제주특별자치도 상수도 기후위기 적응대책

요약보고서

(2023~2027)

Jeju 제주특별자치도 Jeju Special Self-Governing Province 상하수도본부

1. 적응대책의 개요

○ 본 적응대책은 기후위기 영향에 취약한 상수도에 대해 기후위기로 인해 발생하는 부정적 영향을 줄이고 긍정적 영향을 극대화하기 위하여 제주특별자치도 상수도를 대상으로 수립하는 법정계획임

1.1 과업의 공간 및 시간적 범위

○ 공간적 범위

- 대상지역 : 제주특별자치도 상수도 전반(취수시설-정수시설-송배수시설)

○ 시간적 범위

- 기준연도 : 2022년도 기준으로 하되, 정보의 획득 및 이용이 불가능할 경우 최근년도를 기준으로 추진
- 계획기간 : 2023 ~ 2027(5개년)

1.2 과업의 내용적 범위

① 적응대책 개관
② 대상기관의 일반현황 및 주요업무
③ 기후변화 영향 분석
④ 기후변화 위험도 평가
⑤ 기후위기 적응전략 및 세부시행계획
⑥ 적응대책 이행 및 관리

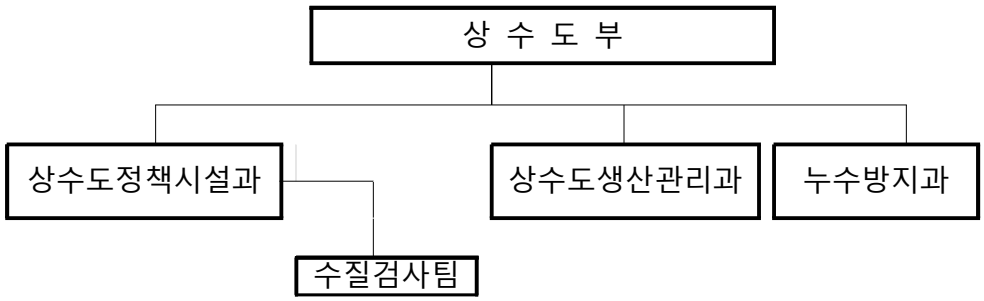
2. 대상기관의 일반현황 및 주요업무

2.1 일반현황 및 주요사업 현황

2.1.1 제주특별자치도 상수도부 기구 및 인원 현황

○ 제주특별자치도의 상수도 관련 업무는 상하수도본부에서 담당하고 있음. 2022.12월 기준 상하수도본부 기구는 2부 1단 9과이며, 상수도와 관련된 상수도부의 정원은 114명이며 현원은 111명임

▪ 제주특별자치도 상하수도본부 상수도부 기구표



2.1.2 제주특별자치도 상수도부 주요 업무

○ 상수도 생산·공급 행정의 종합기획 및 조정
○ 식수원 개발 및 상수도공급계획 수립·시행
○ 취·정수시설 운영 및 먹는 물의 수질관리
○ 유수율 향상대책 수립 및 누수방지사업 시행 등

2.1.3 제주특별자치도 상수도 현황

○ 환경부 상수도통계 및 상하수도본부 내부자료에 근거한 제주특별자치도 상수도 현황은 <표 1>과 같음

<표 1> 제주특별자치도 상수도 현황

구 분	'12년	'13년	'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년
총인구수(명)	592,449	604,670	621,550	641,355	661,190	678,772	692,032	696,657	697,578	697,476
급수인구(명)	592,449	604,670	621,550	641,355	661,190	678,772	692,032	696,657	697,578	697,476
보급률(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
시설용량(m^3)	452,825	452,825	460,725	462,057	446,006	461,481	476,796	477,596	533,902	533,902
연간급수량(천m^3)	135,462	144,021	148,164	152,688	161,725	169,202	175,390	172,728	167,754	164,145
연간사용량(천m^3)	59,724	63,338	63,963	67,941	73,862	77,626	81,058	81,342	81,938	85,036
1일 평균 생산량(m^3)	370,115	394,576	405,928	418,325	441,871	463,566	480,521	473,228	459,600	449,711
1인 1일 사용량(L)	276	286	281	290	305	313	320.9	319.9	320.9	334
유수율(%)	44	44	43.2	44.5	45.7	45.9	46.2	47.1	48.8	51.8
누수율(%)	42.1	42.1	42.9	41.7	41.1	44.4	43.3	43.2	41.3	43.1

2.2 주요 시설물 및 사업장 현황

○ 제주특별자치도의 2022년 기준 정수장 현황은 <표 2>와 같으며, 정수방식의 분류중 정수처리기준적용배제인증으로 구분된 9개 정수장은 심층지하수를 취수한 후 현장제조염소를 이용한 소독처리만 실시하는 광역상수도 정수장(총시설용량 : 208,000 m^3/일)으로서 일반적으로 지표수 처리시설에 해당되는 약품혼화-침전-여과시설은 미설치됨

○ 완속여과, 급속여과, 막여과시설로 분류된 7개 정수장은 용천수, 하천수, 호소수를 상수원으로 하는 지방상수도 및 광역정수장(어승생정수장)으로서 취수-여과공정(완속/급속/막여과)-소독의 정수처리 공정으로 구성됨

○ 심층지하수를 취수하는 광역상수도 상수원은 연중 원수수질이 대부분 먹는

물 수질기준을 항시 준수할 정도로 안정적인 수질을 유지하고 있으나, 용천수 및 지표수를 취수하는 7개 정수장의 상수원수는 강수의 영향을 받아 일부 시기에 탁도 상승이 관찰되고 있고 이러한 원수 수질특성을 고려하여 정수장에 여과공정이 설치됨

<표 2> 제주특별차지도 정수장 현황

지역별	정수장명	시설용량 (m^3/일)	정수방식	위 치
계	16개소	342,000		
광역1	5개소	120,000		
	조천정수장	37,000	정수처리기준적용배제인증	제주시 조천읍 대흘리 2778-30
	구좌정수장	19,000		제주시 구좌읍 덕천리 311
	애월정수장	23,000		제주시 애월읍 광령리 191
	남원정수장	37,000		서귀포시 남원읍 신흥리 1939
	토평정수장	4,000		서귀포시 토평동 1724
광역2	4개소	88,000		
	유수암정수장	32,000	정수처리기준적용배제인증	제주시 애월읍 유수암리 1736
	금악정수장	7,500		제주시 한림읍 금악리 산56-3
	서광정수장	32,500		서귀포시 안덕면 서광리 산35-10
	회수정수장	16,000		서귀포시 회수동 160-1
광역3	1개소	15,000		
	어승생정수장	15,000	완속여과	제주시 해안동 산60-2
제주시	5개소	94,000		
	월산정수장	24,000	완속여과	제주시 노형동 2261-1
	오라정수장	15,000	급속여과	제주시 오라1동 2033-1
	별도봉정수장	35,000	완속여과	제주시 화북동 4504-1
	도련정수장	10,000	완속여과	제주시 도련동 1360
	한림정수장	10,000	막 여 과	제주시 한림읍 동명리 2121
서귀포시	1개소	25,000		
	강정정수장	25,000	급속여과	서귀포시 강정동 3016

○ 제주특별자치도 상수도분야에서 취약한 기후위기 요소는 가뭄, 폭염(수온상승), 호우, 강풍, 해수면상승 등임

- 가뭄은 취수량 부족으로 인한 제한급수를 야기할 수 있음
- 폭염은 물사용량을 증가시키고, 폭염에 기인한 수온상승은 일반적으로 지표수원(어승생수원지, 외도천, 강정천 등)에서 조류의 농도 증가를 유발함
- 호우는 시설관리 측면에서는 수도시설의 침수를 유발할 수 있으며, 수질관리 측면에서는 고탁수의 유입을 야기할 수 있음
- 강풍은 일부 시설물 손괴를 유발할 수 있으며, 특히 전기공급시설의 파손으로 정전을 유발하여 단수를 초래할 수 있음

○ 공급과정에서는 가압을 위해 가압장 10개소를 운영중이며, 총저류용량 220,880 m^3/일의 169개 배수지도 운영중임

○ 2021년 기준 제주특별자치도의 전체 상수도관로는 5,809.9 km이며, 이중 도수관이 75.5 km, 송수관이 501.5 km, 배수관이 1,955.2 km, 급수관이 3,277.7 km임

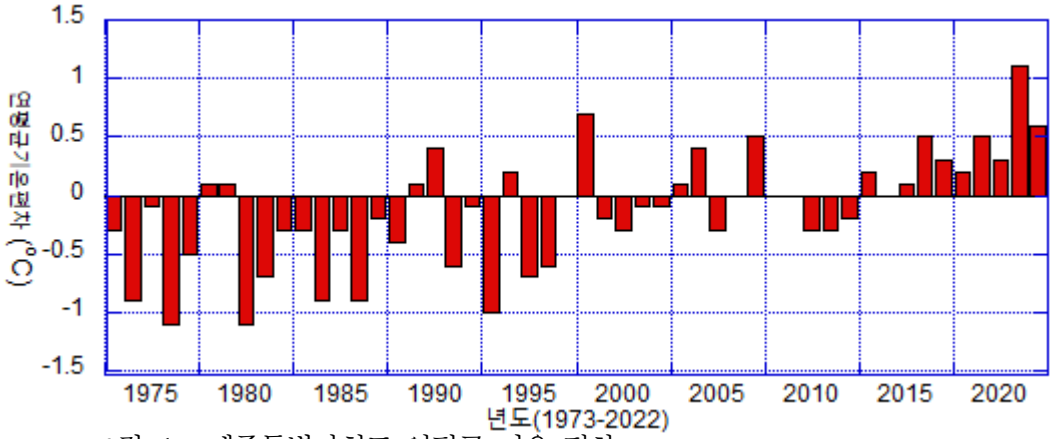
3. 기후변화 현황 분석

3.1 제주특별자치도 기후현황

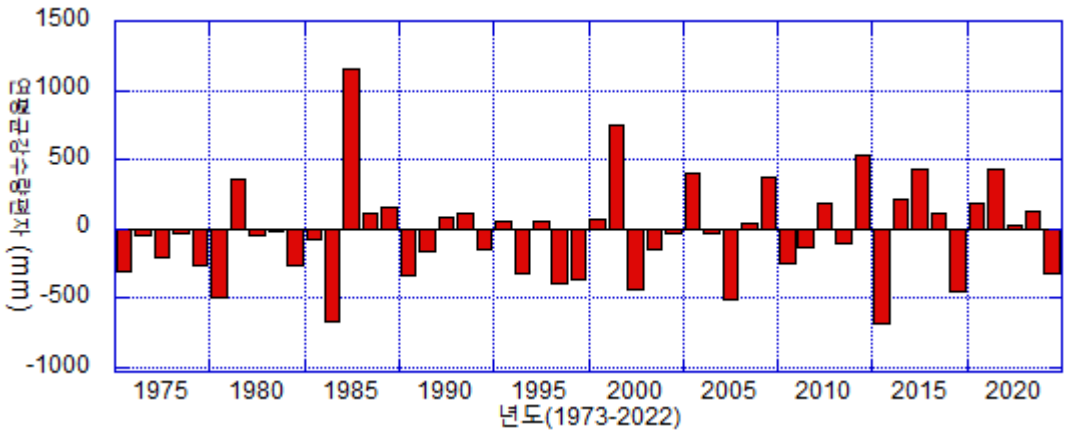
○ 제주특별자치도의 사계절 평균기온은 꾸준히 증가하고 있는 것으로 조사되었음. 여름철의 최고기온과 겨울철 최저기온의 변화율을 살펴보면 제주특별자치도에서 지구온난화는 최저 기온의 증가가 주도하고 있음

○ 과거 50년(1973-2022)간 제주특별자치도의 연평균기온은 16.1℃이며, <그림 1>에 나타난 바와 같이 제주특별자치도의 기온은 지속적으로 상승하는 것으로 분석됨

○ 강수량의 경우 과거 50년(1973-2022)간의 연평균값은 1,676.2 mm이며, 강수량의 추세선을 분석한 결과 매우 완만한 상승세를 보이고 있으나, 경향성은 크지는 않은 것으로 분석됨(<그림 2> 참조)



<그림 1> 제주특별자치도 연평균 기온 편차



<그림 2> 제주특별자치도 연평균 강수량 편차

3.2 제주특별자치도 기후전망

① 평균기온

○ 제주특별자치도는 전 지역이 21세기 전반기부터 모든 시나리오에서 아열대 기후에 속할 것으로 전망됨

○ RCP 8.5 시나리오에서 현재 기후값(2001년~2010년)기준으로 제주시 및 서귀포시 연평균 기온은 14.4℃로 전반기(2021년~2040년)에는 약 15.1℃, 중반기(2041년~2070년)에는 약 16.5℃, 후반기(2071년~2100년)에는 약 18.2℃까지 증가할 것으로 나타남(※ 경향성 : + 0.50℃/10년)

② 폭염일수

○ RCP 8.5 시나리오에서 현재 기후값(2001년~2010년)기준으로 폭염일수는 1.7일로 전반기(2021년~2040년)에는 약 4.1일 중반기(2041년~2070년)에는 약

13.0일, 후반기(2071년~2100년)에는 약 29.5일 까지 증가할 것으로 나타남(※ 경향성 : + 4.65일/10년)

③ 결빙일수

○ RCP 8.5 시나리오에서 현재 기후값(2001년~2010년)기준으로 결빙일수는 4.5일로 전반기(2021년~2040년) 약 2.7일, 중반기(2041년~2070년)에는 약 1.6일, 후반기(2071년~2100년)에는 약 0.5일 까지 감소할 것으로 나타남(※ 경향성 : - 0.40일/10년)

④ 강수량

○ RCP 8.5 시나리오에서 현재 기후값(2001년~2010년)기준으로 강수량은 2168.9mm로 전반기(2021년~2040년)에는 약 2106.7mm, 중반기(2041년~2070년)에는 약 2075.9mm 후반기(2071년~2100년)에는 약 2428.2mm까지 변화할 것으로 나타남(※ 경향성 : + 60.40mm/10년)

⑤ 강수강도

○ RCP 8.5 시나리오에서 현재 기후값(2001년~2010년)기준으로 강수강도는 19.6mm로 전반기(2021년~2040년)에는 19.9mm, 중반기(2041년~2070년)에는 약 19.0mm, 후반기(2071년~2100년)에는 약 21.6mm 까지 변화할 것으로 나타남(※ 경향성 : + 0.33mm/일/10년)

⑥ 호우일수

○ RCP 4.5 시나리오에서 현재 기후값(2001년~2010년)기준으로 호우일수는 4.7일로 전반기(2021년~2040년)는 5.2일, 중반기(2041년~2070년)에는 약 5.6일, 후반기(2071년~2100년)에는 약 6.7일까지 증가할 것으로 나타남(※ 경향성 : + 0.28일/10년)

○ RCP 8.5 시나리오에서 현재 기후값(2001년~2010년)기준으로 호우일수는 4.7일로 전반기(2021년~2040년) 약 5.9일, 중반기(2041년~2070년)에는 약 4.9일, 후반기(2071년~2100년)에는 약 7.2일까지 증가할 것으로 나타남(※ 경향성 : + 0.25일/10년)

3.3 기후변화 영향 분석 및 예측

○ 기후요소별 리스크 평가는 정성적 평가와 정량적 평가로 구분할 수 있는데, 정량적 평가를 위해서는 한국환경연구원에서 개발한 설문서 등을 참조하여 실시함

○ 정성적인 평가를 위해서 제주특별자치도 상수도본부 상수도부 재직자 111명의

59%인 65명을 상대로 기후위기요소별 제주특별자치도 상수도에 미치는 부정적인 정도를 5점 척도로 설문한 결과, 가뭄(4.16)>한파(3.55)>대설(3.46)>호우(3.32)>폭염(3.27)>강풍(3.06)>해수면상승(2.74)의 순으로 응답함

○ 또한, 재직자 심층인터뷰에서는 주요 기후요소별로 <표 3>과 같은 리스크 및 해당시설이 조사됨. 대부분 가뭄, 폭염, 호우 의한 영향이 큰 것으로 조사됨

<표 3> 기후요소별 예상 리스크 및 해당시설

기후요소	주요 리스크	해당시설
폭염	• 물사용량 급증	• 전상수도시설
	• 상수원수(조류 개체수 증가) 수질저하로 인한 수돗물 품질저하(이취미, 색도 등)	• 어승생수원지, 외도천, 강정천
한파	• 시설물 동파	• 공급관로, 급수시설(계량기 등)
호우	• 고탁도 원수 유입	• 강정천, 외도천, 이호수원지, 한림취수원, 용담수원지 등
	• 하천범람으로 시설물 파손, 침수	• 강정 취수장, 옹포정수장, 외도 취수장 등
대설	• 대설로 인한 교통두절로 관로등 시설물 점검 곤란	• 중산간 지역 시설물
강풍	• 강풍으로 인한 정전, 시설물 손괴, 통신오류	• 전시설물
가뭄	• 취수원고갈, 용천수량 부족	• 지표수 및 용천수 수원(어승생수원지, 삼양1,2 수원지, 외도천, 강정천 등), 지하수원
해수면 상승	• 해수면상승으로 전기전도도 증가	• 용담3수원지

4. 기후변화 위험도 평가

4.1 위험도 평가 방법

○ 제주특별자치도 상수도 근무자를 대상으로 체크리스트를 활용한 평가 방법을 적용함

4.2 위험도 평가 결과 및 우선순위 위험도

4.2.1 발생가능성

○ 기후위기 발생가능성은 한국환경연구원(KEI)에서 제시한 기후변화 시나리오(RCP8.5)에 따라 작성된 극한기후지수의 값(폭염일수·한파일수·호우일수·대설일수·강풍일수)을 활용하여 기후영향요소(폭염·한파·호우·대설·강풍)의 발생가능성을 산정하였으며, 이에 따른 제주특별자치도 상수도의 극한기후 발생 가능성은 <표 4>와 같음

<표 4> 제주특별자치도 상수도 극한기후지수의 전망 값(RCP8.5)

사업장명	주소	폭염	한파	호우	대설	강풍
본부	제주시 조천읍 대흘리	1.87	1.00	1.38	1.08	1.16
조천	제주시 조천읍 대흘리	1.87	1.00	1.38	1.08	1.16
구좌	제주시 구좌읍 덕천리	1.87	1.00	1.38	1.08	1.16
애월	제주시 애월읍 광령리	1.87	1.00	1.38	1.08	1.16
남원	서귀포시 남원읍 신흥리	1.72	1.00	1.44	1.02	1.04
유수암	제주시 애월읍 유수암리	1.87	1.00	1.38	1.08	1.16
서광	서귀포시 안덕면 서광리	1.72	1.00	1.44	1.02	1.04
어승생	제주시 해안동	1.87	1.00	1.38	1.08	1.16
월산	제주시 노형동	1.87	1.00	1.38	1.08	1.16
오라	제주시 오라1동	1.87	1.00	1.38	1.08	1.16
별도봉	제주시 화북동	1.87	1.00	1.38	1.08	1.16
도련	제주시 도련동	1.87	1.00	1.38	1.08	1.16
한림	제주시 한림읍 동명리	1.87	1.00	1.38	1.08	1.16
강정	서귀포시 강정동	1.72	1.00	1.44	1.02	1.04

4.2.2 영향의 크기

○ 영향의 크기는 제주특별자치도 정수장 근무자를 대상으로 설문서를 통해서 도출되었으며, <표 5>와 같음

<표 5> 제주특별자치도 상수도 기후위기 영향크기

사업장명	주소	폭염	한파	호우	대설	강풍
본부	제주시 조천읍 대흘리	2.57	2.52	2.53	2.35	2.58
조천	제주시 조천읍 대흘리	2.64	2.71	2.69	3.28	2.92
구좌	제주시 구좌읍 덕천리	2.59	2.10	2.41	2.50	2.43
애월	제주시 애월읍 광령리	2.48	2.48	2.34	2.21	2.51
남원	서귀포시 남원읍 신흥리	2.79	2.80	3.00	3.00	2.92
유수암	제주시 애월읍 유수암리	2.40	1.33	2.00	2.26	1.75
서광	서귀포시 안덕면 서광리	2.15	2.64	1.99	2.34	2.44
어승생	제주시 해안동	2.30	2.46	2.37	2.40	2.36
월산	제주시 노형동	3.33	3.31	3.26	3.51	3.57
오라	제주시 오라1동	3.27	2.65	2.60	3.78	3.68
별도봉	제주시 화북동	1.00	2.50	3.11	1.00	3.00
도련	제주시 도련동	2.29	2.29	2.40	2.30	2.30
한림	제주시 한림읍 동명리	2.81	3.00	2.41	3.00	3.00
강정	서귀포시 강정동	3.21	3.29	2.92	3.31	3.09

4.2.3 기후위기 리스크

○ 기후위기 요소의 발생가능성과 기후위기 영향크기의 곱으로 산출되는 기후위기 리스크 평가 결과는 <표 6>과 같음

○ 14개 사업장에 대한 5개 기후요소에 대한 리스크평가 결과 70개 세부항목별로 리스크결과가 도출됨

○ 리스크 최대 점수는 6.23(월산정수장-폭염), 최소 점수는 1.08(별도봉-대설), 평균점수는 3.36으로 산출됨

○ 리스크 평가결과 중 리스크 상위 30%를 우선적으로 고려하여 적응대책을 수립함

<표 6> 제주특별자치도 상수도 기후위기 리스크

사업장명	주소	폭염	한파	호우	대설	강풍
본부	제주시 조천읍 대흘리	4.81	2.52	3.49	2.54	2.99
조천	제주시 조천읍 대흘리	4.93	2.71	3.72	3.54	3.38
구좌	제주시 구좌읍 덕천리	4.85	2.10	3.32	2.70	2.82
애월	제주시 애월읍 광령리	4.64	2.48	3.23	2.39	2.91
남원	서귀포시 남원읍 신흥리	4.80	2.80	4.32	3.06	3.03
유수암	제주시 애월읍 유수암리	4.48	1.33	2.76	2.44	2.03
서광	서귀포시 안덕면 서광리	3.70	2.64	2.87	2.39	2.53
어승생	제주시 해안동	4.30	2.46	3.28	2.60	2.74
월산	제주시 노형동	6.23	3.31	4.50	3.79	4.14
오라	제주시 오라1동	6.11	2.65	3.59	4.08	4.27
별도봉	제주시 화북동	1.87	2.50	4.30	1.08	3.48
도련	제주시 도련동	4.28	2.29	3.31	2.48	2.66
한림	제주시 한림읍 동명리	5.25	3.00	3.33	3.24	3.48
강정	서귀포시 강정동	5.52	3.29	4.21	3.37	3.21

4.2.4 기후변화 리스크 분석 및 적응대책 중점 추진 분야 선정

○ 한국환경연구원의 위험도 평가 가이드라인에 의한 기후위기 체크리스트를 기반으로 한 계량기법을 활용하여 제주특별자치도 14개 사업장에 대한 기후위기요소별 위험도평가(RCP 8.5 기준) 결과, 평균 위험도는 폭염(4.70)>호우(3.59)>강풍(3.12)>대설(2.84)>한파(2.58)의 순으로 나타남

○ 한국환경연구원에서 제시하는 5대 기후위기요소(폭염, 한파, 호우, 대설, 강풍)에 추가하여 제주특별자치도의 지역적 특성을 고려한 가뭄, 해수면상승을 포함한 7대 기후우기요소에 대한 제주특별자치도 상수도에 대한 취약성을 우선순위별로 정성평가(5점 척도)한 결과 가뭄(4.16)>한파(3.55)>대설(3.46)>호우(3.32)>폭염(3.27)>강풍(3.06)>해수면상승(2.74)의 순으로 부정적인 영향이 크다고 조사됨

○ 기후위기 요소에 대한 리스크 평가 제주특별자치도 기후위기 리스크는 가뭄>폭염>호우>강풍의 순으로 판단됨. 한파와 대설은 향후 온난화의 영향으로 상대적인 취약성이 낮아질 것으로 판단됨

○ 가뭄과 해수면상승의 경우 한국환경연구원에서 발생가능성에 대한 자료를 제시하고 있지 않아 리스크 평가를 점수화하기는 어려운 상황이나, 정성 평

가를 바탕으로 종합적인 개선대책의 제시가 필요함

○ 가뭄의 경우 어승생정수장 공급계통의 일부를 제외한 14개 정수장의 공급관로가 상호연계되어 운영되고 있으며, 지하수 및 용천수를 주요 취수원으로 하고 있는 제주특별자치도의 특성을 고려할 때 가뭄은 특정 지역(상수도시설)에 국한되지 않고, 제주특별자치도 전체 상수도시설에 영향을 줄 수 있으므로, 전체 상수도시설에 대한 적응대책의 제시가 필요함

○ 리스크 평가는 기후영향요소의 발생가능성과 영향 크기의 곱으로 산출되는데, 제주시 및 서귀포시에서 모두 폭염의 발생가능성이 가장 높은 것으로 제시되어, 근무자 설문결과에 의한 영향 크기의 반영정도가 상대적으로 낮게 평가되고, 특정 기후영향요소(예 : 폭염)에 의한 리스크가 과대평가될 수 있음

○ 이에 수도시설별 우선순위 위험도 및 적응대책 수립은 리스크 결과 값 및 과거 피해사례 등을 고려하여 검토함

○ 제주특별자치도 상수도의 기후영향요소별 리스크 값은 <표 7>에서 최대 7.11(오라-폭염-시설), 최소 1.08(별도봉-대설-시설), 평균 위험도는 3.36점으로 전반적으로 낮은 수준으로, 실효성 높은 세부시행계획 수립을 위해서는 정성평가 및 정량평가 결과를 모두 반영한 적응대책 수립이 필요함

○ 이에 기후영향요소별 우선순위 대상(시설, 시설관리자, 서비스) 선정 시 리스크 평가 결과를 종합하여 상위 30%를 선별하고 이에 대한 세부시행계획 수립 여부를 최종 검토함

○ 210개 리스크 값(14개 사업장×5개 기후요소×3개요소(시설물, 시설물관리자, 공공서비스))을 대상으로 분석한 결과 상위 10%, 20%, 30%에 해당하는 리스크 값은 각각 4.62, 4.30, 3.86으로 산출됨. 따라서 리스크 값이 3.86 이상인 62개 요소에 대해서 상수도시설별로 구분하여 기후위기 대책 수립의 우선순위를 결정함

○ <표 8>은 제주특별자치도 상수도 기후위기 우선순위 위험도 집계표(조천정수장 사례)를 나타냄

<표 7> 기후영향요소별 기후영향대상에 대한 위험도평가(RCP 8.5 기준)

구분	분류	사업장													
		본부	조천	구좌	애월	남원	유수암	서광	어승생	월산	오라	별도봉	도련	한림	강정
폭염	시설물	4.94	5.47	5.70	5.04	5.05	4.72	3.39	4.27	6.66	7.11	1.87	4.36	4.54	5.73
	시설관리자	4.69	5.04	3.82	4.21	4.20	4.36	4.06	4.34	6.23	5.61	1.87	4.10	5.61	5.71
	공공서비스	4.80	4.47	4.36	4.68	4.59	4.36	3.63	4.30	5.80	5.61	1.87	4.36	5.61	5.12
한파	시설물	2.52	3.02	2.99	2.44	2.58	1.33	2.67	2.33	3.34	2.91	1.50	2.33	3.00	3.29
	시설관리자	2.61	2.31	1.83	2.83	2.83	1.33	3.08	2.39	3.25	2.54	3.00	2.19	3.00	3.39
	공공서비스	2.44	2.44	2.42	2.17	3.00	1.33	2.39	1.33	3.33	2.50	3.00	2.33	3.00	3.19
호우	시설물	3.45	3.48	4.10	3.14	4.32	2.76	3.92	3.01	4.33	3.57	4.55	3.22	3.55	3.94
	시설관리자	3.64	3.99	3.91	3.22	4.32	2.76	2.88	3.14	4.81	3.53	4.14	3.48	3.45	4.50
	공공서비스	3.38	3.68	3.68	3.34	4.32	2.76	3.36	3.68	4.37	3.68	4.14	3.22	2.99	4.18
대설	시설물	2.52	3.24	3.24	2.30	3.06	2.28	2.40	2.51	3.96	4.32	1.08	2.52	3.24	3.37
	시설관리자	2.72	3.96	2.16	2.52	3.06	2.52	2.38	2.64	3.72	3.60	1.08	2.40	3.24	3.63
	공공서비스	2.38	3.42	2.70	2.34	3.06	2.52	2.38	2.64	3.71	4.32	1.08	2.52	3.24	3.17
강풍	시설물	3.01	3.19	2.92	2.71	3.12	2.21	2.58	2.64	4.29	4.31	3.48	2.71	3.48	3.19
	시설관리자	3.07	3.48	2.51	3.03	3.12	1.93	2.43	2.84	4.20	3.87	3.48	2.58	3.48	3.33
	공공서비스	2.90	3.48	2.80	3.00	3.12	1.93	2.60	2.75	3.94	4.64	3.48	2.71	3.48	3.12

<표 8> 제주특별자치도 상수도 기후위기 우선순위 위험도 집계표(조천정수장 사례)

분야	위험도 평가 방법	대상				위해도		영향		기후변화위험도		우선순위위험도		
		사업장	구분	대분류	중소분류	기후영향요소	발생가능성	영향의 내용	영향	위험도목록	위험도	순위	선정여부	선정이유
용수	1	조천	시설물	수도시설	취수,정수,공급시설	폭염	1.87	물사용량 증가	2.92	시설 가동률 증가에 따른 파손위험 상승 및 단수 우려	5.47	1	○	안정적 물공급을 위한 물수요관리 필요
			시설관리자	수도시설	취수,공급시설	폭염	1.87	작업환경 안전성 및 노동생산성 저하	2.69	폭염에 따른 근로자 안전성 및 노동생산성 저하 가능	5.04	2	○	폭염에 따른 온열질환자 발생가능성 증가
			공공서비스	수도시설	취수,정수,공급시설	폭염	1.87	물사용량 증가	2.39	물사용량 증가에 따른 출수불량 발생 가능	4.47	3	○	물사용량 증가에 따라 일부 지역 수압저하로 물공급 차질 증가, 대민 지원 및 홍보 필요
			시설관리자	수도시설	취수,공급시설	호우	1.38	작업환경 안전성 및 노동생산성 저하	2.89	호우에 따른 근로자 안전성 및 노동생산성 저하 가능	3.99	4	○	집중호우 발생시 근로자 안전성 향상 필요
			시설관리자	수도시설	취수,공급시설	대설	1.08	작업환경 안전성 및 노동생산성 저하	3.67	대설에 따른 근로자 안전성 및 노동생산성 저하 가능	3.96	5	○	대설 발생시 근로자 안전성 향상 필요

5. 기후위기 적응전략 및 세부시행계획

5.1 기후위기 적응 목표 및 전략

○ 기후변화 리스크 평가에 기반하여 제주특별자치도 상수도에 가장 큰 부정적인 영향이 예상되는 기후변화 요소인 가뭄, 폭염, 호우, 강풍의 리스크를 저감하기 위한 적응대책을 수립함

○ 리스크 평가에서 가뭄의 극한기후지수 전망값이 제공되지 않는 관계로 리스크 값이 산출되지는 않았으나, 상수도부 재직자를 대상으로 실시한 설문조사에서 가장 취약한 기후위기요소로 선정되어 적응대책 수립에 반영함

○ 상수도 관련 상대적으로 취약성이 높은 기후변화 요소인 가뭄, 폭염(수온상승), 호우, 강풍에 대한 제주특별자치도 상수도 기후위기 적응대책 목표 및 추진과제는 <그림 3>과 같음

<그림 3> 제주특별자치도 상수도 기후위기 적응대책 목표 및 추진과제

5.2 기후위기 적응대책 세부시행계획

○ 제주특별자치도 상수도 기후위기 적응대책 요약은 <표 9>와 같음

<표 9> 제주특별자치도 상수도 기후위기 적응대책 요약

구분	예상문제점	해당 수도시설	적응대책	구분
가뭄	취수량 감소, 제한급수	전사업장	유수율 제고 사업	기존사업
			수도시설간 연계운영을 통한 공급능력 강화(송수관로 연계(복선화), 공급관로 다중화 등)	기존사업
			물수요관리(사용량 저감(절수) 정책)	기존사업
폭염 (수온상승)	물사용량 증가, 출수불량	전사업장	유수율 제고 사업	기존사업
			물수요관리(사용량 저감(절수) 정책)	기존사업
	조류기인 색도 및 이취미 발생	어승생정수장	어승생 1,2 저수지 조류기인 이취미 및 색도처리를 위한 고도정수처리시설 도입	신규사업
		월산정수장	외도 취수원 조류기인 이취미 제거를 위한 고도정수처리시설 도입	신규사업
		강정정수장	강정천 취수원(냇길이소) 조류기인 이취미 제거를 위한 고도정수처리시설 도입	신규사업
호우	고탁도 원수 유입	오라, 어승생, 월산, 한림정수장	응집제 자동 주입시설 설치(고탁도 원수 유입 대응능력 향상)	신규사업
강풍	정전으로 인한 단수	전사업장	전력공급 체계 강화(전력 설비 2중화 등)	신규사업
공통	근무자 작업 환경 안전성 저하	전사업장	기후요소별 위기대응 매뉴얼 제작 및 보완	신규사업

6. 적응대책 이행 및 관리 방안

6.1 이행 추진 조직 및 예산

○ 기후위기 적응대책 분야별 추진부서 및 예산은 <표 10>, <표 11>과 같음

<표 10> 기후위기 적응대책 분야별 추진부서 및 협조부서 현황

구분	사업내용	주요내용	추진부서	협조부서
가뭄 적응	물공급 기반 강화	유수율 제고 사업	누수방지과	전부서
		송수관로 비상연계	상수도 정책시설과	상수도 생산관리과
	물수요 관리	수돗물 사용량 줄이기 및 대체 수자원(중수도, 빗물 등) 활용	상수도 정책시설과	상수도 생산관리과
폭염 적응	고도정수처리 시설 설치	고도정수처리시설 도입 타당성 검토	상수도 생산관리과	상수도 정책시설과 (수질검사실)
		고도정수처리시설 모형실험장치(pilot plant) 설치 운영	어승생, 월산, 강정정수장	
호우 적응	고탁도 원수 처리능력 강화	응집제 자동 주입시설 설치	상수도 생산관리과	오라, 어승생, 월산, 한림정수장
강풍 적응	전력공급 안정화	전력공급 이중화 시설 설치	상수도 생산관리과	전 정수장
공통	근무자 작업 안전성 향상	기후요소별 위기대응 매뉴얼 제작 및 보완	상수도 생산관리과	전 정수장

<표 11> 기후위기 적응대책 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	사업내용	주요내용	시행시기					계
			'23	'24	'25	'26	'27	
가뭄 적응	물공급 기반 강화	유수율 제고 사업	2040 제주특별자치도 수도정비기본계획에 근거하여 별도 추진					-
		송수관로 비상연계						
	물수요 관리	수돗물 사용량 줄이기 및 대체 수자원(중수도, 빗물 등) 활용						
폭염 적응	고도정수처리 시설 설치	고도정수처리시설 도입 타당성 검토	-	-	300 (어승생)	300 (월산)	300 (강정)	900
		고도정수처리시설 모형실험장치(pilot plant) 설치 운영	-	-	700 (어승생)	700 (월산)	700 (강정)	2,100
호우 적응	고탁도 원수 처리능력 강화	응집제 자동 주입시설 설치	-	200 (오라)	200 (어승생)	200 (월산)	200 (한림)	800
강풍 적응	전력공급 안정화	전력공급 이중화 시설 설치 타당성 검토	-	100	-	-	-	100
		전력공급 이중화 시설 설치	-	세부일정 및 예산은 타당성 검토결과에 따름				-
공통	근무자 작업 안전성 향상	기후요소별 위기대응 매뉴얼 제작 및 보완	비예산	-	-	-	-	-
소계			0	300	1,200	1,200	1,200	3,900

6.2 이행사항 자체 모니터링 계획

6.2.1 이행조직 구성

○ 제주특별자치도 상하수도본부 상수도부, 유인 운영 정수장 13개소의 기후위기 적응대책 담당 실무자, 제주연구원 탄소중립지원센터, 제주특별자치도 환경정책과 탄소중립팀의 기후위기 전문가 및 관계기관 등 이해당사자로 TFT를 구성하여 운영함(주관부서 : 상수도부 상수도정책시설과)

6.2.2 이행조직 역할

○ 제주특별자치도 상수도 기후위기 적응대책 세부시행계획의 추진 및 이행

○ 기후위기 적응대책 실적 모니터링 및 결과에 따른 수도시설별 세부시행계획 수정 및 검토

○ 세부사업의 점검 주기(월간, 분기, 반기, 비정기적)에 따른 기후위기 적응대책 회의를 정기 및 수시로 개최, 각 정수장별 세부시행계획 이행 결과 작성 공유 및 현황에 능동적 대응체계 구축

○ TFT 운영을 통한 공감대 형성과 실행력 제고로 기후위기 적응대책의 우수사례 공유 및 성과 향상 도모

6.2.3 이행실적 보고서 작성

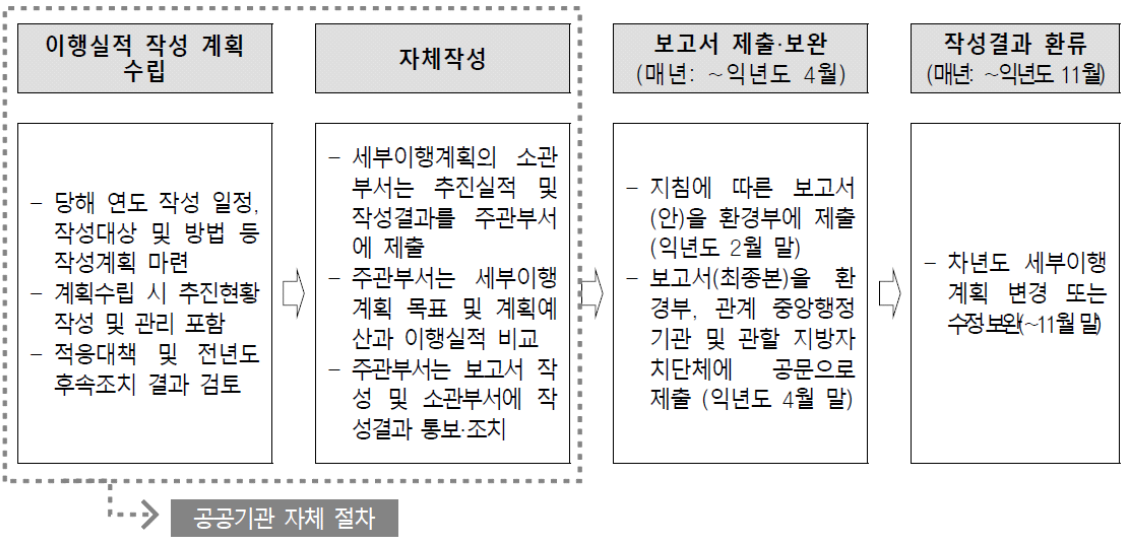
○ 주관부서에서는 적응대책 이행현황 관리를 위해 매년 12월 말까지 자체적으로 추진현황을 평가 및 모니터링하여, 이행실적 보고서를 작성하고 익년도 2월 말까지 환경부장관에게 제출하도록 함

○ 이행실적 보고서의 제출절차는 <그림 4>와 같이 <이행실적 작성 계획 수립>, <자체작성>, <보고서 제출·보완>, <작성결과 환류>의 단계로 실시함

○ 환경부장관이 이행실적 보고서(안)의 보완을 요청할 경우, 대상기관의 장은 요청사항을 반영한 이행실적 보고서를 4월 말까지 환경부, 관계 중앙행정기관과 관할 지방자치단체에 공문과 함께 제출해야 함

○ 평가결과 환류를 바탕으로 연간이행계획을 수정·보완하여 익년도 연간이행

계획에 반영함으로써 기후위기의 불확실성과 여건변화에 대한 실효성에 능동적으로 대응함



<그림 4> 공공기관 이행실적 보고서 제출 절차

6.2.4 이행평가 및 환류 계획

○ 이행평가는 적응대책 기간(5개년)의 연도별 세부사업을 대상으로 매년 실시하며, 성과목표에 따라 정량 및 정성 지표로 구분하여 평가함

○ 평과 과정에서 도출된 미흡한 점 또는 문제점에 대해 조치계획을 수립하고 제도 개선, 포상 실시 등 사업수행의 효율을 제고하기 위한 환류 방안을 권고함

○ 리스크 관리 체계에 따른 단계별 주요 대책을 제시하여 차년도 사업계획에 보완 및 수정 조치를 안내함