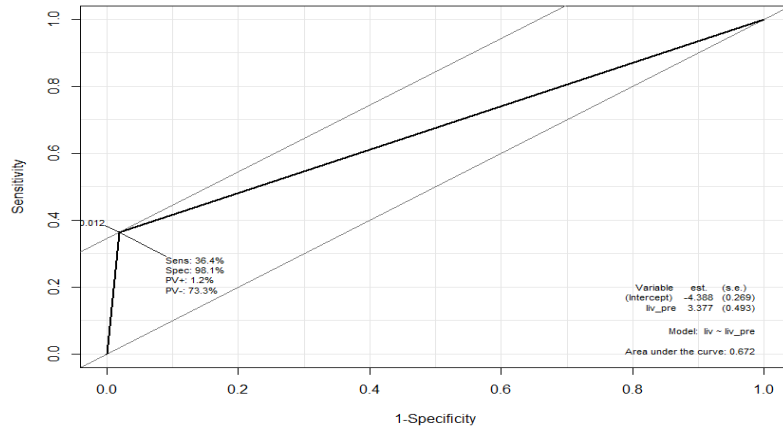
2024년 가뭄 예·경보에서 가뭄이 예보된 지역과 실제 가뭄이 발생된 지역을 비교하여 1~3개월 전망에 대한 ROC 분석을 수행하였다. ROC 분석 수행을 위한 분할표를 작성한 결과는 표 6.3과 같다. 표 6.3의 1-특이도와 민감도 값을 이용하여 ROC 곡선을 도시하면, 그림 6.6과 같다. 표 6.3에서 알 수 있는 것처럼 1~3개월 전망에 대한 AUC 계산 결과, 1개월 전망은 0.858(good), 2개월 전망은 0.672(poor), 3개월 전망은 0.51(bad)로 전망 기간이 길어짐에 따라 정확도가 떨어지는 것으로 평가되었다.

표 6.3 2024년 1~3개월 가뭄 전망에 대한 분할표와 통계값

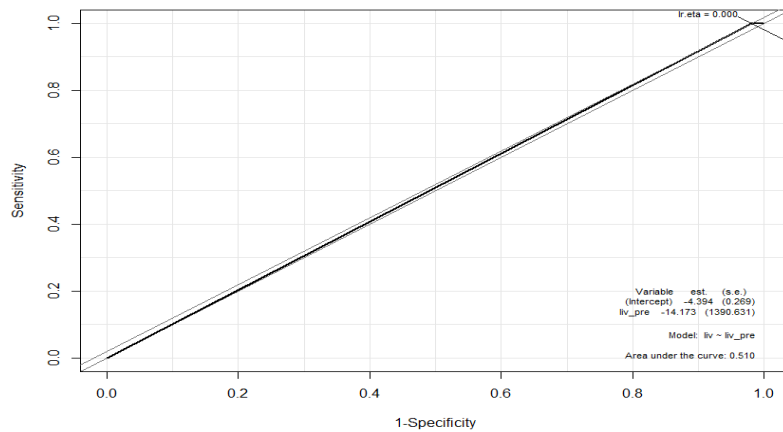
	TP	FN	FP	TN	1-특이도	민감도	AUC
1개월	16	6	14	1,135	0.012	0.727	0.858
2개월	8	14	22	1,127	0.019	0.364	0.672
3개월	0	14	22	1,133	0.019	0	0.51



(a) 1개월 전망의 ROC 곡선



(b) 2개월 전망의 ROC 곡선



(c) 3개월 전망의 ROC 곡선

그림 6.6 1~3개월 가뭄 전망의 ROC 곡선

6.3.3 주간 전망에 대한 정확도 평가

2024년 가뭄 예·경보에서 가뭄이 예보된 지역과 실제 가뭄이 발생 된 지역을 비교하여 1주와 4주 전망에 대해 적중률 계산과 ROC 분석을 수행하였다. 적중률을 계산하는 식은 다음과 같다.

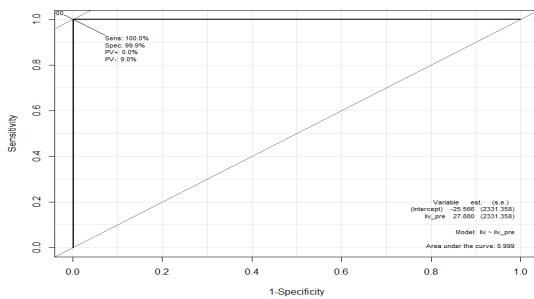
$$\text{적중률(\%)} = \frac{TP}{TP+FP+FN} \times 100 \tag{6.3}$$

적중률 계산 결과 1주 전망은 91%, 4주 전망은 21%의 적중률을 보였다.

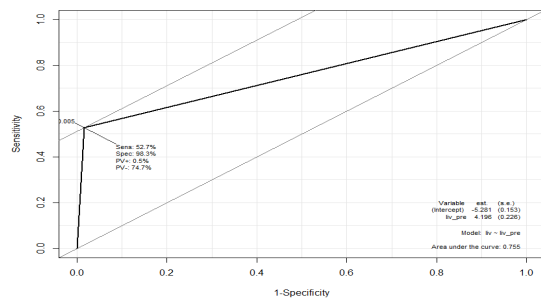
표 6.4의 1-특이도와 민감도 값을 이용하여 ROC 곡선을 도시하면, 그림 6.7과 같다. 표 6.4에서 알 수 있는 것처럼 1, 4주 전망에 대한 AUC 계산 결과, 1주 전망은 0.999(excellent), 4주 전망은 0.755(fair)의 정확도를 보였다.

표 6.4 2024년 1, 4주 가뭄 전망에 대한 분할표와 통계값

	TP	FN	FP	TN	적중률(%)	1-특이도	민감도	AUC
1주	91	0	9	8,584	91	0.001	1	0.999
4주	48	43	142	8,451	21	0.017	0.527	0.755



(a) 1주 전망의 ROC 곡선



(b) 4주 전망의 ROC 곡선

그림 6.7 1, 4주 가뭄 전망의 ROC 곡선

6.4 성과 및 평가

2024년에는 연강수량 기준 평년 이상의 강수가 발생하였으나 홍수기인 8월 강수량이 예년 대비 부족한 수준이었고, 8~10월 가뭄단계로 진입한 지역이 발생하였다. 낙동강 유역의 운문댐과 영천댐 공급 지역인 대구(군위·달성군 제외), 경북 5개 시·군 등 6개 시·군은 8, 9월에 걸쳐 가뭄 '관심' 단계에 진입 후 '주의' 단계로 심화 되었으나, 9, 10월 평년보다 많은 강수의 영향으로 '정상' 단계로 회복되었다. 보령댐을 수원으로 하는 충남 8개 시군은 9월에 가뭄 '관심' 단계에 진입하였으나 9, 10월 강수의 영향으로 '정상' 단계로 회복되면서 11월에는 전국의 가뭄 상황이 '정상' 단계가 되었다.

가뭄 예·경보의 정확도 평가 결과 1개월 전망은 양호한 수준이었으나, 2, 3개월의 전망 결과는 예측 정확도가 낮아 장기 전망 정확도 향상을 위한 지속적인 연구 및 기술 개발이 필요한 것으로 판단된다. 월간 예·경보 사이의 시간적 공백에 대한 가뭄 상태 변화를 모니터링하기 위해 수행하고 있는 주간 가뭄 전망은 월간 예·경보의 전망 기간(1~3개월)에 비해 전망 기간(1~4주)이 짧아 상대적으로 우수한 정확도를 보였다.

현재 센터에서는 가뭄 예·경보의 정확도 향상을 위한 다양한 연구와 기술 개발이 진행 중이다. 기상 전망의 정확도 제고와 더불어 생·공용수 부문의 가뭄 전망 기술의 지속적인 고도화로 가뭄 전망 정확도 향상을 기대해 본다.

제7장 기술 고도화



7.1 기술개발로드맵(2024~2028) 보완

7.2 가뭄 분석기술 고도화 내역

7.3 지하수 이용지역 가뭄 전망모형 고도화

제7장 기술 고도화

7.1 기술개발로드맵(2024~2028) 보완

7.1.1 추진 배경 및 필요성

국가가뭄정보분석센터 설립 이후 국가 가뭄 예·경보에 필요한 핵심기술 확보를 위해 제1차 중장기 기술개발 로드맵(2017~2021)을 수립하고 31개 세부과제를 추진하였다. 제1차 기술개발로드맵 추진을 통해 앞 장들에서 기술한 가뭄기초조사, 국가 가뭄 예·경보, 정책지원 등 센터의 역할 수행에 필요한 핵심기술들을 확보해 왔으며, 신기술 도입을 통한 정도 높은 가뭄 분석과 미래 필요 기술을 확보하기 위한 기반을 마련하였다.

<p style="text-align: center;">① 가뭄정보 통합구축</p> <p>①-1 가뭄 기초자료 조사 ①-2 기초조사 자료 정보화·관리 ①-3 가뭄사례 정보화</p>	<p style="text-align: center;">② 가뭄 모니터링 및 예측기술</p> <p>②-1 기상전망 최적 연계기술 개발 ②-2 가뭄 모니터링 분석 기술 개발 ②-3 가뭄 전망 기술 개발 ②-4 물부족 예측 기술 개발 ②-5 수질·수생태 정보 분석 기술 개발</p>	
<p style="text-align: center;">③ 가뭄시스템 구축</p> <p>③-1 가뭄시스템 고도화 방안 ③-2 통합 플랫폼/포털 고도화 ③-3 위성기반 가뭄시스템 구축</p>	<p style="text-align: center;">④ 가뭄평가 및 위험도분석 기술</p> <p>④-1 빅데이터 활용 가뭄평가 ④-2 가뭄 위험도 분석 ④-3 가뭄피해 추정기술</p>	<p style="text-align: center;">⑤ 가뭄대응 기술</p> <p>⑤-1 단기 가뭄대응 기술 ⑤-2 장기극한가뭄대응 기술 ⑤-3 지능형 가뭄대응 기술</p>

그림 7.1 제1차 중장기 기술개발(2017~2021) 주요과제

7.1.2 기술개발로드맵(2024~2028)

센터는 국민과 소통하는 세계 최고의 가뭄 정보분석 및 대응관리 전문기관의 역할 수행을 위해 제2차 중장기 기술개발 로드맵(2024~2028)을 수립하였다.

제2차 로드맵은 국가물관리기본계획 및 K-water 통합기술전략(2023-2027)에 언급된 추진전략과 과제를 연계하고 현 가뭄 분석기술 진단 결과와 국내·외 전문가 자문 결과를 토대로 도출된 5가지 추진 방향을 고려하여 추진전략을 수립하였다.

1) 추진 방법

다양한 전문가의 시각과 미래비전 확보를 위해 그림 7.2와 같이 국내·외 10인의 전문가*들의 의견을 수렴하고 보완과정을 거쳐 로드맵을 작성하였다.

* (국내) AI, 모델링, 가뭄, 수문, 인문, 사회, 재난 등 사내·외 총 10인의 전문가
 (국외) Mark Svoboda 소장(미국, NDMC(national Drought Mitigation Center))

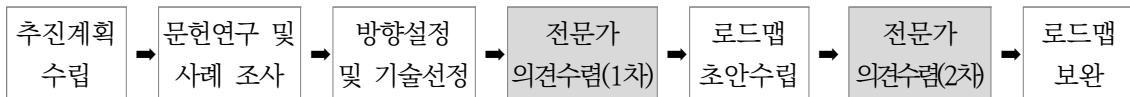


그림 7.2 제2차 로드맵 추진 방법

2) 주요 진단 결과

- (가뭄정보기술) 기관별 역할이 법·제도적으로 분산*되어 있어서 효율적인 의사결정 및 대책 수립이 어려운 실정이다.

* 기상청(기상가뭄), 농림축산식품부(농업가뭄), 환경부(생·공가뭄), 행정안전부(재난)

- (가뭄분석기술) 현 국가 가뭄정보 분석체계는 3개월 단기대응 체계로 진행되고 있어 기후변화에 대응할 수 있는 글로벌 및 장기 가뭄 분석에는 취약한 것으로 진단되었다.

- (가뭄지원기술) 효율적인 지역별, 유역별, 기간별 가뭄 대응 정책을 수립하기 위한 통합 실시간 물수급 현황 파악 및 예측기술이 부족한 것으로 진단되었다.

※ 물이 부족한 지역을 파악하고 해당 지역의 수요량과 현재 공급체계 내에서 용수공급가능량을 실시간으로 파악하고 분석할 수 있는 가뭄 대응 전략 수립과 실행 필요

- (운영기술) 가뭄에 대한 국민적 관심이 높아졌으나 실제 가뭄 대응 역할을 수행하는 지방자치단체 대응 능력과 역할은 미미한 것으로 진단되었다.

※ 현 가뭄재난 예산은 농식품부와 행안부에 소관되어 있고 매년 진행되는 가뭄종합대책 수립은 행안부 중심으로 진행

- (자문의견) 가뭄 분야에 인공지능 등 최신 기술도입이 지연되고 있고, 부처별 정보 제공으로 인한 국민 혼란이 유발되고 있으며, Water Grid 등 의사결정 관련 기술 도입이 필요한 것으로 진단되었다.

3) 추진방향

도출된 5가지 추진 방향은 표 7.1과 같다.

표 7.1 제2차 중장기 기술개발(2024~2028) 추진방향

- ① 지자체, 부처별로 흩어져 있는 가뭄 정보를 효과적으로 연계하고 통합운영할 수 있는 기술 개발
- ② 기후변화에 효과적으로 대응할 수 있는 가뭄 분석기술 개발 추진
- ③ 실시간 운영기반의 의사결정 지원기술 및 대응시스템 개발 추진
- ④ 지자체 공무원, 일반 국민 등을 위한 맞춤형 가뭄 대응 정보제공 기술 개발 추진
- ⑤ AI, 빅데이터, 위성영상 등 최신기술 적용과 일관성 있는 가뭄 정보제공을 위한 통합지수 개발 등 추진

4) 비전 및 추진목표

그림 7.3과 같이 최고의 가뭄 정보분석 및 대응지원 전문기관을 비전으로 설정하였고 이를 위해 기후변화에 대응하고 가뭄 정보분석 및 지원이 가능한 기술 개발을 최종목표로 설정하였다.

국민 소통강화 및 첨단기술 도입적용, 기후변화에 대응 가능한 핵심기술 확보, 맞춤형 가뭄 대응 및 의사결정 지원강화를 위한 기술분류 및 추진과제는 표 7.2와 같다.

표 7.2 제2차 중장기 기술개발(2024~2028) 추진목표

추진전략	기술구분	세부추진기술
국민 소통강화 및 첨단기술 도입 적용	가뭄 정보 통합관리 기술	가뭄상황조사 품질관리 시스템
		가뭄기초시설 디지털 트윈
		가뭄상황조사 가이드라인 개발
		가뭄상황조사 정보구축 및 취약성 평가 연계기술
	가뭄 정보 시스템 운영	가뭄정보 포털 운영 고도화
		가뭄 DT 표출 플랫폼 개발·연계
		지자체 맞춤형 가뭄대응 시스템 개발
		가뭄정보 DB 유지관리 및 기능개선 고도화
		타기관 기술정보 연계 기술
		기후변화에 대응 가능한 핵심기술 확보
맞춤형 가뭄 대응 및 의사결정 지원강화	가뭄 모니터링 및 예측기술	ESP기반 중장기 가뭄전망 고도화
		기후변화 대비 가뭄분석 기술 확보
		미계측 수원 등 가뭄분석 기술 확보
		한국형 가뭄종합지수 고도화
		환경가뭄 모니터링 기술 개발
		실시간 운영기반 댐·하천유역 물수급 모델 개발
		AI기반 가뭄정보 분석기술 개발·적용
		위성영상기반 생·공가뭄 모니터링 기술 개발
		미계측유역 위성기반 가뭄정보 취득기술
가뭄 대응 및 의사결정 지원 기술	실시간 운영기반 가뭄상황 대응 시스템	
	가뭄 예·경보 분석기술 고도화	
	가뭄 대응 Water-Grid 구축·연계 기술 개발	



그림 7.3 제2차 로드맵 추진전략 및 비전

5) 2024-2028 중장기 기술개발 로드맵

그림 7.4와 같이 추진전략 달성을 위한 세부기술들을 반영하여 기술개발 로드맵을 작성하였다.

24-28가뭄정보분석센터 중장기 기술개발 로드맵							
추진분야	추진과제	2024	2025	2026	2027	2028	비전 및 목표
가뭄 모니터링·관망 기술	가뭄정보 통합관리 기술	가뭄정보 통합관리 시스템 구축	가뭄정보 통합관리 시스템 고도화	가뭄정보 통합관리 시스템 고도화	가뭄정보 통합관리 시스템 고도화	가뭄정보 통합관리 시스템 고도화	가뭄정보 통합관리 시스템 고도화
	가뭄 모니터링 기술	ES기반 중장기 가뭄전망 고도화	기후변화 대비 가뭄분석 기술 확보	미계측 수원등 가뭄분석기술 확보	글로벌 가뭄 모니터링 기술 개발	한국형 가뭄종합지수 고도화	실시간 운영기반· 하천 유역 물수급 모델 개발· AI 기반 가뭄정보 분석기술 개발· 적용
	가뭄대응 및 의사결정 지원 기술	실시간운영기반 가뭄상황 대응 시스템 구축	가뭄예경보 분석기술 고도화	가뭄대응 Water-Grid 구축· 연계 기술 개발	가뭄피해액을 고려한 최적 물관리 연계기술 개발		
	가뭄정보 시스템 운영	가뭄정보 포털 운영 고도화	가뭄 D/T 표준 플랫폼 개발· 연계	지자체 맞춤형 가뭄대응 시스템 개발	가뭄정보 DB 유지관리 및 기능개선 고도화	타기관 기술정보 연계 기술	
가뭄정보 분석·평가 기술	가뭄정보 분석·평가 기술	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화
	가뭄정보 분석·평가 기술	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화
가뭄정보 분석·평가 기술	가뭄정보 분석·평가 기술	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화
	가뭄정보 분석·평가 기술	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화
가뭄정보 분석·평가 기술	가뭄정보 분석·평가 기술	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화
	가뭄정보 분석·평가 기술	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화	가뭄정보 분석·평가 기술 고도화

그림 7.4 제2차 중장기 기술개발 로드맵(2024~2028)

6) 성과 및 평가

국가가뭍정보분석센터에서는 그간 1차 로드맵(2017~2021) 중장기 기술개발을 수립하고 이에 따라 실시간 가뭍정보 구축, 가뭍 모니터링 및 예측 핵심기술 확보, 가뭍 시스템 구축, 가뭍평가 위험도 분석 기술확보 등 총 15과제를 추진 완료하여 선제적 가뭍 감시 및 대응, 가뭍 대책 수립 및 사후관리를 위한 국가 가뭍 예·경보를 정착하였다.

제2차 기술개발 로드맵(2024-2028) 수립은 센터의 기술 역량 강화와 국내 가뭍 기술 선도를 위한 가이드가 될 예정으로, 수립된 내용을 기반으로 체계적인 기술 개발을 진행하여 국가 가뭍 대응 역량을 한 단계 더 업그레이드할 예정이다.

7.2 가뭄 분석기술 고도화 내역

7.2.1 운영기반 물수급 분석모형 구축 확대

1) 추진개요

물수급 모형은 2017년 실적기반 물수급 모형 개발을 시작으로 하천 유역 내 실시간 물수급 현황과 미세측지점 물부족 현황을 파악하기 위해 2023년까지 수계별로 구축 및 개선이 이루어져 왔으며, 특히 2023년에는 실시간 실측자료를 반영할 수 있는 운영기반으로 개선되어 가뭄 예·경보에 적용하기 위한 기반을 마련하였다.

그림 7.5는 2017년도에 개발한 실적기반의 물수급 모형과 2023년도에 개선한 운영기반 물수급 모형을 비교한 것이다.

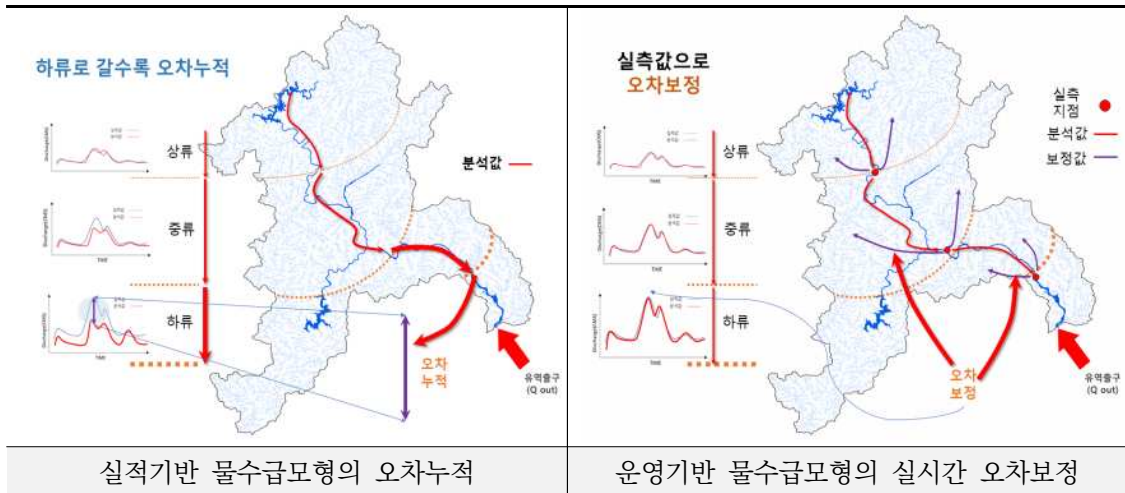


그림 7.5 실적기반(2017)과 운영기반(2023) 물수급 모형 비교

운영기반 물수급 모형은 하천 구간 중의 실측값으로 모형에서 계산된 오차에 대한 보정이 실시간으로 이루어져 실제 가뭄 예·경보 시 미세측 지점들의 물수급 현황을 보다 현실적으로 파악할 수 있다는 장점이 있다.

2) 2024년 추진 내용

2024년도에는 운영기반 물수급 모형을 가뭄 예·경보에 실제로 활용할 수 있도록 전 유역에 확대 적용하고, 지표면 유출모형 개선, 입·출력 형식 표준화, 혼재된 개발언어의 Python 변환을 통한 분석 모듈 표준화 및 유출모형 개선을 통한 분석 시간 단축 등 실시간 운영기반을 마련하고 사용성을 개선 시키기 위해 역량을 집중하였다.

- 전국단위 확대 적용

섬진강 유역을 대상으로 구축한 운영기반 물수급 모형을 영산강, 금강, 한강, 낙동강 유역 전체로 확대 적용하여 17만 개에 해당하는 분석지점에 대한 전국단위 실시간 운영기반 물수급 분석체계를 구축하였다. 일 단위 분석을 통해 미계측 지점의 물수급 현황을 분석된 유량과, 퍼센타일, 평균값으로 제공함으로써 가뭄 예·경보 참고자료로 활용할 수 있는 체계가 완성되었다.

- GR4J 적용 및 모듈 표준화

기존에 강우-유출 모의를 위해 사용되던 TANK 모형을 대체하고 분석 시간 단축을 위해 GR4J 모형을 적용하였고 다양한 언어로 구성되어 있던 물수급 모형을 Python 기반으로 통일하여 추후 개선 및 확장과 유지관리가 편리하도록 개선하였다.

- 기능개선 및 분석 시간 단축

일 단위로 분석할 경우 약 45분이 소요되던 해석 시간을 15분으로 단축하였고, 일 단위 전국유량 현황도를 기본으로 제공하여 별도 GIS 변환작업 없이 결과 확인이 가능하도록 기능을 개선하였다.

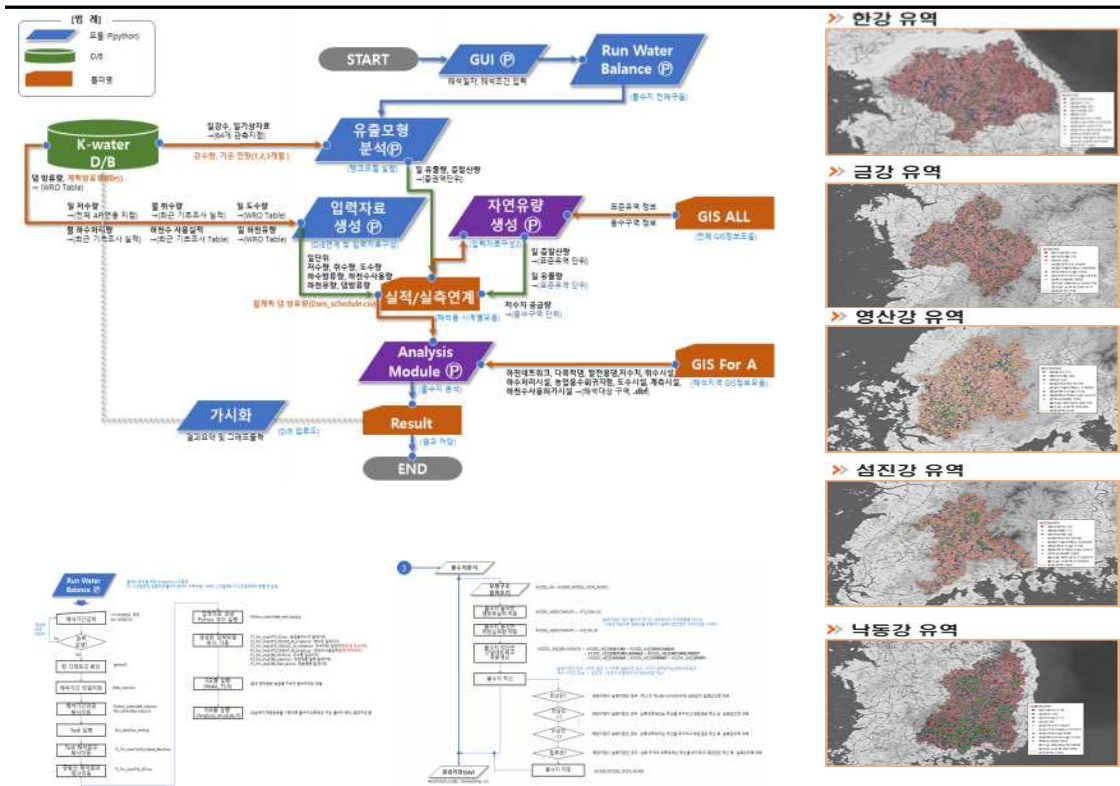


그림 7.6 물수급 모형 개요 및 유역별 구축 현황

7.2.2 공간정보 빅데이터를 활용한 가뭄 예·경보 분석기술개발(2024년)

1) 연구배경 및 필요성

현재 가뭄 정보분석은 지상관측 자료 기반으로 관측정보가 없는 미계측지역의 경우 가뭄 모니터링 및 예·경보 수행 시 불확실성을 크게 만드는 원인이 될 수 있다. 이를 극복하기 위해 원격탐사기술로 대표할 수 있는 격자 기반의 공간정보는 좋은 대안이 될 수 있으며, 최근 기술 개발이 꾸준히 이루어져 국내 수자원 위성 발사, AI 기술 개발 등과 함께 가뭄 분야에서도 활용성이 대두되고 있다.

센터에서는 1차 기술개발 로드맵에 따라 격자 단위 형태의 공간정보 빅데이터를 활용할 수 있는 가뭄 정보분석 방법을 개발하고 이를 기반으로 지상관측 자료 기반의 가뭄 정보를 보완할 수 있는 분석체계를 구축 및 활용하고자 연구개발을 진행하였다.

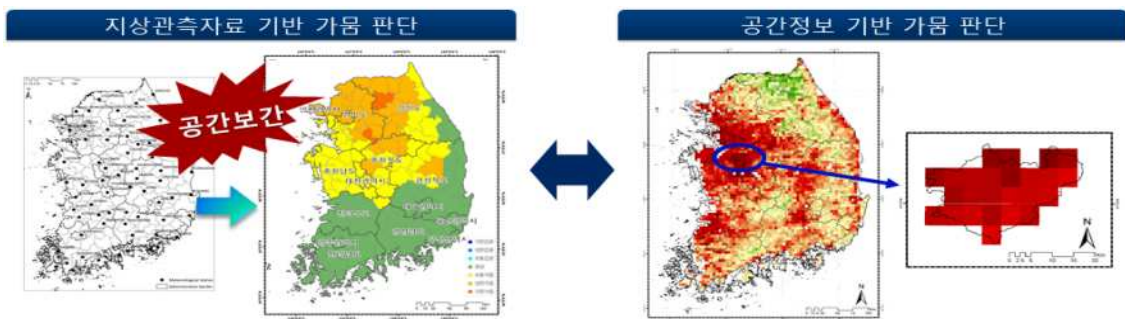


그림 7.7 공간정보 기반 가뭄 분석의 필요성

2) 3차년도 주요연구내용

2024년도는 최종연도로서 이전까지 진행된 표준화된 공간정보 데이터를 기반으로 활용할 수 있는 가뭄 시 소규모 저수지 등의 수체(水體)를 분석할 수 있는 기술 개발과 2차년도에 진행한 가뭄 전·후 피해분석 알고리즘을 모듈화하였고, 향후 추가될 모듈을 손쉽게 연동하고 데이터를 효율적으로 운영하기 위한 관리시스템을 개발 완료하였다.

(1) 수체 수위 및 저수량 예측기법과 모듈 개발

광학 위성영상과 SAR 영상기반의 수체 분석기법을 검토하였으며, 자료획득의 편리성과 추후 확장성, 정확성 등을 종합적으로 고려해 SAR 영상기반의 분석 방법을 채택하였다. 자료획득은 구글어스엔진(GEE)을 통해 획득하고 이를 관리시스템에 저장한 후 개발한 Python 모듈을 통해 분석하는 체계로 구성하였다.

그림 7.8은 SAR 영상을 3가지 수표면 분류법으로 분류한 정확도를 나타낸 것이다. 분

류기법 중 CV 값이 가장 정확도가 높게 나타났으며, 추후 실무에 활용할 수 있도록 지속적으로 적용대상을 확대하여 나갈 예정이다.

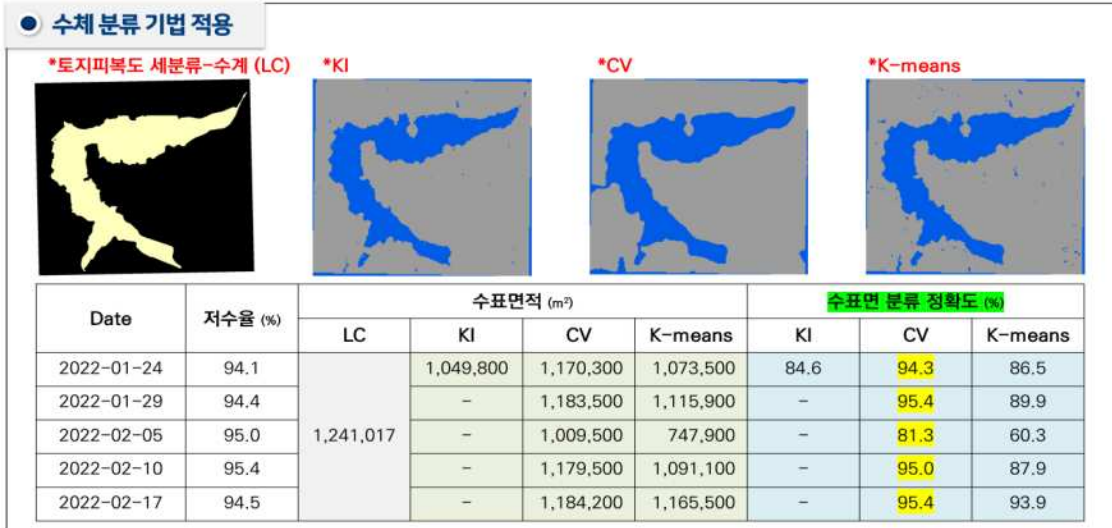


그림 7.8 SAR 영상기반 수체 분류 정확도

(2) 가뭄 전·후 피해분석 모듈 개발

증발산량 등 2차년도 11개 지표에서 8개 지표를 추가해 19개 지표에 의한 피해분석 방법을 개선하였고, 250m 해상도로 8일 간격의 분석이 가능하도록 Python 기반으로 개발하여 실무적용이 곧바로 가능하도록 진행하였다.

그림 7.9는 실제 논벼 생산량과 학습모델 예측값을 비교한 그림을 나타내고 있다.

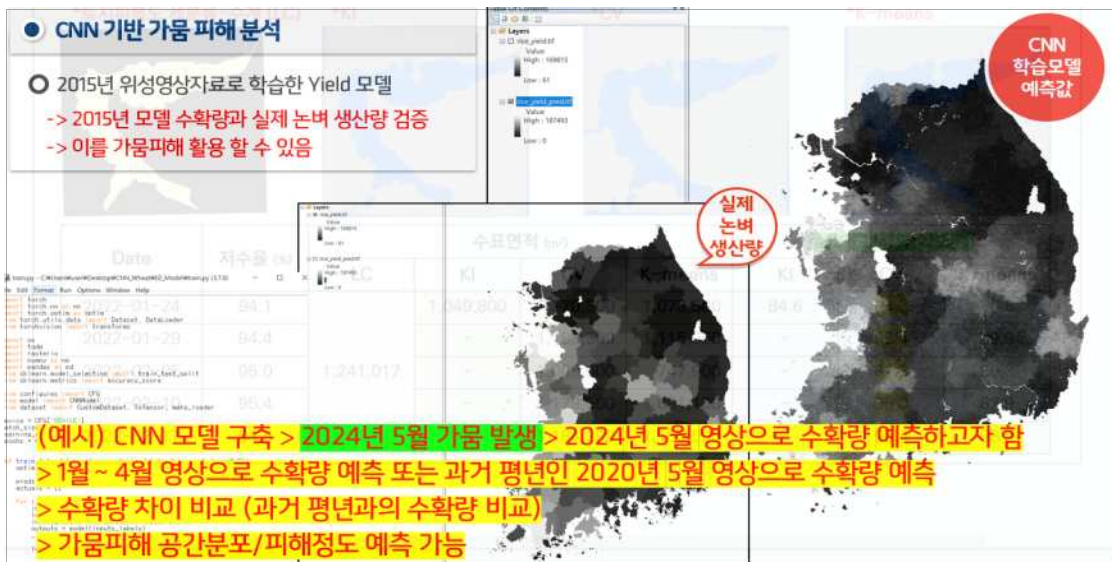


그림 7.9 2024년 확보한 CNN 기반 가뭄피해분석 체계

(3) 공간정보 관리시스템 개발 및 구축

표준화된 전처리 방법과 GeoTIFF 형식으로 GeoServer에 업로드(좌)하고 이를 별도의 조회 및 다운로드 기능(우)을 통해 손쉽게 활용할 수 있는 체계로 최종 구축하였다.



그림 7.10 관리체계(좌) 및 활용체계(우)

3) 성과 및 평가

과제의 최종 연차인 2024년에는 분석환경을 본격적으로 활용하여 미세측지역 등에 적용할 수 있는 수체 분석기법을 도출하고 가뭄 전·후 피해분석 모듈을 개발하였다. 또한, 수집 및 재생산되는 자료를 표준화하여 관리하고 이를 손쉽게 획득 및 저장할 수 있는 체계를 마련하여 활용성을 강화함으로써 추후 모듈이 추가되거나 처리할 데이터가 방대해지더라도 효율적으로 활용할 수 있는 체계가 구축되었다.

7.2.3 가뭄 시 환경적 영향을 고려하기 위한 분석체계 구축(2024년)

1) 연구 배경

최근 가뭄이 빈번하게 발생함에 따라 물부족, 하천 건천화, 수질 악화 등으로 인한 생물 종 변화, 멸종 등 심각한 환경 피해가 우려되고 있다. 이에 반해, 수자원 관련 정책 및 기술 개발은 생활용수, 농업용수, 발전용수 등 인간 중심 사용에 우선되어 환경적인 측면은 상대적으로 등한시됨에 따라 가뭄에 의해 발생하는 환경학적 영향을 고려할 수 있는 정책과 기술적 기반은 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 정립 및 개발이 필요할 것이다.

본 과업에서는 획득 가능한 정보 수준을 고려하여 가뭄 시 환경과 관련된 분야를 수질 분야, 생태계 서식처 분야 및 유역 식생 분야로 구분하고, 각 분야에 대해 가뭄 시 환경적 영향을 고려하기 위한 분석 방법을 도출하였고, 이를 기반으로 분야별 대응 방안과 가시화 방안을 마련해 환경가뭄에 대응할 수 있는 체계를 구축하고자 하였다.

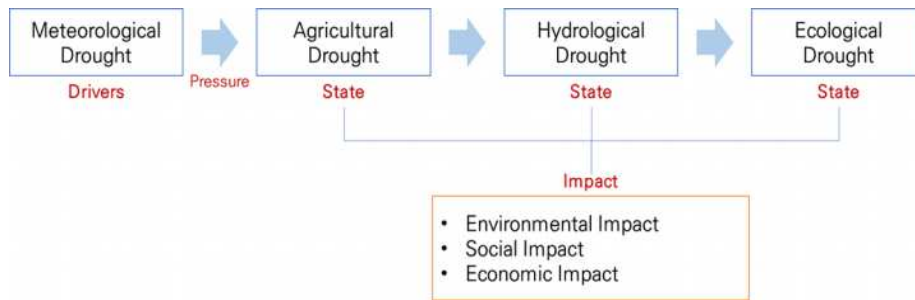


그림 7.11 가뭄의 흐름과 환경, 경제적 영향 개요

2) 1~3차년도 주요 연구내용

그림 7.12는 전체 연구기간(1~4차년도)의 연차별 주요 내용을 도시한 것이다. 1차년도에는 가뭄 시 환경적 영향을 고려할 수 있는 인자를 선정하고 평가하기 위한 방법을 도출하였다. 이를 기반으로 2차년도에는 도출한 방법론을 검증하고 시범 적용하여 등급을 구분하고 평가할 수 있는 기준을 마련하였다. 3차년도에는 그간 진행해 온 연구성과를 바탕으로 가뭄 시 환경적 영향을 종합적으로 검토하여 '환경가뭄'을 분석할 수 있는

기법을 개발하였고 정보를 생산·운영하기 위한 분석체계를 구축하였다.

개발된 모든 모듈은 Python 기반으로 구축하여 추후 확정성과 운영상의 편의성을 확보하였고 도출된 평가기법은 전문가 자문 등을 통해 의견수렴 및 검증을 진행하였다.

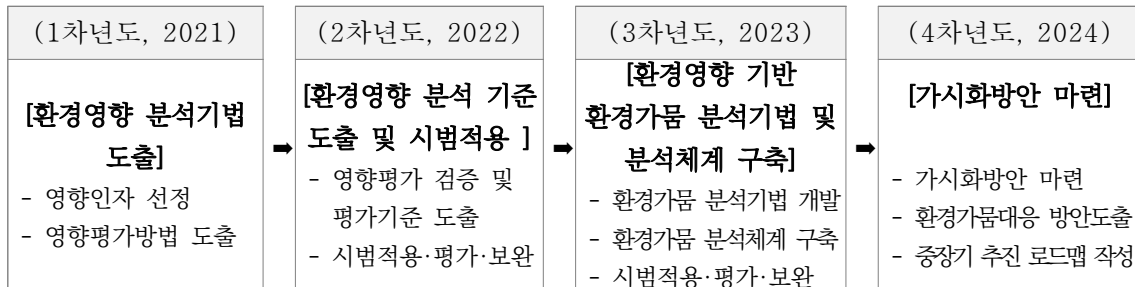


그림 7.12 연도별 추진내용

3) 4차년도 주요 추진내용

(1) 환경가뭄 분야별 기준 마련

표 7.3에서 표 7.5까지는 4차년도에 최종적으로 정리한 분야별(수질, 식생, 생태) 환경가뭄을 나타내기 위한 등급별 기준과 각 등급별 상황을 설명한 것이다.

표 7.3 수질가뭄 등급별 기준 및 설명

등급	수질가뭄 등급별 기준(EDCI-wq)				수질가뭄 등급별 상황
	수온	pH	BOD*	TOC	
약한가뭄 (Blue)	1	1	1	1	하천 수질이 가뭄으로 인한 영향을 받기 시작하는 단계
보통가뭄 (Yellow)	1.5	1.3	1.3	1.3	가뭄으로 인하여 하천 수질이 악화하기 시작하는 단계
심한가뭄 (Orange)	2.4	2.2	2.4	2.5	가뭄으로 인하여 하천 수질이 악화된 단계
극한가뭄 (Red)	4.7	4.3	5.0	5.2	가뭄으로 인하여 하천 수질이 심각하게 악화된 단계

* 목표수질 초과 시 기준

표 7.4 식생가뭄 등급별 기준 및 설명

등급	식생가뭄 등급별 기준(EDCI-veg)	식생가뭄 등급별 상황
약한가뭄 (Blue)	기상학적 가뭄 상황(SPI≤-1)에서 EDCI-veg가 1.0 이상일 때	유역 식생이 가뭄으로 인해 영향을 받기 시작하는 상황
보통가뭄 (Yellow)	기상학적 가뭄 상황(SPI≤-1)에서 EDCI-veg가 1.5 이상일 때 * 식생 건강성이 악화되었을 때 발령(VHI≤40)	가뭄으로 인해 유역 식생의 건강성이 악화하기 시작하는 상황
심한가뭄 (Orange)	기상학적 가뭄 상황(SPI≤-1)에서 EDCI-veg가 2.5 이상일 때 * 식생 건강성이 악화되었을 때 발령(VHI≤40)	가뭄으로 인해 유역 식생의 건강성이 악화된 상황
극한가뭄 (Red)	기상학적 가뭄 상황(SPI≤-1)에서 EDCI-veg가 4.7 이상일 때 * 식생 건강성이 악화되었을 때 발령(VHI≤40)	가뭄으로 인해 유역 식생의 건강성이 극심하게 악화된 상황

표 7.5 생태가뭄 등급별 기준 및 설명

등급	수생태가뭄 등급별 기준(EDCI_FH)	수생태가뭄 등급별 상황
약한가뭄 (Blue)	하천유량이 생태계(어류) 서식에 필요한 생태계 기저유량(Aquatic Base Flow, ABF)보다 적은 초기단계	초기 경고 상태 하천유량에 관심 필요
보통가뭄 (Yellow)	하천유량이 생태계(어류)의 서식에 필요한 생태계 기저유량(Aquatic Base Flow, ABF)보다 적은 상태가 일정기간(1개월 이상) 이상 지속되어 생태유량관리에 주의가 필요한 단계	생태유량 관리 필요
심한가뭄 (Orange)	하천유량이 생태학적 한계유량(Extreme Low Flow)에 근접하여 어류 서식처 확보에 문제가 발생하는 단계	어류 서식처 확보에 문제 발생
극한가뭄 (Red)	하천유량이 생태학적 한계유량(Extreme Low Flow)보다 적어 어류의 생존이 불가능한 상태 (확보된 비상용 생태유량 공급이 필요한 상황)	어류생존 불가능 비상 생태유량 공급방안 마련

(2) 환경가뭄 분야별 대응 방안 제시

환경가뭄 분야별 대응 방안을 검토하기 위해 국내 환경가뭄 관련 피해사례를 조사하고 이를 기반으로 환경가뭄 분석 결과의 종합적 비교·검토·평가를 진행하였으며, 도출한 환경가뭄 분석체계의 한계와 이에 대한 대응 방안을 제시하였다.

수질 분야는 미세측 유역 등 실측데이터의 한계를 극복하기 위한 다양한 유역의 장기 유출모형을 통한 유량 데이터 구축·운영과 인공지능 모델을 접목하여 정교한 유량 자료 확보가 가능하다. 그림 7.13과 같이 구축된 유량 자료를 활용하여 기상학적 가뭄 → 수문학적 가뭄 → 수질 환경가뭄으로 전파되는 분석체계를 마련한다면 수질 환경가뭄 개선을 위한 필요유량 산정 등의 효과적인 수질 환경가뭄 대응 방안 마련이 가능할 것이다.

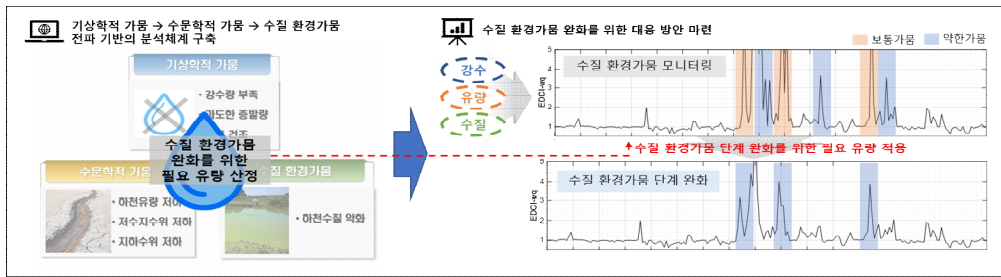


그림 7.13 수질 환경가뭄 대응 방안

수생태 분야는 각 유역별 유량 부족이 지역적 특성과 기후변화에 따라 다르게 나타나므로 체계적이고 종합적인 대응 방안 마련이 필요하다. 5대강 유역 내 고시된 하천 유지 유량과 Aquatic Base Flow(ABF)를 기준으로 월별 유량 부족일수 및 월평균 부족유량을 평가하여 정책 수립 등의 대응 시 활용이 가능하다.

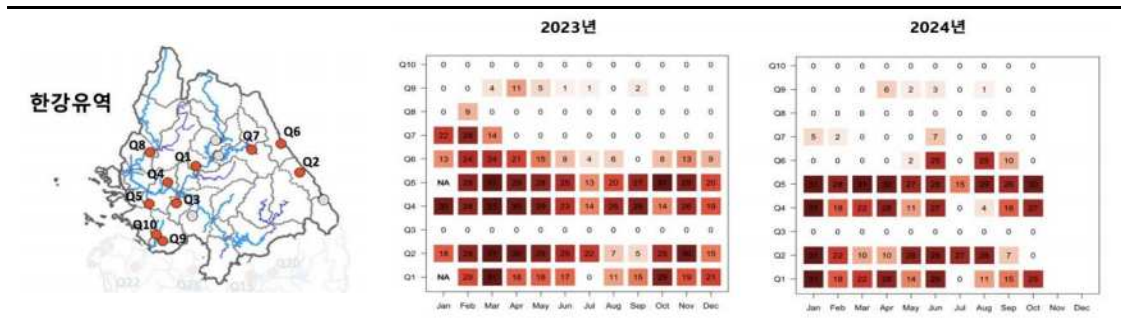


그림 7.14 수생태 분야, 월별유량 부족일수 평가예시(한강유역)

식생 분야는 자료의 낮은 해상도(5km)로 인해 대응 방안 마련이 어려우므로 다양한 해상도의 원격탐사자료 등 높은 시공간 해상도의 감시 분석체계 마련이 필요하다. 고해상도 데이터 기반의 환경가뭄 감시를 통해 농업 분야(특히, 발작물 중심)의 식생 환경가뭄 상황을 파악한다면 그에 따른 물 관리, 피해 최소화 등의 대응 방안 마련이 가능할 것이다.

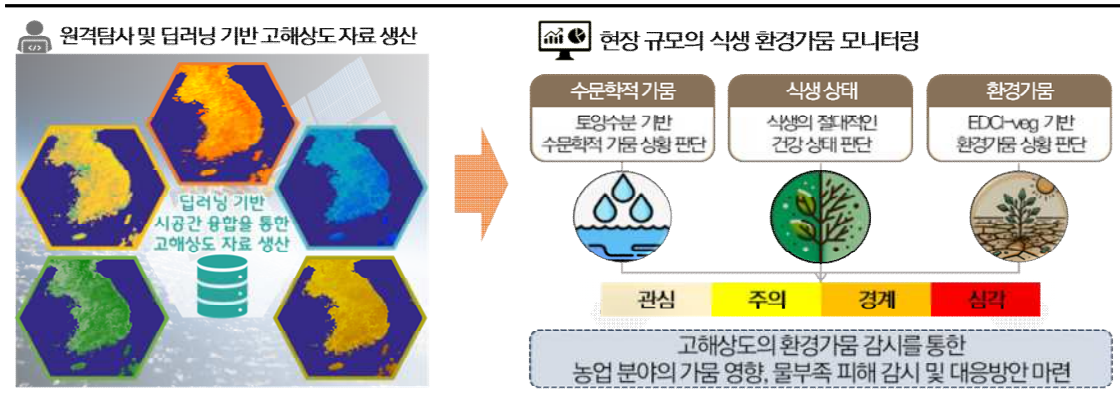


그림 7.15 식생 환경가뭄 대응 방안

(3) 환경가뭄 가시화 방안도출

분야별로 환경가뭄을 효과적으로 표출할 수 있도록 표출항목을 도출하고 이를 기반으로 분야별 화면설계(안)를 마련하였다. 기본적으로 운영자와 수요자가 이해하기 위한 쉬운 정보제공을 목표로 데이터 시각화를 구상하였고 유역 및 하천 선택기능과 정보관리 기능을 포함하여 추후 확장성을 고려하였다. 그림 7.19는 분야별 마련한 가시화 방안의 예시화면이다.



그림 7.16 환경가뭄 가시화 방안(수질(좌), 수생태(중), 식생(우))

3) 성과 및 평가


센터에서는 본 과업을 통해 가뭄 시 환경적 영향을 고려하고 적절한 대응 전략 수립이 가능하도록 ‘환경가뭄’을 정의하고 단계별 모니터링 기준을 도출하였으며 수질, 수생태, 식생 분야별 환경가뭄 대응 방안을 검토하였다. 또한, Python 기반으로 분석체계를 구축하고 4차년도에는 가시화 방안을 마련하여 추후 지속적으로 정보생산과 확인이 가능한 체계를 마련하였다. 향후 지속적인 정보생산과 분석을 통해 도출한 모니터링 기준과 대응 방안을 보완하고 필요한 조사사업을 병행한다면 본 과업을 기반으로 아직 시작 단계에 불과한 국내 환경가뭄 기술이 정착되고 적절한 대응이 이루어지는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

7.2.4 댐 가뭄대응체계 개선방안 연구

1) 연구배경 및 필요성

최근 기후위기로 가뭄 발생 빈도가 잦아지고 정도는 심해지고 있다. 특히 2022년~2023년 광주·전남지역에는 극심한 가뭄이 발생한 것을 계기로, 이상기후와 사회적 여건 등을 고려한 댐 용수 관리체계와 가뭄 대응 체계의 적정성을 진단하고 댐 용수관리 개선 방안에 대한 연구의 필요성이 제기되어 환경부 대행사업인 수자원종합연구 내 과업으로 연구용역을 진행하게 되었다.

√ 기후변화 영향, 강수패턴은 집중호우와 마른장마, 지역적 편중으로 매년 국지적 가뭄피해 발생
 - 기상관측 '73~ 이후 5~7년 주기 전국적 가뭄 반복, '12년 이후 매년 발생 ☞ 지역적 가뭄 발생 빈도 증가



√ ('22년) 봄가뭄→마른장마→강수의 불균형수도권(호우), 남부(가뭄)발생, 남부지방은 극심한 가뭄 지속
 - 역대 최대! 17개댐 가뭄단계 발령 ☞ (가뭄발령) 한강 3개, 낙동강 8개, 금강 2개, 영·섬 4개
 - 주암댐 1992년 준공 이후, 역대 최악의 가뭄상황 발생

√ (사회적여건) 댐 패러다임 변화로 수요증가, 설계 시 이수안전도10~20년에 1번 물부족 허용을 적용함에도 실제 댐 운영에서는 물 부족이 발생하면 안 된다는 사회적 요구 지속

2) 주요 연구내용

주요 연구내용은 현재의 댐 용수관리 및 가뭄 대응 체계 적정성 진단과 개선방안 마련으로 국내·외 현황조사 및 분석, 가뭄 판단 및 대응 체계 개선, 댐 용수관리개선, 기술·제도상 제언으로 4가지 부분으로 나누어 수행 중이다.

국내·외 현황조사 및 분석 부분에서는 국내·외 가뭄 발생 및 전망에 관한 연구사례 조사와 용수공급 현황, 기관별 가뭄 정보 공유·관리 현황, 과거 가뭄 대응 사례 및 가뭄 대응 대책이행 현황을 조사하였다. 국내 가뭄 발생 빈도(주기)의 경우 지역적으로 차이가 있으나, 5~7년 주기의 가뭄이 발생한 것으로 나타났으며, 국외의 경우 미국, 케냐, 호주에서는 8년의 주기성을 브라질, 스페인은 4년의 주기성을 보였다. 또한, 국내 가뭄 관리는 관계부처 합동 TF를 시행 중이지만 소관 부처, 개별 기관이 각자의 기준으로 위기 단계를 판단하고 조치를 시행하고 있어, 부처 간 종합적인 정보의 제공이 필요한 것으로 조사되었다.

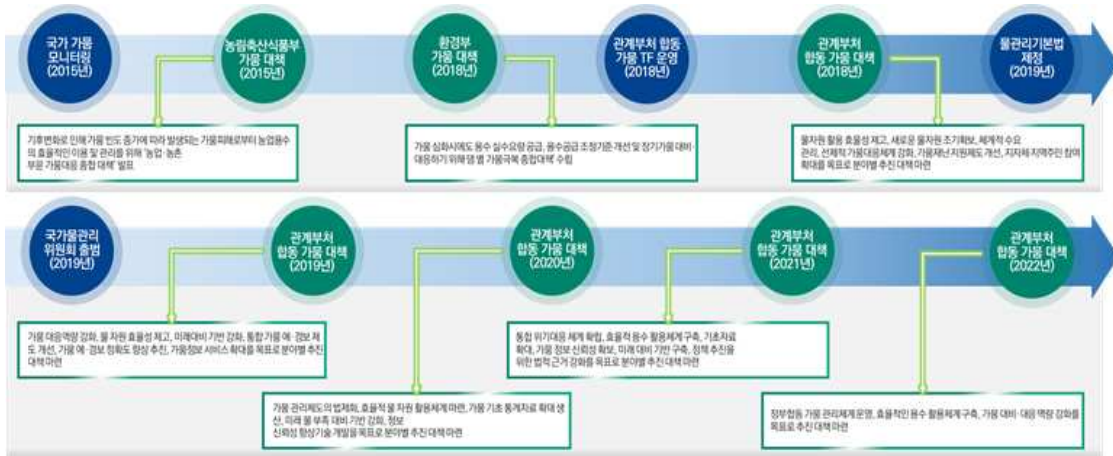


그림 7.17 주요 가뭄 및 대책 수립 현황

가뭄 판단 및 대응 체계 개선의 경우 국가 가뭄 예·경보(생·공부문)의 가뭄 상황 판단 기준을 개선하기 위하여 기타수원(지자체댐, 농업용댐, 하천)의 가뭄 판단 기준과 다중수원 지역의 가뭄 판단 방법을 연구 중으로, 기타수원의 경우 공급가능일수와 백분위수를 활용한 가뭄 판단 기준을 수립하여 과거 가뭄 실적과 비교하여 수원별 적합한 판단방안을 제안할 예정이다. 다중수원 지역 가뭄 판단의 경우는 수원의 공급 비율을 가중치로 고려하여 정상 0, 관심 1, 주의 2, 경계 3, 심각 4로 수치화를 통해 범위에 따라 가뭄 단계를 판단하는 방법을 제안하였다. 이와 관련하여 과거 가뭄 실적이 있는 대구광역시에 적용하여 본 결과는 아래 표와 같다. 이 외에도 현재 운영 중인 댐 용수공급 조정기준에 대한 개선방안을 검토 중이다.

표 7.6 제안한 방법에 따른 다중수원 지역(대구광역시) 가뭄단계

날짜	가창댐 (4.2%)	공산댐 (2.7%)	김천부항댐 (0.1%)	안동댐 (67.8%)	운문댐 (25.2%)	대구광역시	
						제안	현재
1월18일	0 (정상)	0 (정상)	0 (정상)	1 (관심)	0 (정상)	0.678 (관심)	관심
2월12일	0 (정상)	1 (관심)	0 (정상)	1 (관심)	0 (정상)	0.705 (관심)	관심
3월23일	0 (정상)	1 (관심)	0 (정상)	2 (주의)	1 (관심)	1.638 (주의)	주의
5월9일	0 (정상)	1 (관심)	0 (정상)	2 (주의)	2 (주의)	1.893 (주의)	주의
6월30일	0 (정상)	0 (정상)	0 (정상)	0 (정상)	2 (주의)	0.510 (관심)	주의

댐 용수관리 개선 부분에서는 가뭄단계별 용수관리의 적정성을 평가하여 개선 할 수 있는 방안을 도출하기 위한 검토를 수행 중이며, 극한가뭄에 대비하기 위한 댐 용수 관리를 위해 해외사례를 참고하여 극한가뭄에 대해 정의하고 댐별 추가 확보방안에 대하여 검토하였다. 댐별 추가 확보방안에는 비상·사수용량 활용방안을 검토·제안하였다.

표 7.7 국내·외 극한가뭄 관련 사례 및 문헌검토 내용

국외	국내
<ul style="list-style-type: none"> • 미국 NOAA에서는 극한가뭄을 지난 20년 동안 다른 가뭄과 비교할 때 심각도, 기간 또는 공간적 범위 측면에서 특히 극심한 지속적이고 다년간의 가뭄 현상으로 정의함 • 미국 가뭄 모니터링(U.S. Drought Monitor)에서는 D3단계의 가뭄을 극한가뭄으로 분류하며, 이는 매우 심각한 가뭄 상황을 의미함. 주요 평가지표로는 PDSI 값이 -4 이하인 경우, SPI가 -2 이하인 경우가 있음 • 다양한 연구에서 정의된 극한가뭄은 <ul style="list-style-type: none"> ① 강도가 높은 가뭄, ② 비정상적으로 넓은 공간범위, ③ 지속기간과 같은 뚜렷한 가뭄 특성을 가지고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • CCAW(기후변화 대비 수자원 적응기술 개발 연구단)에서는 가뭄 모니터링 결과, 수자원 활용가능 기간, 가뭄사상의 재현기간 3가지 인자를 활용하여 극한가뭄을 판단하기 위한 기준을 제시함 • 지역 기반 메가가뭄 대비 기술개발 연구에서는 메가가뭄을 판단할 수 있는 절차를 제안하였고, A(지속일수, SPI6), B(WSCI 기반 수자원 활용기간), C(반복년수), D(재현기간)을 평가하고 해당 가뭄사상 심도의 지역적 과거 경험여부를 정량적으로 판단하고 해당요소(E)를 고려하여 가뭄 판단을 위한 기준을 제시함

마지막으로 기술·제도 협업방안 및 제언에서는 가뭄 관련 법령과 규정을 정리하여 가뭄 상황 시 관리체계를 강화할 수 있도록 제·개정안을 검토·제안 중이며, 혼재된 가뭄 관련 용어 및 표현방안에 대한 표준화 방안을 도출하였다.

7.3 지하수 이용지역 가뭄 전망모형 고도화

7.3.1 배경 및 목적

센터에서는 전국의 지하수 이용 지역을 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 활용 중이다. 분석자료인 강수관측소와 국가지하수관측망 자료는 관측소별 위치와 개수가 달라 직접적으로 관계학습이 불가하므로 가뭄 예·경보 발령단위인 시·군으로 분석 단위를 통일하였다. 분석 단위의 통일은 Thiessen Network를 구축하여 시군별로 각 관측소의 기여면적 비율을 산정하는 방법을 사용하였다.

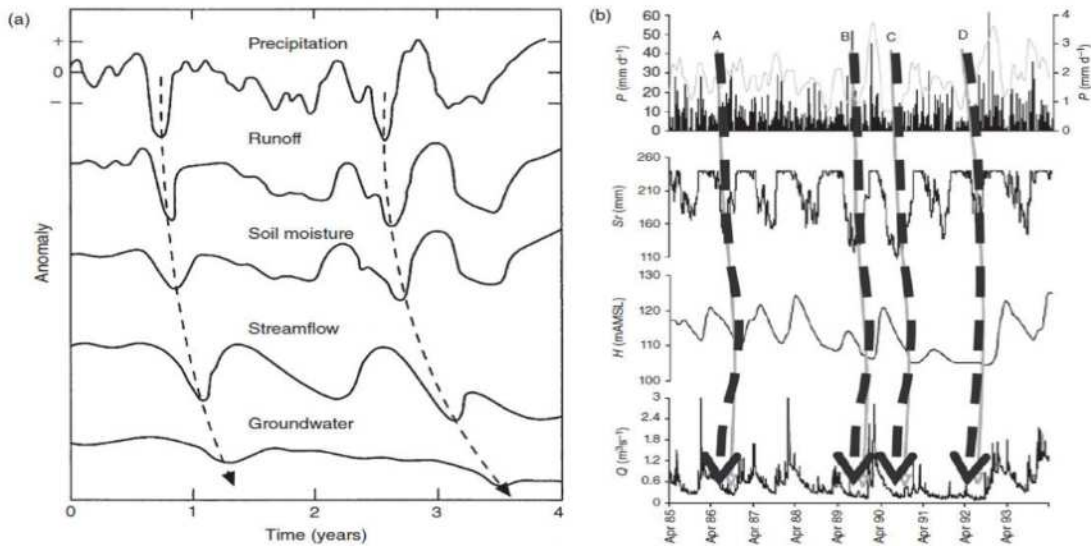


그림 7.18 다양한 수문인자들에 대한 강수 과부족의 전파(Van Loon, 2015)

분석 초기 단계에서는 표준지하수지수(SGI, standard groundwater index)와 1~12개월 지속기간별 표준강수지수(SPI, standard precipitation index)간의 상관관계를 활용하였으나, 이 경우 SGI와 지하수위 간의 역전 현상이 발생할 수 있는 문제가 있다. 예를 들어 여름의 경우 겨울철보다 지하수위가 더 높아 절대적인 취수가능량이 더 많음에도 불구하고, SGI 값은 겨울보다 더 낮은 현상이 발생할 수 있는 것이다. 따라서 기존의 SGI를 활용한 방법은 지하수위의 표고가 낮을수록 안정적 취수가 어려울 수 있다는 개념을 적용하여 보완할 필요성이 있다.

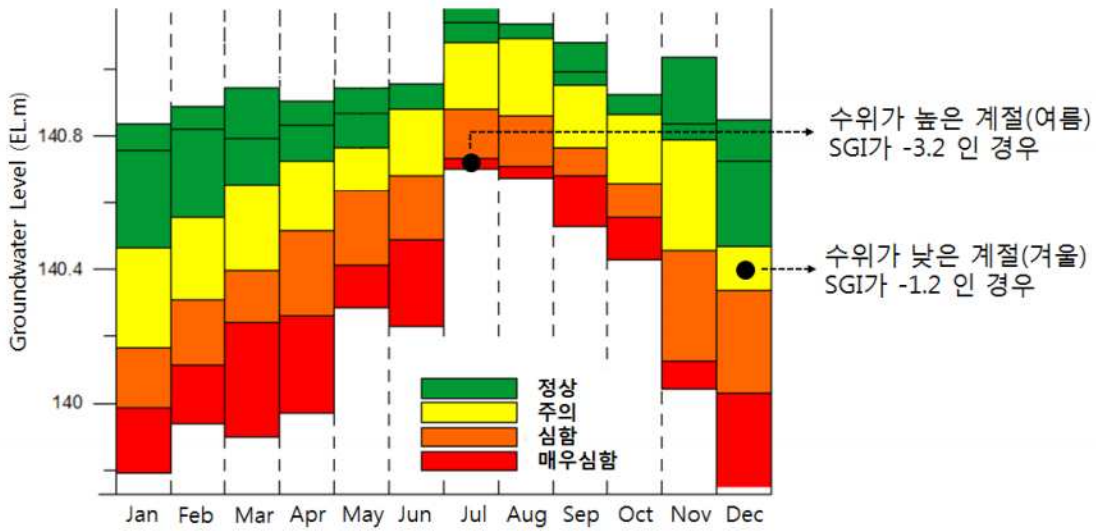


그림 7.19 계절에 따른 SGI와 실제 취수상황의 차이

과거 전체 지하수위 분포 대비 현재 수위의 높고 낮은 정도인 퍼센타일을 활용한 분석기법은 SGI-지하수위 간의 역전 현상과 같은 문제점을 개선할 수 있다. 분석 결과는 SGI가 아닌 퍼센타일로 최종 산출되며, 퍼센타일 값을 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 전망 값을 산출하고 이를 통해 지하수위 값을 역 산출하는 방식이다. 이렇게 역으로 산출된 지하수위를 다시 전 기간 수위 모집단에 대입하여 퍼센타일 값을 추출하게 되면 일관성 있는 퍼센타일 형태의 전망 결과를 산출할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 인공지능망 모형을 고도화 및 다중선형회귀분석 모형과 비교하여 지하수 가뭄 현황 및 전망 분석기법의 신뢰도를 개선 및 평가하고자 한다.

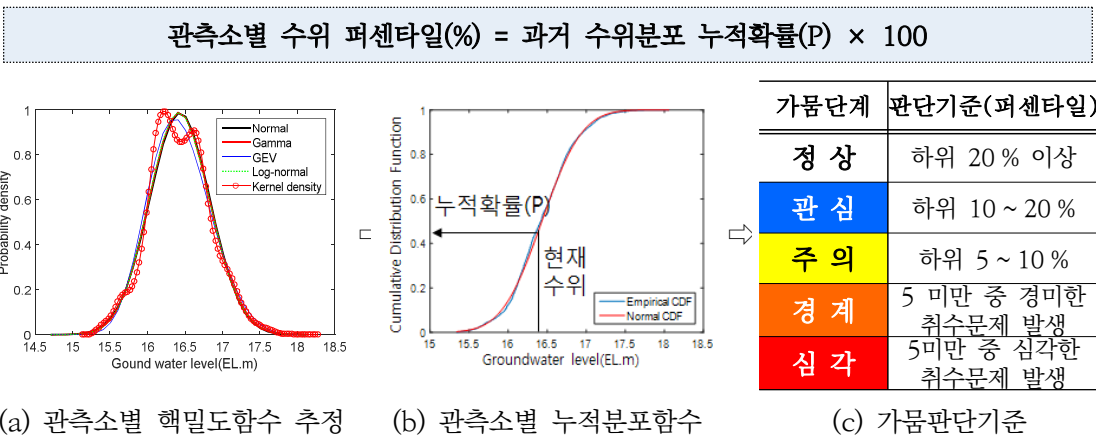
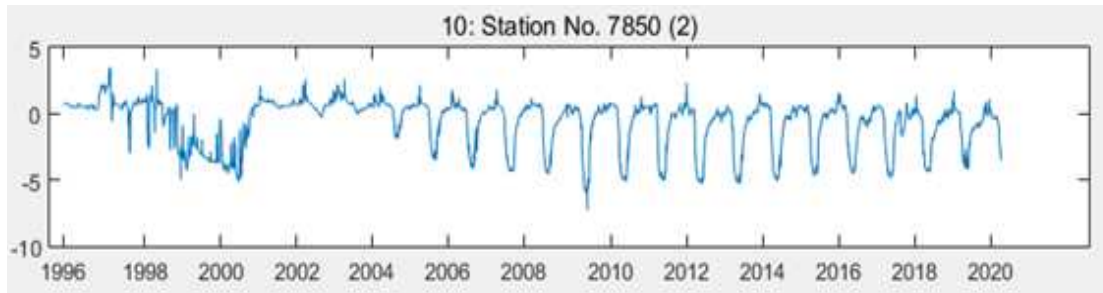


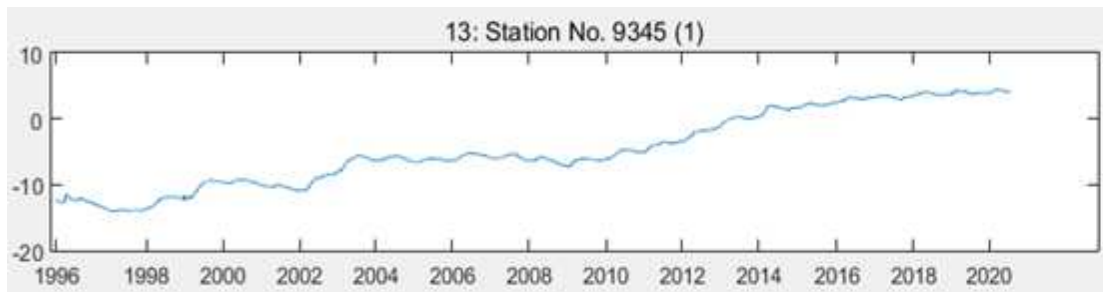
그림 7.20 퍼센타일을 이용한 가뭄 분석방법

7.3.2 지하수 가뭄 전망모형 고도화

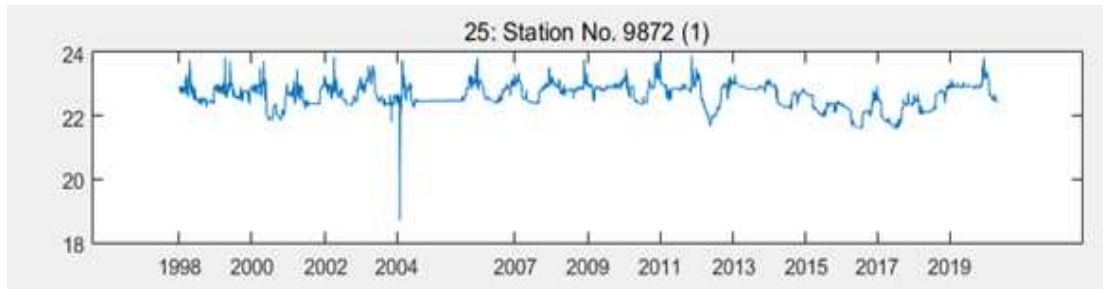
지하수 가뭄 전망은 매년 발간되는「지하수측정연보」의 국가지하수관측망 관측자료를 인공신경망 모형의 기초자료로 반영하여 결과를 분석 및 제공하고 있다. 모형 학습 기초자료는 관측소 중 10년 이상 관측 자료가 확보된 지점을 대상으로 자료의 경향성을 검토 및 선별하여 활용한다. 관측 자료가 관측지점 이전 등의 사유로 지하수위 변동 특성이 달라지는 경우, 지속적인 수위 하강 등으로 인해 계절적 변동 특성을 가지지 않는 경우 등은 학습 기초자료에서 제외하며, 일부 시점에서 오측이 발생하는 경우 해당 값만을 제외하고 기초자료에 반영한다.



(a) 지하수위 변동특성이 달라지는 경우



(b) 계절적 특성에 의한 변동이 아닌 경우



(c) 일부 시점에서 오측이 발생하는 경우

그림 7.21 인공신경망 모형 학습자료 이상치 검토

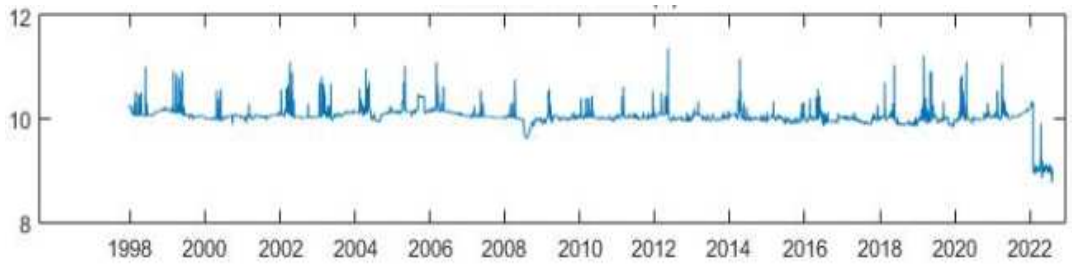
본 연구에서는 2023년 말을 기준으로 조사된 「2024 지하수측정정보」의 자료를 추가하여 인공신경망 모형을 개선하였다. 2023년 말 기준 자동측정 중인 국가지하수관측망은 총 634개소로 전년 587개소 대비 47개소가 증가하였다. 이 중 10년 이상 같은 지점에서 연속적으로 관측 자료가 수집된 지점을 선별하였으며, 관측 자료의 경향성 및 오측 값을 검토 후 분석 기초자료로 활용하였다.

관측 자료 검토 결과 인공신경망의 입력자료로 활용 가능한 관측소는 2023년 264개소 대비 9개소가 증가한 273개소이다. 모형 기초자료에는 2012년에 신규로 설치 또는 시설개선을 수행한 관측소를 추가하여야 한다. 이에 해당하는 관측소의 개수는 총 21개소이나, 이 중 9개소는 최근 시설개선 등으로 인해 제외하여 12개소를 신규 반영하였다. 기존에 분석 기초자료로 활용하던 관측소 264개소 중 3개소는 지하수위 검토 결과 기초자료에서 제외하였다.

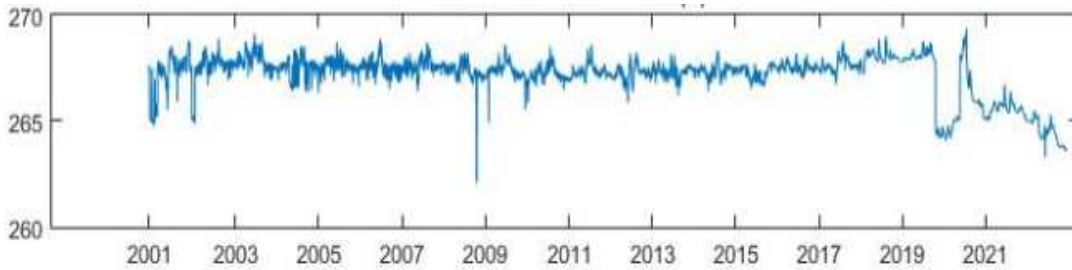
표 7.8 국가지하수관측소 기초자료 활용여부 검토

구분	관측소명	관측소번호	설치년도	특이사항	활용여부	비고
추가 대상	남원사매	601714	2012	-	O	2012년 설치지점
	강진읍천	601716	2012	-	O	
	경주외동	603270	2012	-	O	
	고흥영남	601715	2012	-	O	
	광주남중	603271	2012	-	O	
	광주도척	601739	2012	-	O	
	김제죽산	601713	2012	-	O	
	안동녹전	603272	2012	-	O	
	안동와룡	603273	2012	-	O	
	영주풍기	603275	2012	-	O	
	청송진보	603274	2012	-	O	
춘천서면	601661	2012	-	O		
제외 대상	울산온양	9864	1997	지하수위 검토결과 제외	X	기초자료에서 제외
	진안정천	65598	2000		X	
	함평월야	514309	2010		X	

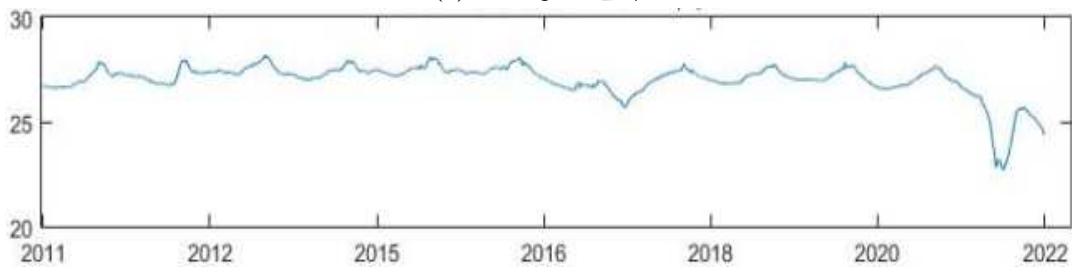
지하수위 검토 결과 기초자료에서 제외한 3개 지점의 지하수위는 그림 7.22와 같다. 먼저 울산온양, 함평월야 관측소의 경우 최근 지하수위가 큰 폭으로 변화하여 오측 가능성이 높아 제외하였다. 진안정천 관측소의 경우 2019년 지하수위 경향성이 변동되었고, 변화 이후의 관측 기간이 짧아 기초자료로 활용이 불가하여 제외하였다.



(a) 울산온양 관측소



(b) 진안정천 관측소



(c) 함평월야 관측소

그림 7.22 지하수위 검토결과 기초자료에서 제외한 지점의 지하수위 현황

기초자료 선별 작업 이후, 인공신경망 모형을 갱신자료 기반으로 재학습하기 위해 2023년 264개소에서 2024년 273개소로 변동된 분석대상 관측소를 기준으로 Thiessen Network를 재구성하였다. 이후 Thiessen Network를 통해 도출된 관측소별 기여면적 비율을 각 시·군별로 산정하여 기초자료를 구성하였다.

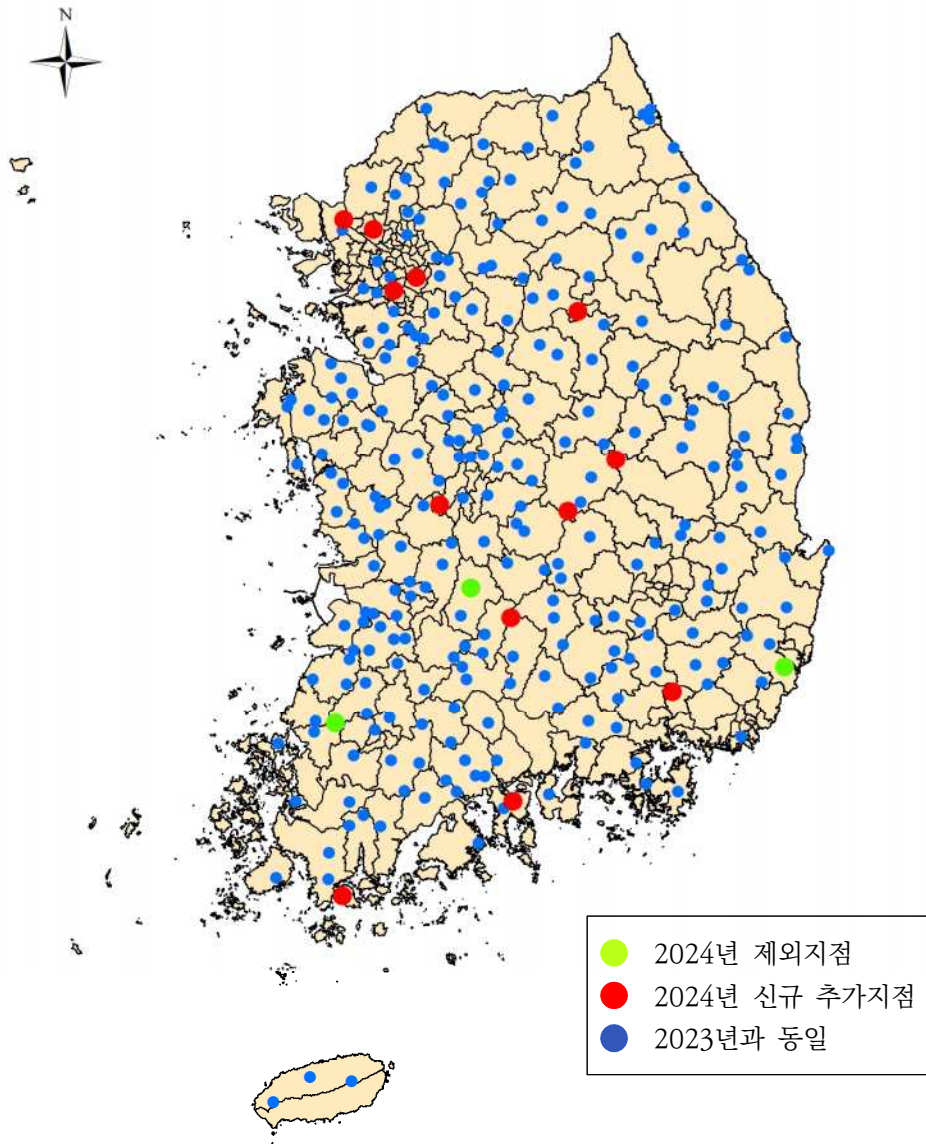
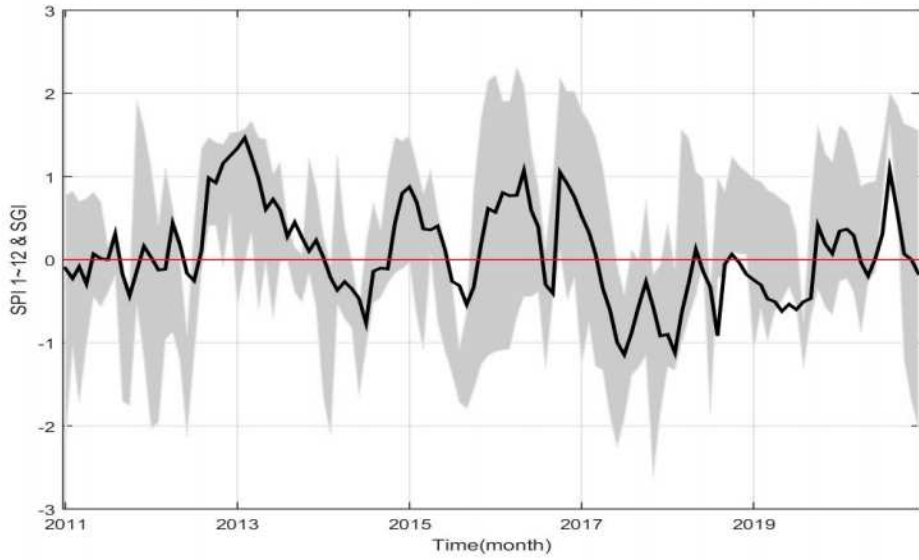
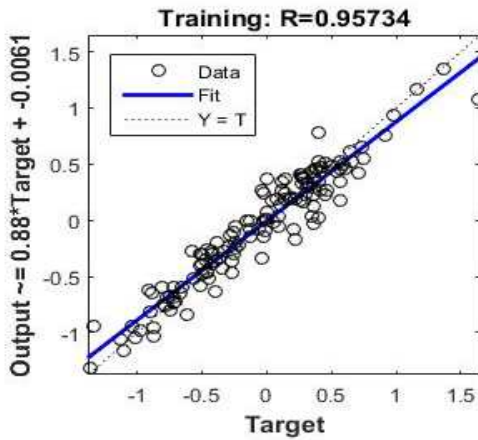


그림 7.23 Thiessen Network 생성에 활용된 관측소 현황

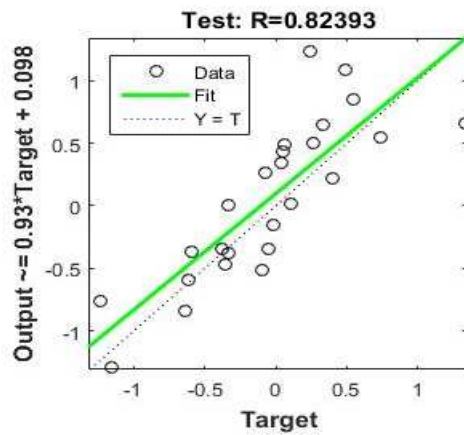
이후 각각의 시·군별로 167개의 인공지능망 모형을 학습시켰으며, 관계학습 결과와 모형검증 결과가 모두 상관계수 0.7 이상인 경우에만 모형을 채택하였다. 학습 결과 모형 상관계수는 41개 시군에서 0.9 이상 1 이하, 61개 시군에서 0.8 이상 0.9 미만, 65개 시군에서 0.7 이상 0.8 미만의 결과가 도출되었다.



(a) SPI 1~12 범위와 SGI 거동 비교



(b) 관계학습 결과 (R = 0.96)



(c) 모형검증 결과 (R = 0.82)

그림 7.24 인공지능망을 통한 SPI1~12와 SGI 관계학습 및 검증

지하수 가뭄 전망을 위해 구축된 인공지능망 모형의 상관계수는 연도별로 아래와 같다. 2024년 모형의 상관계수는 0.83으로, 2020년부터 2023년까지의 모형 상관계수의 전체 평균과 비슷한 값을 가진다.

표 7.9 연도별 지하수 전망모형 상관계수

구 분		2020년 모형	2021년 모형	2022년 모형	2023년 모형	2024년 모형
상관계수 (R)	Train	0.83	0.87	0.92	0.86	0.84
	Test	0.80	0.78	0.68	0.75	0.78
	All	0.82	0.84	0.86	0.84	0.83

제8장 가뭄정보 분석시스템

8.1 가뭄정보 분석시스템 운영관리 및 고도화

8.2 가뭄 DB 품질 개선 활동 및 성과

8.3 성과 및 평가

제8장 가뭄정보 분석시스템

8.1 가뭄정보 분석시스템 운영관리 및 고도화

8.1.1 가뭄정보 분석시스템 운영관리 현황

1) 추진내용

가뭄정보 분석시스템은 가뭄정보 서비스 운영 및 고도화를 통하여 정보의 활용성과 접근성을 제고하고, 궁극적으로 국민과 함께하는 가뭄정보 유통을 실현하고자 한다.

2024년의 주요 추진성과는 첫째, 국가가뭄정보포털의 대국민 소통창구 확대를 통해 콘텐츠/시스템 기능개선 등 의견에 귀를 기울여 사용자에게 다가가는 서비스를 제공하고 자 하였다. 둘째, 국가가뭄정보센터가 행정안전부로부터 안전교육기관으로 지정됨에 따라 온라인상에서 교육의 신청, 관리가 가능하도록 시스템 체계를 구축하였다. 셋째, 가뭄정보의 서비스 강화를 위해 시스템 성능개선, 장애 처리 시간 단축, 보안 수준 향상 등 지속적으로 운영환경을 개선하였다.

표 8.1 2024년 주요 추진내용

항 목	추진 계획	비 고
가뭄교육신청	○ 가뭄교육일정 예약 및 확인 온라인 서비스	
만족도 관리	○ 가뭄정보포털 서비스 품질향상을 위해 페이지별 사용자의 UI·UX, 콘텐츠 만족도 조사 체계 구축	
유지관리	○ 가뭄정보포털 응답 속도향상	

2) 국가가뭄정보포털 운영현황

국가가뭄정보포털의 접속통계 현황은 국가가뭄정보포털 관리자 페이지에 시스템별 접속통계 메뉴를 구현하여 기간별/메뉴별 접속통계 현황 정보를 활용하고 추가로 구글 애널리틱스 로그분석을 활용하여 콘텐츠 보완·개선 등 가뭄 콘텐츠 품질 강화 기반을 마련하였다.

국가가뭄정보포털의 2024년 1월부터 12월까지 접속통계 결과는 총 796,487명이 접속하였고, 일평균 1,237명이 접속한 결과이다. 접속 건수를 K-water 외부와 내부로 구분하면, 외부 727,057(91.3%), 내부 69,430(8.7%)가 국가가뭄정보포털을 이용하였다.

표 8.2 국가가뭄정보포털 접속 현황 (세션 기준, 기간: '24.01.01.~12.31.)

총 계	내 부	외 부
796,487	69,430	727,057

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

월별 국가가뭄정보포털 접속통계 현황을 아래 표와 그림에 도식화하였다.

표 8.3 국가가뭄정보포털 월별 접속 현황 (세션 기준, 기간: '24.01.01.~12.31.)

구 분	방문자수	사용자 그룹		접근 기기	
	총계	내부	외부	PC	모바일
'24년 1월	55,106	2,495	52,611	39,204	15,902
2월	39,214	2,568	36,646	32,061	7,153
3월	55,670	6,336	49,334	51,920	3,750
4월	66,731	5,376	61,355	59,394	7,337
5월	77,922	6,631	71,291	71,851	6,071
6월	62,847	6,882	55,965	55,150	7,697
7월	72,304	7,363	64,941	64,600	7,704
8월	64,803	9,535	55,268	60,290	4,513
9월	66,030	5,489	60,541	61,069	4,961
10월	63,916	5,600	58,316	58,029	5,887
11월	70,028	5,939	64,089	61,066	8,962
12월	101,916	5,216	96,700	69,256	32,660
합계	796,487	69,430	727,057	683,890	112,597

2023년과 2024년의 월별 접속자 수를 비교하면, 2024년 3월부터 5월까지 가뭄기초조사 시스템 활용으로 접속자 수가 꾸준하게 증가하는 경향을 보인다.

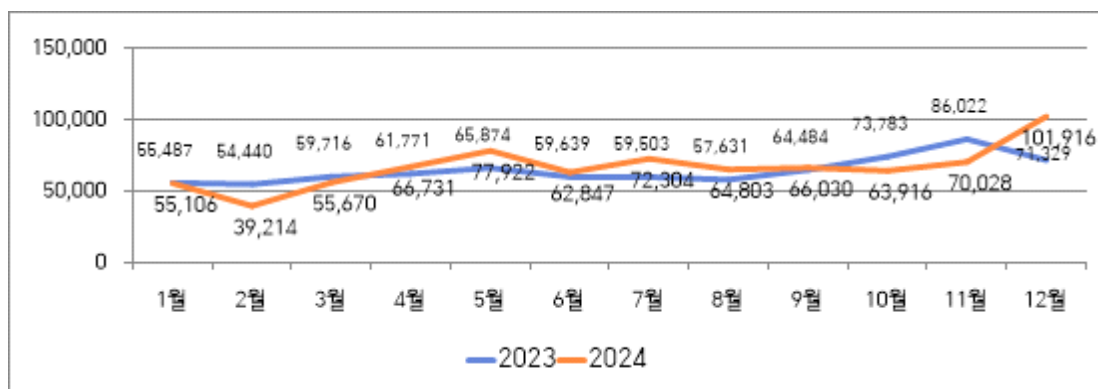


그림 8.1 연도별 접속자 수 비교

메뉴별 국가가뭄정보포털 접속 현황을 분석하면 메인페이지를 제외하고, ① 가뭄기초조사자료 제출, ② 공지사항, ③ 뉴스 분석 순으로 메뉴를 이용하였다.

가뭄분석의 기초가 되는 가뭄기초조사자료 제출이 가장 높은 접속을 기록하였고, 국가가뭄정보분석센터의 알림소식을 접할 수 있는 공지사항이 두 번째로 많이 접속하였다. 세 번째로 전국 가뭄 언론 상황을 알 수 있는 뉴스 분석이 높은 접속을 기록하였다.

표 8.4 메뉴별 접속 현황

순 위	메 뉴	접속 수
1	메인	129,028
2	가뭄기초조사 > 기초조사자료제출	79,945
3	센터소개/참여 > 공지사항	63,646
4	뉴스/소식 > 뉴스 분석	50,228
5	쉽게보는가뭄 > 가뭄이란	44,423
6	센터소개/참여 > 참여마당	30,765
7	쉽게보는가뭄 > 가뭄웹툰	28,381
8	가뭄기초정보 > 용수공급시설	26,466
9	가뭄기초정보 > 가뭄피해현황정보	26,247
10	뉴스/소식 > 가뭄 뉴스	23,247

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 국가가뭄정보포털에 유입되는 디바이스와 경로를 수집할 수 있다. 사용자정보를 연령과 성별로 구분하여 분석한 결과 45~54세의 연령대이고 여성인 경우가 약 16%로 가장 높은 접속률을 보였고, 남자와 여자의 성비는 대략 4:6의 비율로 여성이 많이 접속하였다.

표 8.5 사용자 정보(성별, 연령) 접속 현황

순 위	성 별	연 령	접속 수	비 율
1	여성	45-54	1,805	16%
2	남성	45-54	1,431	13%
3	여성	18-24	1,324	12%
4	남성	18-24	1,139	10%
5	남성	55-64	1,052	10%
6	여성	25-34	925	8%
7	남성	25-34	872	8%
8	여성	55-64	686	6%
9	여성	35-44	613	6%
10	남성	35-44	517	5%
11	여성	65+	340	3%
12	남성	65+	283	3%

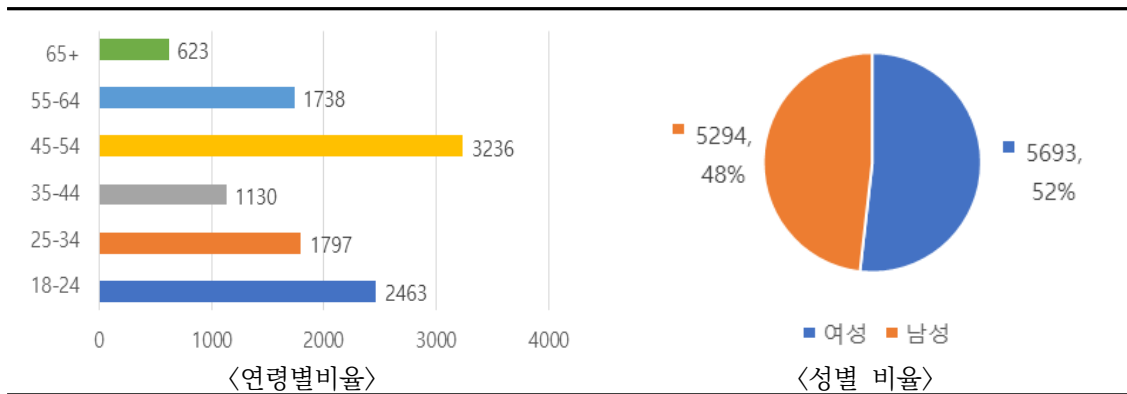
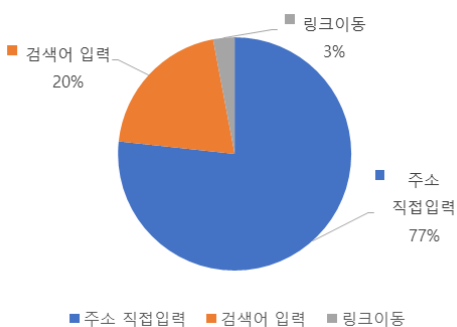


그림 8.2 사용자 분석 정보(연령, 성별)

아래는 국가가뭄정보포털에 접근한 경로를 분석한 결과이다. 국가가뭄정보포털은 다른 사이트의 링크를 통해 접속하거나 포털 검색 사이트에서 검색 후 접속하는 경로보다 주

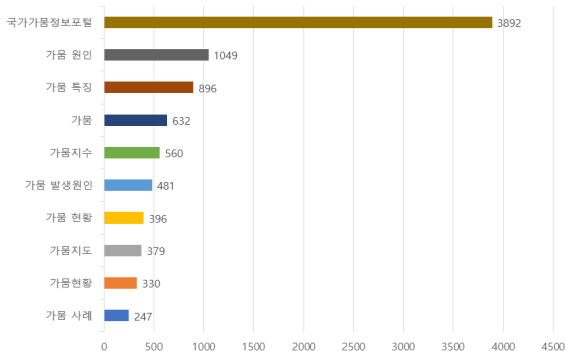
소를 직접 입력하는 접속하는 비율이 77%로 가장 높게 나타나고 있다. 국가가뭄정보포털은 2019년 5월 기존 'or.kr'에서 국가 행정도메인인 'go.kr'로 URL이 변경되었으며 'drought.go.kr' 도메인을 사용하면서 국가 공인 포털로 자리매김하고 있다. 그리고 사용자가 국가가뭄정보포털에 접속할 때 검색하는 키워드는 '가뭄 원인, 가뭄 특징' 위주의 검색어들로 결과가 나왔으며 이는 국민들의 가뭄 피해에 대한 관심이 반영된 결과를 확인할 수 있다.



〈접근방법 현황〉

순위	접근방법	비율
1	주소 직접 입력	77%
2	검색어 입력	20%
3	링크 이동	3%

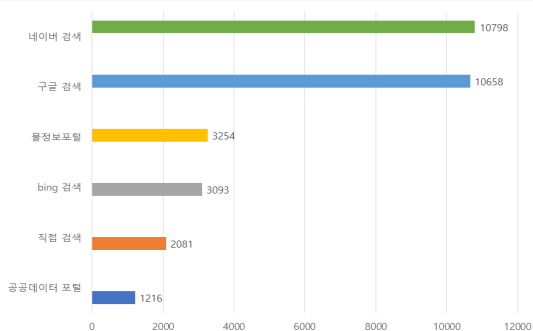
〈접근방법 현황〉



〈검색어 키워드 현황〉

순위	검색어 키워드	클릭수
1	국가가뭄정보포털	3892
2	가뭄 원인	1049
3	가뭄 특징	896
4	가뭄	632
5	가뭄지수	560
6	가뭄 발생원인	481
7	가뭄 현황	396
8	가뭄지도	379
9	가뭄현황	330
10	가뭄 사례	247

〈검색어 키워드 현황〉



〈접근 채널 현황〉

순위	접근 채널	비율 (%)
1	네이버 검색	35%
2	구글 검색	34%
3	물정보포털	10%
4	BING 검색	10%
5	직접 검색	7%
6	공공데이터포털	4%

〈접근채널 현황〉

그림 8.3 국가가뭄정보포털 접근매체 분석정보

8.1.2 국가가뭄정보포털 대국민 소통채널 확대

1) 대국민 의견 수렴 기능 구축

국가가뭄정보포털은 국가가뭄정보분석센터에서 운영하는 공공 웹사이트로서 국가정책에 부응하기 위하여 「행정/공공기관 웹사이트 구축·운영가이드」에서 제시한 기준에 충족하는 시스템 운영환경을 적용하고자 한다. 가이드에 따르면 사용자의 상시 만족도 조사를 통하여 사용자 중심의 기능을 제공하고 콘텐츠 업데이트 등을 수행하도록 하고있다. 그간 가뭄정보포털은 통합계시판(참여마당)을 통해 대국민 의견을 청취하고 있었으나 기능(or 콘텐츠) 사용 중 불편사항이나 아이디어를 제시하기에는 불편함이 컸다. 그래서 사용자가 포털 사용중 해당 화면의 하단에서 의견을 제출할 수 있도록 개선함으로써 접근성 향상 및 이용의 편의성을 제공하였다고 할 수 있다. 금년도 4분기부터 서비스가 시작됨에 따라 차년도부터 사용자의 화면별 다양한 개선의견을 수용하여 시스템을 개선할 수 있으리라 기대된다.

홈페이지 만족도

콘텐츠 내용에 만족하십니까? 현재 페이지의 만족도를 평가해 주십시오. 의견을 수렴하여 빠른 시일 내에 반영하겠습니다.

○ ★★★★★(매우 만족) ○ ★★★★(만족) ○ ★★★(보통) ○ ★★(불만족) ○ ★(매우 불만족)

개선의견

개선에 대한 자세한 내용을 입력해주세요.

평가하기

2024-01-01 2024-11-05 조회 다운로드

★★★★★ 매우 만족 8개 ★★★★ 만족 2개 ★★★ 보통 2개 ★★ 불만족 1개 ★ 매우 불만족 12개

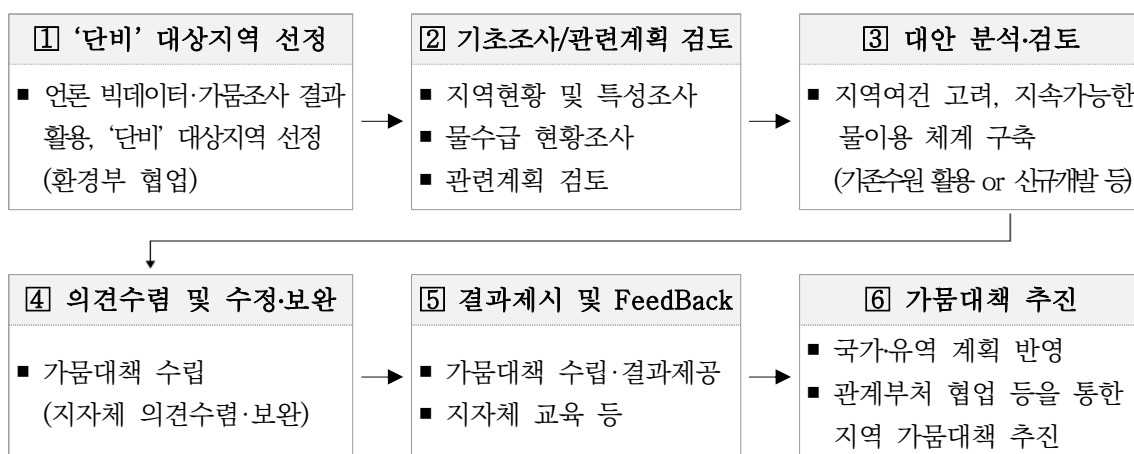
점수(평점)	Level1	Level2	Level3	Level4	의견
1	가뭄기초정보	수원현황	다목적댐		1
1	가뭄기초정보	수원현황	용수협		1
1	가뭄대응및관리	가뭄대응	가뭄대응 가이드북		1
5	가뭄대응및관리	가뭄대응	가뭄대응 조치사항		1
2.7	가뭄대응및관리	가뭄정책	국내 가뭄관련 법령		3
1	가뭄정보 분석	수질분석	수질분석정보	현황	1
4	가뭄정보 분석	현황 및 전망	상수도 미보급 시설		1
4.2	가뭄정보 분석	현황 및 전망	생활 공업용수 절감		5
4	국민가뭄정보	국민행동요령	생활 및 공업용수		1
1	쉽게보는가뭄	가뭄이런	가뭄 사례	국내가뭄사례	1
2.3	쉽게보는가뭄	가뭄이런	가뭄이런/특징/영향		9

그림 8.4 포털 사용자 만족도 조사 및 관리자 화면

8.1.3 수요자 중심의 맞춤형 가뭄지원 ‘단비’ 서비스

‘단비’ 서비스는 가뭄에 취약한 지역의 가뭄 대책 수립을 지원하기 위해 시작한 서비스이다. 2018년에는 속초시를 대상으로 시범운영을 하였으며, 2019년에는 포항시를 대상으로 가뭄 대책 수립을 지원하였다. 속초시와 포항시는 2019년 및 2020년에 각각 상수도 현대화사업에 선정·착수하게 되었으며, 가뭄 문제 해소에 실질적으로 기여할 수 있었다.

표 8.6 2018~2019년 ‘단비’ 가뭄대책 수립 지원서비스 추진 절차



하지만 지역의 가뭄 대책 수립을 지원하더라도 예산 등 후속 지원이 불투명하여 지역을 대상으로 하는 가뭄 대책 수립 지원을 지속하는 데에는 한계가 있었다. 즉, 서비스의 패러다임 전환이 필요하였다. 이에 2가지 방향으로 서비스를 추진하였다. 첫 번째는 행안부에서 2019년부터 시행 중인 ‘상습가뭄재해지구 지정사업’과 연계하여 ‘단비’ 서비스를 통해 국가 지원사업에 참여할 수 있도록 하여 지역 가뭄 대책 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 가뭄 관련 기초자료 제공, 강의 등 교육지원, 가뭄 발생 지역에 대한 병물·물차 지원, 그 외 가뭄 관련 궁금증 해결 등 수요자가 원하는 가뭄 관련 요청사항을 해결하기 위한 서비스를 제공하는 방향이다. 이를 위해 서비스를 쉽게 요청할 수 있도록 2020년 5월에 국가가뭄정보포털 내에 ‘단비’ 서비스 게시판을 신설하였고, 2020년 12월까지 약 7개월간 가뭄 피해 현황, 방문 교육 등 총 27건의 요청사항을 접수하여 23건의 서비스를 완료하였다. 4건은 개인정보, 요청사항 부정확 등으로 서비스가 불가하였다. 이에 2021년에는 서비스 사전문의 제도를 도입하였고, 그 결과 1년간 총 42건의 서비스를 모두 제공하였다.

2022년~2023년에는 국내 가뭄 상황 발생 이슈가 있었으며, 2022년에는 64건, 2023년에는 43건, 2024년에는 48건의 서비스를 제공하였다. 현재 단비 서비스는 주로 연구, 지자체 대책수립 등의 목적으로 학계, 업체에서 자료요청이 지속적으로 이루어지며 정착하고 있다.

8.1.4 대국민 가뭄 교육 온라인 관리체계 구축

센터는 2023년 행정안전부로부터 안전교육기관으로 지정되었다. 그간 가뭄 교육은 교육 수요자가 센터로 전화하여 교육을 요청하였고 센터는 교육 후 결과를 파일에 저장하여 관리하였다. 스마트 시대에 걸맞게 가뭄 교육 관리에 변화의 필요성을 접하게 되었고 포털을 개선하여 교육 수요자의 접근성/편의성 향상을 제공하여야 했다. 웹 캘린더에 교육 일정을 제공함으로써 수요자가 일정을 선택하여 교육을 신청할 수 있도록 하였고, 교육 신청 후 확정된 일정의 확인이 가능하도록 하였다. 또한, 교육 관리자도 온라인에서 신청 현황을 확인하고 최종 확정하여 일정을 관리할 수 있도록 하였다. 가뭄 교육의 신청 및 관리가 온라인상에서 이루어짐으로써 교육 수요자/관리자 모두 만족도가 향상되었고 교육 관리의 투명성이 확보되었다.

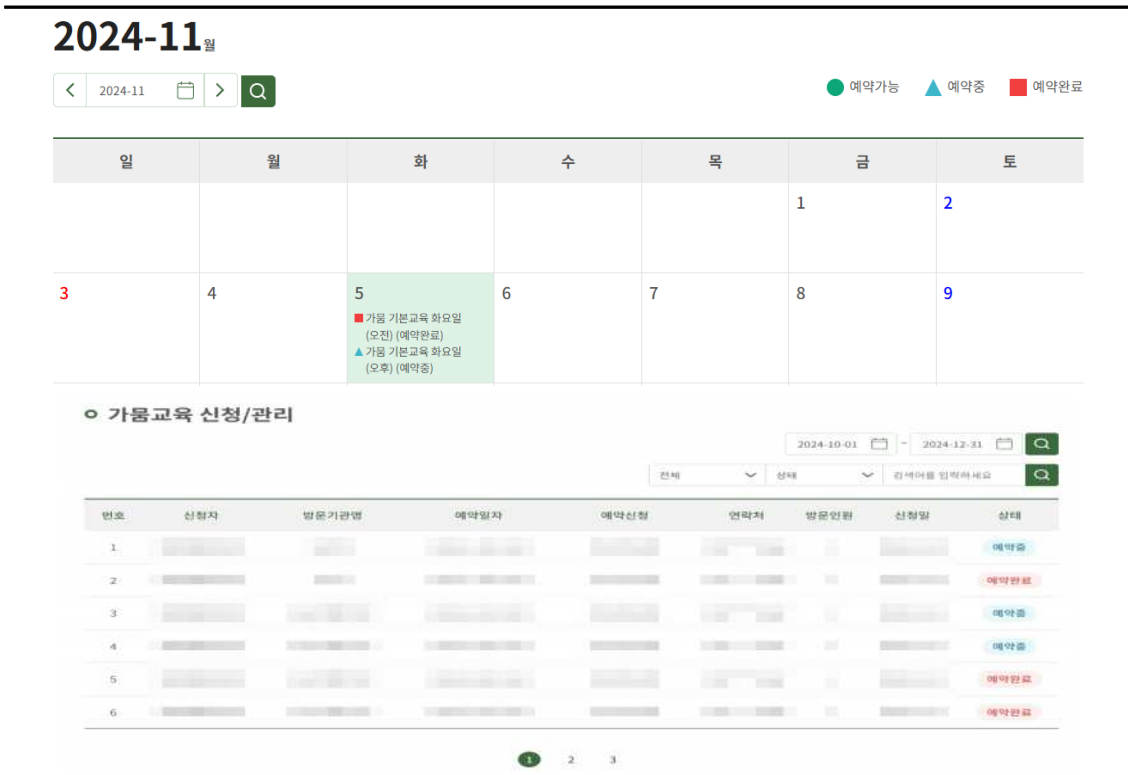
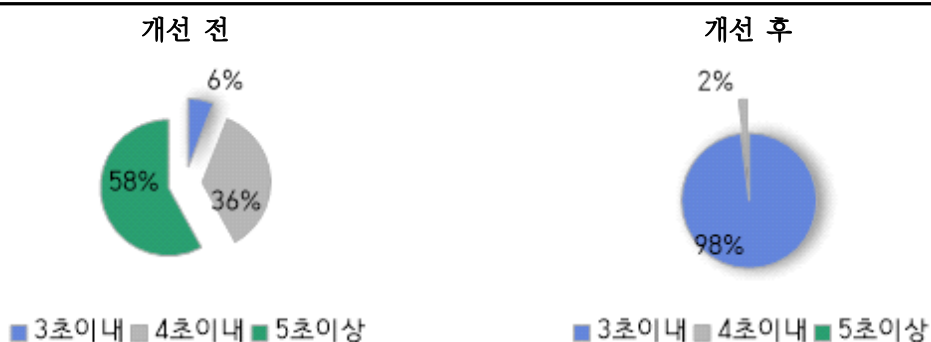


그림 8.5 가뭄 교육 신청 및 관리 화면

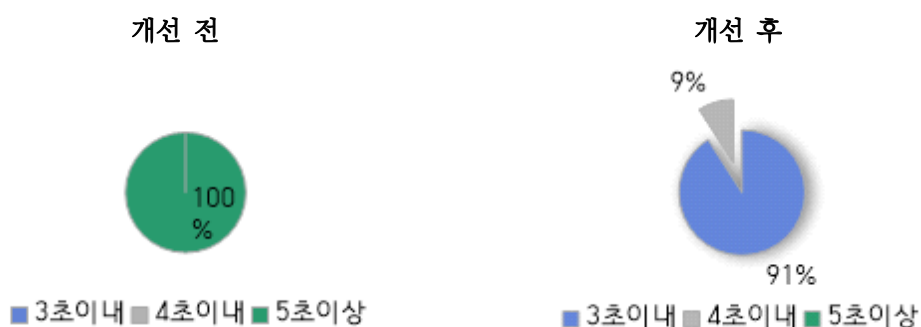
8.1.5 국가 가뭄정보 포털 접근 성능 개선

국가가뭄정보포털은 사용자의 편의성 및 만족도 향상을 위해 「행정공공기관 웹사이트 구축 운영 가이드」 중 웹사이트 최적화 기준을 적용하여, 응답속도 3초 미만을 목표로, 전체 50개 페이지 중 49개(98%), 사용량이 많은 관리자 페이지 11개 중 10개(90%)의 페이지를 선정하여 성능을 개선하였다.

목표달성을 위해 소스코드 경량화와 SQL 튜닝을 진행을 하였고, 이미지 렌더링과 데이터 대용량 처리로 인한 하드웨어 성능에 관한 문제점은 향후 시스템 개선을 통해 추진할 계획이다.



〈대국민 대상 페이지 개선 결과〉



〈관리자 페이지 개선 결과〉

그림 8.6 응답속도 향상 결과

8.2 가뭄 DB 품질 개선 활동 및 성과

1) 데이터 품질개선 계획 수립

가뭄 통합 DB는 작년에 이어 '국가 공공데이터 품질 1등급 달성' 및 가뭄 데이터 개방을 위해 가뭄 통합 DB에서 생산·관리하는 데이터의 품질개선 계획을 수립하였다. 그 결과 가뭄 통합 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 추진 근거는 공공데이터 제공 및 이용활성화에 관한 법률」 제22조 및 동법 시행령 제17조(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 안정적 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 8.7 공공데이터 품질관리 진단·평가 관련 법령

공공데이터 품질관리 수준평가는 3개 영역(관리체계, 값, 조치), 8개 지표로 평가된다. 기관 품질관리영역은 K-water 데이터품질관리 전담부서에서 담당하고, DB품질관리영역은 개별 시스템 담당 부서에서 평가가 이루어진다.



그림 8.8 공공데이터 품질관리 수준 진단·평가 기준

그간 가뭄 통합 DB는 2018년도부터 지속적으로 품질진단, 오류율 개선을 수행하였다. 2018년도 가뭄DB 품질관리체계 구축을 위해 업무규칙을 개발하고, 상시 점검이 가능한 품질관리 프로그램을 자체 개발하여 운영하였다. 그리고 2019년도에 공공기관 공공데이터 품질관리 수준평가 추진에 선도적으로 K-water 시범평가 대상 DB로 진단 및 품질개선 활동을 꾸준히 수행하였으며, 국가중점 데이터 지원사업에 선정되어 가뭄 통합 DB 개방 및 품질관리체계를 구축하였다.

그 결과 과기정통부 주관 ‘2019년 데이터 품질대상’에서 최우수상을 수상하였고, 2019년도 시범평가에서는 공공데이터 품질관리 수준평가 1등급을 달성하였다. 2020년부터 대상 공공기관을 확대하여 공공데이터 품질평가 수준평가를 시행함에 따라 ‘품질관리 수준평가 만점’이라는 목표를 수립하고, 가뭄정보 분석 시스템(DB·데이터)의 데이터 관리 체계와 오류율 개선을 위한 개선계획을 아래 표와 같이 수립하였다.

표 8.7 공공데이터 품질관리 계획

년도	계획 내용
2020년 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
2021년 계획	① (날짜) 날짜 형식 포맷 정비 ② (여부) 두 가지 이외의 데이터 정비 ③ (코드) 진단규칙 재검토와 코드값 외 데이터 정비
2022년 계획	① 날짜 오류 데이터 정비
2023/2024년 계획	① 메타데이터 정비 ② 데이터베이스 구조 오류 정비

2) 데이터 품질개선 추진 내용

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

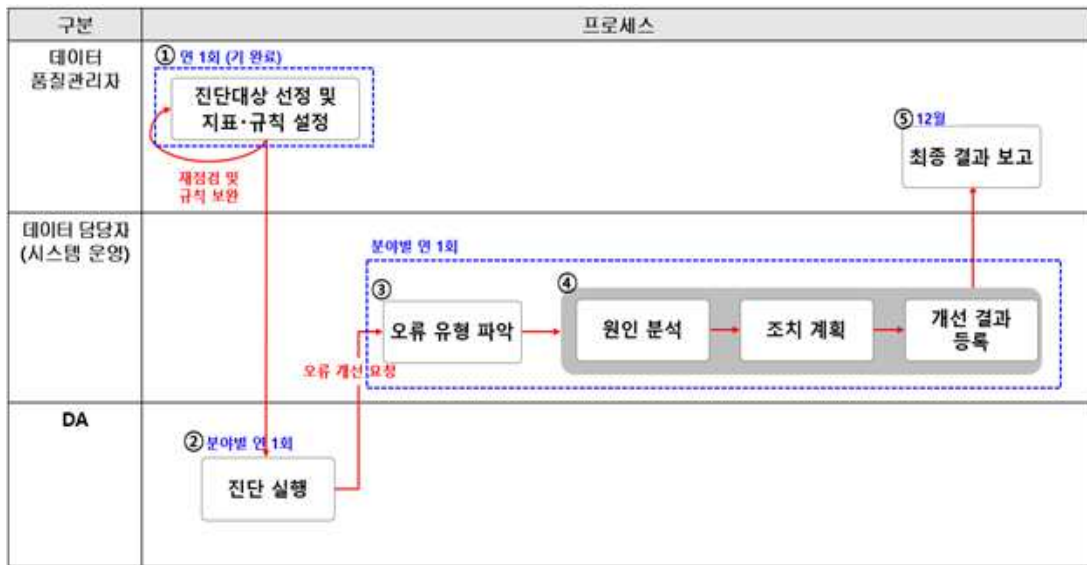


그림 8.9 공공데이터 품질관리 프로세스

가뭄 통합 DB의 진단대상 테이블은 전체 테이블 487개 중 테이블 제외기준(임시, 시스템 관리, 로그, 백업, 미사용)을 적용하여 327개 테이블, 2,692개의 컬럼을 진단대상으로 선정하여 진행하였다.

표 8.8 진단대상 테이블 현황

구분	내용	구분	내용
테이블	327/487	대상율	67.146%
컬럼	2,692/6,737	대상율	39.958%
도메인규칙	2,671/2,671	실행율	100.0%
관계규칙(FK)	37/37	실행율	100.0%
업무규칙	20/20	실행율	100.0%

데이터 표준개선 활동으로는 K-water 전사 표준을 반영하여 가뭄 통합 DB의 데이터

표준(코드, 용어, 도메인)을 정의하였다. 그리고 실제 가뭄 통합 DB 컬럼에 표준을 반영하거나, K-water 전사 표준과 가뭄 통합 DB 표준간 비교분석을 통해 가뭄 데이터 표준 산출물을 현행화하여 변경 이력 관리를 수행하였다.

DB구조 정비 활동으로는 가뭄 통합 DB의 데이터 관련 산출물(데이터베이스 정의서, 테이블 정의서, 컬럼정의서, ERD)에 대한 100% 현행화 작업(일부 테이블 제외 : 임시, 로그, 패키지, 시스템관리용 등)을 수행하였다.

데이터 연계체계 정비 활동으로는 연계 데이터 목록을 정의하고, 연계 데이터의 품질 점검을 1회 이상 실시하고, 가뭄 통합 DB 품질관리 프로그램을 통해 송·수신 이력을 관리하였다. 데이터 품질검증 자체 프로그램은 품질관리 업무 규칙 41종에 대해 데이터 품질(오류율) 검증 프로그램을 자체 개발 및 운영하여 데이터의 신뢰도를 확보하였다. 품질관리 업무 규칙 선정 기준은 가뭄 분석에 활용하거나, 대외 개방, 주기적 생산 여부로 정하였다.

번호	구분	규칙 명칭	대상 테이블	상태	검증수행일자	검열 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 일 상태 정보 정상 수신 여부	DR_INFOUT_WINS_EKRDAM	실행	2021-12-15 13:35:44	정상	
1-4	데이터 완전성	외부 공공데이터포털 연계 농업농수지 운영정보 정상 수신 여부	DR_INFOUT_API_EKRDAM	실행	2021-12-15 13:35:44	정상	
1-5	데이터 완전성	외부 국가수자원관리통합정보시스템 연계 수위 일자료 정상 수신 여부	DR_ENGORG_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_DUADTWL	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 원격기상시스템 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 일 일 운영정보 정상 수신 여부	DR_INFIN_TECH_DUADTDAMIF	실행	2021-12-15 13:35:52	정상	
1-10	데이터 완전성	내부 원격기상시스템 연계 ASOS 일 강우정보 정상 수신 여부	DR_INFIN_TECH_DUADTRF	실행	2021-12-15 13:35:42	정상	
1-11	데이터 완전성	내부 원격기상시스템 연계 지상 일자료 정상 수신 여부	DR_INFIN_TECH_DWTLNDOTDAT	실행	2021-12-15 13:35:42	정상	
1-12	데이터 완전성	내부 원격기상시스템 연계 ASOS데이터 정상 수신 여부	DR_INFOUT_O_WEATHER	실행	2021-12-15 13:35:42	정상	

그림 8.10 가뭄 데이터 품질검증 자체 개발 프로그램

데이터 오류율 개선 활동으로는 품질진단 대상을 정의하고, 도출된 업무 규칙 명세서(BR)에 따라 K-water에서 자체 개발한 거버넌스 프로그램인 데이터관리포털을 통해 품질진단과 개선 활동을 수행하였다.

K-water에서는 2019년 전사 데이터 거버넌스 체계를 지원하는 플랫폼 구축 후 2020년 2단계로 데이터에 대한 품질관리시스템 구축하였으며 2021년 전사 확대를 통해 현재까지 품질진단 및 개선을 시행하여 자체적인 데이터 관리체계를 확립하였다.



그림 8.11 K-water 데이터 품질관리 체계

데이터 품질 솔루션의 도입과 함께 데이터 오류 여부 검증 기준과 관련하여 사용자 업무 관점의 진단규칙 발굴을 진행하였다. 가물 통합 DB는 2018년 자체 추진한 업무 규칙과 2019~2021년도 국가중점 데이터 지원사업에서 발굴된 업무 규칙을 ‘K-water 데이터 품질관리 포털’에 등록하였다. 그리고 2021년 추진한 ‘국민 체감형 가물정보 개방체계 구축’ 사업과 2022년 추진한 ‘국가가물정보포털 고도화’ 사업에서 추진된 신규 개방 데이터에 대해서도 데이터 관점의 규칙을 도출하였다. 2023~2024년 품질인증 심사를 위해 업무 분야의 지식을 바탕으로 업무 규칙을 추가하였다.

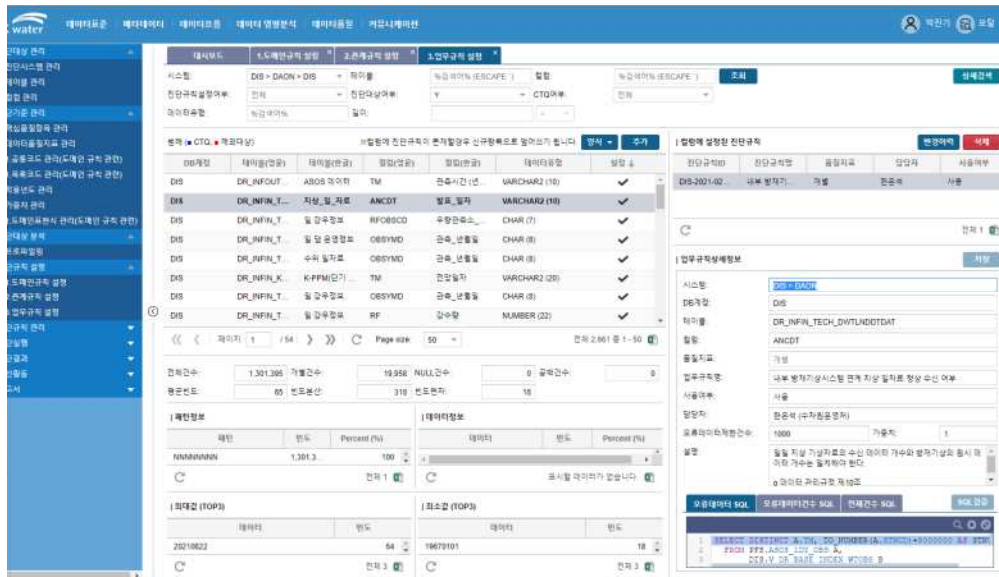


그림 8.12 데이터 품질관리 포털(업무규칙 관리 기능)

3) 데이터 품질개선 추진 결과

가뭄 통합 DB 데이터 품질개선 추진 결과 공공데이터 품질관리 수준평가(구축·운영)에서 2024년 오류율 0.0001%를 달성하였다. 표준은 가뭄 통합 DB 전체 컬럼 중 98% 이상의 데이터 표준을 반영하였고, 구조는 전체 테이블 100% 산출물 현행화하였다. 평가지표별 획득점수는 아래 표 8.9에 나타내었다.

표 8.9 공공데이터 품질관리 수준평가 가뭄시스템 평가 결과

평가지표	배점	획득점수	합계
데이터 품질관리 체계	18	18	45 / 45
데이터 값 관리	18	18	
진단결과 조치	9	9	

8.3 성과 및 평가

가뭄정보 분석시스템은 국민이 가뭄 상황을 쉽고 직관적으로 이해할 수 있는 서비스 체계를 마련하기 뉴스 콘텐츠의 개선, 지자체 수원정보연계, 가뭄종합상황판 개선을 통하여 국민들의 가뭄 인식의 향상과 신속한 가뭄 분석과 의사결정을 위해 국가 포털로서의 역할 수행을 하였다.

국가가뭄정보포털은 공공 웹사이트로서의 역할을 다하기 위해 정부 웹사이트 품질관리 지침을 준수하여 누구나 쉽게 가뭄포털에 접근하여 정보를 획득할 수 있도록 개편하고, 국가공인 인증기관을 통해 웹 접근성을 개선하기 위한 노력을 지속하여, 2022년도 웹 접근성을 인증받았으며 2023~2024년도에 걸쳐 인증을 갱신하였다.

향후 가뭄정보 분석시스템은 국민이 가뭄 상황을 쉽고 직관적으로 이해할 수 있는 서비스 체계를 마련하여 국민의 가뭄정보 접근성을 높일 계획이다. 국민이 가뭄에 대해 좀 더 이해하고 관심을 가질 수 있는 콘텐츠를 발굴하고, 최신 웹 기술을 적용하여 내용 및 시각적으로 볼거리가 풍부하도록 개선할 예정이다.

2025년도에는 체계적인 자료관리를 중점으로 가뭄정보 분석시스템을 운영할 계획이며, 가뭄 발생 시 국민의 자발적인 물 절약 참여로 함께 가뭄을 극복해 나갈 수 있도록 항상 노력할 것이다.

제9장 가뭄정보서비스

9.1 지자체 가뭄 의사결정 지원체계

9.2 성과 및 평가

제9장 가뭄정보서비스

9.1 지자체 가뭄 의사결정 지원체계

9.1.1 가뭄종합상황판

1) 개요

가뭄 시 지자체 공무원은 가뭄 정보 접근이 제한적이고 사전에 인지가 어려워 신속한 의사결정 및 대응에 어려움과 불편함을 겪었다. 또한, 지역 중심의 가뭄 대책 수립 시 전문가 혹은 중앙 공무원과 원활한 상호 정보를 확인하고 공유할 수 있는 표준화된 수단이 부재하여 가뭄을 평가하고 분석하는데 적지 않은 혼선이 발생해 왔다.

가뭄센터에서는 이러한 지자체의 어려움을 해소하고 지역 중심의 가뭄 대응에 있어 객관적인 분석과 의사결정이 가능하도록 가뭄종합상황판을 2018년도에 구축하였으며, 시범운영(2019년) 후 2020년부터 본격적인 운영을 시작하였다. 2021년에는 사용자 편의성과 직관성을 대폭 향상하였고 물관리 협력과제로 진행된 농업정보를 추가하였다. 이후 2022년~2023년에는 지자체 재난(가뭄) 담당자 대상 설명회를 통해 사용 방법 설명 및 의견수렴을 통해 개선사항을 도출하였다. 2024년에는 가뭄 상황조사 설명회 시, 가뭄종합상황판 안내를 통해 사용자 접근성을 도모하여 더욱 활용도를 높이고 있다.

2) 2024년 주요 추진 내용

가뭄종합상황판은 생활 및 공업용수를 기준으로 정보를 제공하고 있으며 시·도, 시군구, 환경부의 가뭄 및 방재 담당자가 국가가뭄정보포털(www.drought.go.kr) 접속 후 지자체별로 부여된 고유 아이디 접속만으로 별도의 프로그램 설치 없이 웹 환경에서 원하는 지역에 대한 종합적인 가뭄 정보를 확인하고, 리포트를 자동 작성하는 등 업무에 활용할 수 있도록 편의성을 제공하고 있다.

2024년도 가뭄 상황(기초)조사 설명회 시, 가뭄종합상황판을 시연하고 해당 설명회에서 배포한 가뭄 기초조사 매뉴얼에 가뭄종합상황판에 대한 설명을 포함하여, 지자체 가뭄 업무 담당자가 상황판에 어떻게 접근할지와 상황판을 구성하는 메뉴들이 어떤 정보를 담고 있는지 등을 이해하고 업무에 쉽게 활용할 수 있도록 하였다.

9.1.2 5대강 유역 Digital Twin 기반 물관리 플랫폼(가뭄 및 물수급 분야)

1) Digital Twin 기반 물관리 플랫폼 개요

2021년 영·섬유역을 대상으로 Digital Twin 플랫폼을 구축하며 Digital Twin 플랫폼에 가뭄 분야 콘텐츠를 제공하기 시작하였다. 초기에는 가뭄 예·경보 현황을 확인 할 수 있는 상황판 개념으로 구현하였으며, 이후(2022년) 5대강 유역 Digital Twin 물관리 플랫폼 구축을 시작하면서 가뭄 분야에 대하여도 추가적인 기능설계를 진행하였다. 댐 가뭄 모니터링 및 가뭄 관련 물관리 의사결정 시 내부사용자가 활용할 수 있는 Digital Twin 기반 가뭄 콘텐츠 구축을 위한 기능설계를 했으며, 이에 대한 일부 콘텐츠의 1차 구현을 진행하였다. 2023년에는 내부사용자 요구를 파악하여 추가 기능설계를 하였으며 상황판 개념의 콘텐츠를 내부사용자를 위한 의사결정 지원 개념으로 변경하여 구축하였다. 2024년 기타 유역 Digital Twin(Digital GARAM+) 구축에 따라 물수급 분석모형을 기반으로 한 물수급 분야 콘텐츠 구축을 위한 기능설계를 하였으며, 이에 대한 구현을 진행하였다.



그림 9.1 2021년~2023년 연도별 Digital Twin 물관리 플랫폼 화면

2) 2024년 주요 추진내용

Digital Twin 물관리 플랫폼(Digital GARAM+)의 물수급 분야는 물수급 분석모형을 활용하는 내부 이용자들을 위해 유량 현황, 물수급 현황, 용수공급현황 세 가지 대 메뉴로 구분하여 설계하였다. 유량 현황은 물수급 분석모형에서 산정된 하천 Link 단위의 분석 유량을 확인할 수 있도록 구현하였다. 또한, 현시점의 분석 유량을 과거 동일 날짜의 10년 평균과 비교하여 과거 유량 대비 백분위를 계산하였으며, 과거 유량 대비 백분위 범례에 따라 하천 색을 구분 후, 유량 현황도의 하천 라인에 백분위별 하천 색을 표기하여 과거 대비 현재 유량의 많고 적음을 한눈에 확인할 수 있도록 하였다.

물수급 현황은 하천 Link 단위의 취수지점별 유량과 수요량(취수량)을 비교하여 하천의 수요량 충족 현황을 확인할 수 있도록 하였다. 하천수 취수지점, 취수장, 기타 등 시

설별로 취수지점을 구분하였으며, 특히 하천수 취수지점의 경우 2023년 가뭄 상황(기초) 조사 결과를 반영하여 수요량을 표출하였다.

용수공급현황은 센터에서 2024년에 제작한 전국 용수공급현황도를 Digital GARAM+에서 확인할 수 있도록 구현하였으며, 국가가뭄정보포털에서 표출되던 가뭄종합상황판의 생·공용수 종합 가뭄 정보 또한 용수공급시설 현황 및 용수공급체계로 구현하였다. 용수공급 현황도는 광역상수도, 지방상수도, 용수공급시설 등을 표출하며, 각 지역을 주 수원별로 구분하고 색상을 지도에 표기하여 주 수원에 따른 공급지역을 가시적으로 확인할 수 있도록 하였다. 용수공급시설 현황(시군구 단위)은 해당 지역의 수원, 취수장, 정수장, 배수지의 현황을 나타내며 용수공급체계(읍면동 단위)는 사용자가 선택한 행정동의 수원-취수장-정수장-배수지 연계 현황을 나타낸다. 물수급 분야 Digital GARAM+물관리 플랫폼의 자세한 콘텐츠 구성은 그림 9.2를 통해 확인할 수 있다.

<p>유량 현황</p>	<p style="text-align: center;">① 유량 현황</p> <ul style="list-style-type: none"> • 유역별 하천유량 현황 • 현재유량(물수급 분석유량) • 과거 평균유량(10년 평균) • 과거유량 대비 백분위(지도 표기) → 국가/지방/세부하천 제공 	
<p>물수급 현황</p>	<p style="text-align: center;">② 물수급 현황</p> <ul style="list-style-type: none"> • 시설별 물수급 현황 → 하천수 취수지점/취수장/기타 제공 • 하천유량 • 수요량(취수량) 	
<p>용수공급 현황</p>	<p style="text-align: center;">③ 용수공급현황</p> <ul style="list-style-type: none"> • 주 수원별 공급지역 색상 표출 • 용수공급체계 표출(수-취-정-배) • 용수공급현황도 표출 → 광역·지방상수도, 용수공급시설, 수원 	

그림 9.2 Digital Twin 물관리 플랫폼(물수급 분야) 기능별 화면

9.2 성과 및 평가

센터는 지자체 담당자, 일반 국민, 전문가들에게 다양한 가뭄 정보를 제공하고 교육·체험을 통해 국민의 가뭄 체감도 향상 및 물 절약 동참을 유도하고자 다방면으로 노력해왔다. 2019년 일반 국민을 대상으로 공개한 가뭄교육체험장을 시작으로 관계기관 교육 연계, 법정교육 개발, 지자체 가뭄대응 의사결정 지원 시스템 교육 등 매년 교육대상과 서비스를 확대해왔다.

지자체 공무원들이 가뭄 대응에 활용할 수 있도록 개발한 가뭄종합상황판은 2021년 새롭게 개편하여 2022년 정상 운영을 시작하였다. 새로운 가뭄종합상황판은 사용자가 선택한 지역(전국, 시, 군, 읍면동 단위)을 기준으로 가뭄현황 및 전망, 기상 현황, 생·공 가뭄 현황, 농업용 저수지 저수율 현황, 언론 현황정보 등을 맞춤형으로 확인할 수 있게 함으로써 손쉽게 가뭄인지가 가능하며, GIS 검색기능을 통해 손쉽게 관심 지역의 정보를 파악하고 타지역과 비교하거나 관측정보(강우, 댐, 하천, 지하수 등), 용수공급체계, 가뭄현황 및 전망정보, 시설의 제원 및 운영정보, 언론정보 등 총 56개 관련 정보들을 쉽게 클릭만으로 확인할 수 있도록 구성하였다.



그림 9.3 2024년 가뭄종합상황판 메인화면(예시)

또한, 2022년 가뭄종합상황판 설명회에서 도출된 의견을 반영하여 강우관측소 선택 및 통합리포트 수정 등 일부 기능개선을 하였으며, 가뭄종합상황판 홍보리플렛 및 가이드 영상을 제작·배포하여 쉽게 활용할 수 있도록 하였다. 2023년 가뭄종합상황판 설명

회에서는 충북, 경남 등 6개 지자체 대상으로 시연을 진행하였으며, 의견수렴을 통해 개선이 필요한 사항들을 도출하였다. 2024년에는 가뭄 상황(기초)조사 설명회 시, 가뭄종합상황판에 대한 시연을 함께 진행하였다.

Digital Twin 물관리 플랫폼은 디지털 물관리 패러다임 선도와 기후변화에 대비한 안전한 통합물관리를 위해 추진하게 되었다. 가뭄 분야에서도 이런 의도를 반영하기 위해 가능한 3D 지도를 적극적으로 활용하여 정보를 표출하였으며, 수원부터 공급지역까지 용수공급계통을 표출하는 등 물관리를 위한 기능을 충분히 고려하였다. 또한, 2023년에는 내부사용자의 업무와 요구사항을 고려하여 기능을 재설계·구현하였다. 2024년에는 가뭄 분야에 이어 신규로 물수급 분야를 추가하였으며, 물수급 분야에서는 물수급 모형을 기반으로 하는 기능을 구현하여 물수급 분석 결과를 Digital Twin 지도상에 가시적으로 표출할 수 있도록 구축하였다.

제10장 맺음말



9.1 지자체 가뭄 의사결정 지원체계

9.2 성과 및 평가

제10장 맺음말

본 보고서는 2024년 한 해 동안 국가가뭄정보분석센터에서 수행한 주요 업무를 소개하고, 업무 수행 과정에서 발견된 문제점, 개선점, 향후 필요한 업무 등을 수록하였다. 올해 본 센터에서 수행한 주요 업무를 중심으로 위의 내용을 요약하면 다음과 같다.

2024년은 일부 지역을 제외하고 전국적으로 평년 이상의 강수를 기록하여 예년 이상의 유출이 발생하였다. 하지만 8월의 강수 부족으로 9-10월에 걸쳐 운문댐, 영천댐, 보령댐에서는 생·공용수 분야에 가뭄 단계가 발령되었다. 뒤이은 가을철의 많은 강수로 이러한 상황 역시 해제되어 2024년 말 기준으로 생·공용수 분야에 가뭄 예·경보가 발령된 곳은 없다. 연강수량의 2/3가량이 홍수기에 발생하는 우리나라의 특성상 여름철에 강수가 부족할 경우 가뭄이 발생하여 다음 해까지 이어질 가능성이 크지만, 올해는 가을철 강수가 많아 가뭄 상황으로 이어지지는 않았다. 하지만 기후 패턴의 불확실성이 갈수록 커지는 상황에서 가뭄에 대비하기 위한 가뭄 예·경보의 활용도 제고는 필수적이며, 정확도 향상을 위한 노력 역시 계속되어야 할 것이다.

올해는 가뭄 상황(기초)조사와 더불어 생·공용수 수원 현황 보고서를 발간하였다. 가뭄 상황(기초)조사 대상 수원의 위치정보, 전경 사진, 제원, 공급지역, 용수공급 현황도 등의 정보가 보고서에 수록되어 생·공용수 수원에 대한 최신 정보를 쉽게 확인할 수 있도록 하였다.

그동안 가뭄 상황조사는 수원 및 급수체계 등의 가뭄 현황 파악을 위한 기초조사를 중심으로 수행되었다. 올해는 가뭄 영향·피해 조사를 위한 예산이 반영되어 가뭄 전주기 관리를 위해 한 걸음 더 내딛는 계기가 되었다. 2024년은 가뭄 영향·피해 조사의 원년으로서 조사의 기반을 마련하는 것에 역점을 두었다. 전문가 자문 등을 통해 선정한 조사항목들을 검토하고, 분석하여 조사항목의 적정성을 평가하였다. 평가 결과를 바탕으로 내년부터 조사항목을 조정할 예정이며, 환경산업기술원(KEITI)의 국책연구 과제 성과 활용을 통해 영향·피해에 대한 평가 및 정량화를 추진해 나갈 계획이다.

국가가뭄정보분석센터에서는 국가 가뭄 예·경보에 필요한 핵심기술 확보를 위해 센터 설립 이래 중장기 기술개발 로드맵을 수립하여 체계적인 기술개발을 추진해왔다. 제1차 기술개발 로드맵 기간이 종료됨에 따라 제2차 중장기 기술개발 로드맵(2024~2028)을 수립하였다. 수립된 로드맵을 바탕으로 체계적인 기술개발을 진행하여 국가 가뭄 대응 역량을 지속적으로 발전시켜 나갈 계획이다.

2024년에도 가뭄 정보 분석기술 고도화를 위한 노력이 계속되었다. 2023년에 섬진강 유역에 대해 구축되었던 운영기반 물수급 분석모형을 전 유역에 확대 적용하여 실제 가뭄 예·경보에 활용할 수 있는 기반을 마련하였다. 기술적으로 유출모형 개선, 모듈 표준화, 해석 시간 개선 등의 추진으로 실제 활용을 위한 편의성이 향상되었다.

미계측 유역의 가뭄 상황 파악을 위한 기술로 공간정보 빅데이터를 활용한 가뭄 예·경보 분석기술 개발과 가뭄 시 환경적 영향을 고려하기 위한 분석체계 구축 과제가 마무리되어 향후 실무 활용을 위한 기반이 갖추어졌다. ‘댐 가뭄 대응체계 개선방안 연구’ 과제를 통해 생·공용수 수원에 대한 가뭄 판단기준의 근거를 마련하였고, 댐 가뭄에 효과적으로 대응하기 위한 기준 및 대응 방안도 제시되었다.

가뭄 정보 분석시스템은 대국민 소통창구 확대를 통해 콘텐츠 및 시스템 기능개선 등의 의견에 귀를 기울여 사용자에게 다가가는 서비스를 제공하고자 하였다. 또한, 센터가 행정안전부로부터 안전교육기관으로 지정됨에 따라 온라인으로 교육의 신청 및 관리가 가능하도록 시스템 체계를 구축하였다. 가뭄 정보서비스 강화를 위해 시스템 성능개선, 시스템 장애 처리 시간 단축, 보안 수준 향상 등 운영환경 개선작업을 수행하였다.

센터는 극한가뭄에 대한 국가별 경험과 극복방안을 공유하고, 가뭄 대응 정책과 기술을 교류하기 위한 노력을 지속해왔다. 국내에서는 한국수자원학회 학술발표회에서 기획세션을 개최하여 올해 시작된 가뭄 영향·피해 조사의 추진방안을 논의하고, 향후 나아갈 방향에 대해 토의하였다. 한국스마트워터그리드학회 학술발표회에서는 전문세션 개최를 통해 환경가뭄 분석기술의 발전 방향과 환경가뭄 대응을 위한 향후 과제에 대해 논의하였다. 해외에서는 2013년 이후 10년 만에 개최된 IDMP(Integrated Drought Management Programme)의 Drought Resilience +10 국제회의에 참석하여 우리나라의 가뭄 정책과 센터의 가뭄 분석기술을 소개하였으며, 향후 가뭄 회복력 확보방안 도출에 기여했다.

앞서 서술한 것과 같이 센터의 구성원들은 2024년 한 해 동안 다양하고 정확한 가뭄 정보를 생산하기 최선을 다했고, 국민이 체감할 수 있는 가뭄 정보서비스를 제공하기 위해 노력하였다. 본 보고서에 집약된 한 해의 성과를 되돌아보고, 그 결과를 향후 업무에 반영하여 국가가뭄정보분석센터가 가뭄 관리 선진기관으로서의 위상을 계속 높여가길 기대한다.