전라북도 해수담수화 산업 육성·지원 정책 수립을 위한 기초조사

2022. 12. 30.

전라북도의회
Jeollabuk-do Provincial Assembly

연구결과보고서

2022년도 연구개발사업에 따라 완료한 전라북도 해수담수화 산업 육성·지원 정책 수립을 위한 기초조사의 최종 보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

붙임 : 결과 보고서 1부. 끝.

연 구 기 관 : 경상국립대학교

연구책임자 : 양은태 (인)

연구기관장 : 직인

경상국립대학교 산학협력단장 귀하

제 출 문

전라북도의회 귀하

본 보고서를 “전라북도 해수담수화 산업 육성·지원 정책 수립을 위한 기초조사”에 관한 최종보고서로 제출합니다.

연구기관명 : 경상국립대학교 산학협력단

연구책임자 : 양 은 태 교수

(경상국립대 해양환경공학과)

연 구 원 : 강도형, 김향미, 송승현, 지호빈

요 약 문

Ⅰ. 연구개요

1. 기후변화와 수질오염으로 인한 물 부족 문제 심화에 대응하기 위한 지속 가능한 수자원 확보의 필요성

2. 전라북도의 지속가능한 발전을 위한 안정적인 수자원과 물관리 기술 확보의 필요성

3. '물관리기술발전 및 물산업진흥에 관한 법률' 시행에 따른 지역의 여건을 고려한 물산업 관련 신산업 육성의 필요성

Ⅱ. 연구개발 목표 및 연구과제의 범위

1. 연구개발 목표

   전라북도의 해수담수화 산업 육성 계획 수립을 위한 국내·외 해수담수화 시장 동향 및 지역의 해수해수담수화에 대한 기초조사

2. 연구과제의 범위

   (가) 시간적 범위: 2022년 기준 (통계적 수치의 경우 가능한 가장 최신의 연도의 것을 사용)

   (나) 공간적 범위: 전라북도를 포함한 국내 및 국외

   (다) 내용적 범위: 해수담수화 기술 개요, 국내·외 해수담수화 산업 동향, 국내·외 해수담수화 산업 육성 사례, 전라북도 해수담수화 산업

Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

1. 해수담수화 기술 개요

   (가) 대체수자원

   (나) 해수담수화 기술

2. 국내·외 해수담수화 산업 동향

   (가) 전세계 해수담수화 산업 동향

(나) 국내 해수담수화 산업 동향

3. 국내·외 해수담수화 산업 육성 사례

(가) 주요 국가별 해수담수화 산업 육성 정책

(나) 국내 해수담수화 산업 육성 정책 및 지원 사업 추진 현황

(다) 전세계 해수담수화 주요 기업 현황

(라) 국내 주요 해수담수화 기업 현황

4. 전라북도 해수담수화 산업 현황

(가) 전라북도 수자원 현황

(나) 전라북도 해수담수화 시설 현황

(다) 전라북도 해수담수화 관련 법률 및 계획

Ⅳ. 연구결과

1. 물은 가장 풍부한 자원이지만 97% 이상이 염수라 활용이 쉽지 않고 급격한 인구증가, 산업화 및 도시화로 인해 수질오염 및 기후변화 등을 초래하여 수자원 불균형을 심화시킴과 동시에 수자원 수요량을 급격히 증가시켜 전 지구적으로 물 부족 현상이 심화되었음

2. 물부족 해결방안으로 대체수자원(빗물, 해수담수화, 하수재이용)이 대두되었고, 해수담수화의 경우 지구 전체 수자원의 70%에 해당하는 해수로부터 용수자원을 생산하기 때문에 지속가능한 사용수자원 생산이 가능하여 적용이 확대되고 있음

3. 해수담수화 기술은 공정설계, 소재·부품·장비 개발, 운영 및 유지보수 등 소프트웨어부문을 포함하는 종합적인 플랜트 엔지니어링 기술이기 때문에 제조업, 건설업, 운영 및 정화업, 설계 및 엔지니어링 서비스 등 전반적인 산업분야와 유기적으로 연결되어 있음

4. 해수담수화산업은 가뭄과 물 부족 시대에 신뢰할 수 있는 기술임이 입증되었고 일부 국가에서는 담수화 시스템이 필수적인 물 공급원이기에 담수화 시장의 수요는 향후 몇 년 동안은 증가할 것으로 예상됨

5. 해수담수화 산업의 전체 시장규모는 2021년 192억 9,200만 달러로 평가되었고 연 평균 8.8% 성장률을 보이고 있음

6. 해수담수화 산업은 물 전문 대기업과 이를 중심으로 중소·벤처기업들이 유기적으로 연계되는 산업조직이 경쟁력을 보유하고 있으며, 구조적으로는 독과점 성격이 강한 특성을 진

지고 있음. 또한 플랜트 산업이자 기술 중심의 고부가가치 산업으로, 초기 설비투자가 요구되나 궁극적으로는 선도 기술의 보유 여부에 따라 업체 간 성과 편차가 큰 산업임

7. 국내 해수담수화 산업은 우리나라 물 시장의 해외진출 실적에서 압도적 비중을 차지하고 있으나 국내 해수담수화 시장은 도서 지역의 소규모 시설 중심으로 제한된 규모의 시장이 형성되어 있으며, 사회적 수용성 문제로 인한 정체 상태임

8. 세계 각국은 해수담수화 기술의 확보 및 대체수자원 개발을 위한 정책을 적극적으로 추진 중이며, 물 안보를 위한 해수담수화 기술 확보 및 대체 수자원 개발에 대한 정책적 지원 필요성을 증대시키고 있음

9. 국내에서도 해수담수화 산업 육성을 위한 법률 및 정책을 정비하고 있고 해수담수화 플랜트 정부 R&D 지원 및 추진하고 있음. 하지만 국내 기업의 수준 높은 건설기술 대비 핵심 소재 및 부품 기술은 미미하거나 부족한 상황이며, 기자재 분야의 경쟁력 확보를 위한 육성 정책이 절실한 상황임

10. 전라북도 내 전반적인 물산업 기반은 다른 지역에 비해 부족한 편이며 해수담수화 산업의 경우 해수담수화 시설뿐만 아니라 기업체 수도 적은 상황임

11. 전라북도 내 해수담수화 산업이 계획되고 진행되고 있지만 식수원 확보 차원에서 이뤄지고 있으며 해수담수화 산업 육성을 위한 계획은 없거나 부족한 것으로 보임

V. 연구결과의 활용계획

1. 전라북도의 해수담수화 산업 육성 관련 전략 및 정책 방향 수립 시 기초 자료로 활용 가능

2. 전라북도의 안정적인 수자원 확보를 위한 계획 수립 시 기초 자료로 활용 가능

목 차

Ⅰ. 과제의 개요 ····· 1

1. 과제의 배경 및 필요성 ····· 2

2. 연구과제의 목표 ····· 4

3. 연구과제의 범위 방법 ····· 4

Ⅱ. 해수담수화기술 개요 ····· 7

1. 지구의 수자원 분포와 물부족 문제 ····· 8

2. 물부족 해결방안: 대체수자원 ····· 10

3. 해수담수화 기술 ····· 11

Ⅲ. 국내·외 해수담수화 산업 관련 동향 ····· 16

1. 국외 해수담수화 산업 현황 ····· 17

2. 국외 해수담수화 산업의 특징과 구조 ····· 19

3. 국외 해수담수화 산업 분야별 현황 및 전망 ····· 20

4. 국내 해수담수화 산업 현황 ····· 26

Ⅳ. 국내·외 해수담수화 산업 육성 사례 ····· 32

1. 국외 해수담수화 산업 육성 정책 ····· 33

2. 국내 해수담수화 산업 육성 정책 및 지원 사업 추진 현황 ····· 46

3. 해수담수화 산업 주요 기업 동향 ····· 55

Ⅴ. 전라북도 해수담수화 산업 기반 및 정책 현황 ····· 67

1. 전라북도 내 해수담수화 산업 현황 ····· 68

2. 전라북도 해수담수화 산업 육성 및 지원 정책 현황 ····· 73

Ⅵ. 과제의 활용계획 ····· 75

1. 전라북도 해수담수화 산업 현황 조사로부터의 시사점 ····· 76

2. 조사결과 활용 계획 ····· 76

Ⅰ

과제의 개요

1. 과제의 배경 및 필요성
2. 연구과제의 목표
3. 연구과제의 범위 및 방법

1. 과제의 개요

1.1 과제의 배경 및 필요성

❍ **심각해지는 전지구적 물부족 문제에 대응하기 위한 지속 가능한 수자원 확보의 필요성**

- 1960년대 이후 인구증가, 급격한 산업발전 및 도시화는 대기 중 이산화탄소 농도 증가로 인해 심각한 지구 온난화가 발생하였고, 이는 전지구적인 기후변화를 초래함

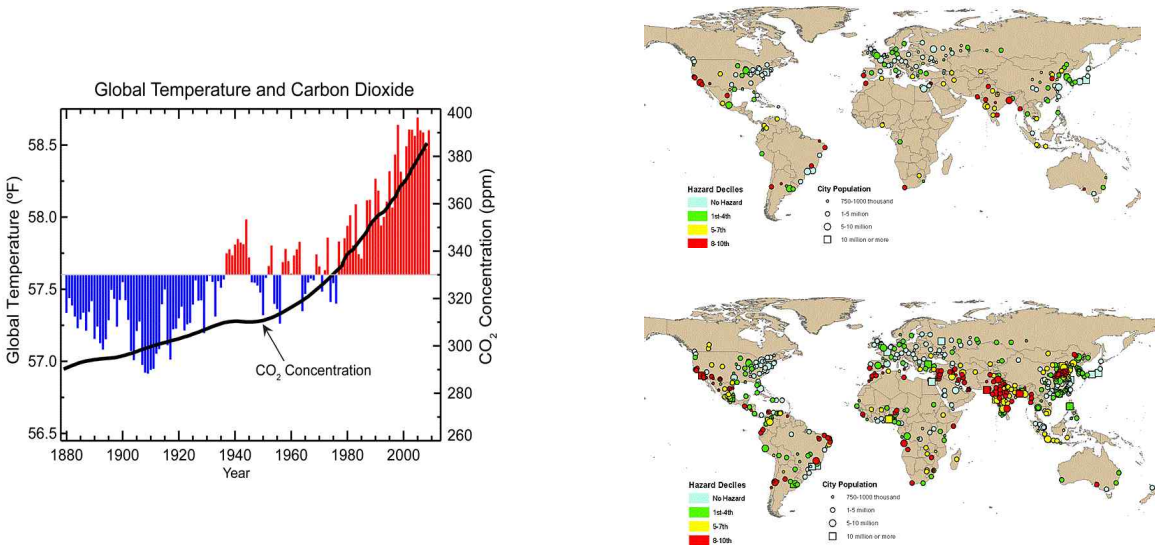


그림 1.1 CO_2 배출에 따른 온도 상승과 1960년과 2011 도시화 및 가뭄지역의 비교

* 출처: http://www.globalchange.gov

- 기후변화로 인한 강우패턴 등의 변화는 수자원의 지역적 편중을 심화시켰고, 그 결과 전 지구적 물 부족 문제가 인류 생존을 위협하는 가장 심각한 문제 중의 하나로 떠오름. 지속 가능한 가용수자원의 확보는 미래 인류의 생존과 국가의 경쟁력 제고를 위해 반드시 필요한 사안이 됨
- 우리나라도 현재 물 부족 국가로 분류되어 있으며, 향후 상시 가뭄에 대응할 지속가능한 물이용 체계 구축이 필요함
- 전 세계적으로 전통적인 수자원(지표수) 확보가 어려운 국가를 중심으로 해수담수화 및 물 재이용과 같은 대체수자원 개발을 통한 지속가능한 수자원 확보를 위한 많은 노력을 기울이고 있으며, 이에 따라 관련 산업이 크게 성장하고 있음

○ **전라북도의 지속가능한 양질의 용수 확보 및 전라북도의 新성장 동력으로 대체수자원 산업 육성의 필요성**

- 『전라북도 수자원장기개발종합계획(2011~2025)』 보고서에 따르면, 전라북도는 2025년 공급 가능한 수자원 양은 연간 29.6억톤이지만, 생활용수, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수를 포함하는 수요량은 연간 30.8억톤에 달해 연간 1.9억톤 정도 수자원이 부족할 것으로 예측되고 있음
- 또한, 전라북도 새만금 개발의 핵심 과제로 추진되고 있는 스마트 수변도시 조성의 성공을 위해서는 안정적으로 공급될 수 있는 양질의 용수 확보가 필요. 하지만 새만금호의 수자원에 대한 다양한 이슈가 있음

그림 1.2 전라북도 대표 물산업 새만금에 대한 현황

- 물산업은 4차 산업혁명 시대의 新성장 동력으로 규정하고 발전시키기 위해 정부는 '제1차 물 관리 기술 발전 물산업 진흥 기본계획(2019~2023)' 수립하였고, 이에 대응하기 위한 지자체 특성에 맞는 '물관리 기술 발전 및 물산업 진흥 시행계획' 수립이 필요함

그림 1.3 수자원 확보 및 관리 방안과 각 지자체의 물산업 관련 주요 인프라
*출처: 환경부, 제1차 물관리기술 발전 및 물산업 진흥 기본계획

1.2 연구과제의 목표

○ 전라북도의 해수담수화산업 육성을 통한 지속가능한 물관리 기술 확보 및 정부의 물산업 진흥 정책 본격 추진과 연계한 지역의 新산업 육성 정책을 추진하기 위한 기초조사 실시

1.3 연구과제의 범위 및 방법

1.3.1 연구과제의 범위

○ 연구과제의 기간: 2022년 11월 ~ 12월
○ 공간적 범위: 전라북도 전역(해수담수화산업 동향 분석의 경우 범위는 국내 및 국외 포함
○ 시간적 범위: 2022년을 기준. 단, 통계적 수치의 경우 가능한 가장 최신 연도의 것을 사용
○ 내용적 범위
- 해수담수화 기술 개요
- 국내·외 해수담수화 산업 관련 동향
- 국내·외 해수담수화 산업 육성 사례
- 전라북도 해수담수화 산업 관련 기반/기업/정책

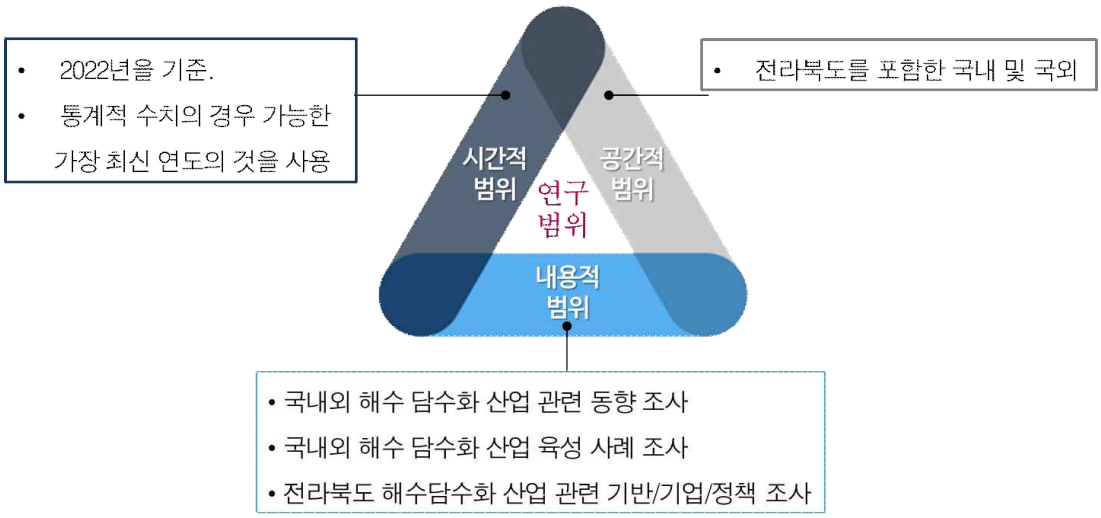


그림 1.4 연구과제의 범위

1.3.2 연구과제의 수행 방법

○ 문헌조사

- 국내·외 해수담수화 산업 관련 데이터베이스, 정책보고서 등을 분석

○ 회의 및 협의

- 연구진 내부 회의 및 전라북도 의회와의 협의를 통한 내용 수정
- 중간평가 보고를 통한 요구사항 반영

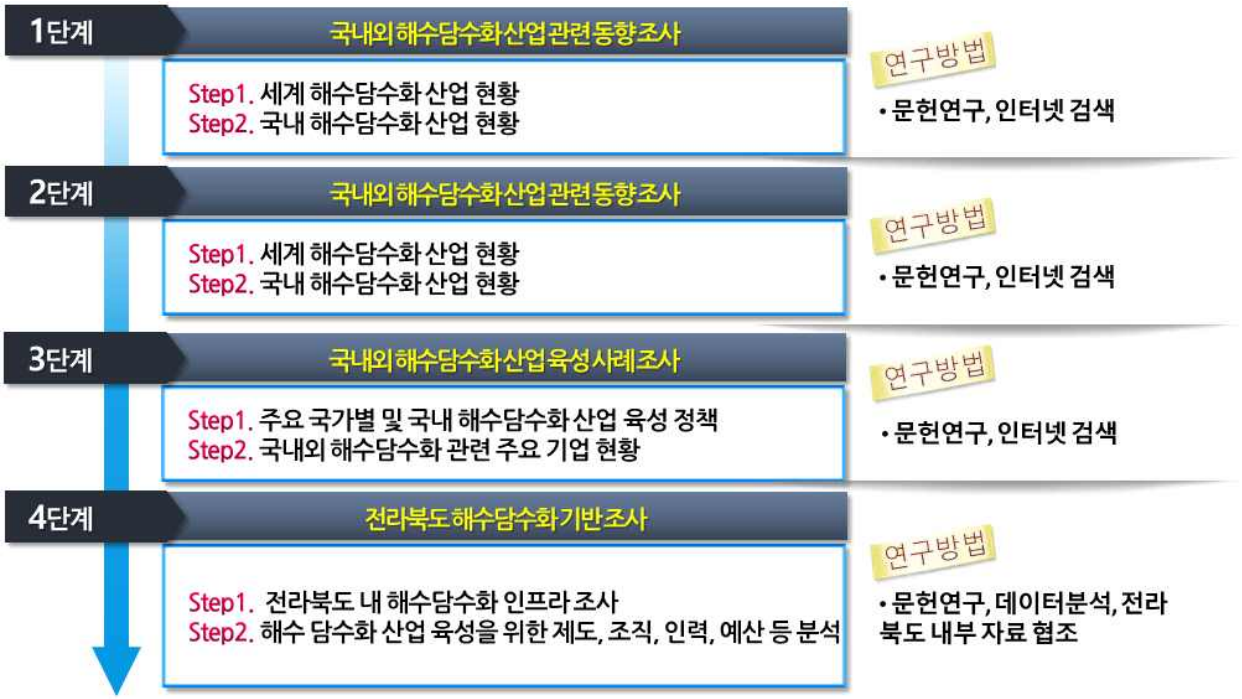


그림 1.6 연구과제의 수행 방법

1.3.3 연구과제 수행 과정

○ 연구용역 기간: 총 1.5개월

○ 연구수행은 총 4단계로 구분하여 시행

구분	추진과정	추진내용
1단계	현황 분석 및 관련 자료 검토	• 조사 방향 설정 • 관련 자료 검토 및 분석
2단계	기본 방향 확정	• 목표 설정 • 부문별 초안 • 의견 수렴
3단계	관계자 의견 수렴	• 중간보고회를 통한 의견 수렴 • 의견 반영 및 보고서 수정
4단계	최종 보고서 완료	• 최종 보고회 • 최종 보고서 제출

II

해수담수화 기술 개요

1. 지구의 수자원 분포와 물부족 문제
2. 물부족 해결방안: 대체수자원
3. 해수담수화 기술

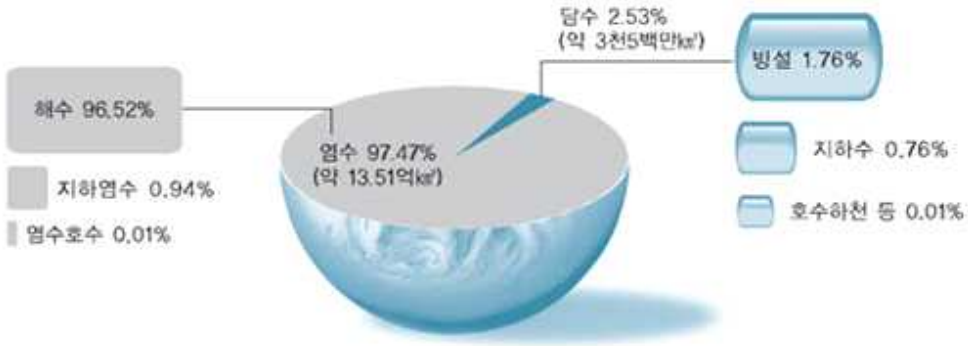
2. 해수담수화 기술 개요

2.1 지구의 수자원 분포와 물부족 문제

2.1.1 지구의 수자원 분포

○ 물은 지구 면적의 70%를 차지하고 있는 가장 풍부한 자원중 하나이지만, 전체 수자원의 약 97%는 염수로 바다에 저장되어 있고, 약 2.5%만이 담수로 존재함

○ 담수 중 약 70%는 극지방과 고산지대의 빙하의 형태로 존재하고, 나머지 30%는 지하수 형태로 존재하기 때문에 접근성에 한계가 있음. 따라서 실질적으로 접근이 용이한 담수는 지구 전체 수자원의 0.007%에 불과함



구 분	부 피 (백만㎦)	비 율 (%)	비 고
총 량	1,386	100	
염 수	1,351	97.47	지하염수, 염수호수 포함
담 수	35	2.53	민물 중 상대적인 비율(%)
- 빙설(빙하, 만년설, 영구동토)	24	1.76	69.57
- 지하수	11	0.76	30.04
- 호수하천 등	0.1	0.01	0.39

(주) 남극 대륙의 지하수는 포함되지 않음

Source: 2016 물과 미래, 국토교통부 & K-water, 2016

그림 2.1 지구상의 수자원 분포

2.1.2 물부족 문제

○ 1900년대 이후로 폭발적인 인구증가, 급격한 산업화 및 도시화는 수질오염과 지구온난화로

인한 기후변화로 인해 수자원 불균형을 심화시켰으며, 동시에 수자원 수요량을 급격히 증가시켰음. 이로 인해 전 지구적인 물 부족 현상이 심화됨

- UN 세계 물 개발보고서(The United Nations world water development report 2021)에 따르면, 전 세계적으로 약 20억명의 이상의 사람들이 물 부족을 겪고 있는 국가에 살고 있다. 또한 약 16억명의 인구가 필요한 수자원 기반 시설 부족으로 인한 경제적인 물 부족(Economic water scarcity)을 겪고 있음

그림 2.2 전세계적 물 부족 원인

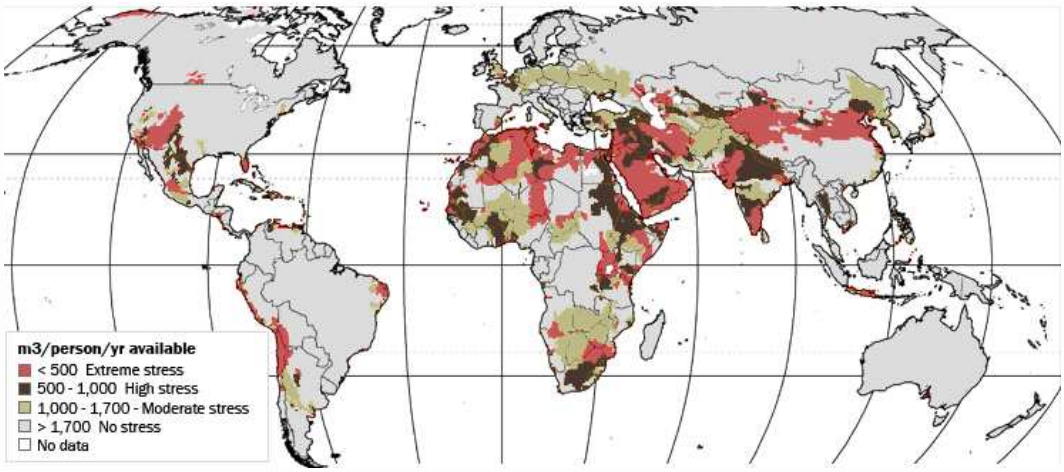


그림 2.3 2025년의 전세계적 물 부족 상태 분포도

○ 스웨덴의 물 전문가 폴켄마르크(Falkenmark)는 약간의 육식을 포함한 한사람의 영양섭취에 들어가는 1년분 식량생산에 약 1천 100㎥의 물이 필요하다는데 근거하여 "사용가능량이 연간 1인당 1천㎥ 이하이면 물 기근 국가로, 1천700㎥ 이하이면 물 스트레스 국가로 분류할 것"을 제안했다. 이에 따라 국제인구행동 연구소(PAI)가 조사 분류한 바에 의하면 우리나라는 벨기에, 남아프리카공화국, 파키스탄 등과 함께 물 스트레스 국가에 속한다.

- 지구 국제인구행동연구소(PAI)의 국민 1인당 이용가능한 수자원량을 기준으로 본 국가분류
  - 지구 기근 국가(1,000㎥미만): 만성적 물부족을 경험. 그 결과 경제발전/국민보건 저해
  - 지구 부족(압박) 국가(1,700㎥미만): 주기적인 물압박 경험
  - 지구 풍요 국가(1,700㎥이상): 지역적 또는 특수한 물문제만 경험

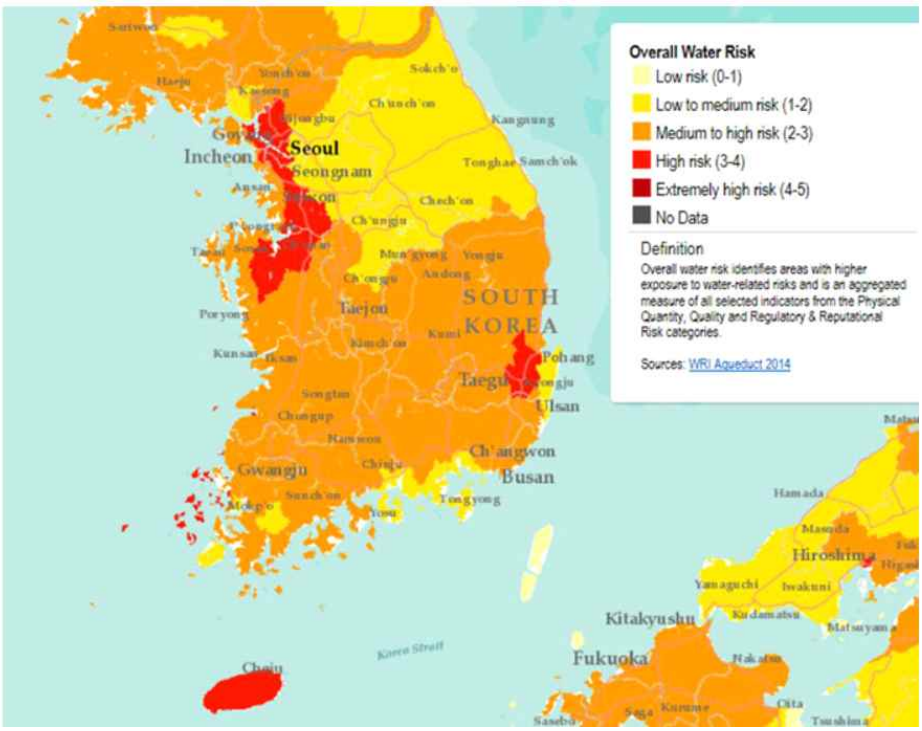


그림 2.4 한국의 물부족 지역 분포

*출처: WRI Aqueduct 2014

2.2 물부족 해결방안: 대체수자원

2.2.1 물부족 해결을 위한 대체수자원 확보

○ 최근 물 부족 위기의 돌파구로 대체 수자원이 주목 받고 있음

- 대체수자원이란 생활, 공업, 농업, 환경용수 등의 확보를 위해서 정상적인 물순환 구조 안에서 확보 가능한 전통적인 지표수 (하천수 및 호소수) 및 지하수에 의해 확보된 수자원이 아닌, 다른 인위적인 방법과 기술을 적용하여 신규로 확보된 수자원을 말함. 특히, 대체 수자원은 일시적 확보가 목적이 아닌, 지속가능한 공급을 보장할 수 있고, 기존의 수자원(지

표수 및 지하수)에 대한 수요를 줄일 수 있는 수자원으로 정의됨

- 대체수자원의 종류로 빗물 활용, 해수담수화, 하수재이용 등이 있음

❍ 여러 대체수자원 중 해수담수화는 지구상의 전체 수자원의 70%에 해당하는 해수로부터 가용수자원을 생산하기 때문에 지속가능한 가용수자원 생산이 가능하기 때문에 물부족 국가 특히, 북부아프리카/중동지역의 국가를 중심으로 적용이 확대되고 있음

그림 2.5 대체 수자원 해수 및 하폐수

2.3 해수담수화 기술

❍ 담수화(desalination)의 사전적 의미는 원수 속에 녹아 있는 이온성 오염원(salt)을 제거할 수 있는 수처리 기술을 의미하며, 해수뿐만 아니라 지하수, 기수, 하수 등 다양한 원수에 녹아 있는 이온성 화합물을 제거 및 분리의 목적으로 활용 가능함

❍ 현재 해수담수화 시장에서 적용되고 있는 해수담수화기술은 크게 증발법과 역삼투법(reverse osmosis; RO)으로 구분할 수 있음

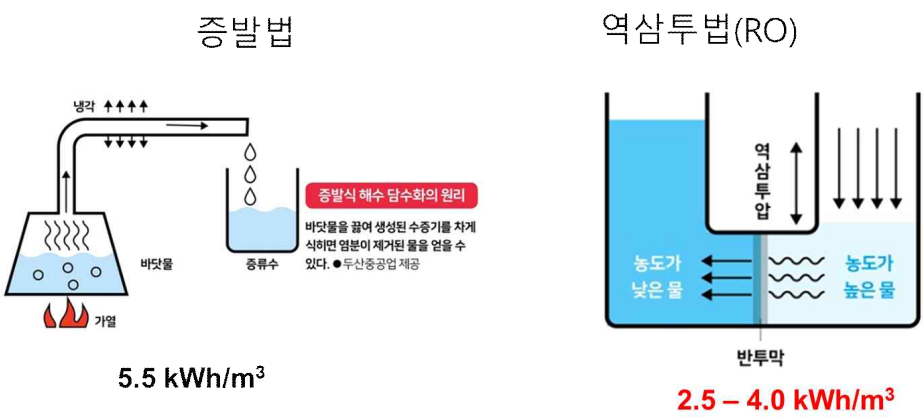


그림 2.3 대표적인 해수담수화 기술의 원리와 에너지 소모량

* 출처:Yale Univ., (2006); [KISTEP 기술동향브리프] 해수담수화 (2021-07); 한국일보

○ 증발법은 바닷물을 끓여 생성된 수증기를 차게 식혀서 염분이 제거된 물을 얻는 방법으로 시설이 크고 에너지 소비량이 높은 편임

○ 역삼투법(RO)은 농도가 높은 물에 높은 압력을 인가하여 반투막(분리막)을 통해 물만 통과하여 얻는 방법으로 비교적 시설 규모가 작고 에너지 소비량이 낮은 편임. 분리막의 안정성과 고성능의 분리효율이 요구됨

2.3.1 역삼투 담수화 기술

○ 역삼투법의 원리

- 역삼투는 분자 크기에 의해 불순물을 제거하는 여과 과정이 아님. 이는 소금과 더 큰 분자량의 화합물보다 더 쉽게 막을 통해 확산되는 물 분자의 특성에 의해 담수화가 일어남
- 반투과성 분리막을 사이에 두고 삼투압 존재. 삼투압은 염도에 비례
- 담수와 소금물을 분리하기 위해서는 이 삼투압 이상의 압력이 필요. 삼투압을 역전시킴으로써 물 분자를 이온성 용질로부터 분리하여 삼투 과정을 변화시킬 수 있음
- 이온은 분자량이 더 크기 때문에 막을 통해 쉽게 확산되지 않지만, 약간의 이온 이동이 있어 완벽한 이온 제거는 불가능 (일반적으로 <0.5%)

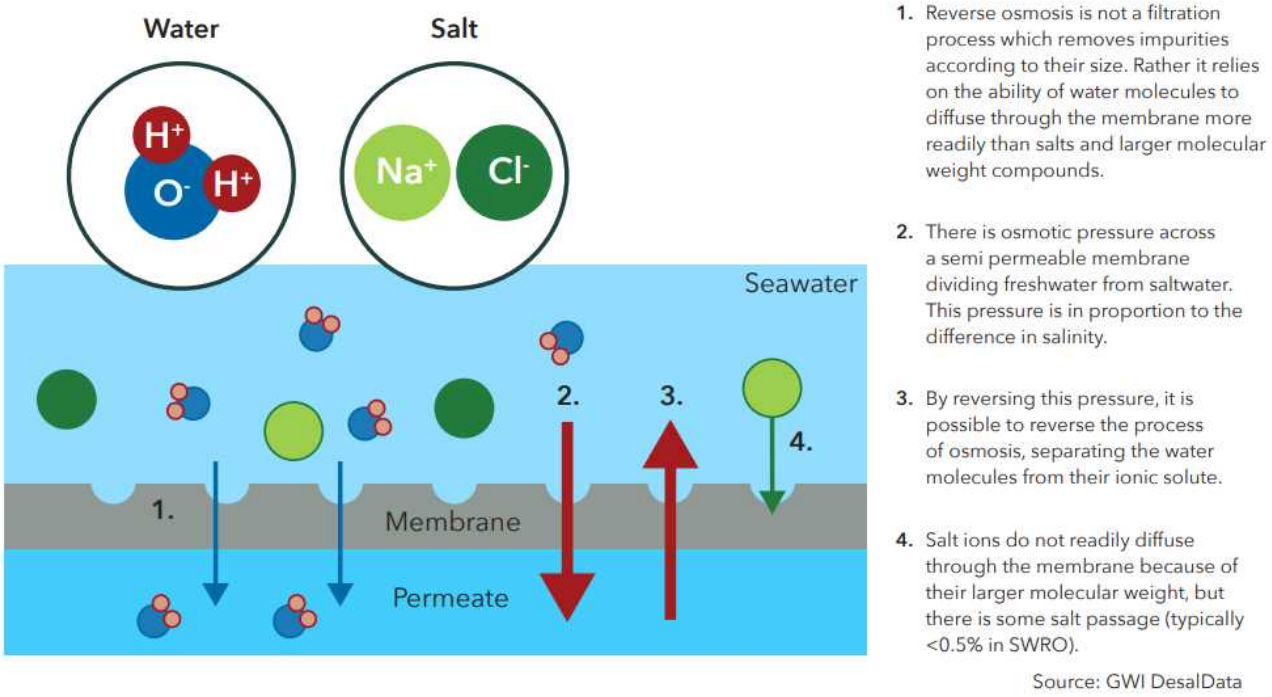


그림 2.4 반투과성 분리막에서 물과 이온의 분리 원리

*출처:GWI DesalData

❍ 역삼투 공정은 취수 설비, 전처리 설비, 역삼투분리설비, 후처리설비 등으로 크게 4단계의 공정으로 이뤄지고 있음

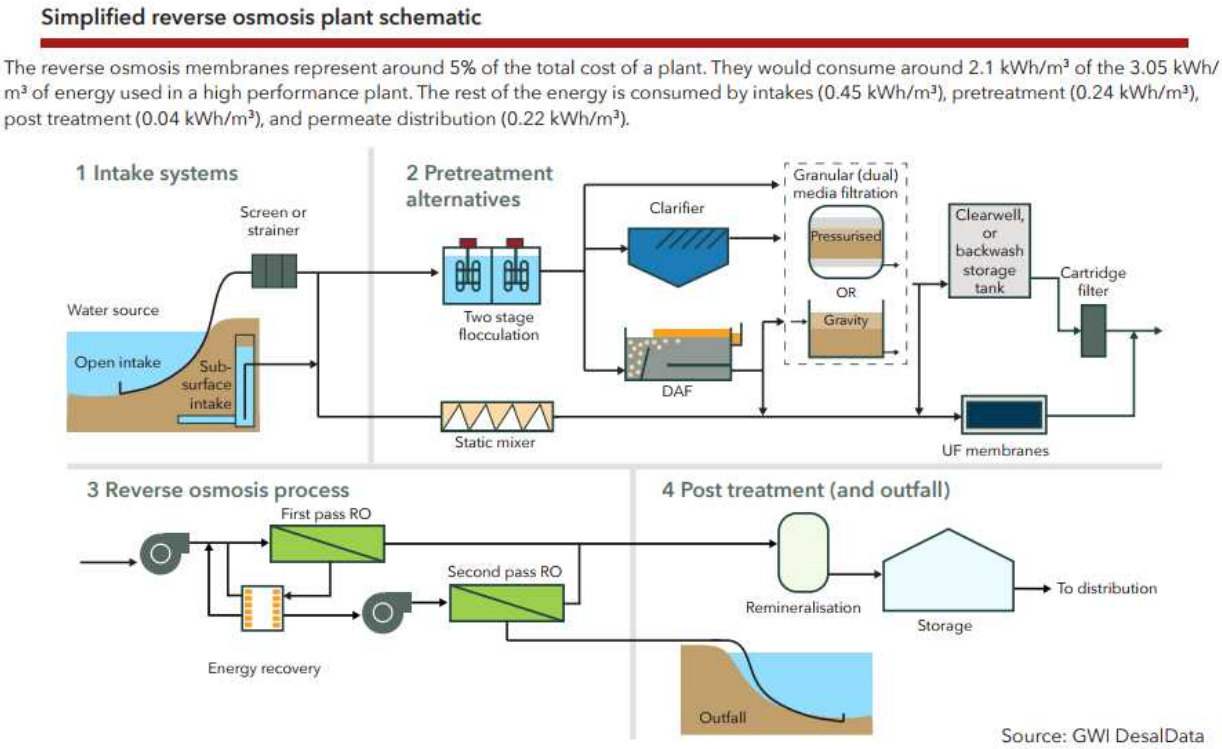


그림 2.5 역삼투 공정의 개략도

*출처:GWI DesalData

- 취수설비: 취수하는 방법도 여러 가지가 있음. 직접 수로로 끌어오거나, 펌프와 배관을 이용하거나, 땅을 파서 버티컬펌프로 취수하는 등의 방법이 있음
- 전처리설비: Dissolved air flotation, multi-media filter, 한외여과막(ultrafiltration; UF)로 바닷물 내의 부유물질, 유기물질, 미생물 등을 처리. 역삼투설비에서 바닷물 담수화를 위해 처리하기 알맞은 물로 만들기 위해 필요한 설비. 역삼투설비의 보호 목적
- 역삼투설비
  - 고압펌프: 바닷물을 분리막에 통과시켜 담수를 얻기 위해서는 삼투압이상의 압력으로 바닷물을 가압해야함. 바닷물은 담수화 달리 삼투압이 높아 고압의 펌프가 필요함
  - 역삼투트레인: 바닷물을 걸러내는 설비. 반투과성분리막이 원통형태의 하우징(베셀)에 장착되어 있으며, 하우징 그룹이 역삼투 트레인(Train)임

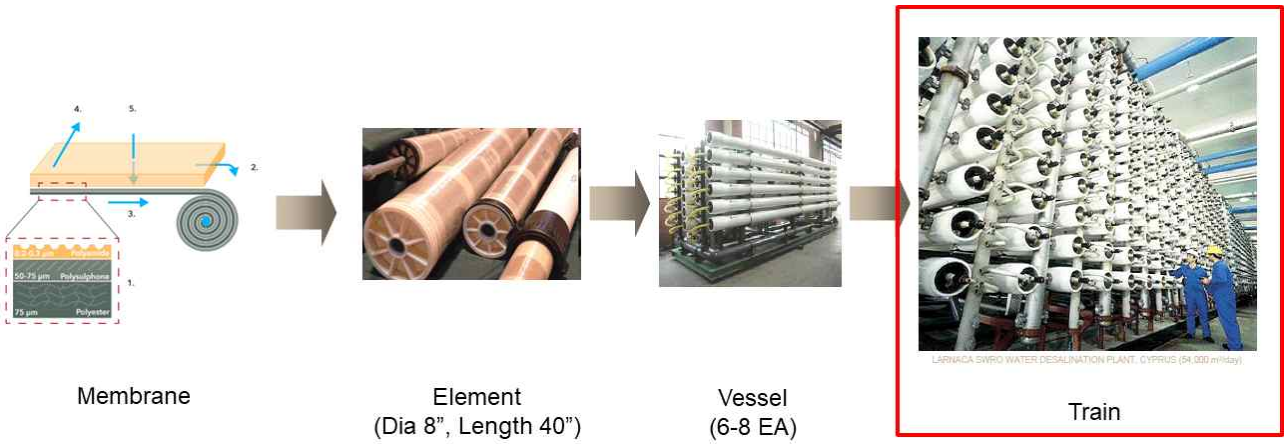


그림 2.6 역삼투트레인

*출처:GWI DesalData

- 에너지 회수장치: 농축수로 버려지는 에너지를 회수하여 재활용. 에너지 회수장치 설치로 역삼투공정의 에너지소모량을 대폭 저감할 수 있음
- 후처리설비: 약품처리 또는 추가 설비로 최종 원하는 수질을 만듦

○ 해수담수화 기술은 공정설계, 소재·부품·장비 개발, 운영 및 유지보수 등 소프트웨어부문까지 포함하는 플랜트 엔지니어링 기술이며 다양한 분야의 기술들이 필요함

분류	세부내용
공정 설계 기술	플랜트 운전 목표, 조건에 따른 공정 구성 및 설계에 관련한 모든 기술
전처리 기술	원수의 입자성 오염원을 분리·제거하는 기술로 응집·침전, 입상여과, 막여과 등의 공정 기술 및 공정을 구성하는 소재 기술
주공정 기술	원수로부터 이온성 화합물을 분리·제거하는 기술로 증발법, 막여과법 등 공정 기술 및 공정 운전을 위해 필수적으로 마련되어야 하는 소재·부품 기술
운영 및 유지관리 기술	플랜트 운전에 따른 모니터링 및 트러블 슈팅, 이벤트 발생 시 매뉴얼 등 유지관리에 필요한 모든 기술
기타	후처리, 농축수 처리 등 플랜트 운영을 위해 수반되어야 하는 기타 모든 기술

그림 2.5 해수담수화 기술의 분류 및 세부내용

* 출처: [KISTEP 기술동향브리프] 해수담수화 (2021-07)

○ 해수담수화 기술의 단점은 큰 에너지 소모량과 타수자원에 비해 상대적으로 높은 생산비용임. 하지만 해수담수화 생산비용은 매년 감소하고 있으며 2020년 기준 지표수 생산비용 수준에 도달한 것으로 보임

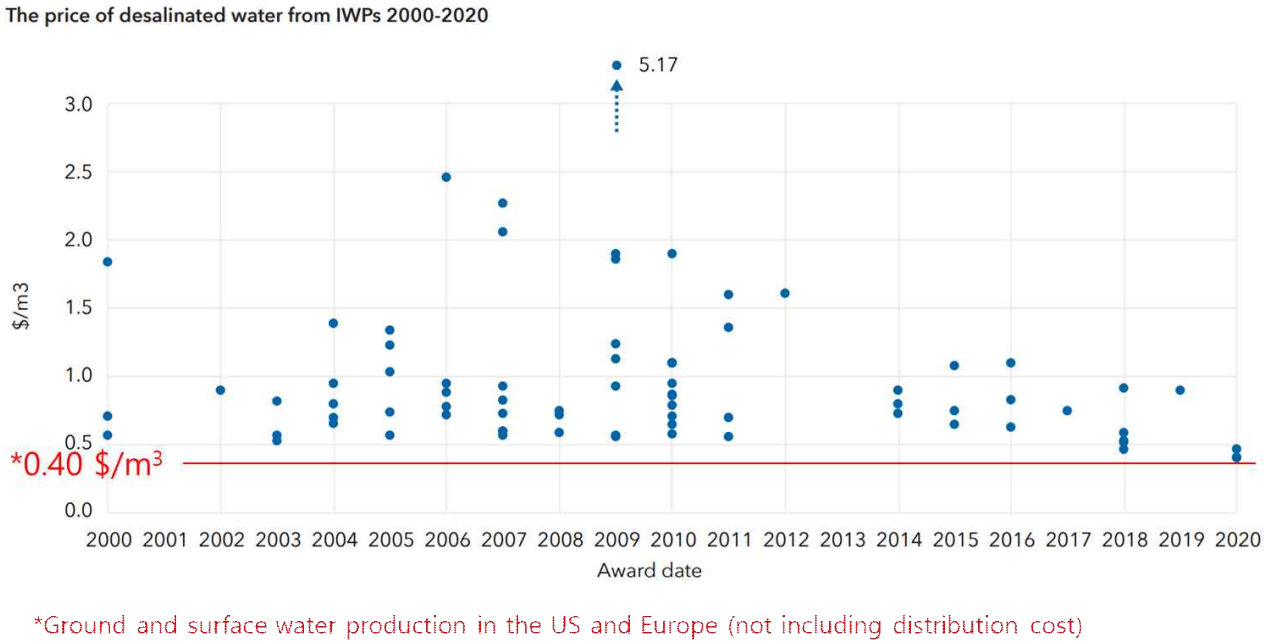


그림 2.6 해수담수화 생산 비용

* 출처: GWI DesalData; Plappallyet al. (2013)

Ⅲ

국·내외 해수담수화 산업 관련 동향

1. 국외 해수담수화 산업 현황
2. 국외 해수담수화 산업의 특징과 구조
3. 국외 해수담수화 산업 분야별 현황 및 전망
4. 국내 해수담수화 산업 현황

3. 국·내외 담수화산업 관련 동향

3.1 국외 해수담수화 산업 현황

3.1.1 국외 해수담수화 산업의 종류

○ 일반적으로 해수담수화는 증발법(distillation system)과 막분리법(membrane system) 두 가지 방식으로 구분됨

- 증발법은 액체-기체 간의 상변화를 이용하는 방식으로 해수를 가열하여 만든 수증기를 물로 응축시킨 후 해수의 염분이나 불순물을 제거하여 담수를 생산하는 방식이며 다단플래쉬법(MSF: Multi-Stage Flash Distillation), 다중효용법(MED: Multiple Effect Distillation), 증기압축법(VCD: Vapor Compression Distillation)가 이에 해당됨
- 막분리법은 삼투현상 등을 이용하며 압력을 가해 해수를 반투막에 통과시켜 담수를 생산하는 방식이며 역삼투법(RO: Reverse Osmosis), 전기투석법(ED: Electro Dialysis), 정삼투법(FO: Forward Osmosis)가 이에 해당됨

3.1.2 국외 해수담수화 산업의 현황

○ 글로벌 시장 현황

- 전 세계적으로 가뭄과 물 부족 시대에 신뢰할 수 있는 기술임이 입증되었고 일부 국가에서는 담수화 시스템이 필수적인 물 공급원이기에 담수화 시장의 수요는 향후 몇 년 동안은 증가할 것으로 예상됨

- 성장 원동력

• 성장 촉진 원인으로는 여러 국가의 정부가 물 부족 문제를 해결하기 위해 수처리 솔루션에 투자 증가, 변화하는 강우 패턴, 기온 상승 및 과도한 착취의 영향으로 인한 수자원의 감소

• 성장 억제 요인으로는 자본 및 운영 비용, 물의 염도, 생산 능력, 지리적 위치와 같은 사회 경제적 및 환경 조건에 따라 복잡한 다면적 프로세스

-코로나(COVID-19)의 영향

- 코로나(COVID-19)는 전 세계적으로 산업 성장에 부정적인 영향을 미쳤음
- 팬데믹으로 인해 다양한 건설 현장과 제조업체가 금지되어 담수화 산업의 성장이 부진했음
- 바이러스 확산을 억제하기 위해 여러 국가에서 부분적 또는 전체적 봉쇄가 이루어짐에 따라 여러 지역의 기업들이 제조 시설과 서비스를 폐쇄해야 했음
- 폐쇄로 인한 공급 부족으로 인해 원자재 조달 비용이 증가하여 궁극적으로 주문이 지연되었음
- 그러나, 국민에게 안전하고 신뢰할 수 있는 물 공급을 제공하기 위한 조치가 강화되면서 수처리, 특히 담수화에 대한 수요가 전 세계적으로 증가함
- 따라서, 코로나(COVID-19)로 인한 팬데믹은 단기적으로 담수화의 수요의 부정적인 영향을 미쳤지만, 긍정적인 영향 또한 미침

❍ 글로벌 전체 시장 규모

- 전 세계 담수화 시장은 2021년 192억 9,000만 달러로 평가되었으며 연 평균 8.8% 로 증가하여, 2027년에는 320억 2,000만 달러에 이를 것으로 전망됨

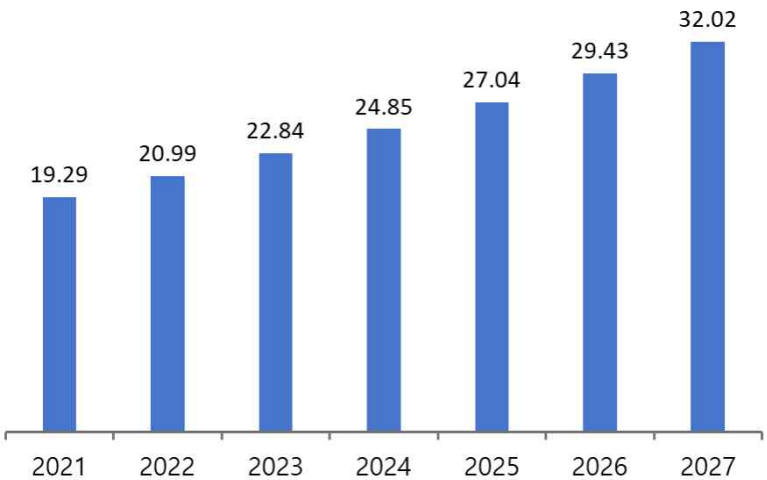


그림 3.1 Global Desalination market ($ Billion)

*출처: Research and Markets, Desalination Market, 2022

3.2 국외 해수담수화 산업의 특징과 구조

3.2.1 국외 해수담수화 산업의 특징

○ 해수담수화 산업은 물 전문 대기업과 이를 중심으로 중소·벤처기업들이 유기적으로 연계되는 산업조직이 경쟁력을 보유하고 있음
- 해수담수화를 포함한 물 산업은 전 세계적으로 공공부문이 사업을 주도하고, 민간부분이 제조·건설 등 연관 사업을 담당하는 이원적 산업구조를 형성하며 성장·발전함
- 국가, 지자체, 공기업 등 공공부문이 해수담수화 플랜트 건설을 주도하며, 민간 연고나 산업으로부터 사업 수행에 필요한 제조 및 건설 부문을 아웃소싱함
- 민간부문애서도 종합 응용산업이라는 물산업 특성상 대기업이 종합적 역할을 수행함
- 기술·부품·소재·기자재·서비스 등 산업의 핵심 부가가치는 중소·벤처기업의 영역에서 다수 창출됨

○ 구조적으로 독과점적 성격이 강한 특성을 지님
- 물 사업은 공공적 성격이 강하여 프로젝트 발주 및 운영 측면에서 공공기관의 주도성이 상하여 제조분야 측면에서는 수요 독점성이 매우 큰 산업임
- 대형 사업 중심 구조로 인하여 제조·건성분야에서 자금력과 기술력을 보유한 소수의 세계적 기술기업에 의한 과점 구조를 형성하고 있음
- 해수담수화 분야 해외 선도 기업들은 M&A 등을 통해 사업영역 다각화, 수직계열화를 통해 경쟁력을 강화하여 글로벌 시장 진출 확대를 도모함

○ 플랜트 산업이자 기술 중심의 고부가가치 산업으로, 초기 설비투자가 요구되나 궁극적으로는 선도 기술의 보유여부에 따라 업체 간 성과 편차가 큰 산업임
- 해수담수화 분야는 특히 엔지니어링 기술력을 중심으로 하며, 기술의 신뢰도가 중요한 영역(실적 필요)
- 기술개발~현장 적용에 이르기까지 최소 5년 이상의 기간이 필요하여 기술적 진입장벽이 높은 편

○ 기후변화, 도시화, 자원 및 에너지 고갈, 인구 증가 중 물 문제 심화에 따라 시장에서의 기회가 증가하고 있으나 한계가 존재함
- 기회 증가에 따라 다수 기업들이 참여하고 있으나, 경쟁의 심화, EPC 중심의 단기적 접근, 대기업 위주의 사업추진, 국내 시장의 한계 등에 직면하고 있음

○ 물 시장에서 글로벌 선진 기업들은 자국에서의 오랜 운영 경험을 바탕으로 운영사업 중심의 해외진출 전략을 추진하고 있으며, 제조업에서는 점차 철수하는 추세임

- 동 분야 세계 선도 기업인 Veolia, SUEZsms M&A 등을 통해 제조·시공 부문에 진출하였으나 부문간 시너지 미흡, 재정 악화 등을 이유로 철수하고 운영 사업에 집중
- Veolia는 US Filter를 인수하여 제조 부문에 진출하였으나, 2004년 동 사업에서 철수, 2003년 시공부문에서도 사업 수익 저조로 철수
- SUEZ는 Nalco, Calgon 등의 인수를 통해 제조사업에 진출하였으나 매각하였고, 현재 매출의 86% 이상이 운영 부문에서 발생

3.2.2 국외 해수담수화 산업의 구조

○ 해수담수화 산업은 가치사슬에 따라 제조, 건성, 운영 및 서비스업, 기술개발로 구분되며 각 부문 간 상호 긴밀이 연계되어 있는 특징을 가짐

- 제조업애는 수처리 약품, 필터(막), 관거, 수처리 장비 등의 분야가 있음
- 건설업에는 해수담수화 플랜트 프로젝트 개발을 위한 컨설팅, 설계 및 건설을 포함하며 민간 경쟁 시장으로 신규업체의 진입이 비교적 용이
- 운영 및 공급 서비스업에는 해수담수화플랜트의 운영·관리(O&M)과 공공 및 민간 상·하수시설과 연계한 운영 및 관리를 포함하며 정부 또는 수요기업과 장기 운영 계약을 통해 수처리 및 관리를 수행함
- 해수담수화를 위하여 다양한 분야의 지식의 연계 및 통합이 중요하며 이를 위한 산·학·연에서의 물의 취수, 처리, 공급과 관련한 소재 및 기자재, 설비 제조, 엔지니어링, 운영, 건설 시공등 다양한 지식공급이 필요함
- IT, BT, NT 등 연관기술 발달에 의해 고부가가치 첨단기술 산업으로 발전될 가능성이 높으며 기술뿐 아니라 국가별, 지역별 다양한 법·제도적 규제와 사회, 환경, 경제적 요건을 충족시켜야 하는 난이도가 높은 산업임

3.3 국외 해수담수화 산업 분야별 현황 및 전망

3.3.1 국외 해수담수화 산업 분야별 현황

○ 제조 분야

- Dow Chemical: 시장점유율 약 40%에 달하는 세계 최대 규모의 분리막 제조회사로, RO

및 NF, UF 막 관련 우수한 기술력을 확보하고 있음

- Hydranautics: 분리막 제조 기업인 Hydranautics는 기수용 역삼투막에 강점을 보유하고 있으며 현재까지 공개된 최고수준의 플럭스 12,000 GPD(gallons per day) 분리막 기술을 보유하고 있으며, Statkraft의 PRO 파일럿 플랜트에 막을 공급한 실적이 있음
- GE: 수처리 분리막, 화확물질 제조, Mobile Water, 분석 서비스, 수처리 Total Solution을 제공
  - 적극적 M&A를 통해 물 산업 제조·건설 부문애서의 경쟁력을 구축한 GE는 물산업에 뛰어든 후 프랑스 대표업들과 경쟁하기 위해 기술력과 운영능력이 뛰어난 민간 기업들을 차례로 인수함
- Siemems: MF, UF 막 및 MBR 등 물산업 제조부문의 수직계열화를 구축함
  - 2004년 Veolia로부터 분리막 제조업체인 US Filter사를 매입
  - 2014년 Evoqua에 수처리 사업을 매각함
- Memsys: MD 기술을 보유하고 있으며, 소규모 MD 장치를 실제 해수담수화 플랜트에 적용하고 있는 글로벌 기술 기업임
  - 2014년 2월 몰디브의 Gulhi 지역의 쓰레기 소각장과 병합된 발전소애ㅐ서 생간되는 폐열을 MD 시스템에 적용하여 하루 6,500~8,000L의 해수담수화 공정을 운전, 하루 10m^3 담수를 생산하는 프로젝트 수행(공급가 7 cents/L)
  - 최근에는 AIRCON(Liquid desiccant air-conditioning(LDAC)) 프로젝트를 통해 막의 새로운 에어컨디셔닝 기술개발 착수
- Aquaver: 네덜란드의 수처리 기술 기업으로 세계 최초로 상업화된 MD 장치를 개발함
  - 다단계 VMEMD(Vacuum Membrane Distillation) 기술에 근거, 열에너지를 이용해 유입수의 수질에 관계없이 높은 에너지 효율로 양질의 물을 생산하는 시스템 구축
- Memstill consortium: 네덜란드릐 9개 기관으로 컨소시엄을 구성, 프로세스 컨셉에서 파일럿까지의 기술 개발, 단일 막 모듈에서 물의 증발과 응축을 결합한 Memstill® 특허 확보
  - 생태 관리 재단, TNO 아펠 도른(응용 과학 학회 네덜란드 연구기구), 트벤테 대학교, 워터 테크놀로지 네덜란드, Seghers Keppel 기술 그룹, E.on 베네룩스, 하이네켄, 암스테르담 시, Europort Water Board로 구성
  - Memstill® 기술은 낮은 에너지 소비량, 태양전지 등 품질이 낮은 에너지 활용이 가능하며 조립식 모듈 기반의 간단한 구성 및 기존기술보다 저렴한 가격 등을 장점으로 가지고 있음

❍ 건설 분야

- Veolia: Veolia는 세계 1위의 물 기업으로 지하수, 지표수, 기수, 해수, 하폐수 등 모든 물

관련 total solution을 제공하는 기술을 보유하고 있으며, 세계 담수화 플랜트 시장에서도 1위를 차지하고 있음

- 해수담수화 플랜트: 2009년 Veolia는 호주의 Gold Coast 공항에 인접한 Tugun 플랜트 시공
- 하수관리 시스템: 2017년 10월 일본 하마마츠시는 하수 관리를 위해 Veolia의 하수 관리 원격 모니터링 시스템을 도입함
- 폐수처리 시스템: 보유한 폐수처리 기술을 활용하여 2017년 10월 프랑스 라쇼비니에 흐시의 폐수처리 공장을 운영

- IDE: IDE는 이스라엘의 한정된 수자원 문제를 해결하기 위해 오래전부터 담수화에 주력해 왔으며 현재 세계 최고 수준의 역삼투압 방식 해수담수화 기술 보유 기업임
  - 붕소 제거 시스템: 2017년 6월 대만기업인 FPCC(Formosa Petrochemical Corporation)의 SWRO 담수화 플랜트에 IDE의 붕소 제거 시스템을 도입
  - SWRO 플랜트: 2017년 5월 캘리포니아주 산타 바바라시의 SWRO 시설 재가동
  - 모듈형 RO 시스템: 2017년 1월 러시아 흑해 근처 석탄 먼지 억제를 위한 소규모 담수화 플랜트 설치
- Hyflux: 싱가포르의 해수담수화 분야 첨단기술을 보유하고 있은 업체로 세계 최대 해수담수화 공정(2008년)과 중국 내 최대 담수화공정(2003년), 인도 최대 담수화 공장(2012년) 등을 수주하였고, 분리막 기술에서도 세계 최고 수준인 기업임
- Aqualyng: 노르웨이의 역삼투에 근거한 해수담수화 플랜트 제조업체

❍ 운영 분야

- Veolia: Veolia는 운영부문에도 선두를 유지하고 있음

- Hyflux: 싱가포르 최초의 담수화 플랜트인 SingSpring 플랜트를 운영 및 싱가포르 투아스프링(Tuaspring) 해수담수화 플랜트를 운영·관리 중

• 투아스프링 해수담수화 플랜트는 2011년 7월부터 '설계, 시공, 소유 및 운영조건'인 DBOO(Design, Build, Own, Operate) 모델로 생산수는 25년간 PUB에 공급 중임

- PUB(Public Utilities Board: 싱가포르 환경부 산하의 수자원 관리 공기업으로서 싱가포르 내 상하수도, 물 재생시설 등을 총괄하는 물 전문 기관

• 1972년부터 사용된 물(하수)을 음용수로 정화하는 수처리 시설(NEWater)을 개발해 싱가포르 전체 음용수의 30%를 공급하고 있음

- 싱가포르는 현재 물 수요의 25%를 충족시킬 수 있는 100mgd의 용량을 갖춘 2개의

담수화 플랜트를 보유 중임

- 2020년 세 개의 담수화 설비가 추가로 구축되었으며, 해수담수를 통해 2060년까지 싱가포르의 향후 물 수요의 30%를 충족할 예정임

○ 기술개발 분야

- WDRC(Water Desalination and Reuse Center), KAUST, Saudi Arabia: 막을 기반으로 하는 담수화 및 물 재이용 분야에 중점을 두고 연구 진행하며 MD와 FO를 위한 신소재 막 개발 연구도 진행
  - 사우디아라비아의 전폭적인 연구비 지원으로 심도있는 연구 진행, CIAP, SAP와 같은 전 세계 우수 전문 그룹을 확보, 다양한 분야의 워크숍을 주관함
  - 물산업의 전 세계 주도형 연구를 통한 기술개발, 기술 이전 및 노하우 확산, 전 세계 물산업 예측 및 산업 주도형 기술 개발, 전문 기업 및 전문가 그룹 구성, 워크숍 및 컨퍼런스 개최
- NCEDA(National Centre of Excellent in Desalination Australia, Austrailia: 호주 정부 지원으로 설립, 14개의 참여기관과 90개 이상의 주정부/물관련시설/산업체와의 다음과 같은 협력 연구 및 사업 수행
  - 연구 분야: 전처리, 역삼투 해수담수화, 담수 신기술, 농축수 관리, 사회/경제/환경적 문제 해결
  - 조직: NCEDA 위원회(7명), 연구자문위원회(7명), 전문가 그룹(35명), 대학 혹은 연구소(25개), 물관련 시설 연구기관(12개), 정부 연구기관(7개), 기업연구소(35개)
  - 학자금 지원 사업: 센터에 등록된 대학에 진학한 35명 지원
  - 교육프로그램: 현장 위주의 교육(RO Design and Operation Training)과 초중고, 대학까지의 학생들을 대상으로 한 해수담수화 교육 프로그램(Desal Descovery Centre) 운영중
- MEDRC(Middle Ease Desalination Research Center), Oman: MEDRC는 전 세계적·중동지역의 물 문제를 해결하기 위해 설립된 센터로, 약 140개의 연구기관과 함께 75개 이상의 연구 프로젝트를 수행, 담수화 시설 현장 운영 교육 프로그램을 운영
  - 해수담수화 분야 신기술 개발 및 환경 영양성 평가 등 연구와 UNESCO-IHE Institute 등과의 협력 연구 수행중
  - 교육 프로그램: SWRO 설계/현장운영/전처리 기술
  - 인증프로그램: 요소기술, 시스템, 운전 및 관리 등에 대한 기준을 정립하여 개발된 기술의 성능을 인증
- UCLA Water Technology Research Center, ULCA: 음용수, 관개 및 소모적인 물 사용의 새

로운 경제적인 대체가능한 자원을 개발하기 위한 물 생산 기술 진보를 목적으로 과학 기발 혁신, 기술 평가, 고급 교육, 정보보급의 활동

  - 연구 분야: 수처리 및 담수화, 분리막 파울링과 미네랄스케일링, 고성능 나노 구조 분리막, UF, 투과증발

- Singapore Membrane Technology Center, Singapore: 싱가포르의 NTU 내에 설립된 센터로 FO, PRO, 중공사, 생체모방, NF 분리막 등 새롭고 다양한 분리막 개발 및 표면 개질 등의 연구를 수행
- Center for Inland Desalination system, Texas: UTEP(University of Texas El Paso)의 지질 및 화학, 토목 등의 교수진들로 구성되어 있으며 내륙지역의 담수화와 관련된 이슈들에 중점을 두고 연구를 수행
  - 지하수 활용에 있어 필요 기술 제공, 기수 담수화 기술에 있어 상용화 강화, 고도 정수 기술에 대한 실무 경험을 제공
- CEDT(Center of Excellence in Desalination Technology), Saudi Arabia: CEDT는 사우디 아라비아의 KAU 내에 설립된 연구센터로 사우디아라비아 정부의 국가적 전략 프로그램으로 선정되어 운영
  - 다양한 담수화 기술의 증진과 개발을 통해 담수화의 결제성을 개선시키고 혁신적인 연구 및 기술 이전을 통해 해수담수화 기술을 토착화시키는 것 등이 목적으로, 막 관련 담수화, 막전처리 및 분리막 파울링, 열 공정, 태양열 구동형 담수화 등을 연구 중
- Center of Membrane Technologies, New York: 분리막 기반 처리 시스템 및 소재에 대한 평가와 개발을 촉진하는 것을 목표로 Clarkson 대학과, 뉴욕 중 오염 방지 연구소, 뉴욕주립대학, Syracuse 대학의 센터가 연구에 참여하여 분리막 기반 수처리시스템과 물질평가와 개발을 진행함
- CBE(Center for Biofilm Engineering): 국립과학재단공학 연구센터로 1990년 몬테나 주립대학, 보즈에 설립되어 20년 이상의 바이오필름 분야를 연구해오고 있으며 바이오필름 공정을 이해하고, 제어 및 활용하기 위해 기초적인 지식과 기술 배양 그리고 교육 활동을 추진
  - 바이오필름 관련 연구 프로젝트, 교육 프로그램 진행, 바이오 필름 관련 자료 제공, 학회 및 워크숍 개체 등을 진행 중

- UNESCO Centre for Membrane Science and Technology, Australia: 1987년 설립되어 웨일즈 대학 및 호주 내 다른 대학과 다양한 연구그룹 및 정부 연구기관을 포함하여 기술연계와 협력 네트워크를 구축하여 운영 중
  - 연구 분야: 분리막 소재 개발, 수처리, 하수처리, 분리막 시스템 컨트롤 등

3.3.2 국외 해수담수화 산업 분야별 전망

○ 해수담수화 산업에 따른 시장 규모

- 전 세계 해수담수화 시장은 산업에 따라 역삼투, 다단플래시법, 다중효용법, 기타로 분류됨
  - 역삼투는 2021년 143억 6,000만 달러로 평가되었으며 연평균 14.4%로 증가하여 2027년에는 240억 2,000만 달러에 이를 것으로 전망됨
  - 다단플래시법은 2021년 19억 5,000만 달러로 평가되었으며 연평균 1.7%로 증가하여 2027년에는 29억 9,000만 달러에 이를 것으로 전망됨
  - 다중효용법은 2021년 16억 6,000만 달러로 평가되었으며 연평균 1.5%로 증가하여 2027년에는 27억 5,000만 달러에 이를 것으로 전망됨
  - 기타는 2021년 13억 1,000만 달러로 평가되었으며 연평균 1.2%로 증가하여 2027년에는 22억 6,000만 달러에 이를 것으로 전망됨

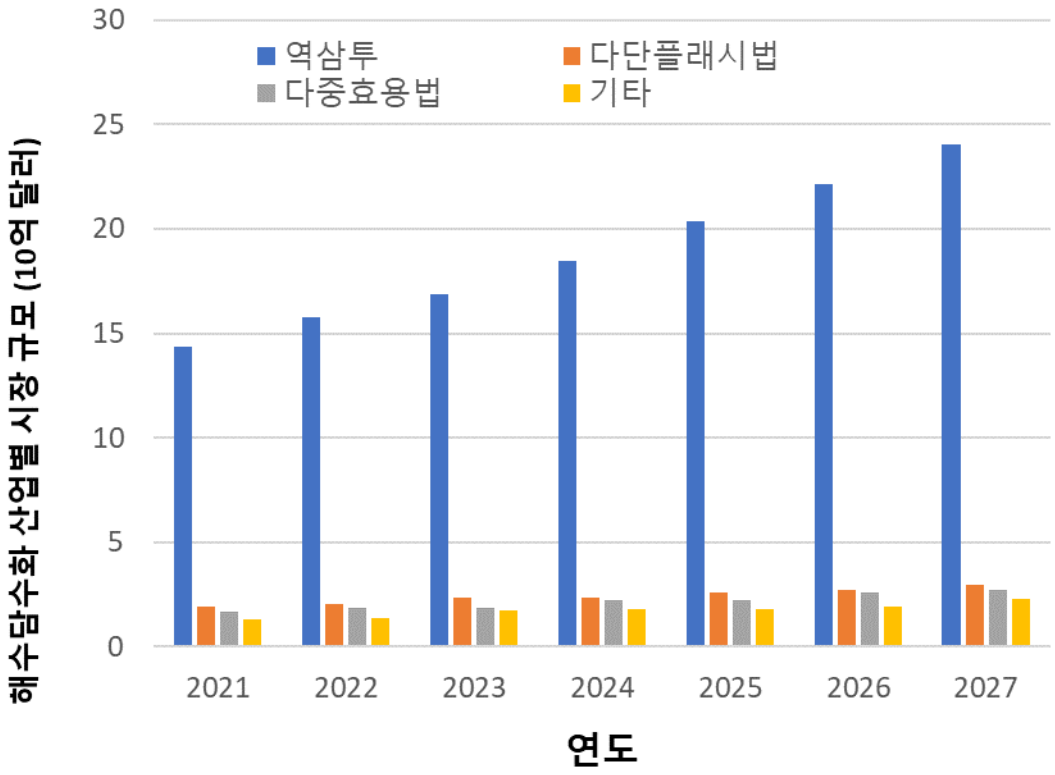


그림 3.2 해수담수화 산업별 시장 규모

*출처: Global view research, Desalination Market, 2022

3.2 국내 해수담수화 산업 현황

3.2.1 국내 해수담수화 산업의 현황

❍ 해수담수화는 우리나라 물 시장의 해외진출 실적에서 압도적 비중을 차지
- 2001~2010 113억 달러의 수주 실적을 살펴보면, 해수담수화 시설부문이 66.7%, 상하수도가 23.3%, 댐 건설, 하·폐수 처리시설, 용역부문은 각각 4.4%, 5.5%, 0.2% 차지

❍ 해외진출 실적과 달리, 국내 해수담수화 시장은 도서 지역의 소규모 시설 중심으로 제한된 규모의 시장이 형성되어 있으며, 사회적 수용성 문제로 인한 정체 상태
- 국도교통부 R&D사업을 통해 정부 주도로 부산 기장군에 설치한 시험시설 1곳(규모 45,000m3/d)이 있으나 음용 안정성에 대한 불신으로 가동 중단 상태
- 정부는 해안지역 산업단지 중심으로 해수담수화 도입을 검토, 충남 서산시 대산임해산업지역에 공업용수를 공급 목적으로 해수담수화 플랜트(100,000m3/d)를 건설 추진 중
- 이 외에도 현대석유화학, 삼성 SDI 등에서 담수화 시설 등을 건설하였으나 대부분 소규모이거나 TDS 1,000mg/L 이하의 기수를 취수원으로 활용하는 등 해수담수화에 적합하지 못함
- 실제로 국내 해수/기수 담수화 시장은 2021년 기준 1천 7백만 달러로 평가되었으며, 2027 1천 6백 5십만 달러 규모로 연평균 –0.69%의 성장 감소가 예상됨.

❍ 국내 담수화 시설은 대부분 도서 지역 소규모 시설이나, 시설의 노후화, 전문성 부족 등으로 인해 지속적 운영에 한계가 발생
- 도서 지역 소규모 담수화 시설은 지자체의 조달구매, 물품구매 등으로 발주되는 등 수도모델의 적정성 평가와 최적 설계가 이루어지지 않는 전문성 결여 문제
- 또한 지자체 소규모 담수화 시설은 15~20년 정도의 노후시설이 대부분이며, 운영 인력의 기술 문제로 고장 대응에 한계가 있어 운영 중단 사태 빈번

❍ 국내 대형 건설사 중심으로 글로벌 해수담수화 플랜트 건설 및 운영시장 진출, 우리나라 물산업 수출 실적에서 압도적 비중을 차지
- 국내 해수담수화 시설의 활용도가 낮아 내수시장의 저조한 활성화로 인해 관련 기업의 대부분은 글로벌 시장 진출을 추진
- 두산중공업은 1978년 사우디아라비아 파라잔 프로젝트를 시작으로 중동 지역 증발법 담수

화 시장에서 높은 점유율을 달성하였으며, 독자적인 설계 기술 및 세계 3위 실적을 보유

- GS건설은 1967년 세계 최초로 RO방식 담수화 플랜트를 시공한 기업으로 꾸준히 프로젝트에 참여하고 있으며, 최근 스페인 수처리기업 이니마(INIMA)를 인수하여 신성장동력 확보
- 한국수자원공사는 우리나라 광역상수도 시설의 건설·관리 및 지방 상·하수도 수탁 운영 등 축적된 기술력을 바탕으로 해수담수화 시설 운영 부문에도 진출

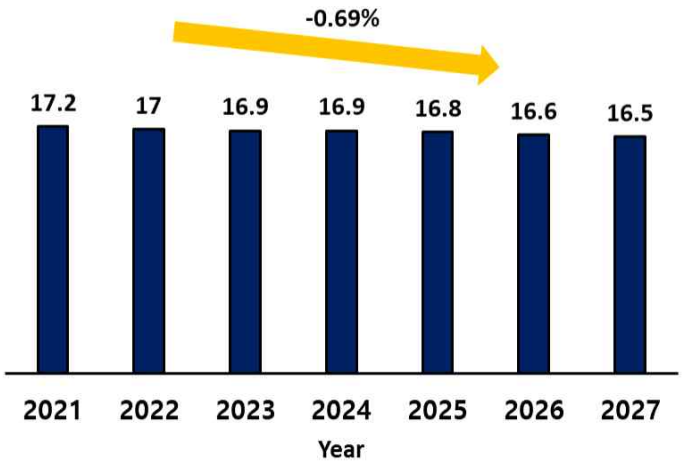


그림 3.3 국내 해수/기수 담수화 시장 규모 ($ Million)

*출처 : Global Water Intelligence

3.2.2 국내 해수담수화 산업의 기술 현황

❍ 2006년 건설교통부는 중점 R&D 프로젝트 해수담수화 시스템을 선정, RO 기술을 확보하기 위해 해수담수화플랜트사업단을 발주하여 우수한 성과 창출

- 에너지 위기 등의 이유로 세계시장은 에너지 소비량이 많은 증발법(MSF)에서 역삼투법(RO)로 시장 전환 추세에 따라 국내에도 RO 공정 도입
- 부산 기장군에 테스트베드를 건설하고 소재, 장치 및 설계·운영에 대한 국산 기술을 축적하였으며 칠레의 22만 톤 담수화 플랜트 사업을 수주
- 이외에도 정부 주도로 차세대 담수화 기술 및 RO 공정 고도화 추진

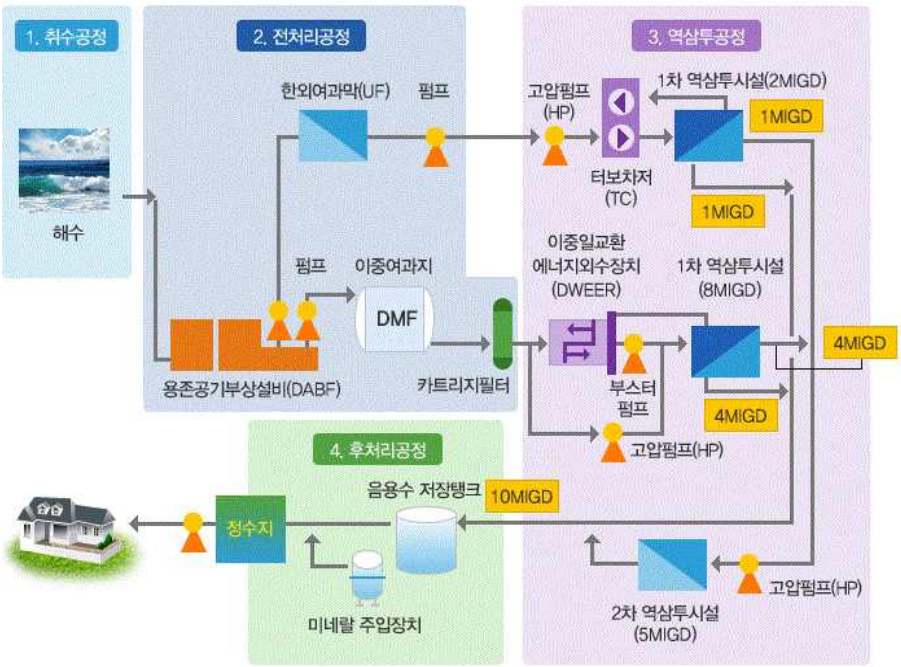


그림 3.4 부산 기장군 해수담수화 시설 계통도

*출처 : 부산광역시 상수도사업본부

- 전처리 공정은 용존공기부상설비(DABF : Dissolved Air flotation fiber-Ball Filter), 한외여과(UF : Ultra Filtration), 이중여과지(DMF : Dual Media Filter), 카트리지 필터(C/F : Cartridge Filter)로 이루어짐
- 깨끗한 해수의 경우 DMF와 C/F만으로 처리가 가능하나 우기시 토사유출로 인해 부유물질이 많을 경우를 대비해 DABF를 설치하였으며, C/F는 역삼투시설 전단에 설치하여 입자성 물질 여과를 수행
- UF의 경우 수질이 매우 악화된 폐수 전처리를 위한 시설로 DMF와 함께 장기간 운영을 통한 성능테스트 진행중에 있음
- 역삼투(RO) 공정은 RO막을 이용해 해수를 담수화하는 핵심 설비로 1,176개의 여과막을 가지고 있으며, 염분농도 35,000psu를 약 35psu까지 최종 처리할 수 있음
- 후처리 공정에서는 삼투압공정을 통과한 순수한 물에 미네랄(Mineral)을 주입하여 음용수로 전환

❍ RO 공정의 고도화 뿐만 아니라 차세대 담수화 기술 확보를 위한 융합 과정(FO(직접삼투공정)-RO, RO-MD(막증발법)-PRO(압력지연삼투)) 평가 및 실증기술 확보를 위한 연구 추진

- 국민대학교 주관 하 효림산업, 대림산업 등이 참여하여 해수, 농축수, 하수 조합을 적용하는 FO-RO 융합공정 실증파일럿 플랜트 기술 확보
- 경남대학교 주관 하 GS건설, 건설기술연구원 등이 참여하여 MD를 활용한 RO 공정의 농

축수 저감기술 및 PRO 기술을 이용한 농축수 에너지 회수기술 등을 확보하였으며 세계 최초로 중공사 믹/모듈에 기반한 MD시스템 개발

❍ RO 공정 고도화 및 실증기술 확보를 위해 국외 테스트베드 건설을 목표로, 중동 지역 맞춤형 해수담수화 플랜트와 신재생에너지 융합형 해수담수화 플랜트 연구 등 추진
- 환경부는 고려대학교 주관 하 우진건설, 수자원공사 등이 참여하여 UAE Master city에 1000m3/d 규모의 RO 방식 해수담수화 실증 플랜트를 구축 중에 있음
- 산업통상자원부는 한국기계연구원 주관 하 디에코에너지 등이 참여하여 쿠웨이트 및 사우디아라비아에 고집광 태양광열 발전 융합 담수화 플랜트(1000m3/d 규모) 구축 등을 목표로 연구개발 추진 중에 있음

❍ 대형 해수담수화 플랜트뿐만 아니라, 다양한 목적으로 활용되는 담수화 공정을 최적화하고 운영하기 위한 기술획득 추진 중에 있음
- 도서 지역의 만성적인 물 부족 및 병입수 의존과 기후변화에 의한 가뭄 등 재난 상황에 대비할 수 있는 해상이동형 해수담수화 기술 추진, 이에 따른 자향식 해수담수화 선박 드림즈호가 완도군 소안도에서 연말까지 최대 8,700t의 물을 공급할 예정
- 주로 해외 기업에 의존하고 있었던 고순도 공업용수(초순수) 생산공정과 관련 소재·부품을 국산화하기 위한 기술개발 추진
- 하폐수의 재이용을 위한 맞춤형 고도정수처리 기술 및 방사능 폐수 농축을 위한 방사성 물질 제거 기술개발 추진

3.2.3 국내 해수담수화 사업의 경쟁력 진단

❍ 증발법(MSF) 시장의 경우 두산중공업이 매우 높은 경쟁력을 가짐
- 두산중공업은 현재 다단증발법 해수담수화 분야의 선두주자로 세계 해수담수화 플랜트의 40% 가량 차지하고 있음
- 특히 2010년 사우디아라비아에서 수주한 세계 최대의 해수담수화 플랜트인 Ras Al Khair Ph.1 프로젝트는 세계 최대 단일 다단증발법 증발기 생산 용량인 20 MIGD 규모이며, 하이브리드(Hybrid) 방식을 채택하여 총 228 MIGD(MSF 160 MIGD + RO 68 MIGD)의 식수를 생산할 예정임
- 이외에도 사우디아라비아에서 Shoaia 2, Shoaia 3, Yanbu 3 등의 플랜트의 공급자로 알려져 있음

[표 3.1] 시설용량 기준 상위 10개 MSF 해수담수화 플랜트

국가	플랜트	시설용량(m3/d)	공급자
사우디아라비아	Ras Al-Khair	1,036,000	두산중공업
UAE	Taweelah	909,200	ACWA Power
UAE	Shuaiba	880,000	두산중공업
사우디아라비아	JWAP	800,000	Marafiq Water and Supply Company
UAE	Umm Al Quwain	682,900	Gezhouba Group International Engineering
UAE	DEWA	636,000	Fista Italimpianti
이스라엘	Sorek	624,000	IDE Technologies
사우디아라비아	Jubail 3A IWP	600,000	ACWA Power
UAE	Fujairah 2	591,000	ADWEA
이스라엘	Sorek 2	570,000	IDE Technologies

*출처 : Desalination Markets 2016

○ 증발법 시장과 같은 건설 및 엔지니어링 기술과 달리, 신소재 막 등의 물산업 고부가가치 원천기술 및 기자재 부문에서는 국내 경쟁력이 취약한 수준으로 평가됨

- 글로벌 담수화 시장에서 국내 물기업의 소재·부품 시장 점유율은 미미한 상황
- 국내 기업의 막 오염 저감기술과 관련 핵심 기술(막 표면 개질 및 코팅 기술, 막 오염 센서 기술 등)은 선진 기업 대비 경쟁력 부족
- 2019년 일본의 수출규제 발생 당시, 국내 초순수 생산용 담수화 설비의 핵심 소재·부품 대부분을 일본에 의존하고 있음이 드러나 담수화 기술 핵심 소재 분야의 취약성이 드러남

○ 물 산업은 제조-건설-운영이 긴밀한 전후방 연관 관계를 형성하고 있어 유기적인 협력체계가 필수적이나, 내수시장의 경직성으로 제조·운영 분야 물 기업 성장 한계 봉착함

- 국내 상하수도 서비스 시장은 민간의 시장 참여를 제한하고 있으며, 규모의 경제를 바탕으로 한 원가경쟁력 확보에 초점이 맞추어져 신가술의 도입은 지연되는 상황
- 정부의 수처리 분리막 기술 육성전략에도 불구하고, 18년 기준 국내 정수장 484곳 중 막여과(MF/UF) 공정을 도입한 곳을 23곳에 불과
- 주요 발주처인 지자체의 최저가 낙찰제 관행 및 물산업 총 매출액 중 공공거래가 70%에 육박하는 공공발주 중심의 산업구조로 기술혁신 및 기업의 자체역량 확보 동인 부족

❍ 하지만 일부 대기업에서는 미래 성장동력으로 수처리용 분리막을 육성, 자체 R&D 및 기업 인수를 통해 기술력을 확보하였으며, 최근 가시적 성과를 보임

- LG화학은 미국 수처리 분리막 벤처기업 NanoH2O 인수('14)를 통해 RO막 기술역량 확보, 독자적인 나노기술(TFN : Thin-Film Nanocomposite)가 적용된 수처리필터를 개발해 전세계 해수담수화 시장 선도
- LG워터솔루션 브랜드를 창립해 현재 LG화학은 해수담수화 RO필터 시장점유율은 21%로 일본 도레이케미컬에 이은 2위에 위치해 있음

그림 3.5 LG화학 해수담수화 전용 RO필터

*출처 : LG화학 해수 RO 제품 소책자

- 롯데케미칼은 삼성SDI 수처리 기술 및 제일모직 인수('15) 및 자체 R&D를 통해 중공사형 분리막 생산에 주력, 2018년 대구 물산업 클러스터에 500억 원을 투자하여 국내 최대규모 수처리용 분리막 생산공장 건설, 중국 시장을 시작으로 수출 본격화

Ⅳ

국내·외 해수담수화 산업 육성 사례

1. 국외 해수담수화 산업 육성 정책
2. 국내 해수담수화 산업 육성 정책 및 지원 사업 추진 현황
3. 해수담수화 산업 주요 기업 동향

4. 국내·외 해수담수화 산업 육성 사례

4.1 국외 해수담수화 산업 육성 정책

4.1.1 해수담수화 산업 육성 개요

○ 세계 각국은 수자원 부족·고갈 문제 해결을 위해 해수담수화 기술의 확보 및 대체 수자원 개발을 위한 정책을 적극적으로 추진 중이며, 중동지역은 해수담수화 시장의 최대 수요처 임과 동시에 최근 추진하고 있는 에너지 다변화 정책은 해수담수화 시장의 새로운 모멘텀으로 작용.

○ 급속한 도시화와 산업발전으로 전 세계 물 수요의 지속적인 증가와 가용수자원 고갈의 심화는 물 안보를 위한 해수담수화 기술 확보 및 대체 수자원 개발에 대한 정책적 지원 필요성을 증대 시킴

○ (해수담수화 시장 규모) 해수담수화 시장은 '18년 144억 9,518만 달러에서 '24년 202억 5,629만 달러 규모로 연평균 5.7%의 성장이 예상됨('18년 기준 해수담수화 시장은 자본비용(CAPEX) 47.9억 달러, 운영비용(OPEX) 97.7억 각각 32.6%와 67.4%를 차지하고 있어, 운영 영역이 시장의 중심이고 향후에도 이와 같은 경향은 지속될 것으로 예상됨

○ 전세계 해수담수화 설비 규모는 '06년 5,227 m3/d에서 연평균 (CAGR) 6.4%로 성장하고 있으며 '18년 기준 1억 965만 m3/d, '24년에는 1억 5,126만 m3/d 규모로 성장 예상

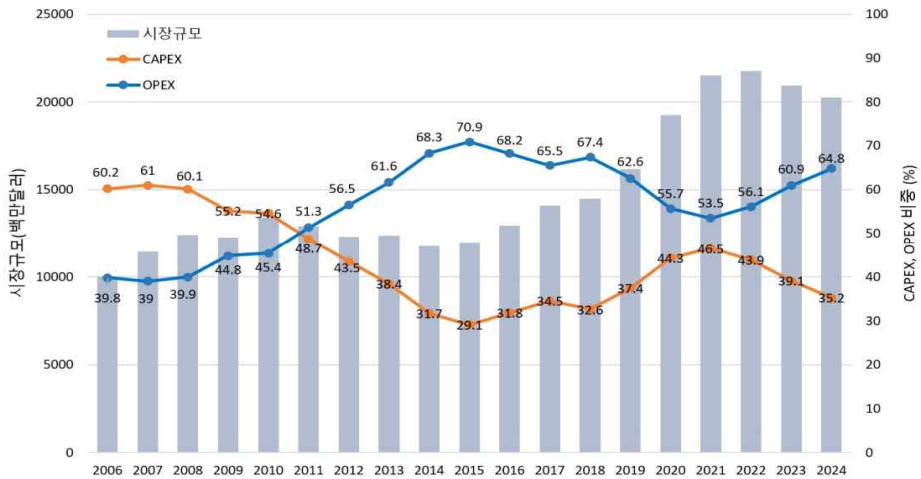


그림 4.1 해수담수화 시장 현황 및 향후 전망 *출처: Desal Data, 2018

❍ 장비/서비스 유형별 전세계 시장규모

- 2025년 예상되는 전체 투입 자본 규모는 331억 달러이며, 그 중 장비/서비스 유형별 규모를 살펴보면 공학·소재부문에서 57.6%, RO System에서 17.5% 순으로 예상되어, 공학·소재부문이 약 3.25배 높은 비중으로 자본이 투입될 것으로 전망됨. 자세한 설명은 다음과 같음
- (공학·소재) 토목공학, 설계비, 장비/재료, 설치/서비스, 취수/배수 범주로 구성되었으며, 토목공학이 전 부문 중 가장 높은 18.9%의 비중을 차지하였으며, 그다음으로 장비/재료 부문이 14.8% 비중 (49억 달러)을 차지하는 것으로 전망됨
- (RO 시스템) 막, 에너지 회수장치, 모니터링/제어, 압력용기, 파이프/고급합금 등으로 구성되었으며, 파이프/고급합금이 22.2억 달러로 가장 높은 비중을 차지하였고 열 생산(제조)는 0.13억 달러로 가장 낮은 비중을 차지
- (서비스) 법률 전문비 및 허용/개발 범주로 구성되며 허용/개발 부문에서 40.4억 달러로, 법률 전문비 범주 대비 약 9.8배 높은 자본 투입 규모를 차지하는 것으로 전망됨
- (전문 장비) 전처리 및 펌프의 범주로 구성되었으며, 전처리는 7.8% (25.7억 달러), 펌프는 3.7% (12.2억 달러) 규모 순으로 전망됨

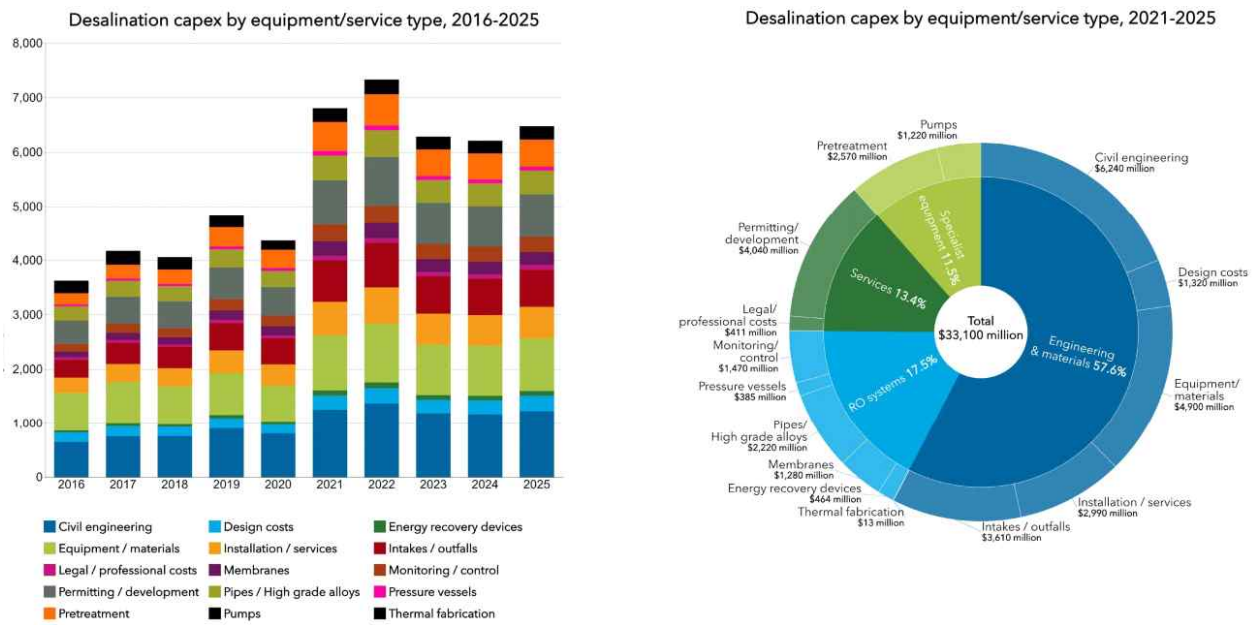


그림 4.2 장비, 서비스 유형별 담수화 시장 규모 전망

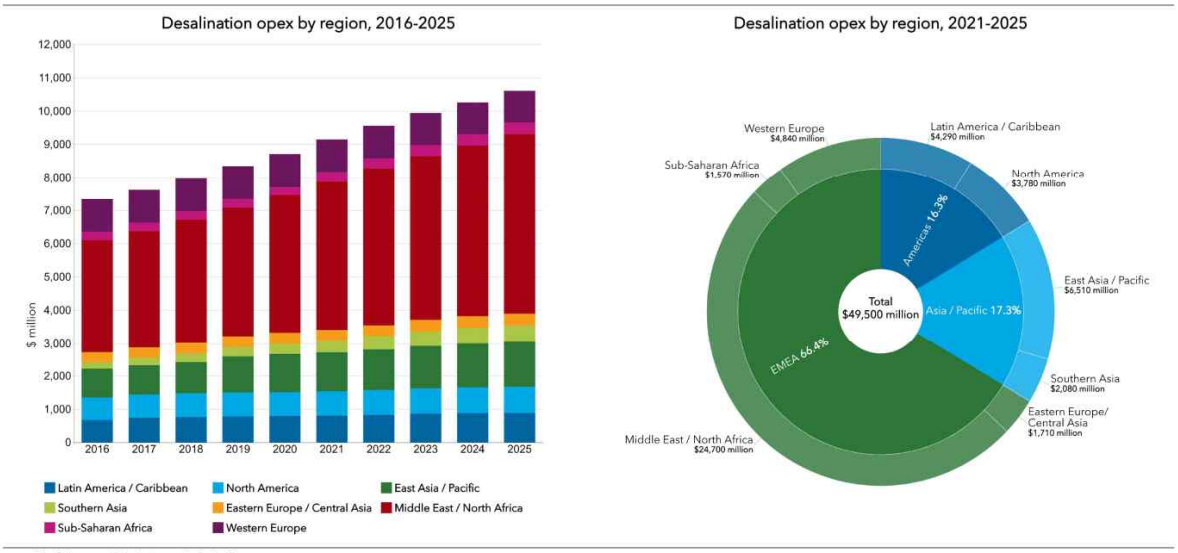
*출처: GWI, 2020

❍ (지역별 전세계 시장규모) 담수화시장에서의 2025년까지의 지역별 규모 전망은 중동·북아프리카에서 213억 달러로 가장 많고, 동아시아·태평양 지역이 39.7억 달러, 남아시아 지역이 21.50억 달러 순의 규모이며, 이들 지역들이 담수화 자본 투입을 주도하는 것으로 보이고 전통적인 중동 지역의 강세속에, 인도와 미국의 부상이 예상됨.

단위: 억 $

지역별	EMEA				아메리카		아시아/태평양		합계
	중동·북아프리카	사하라사막 이남 아프리카	서유럽	동유럽·중앙아시아	라틴 아메리카·카리브해	북아메리카	동아시아·태평양	서아시아	
규모(억$)	247	15.7	48.4	17.1	42.9	37.8	65.1	20.8	495
규모(%)	49.9%	3.2%	9.8%	3.5%	8.7%	7.6%	13.2%	4.2%	100%
	66.4%				16.3%		17.3%		

*출처 : GWI, 2020



*출처 : GWI, 2020

그림 4.3 지역별 담수화 운영 규모 및 전망

*출처: GWI, 2020

○ (플랜트 유형별 전세계 시장 규모) 2025년 기준 전체 운영비 규모에서, 멤브레인 유형이 81.8%, Thermal 유형은 18.2% 규모로 전망됨. 전반적으로 멤브레인 기술 기반-SWRO(해수역삼투막법) 유형이 담수화 운영비의 핵심을 차지를 할 거승로 전망되며 각각 기술에 대한 구성은 다음과 같음

- 멤브레인 기술 : SWRO 유형 + BWRO 유형

  SWRO 유형 : SeaWater Reverse Osmosis (해수역삼투법)

  BWRO 유형 : Brackish Water Reverse Osmosis (기수역삼투법)

- Thermal 기술 : 다단계 플래시(MSF) + 다중효과증류(MED) + ETC. (용량은 XL로 구성)

[표 4.1] 담수화 플랜트 유형별 운영 규모 및 지중 전망

플랜트 유형별	Membrane(멤브레인)		Thermal (증발법)			합계
	SWRO	BWRO	XL MED	XL MSF	Other Thermal	
규모(억$)	334	71	11.8	45.9	32.6	495
규모(%)	67.4%	14.3%	2.4%	9.3%	6.6%	100%

*출처: GWI, 2020

4.1.2 주요 국가별 해수담수화 산업 육성 정책

○ **(사우디아라비아)** 전 세계 담수 생산량의 약 18%를 차지하고 있으며 2017년 기준 29개의 해수담수화 시설이 운영 중인 세계 최대의 시장임. 2020년부터 2024년까지 전 세계 약 해수담수화 용량의 20%를 차지할 것으로 전망되고 대부분의 계약들은 300,000 m^3/일 에서 600,000m^3/일 규모임

- 사우디 해수담수화 공사(청) (Saline Water Conversion Corporation)을 설치 하였고 세계 최대 규모의 해수담수화 플랜트 건설 추진중이며 핵심 기술 개발 및 전문가 양성 노력을 지속 중
- 최근 중동 각국에서 화석연료 중심의 발전구조에서 벗어나 발전원을 다변화하려는 정책 추진 중이며 사우디아라비아는 적극적인 발전원 다변화를 모색중이며 특히 해수담수화용 에너지의 화석연료 탈피를 추진중. 이와 같은 정책은 새로운 해수담수화 시장 모멘텀 확대로 이어질 전망임
- 사우디아라비아는 2023년까지 신재생에너지 발전용량으로 9.5GW 달성을 목표로 하고 있으며, 에너지 전환 정책에 따라 신규 해수담수화 프로젝트는 RO 기반 및 신재생에너지 융합 방식의 담수화 플랜트로 전환 중
- 포스트-오일 다각화 계획의 대표 프로젝트인 신도시 네옴(NEOM) 건설에 재생에너지만으로 담수를 생산하는 프로젝트를 채택하여 차세대 해수담수화 기술 개발을 추진 중(집광형 태양광 기술을 이용하여 낮 동안 에너지를 저장하고, 밤에는 태양광 돔으로 해수를 퍼올려 가열, 증발 및 응결시켜 담수를 생산하는 Solar Water 사업)
- 세계 최대 담수시장인 사우디아라비아 전체 해수담수화시설의 60%이상을 소유 및 운영을 하고 있는 해수담수청(Saline Water Conversion Corporation: SWCC)는 최근 담수기술연구소(Desalination Technology Research Institute: DTRI)를 설립하고 미래 해수담수화 기술을 적극적으로 개발 중이며 해수담수화 공정에서 유가자원 회수 기술 개발 및 가치 증대 전략을 추진 중

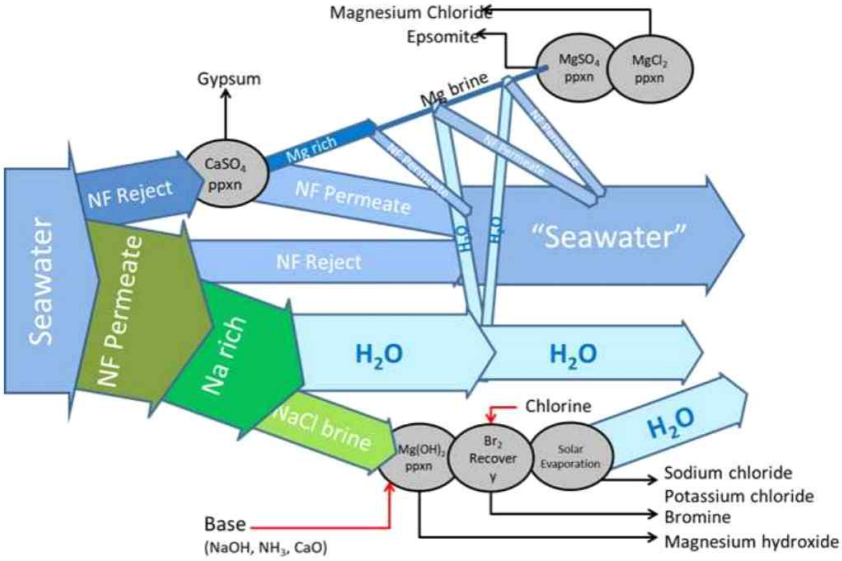


그림 4.4 사우디아라비아 해수로부터 유가자원 회수 및 가치 증대 전략

*출처: 사우디아라비아 해수담수청(SWCC)의 산하연구소(DTRI)

❍ **(UAE)** 2050년까지 약 1,635억 달러를 투자하여 발전 부문 탄소발자국을 70% 감축 계획 중(이권형 외, 2017). 2030년 물 수요량이 80억 m^3 달할 것으로 예상됨에 따라 수자원 보전 전략(Water Conservation Stratage)를 통해 지속 가능한 수자원 개발/발전을 위해 정책적 지원. 세계 최대 규모의 단일막 담수화 사업인 Taweelah 해수담수화 프로젝트를 진행 중. 현재 핵심 해수담수화 시장 중 하나로 지속적 수자원 요구 증대로 인해 이와 같은 지위는 당분가 계속될 전망

❍ **(이스라엘)** 정부 차원의 물 확보 기술의 적극 개발로 물 산업 선진국으로 도약을 위해 노력중이며 2025년까지 용수의 60% 이상을 대체수자원으로 공급하기 위한 정책도 검토중. 해수담수화 기술의 상용화 전략 제시 및 '중장기 물관리 정책' 수립하였으며, 세계 최대 해수담수화 설비 소렉 건설을 통해 담수화 기술/산업/인력 고도화 노력중

❍ **(미국)** 가뭄 대응과 대체수자원 활용을 위해 혁신기술 개발을 촉진하는 수자원 개발법안 제정('16)하였고 국가과학기술위원회(NSTC)는 물 안보를 위한 담수화 기술개발 전략('19)을 마련. 해수담수화 프로젝트 파이프라인은 Huntington Beach (189,250 m^3/일), Monterey Beach (36336 m^3/일))이 대표적임. 미국은 담수화의 경제성 확보를 위해 기술 고도화를 목표로 하고 있으며, 에너지 효율화 및 친환경적 혁신기술을 개발하고자 함. 또한 해수담수화 뿐만아니라 대체 수자원으로써 재이용 시장이 전세계의 시장의 31%를 차지하여 가장 크고 (2위 중국: 30%) 지속적인 수자원 확보 정책을 추진 중.

그림4.5 (미국) 안보 향상을 위한 담수화 고도화 통합 전략 목표 및 우선순위

*출처: Desal Data, 2018

○ **(중국)** 연해 지역 산업용수 및 도시 급수용으로 해수담수화 시설을 적극 활용하고 있으며, 제12차 5개년 발전계획('11)을 통해 해수담수화 부문 기술의 선진 반열을 목표로 제시. 특히 13.5 계획에서 녹색발전 분야 내 담수화 프로젝트를 포함함으로써 적극적 기술 및 산업 육성 책 마련

○ **(오만)** 사우디아라비아나 UAE의 규모는 아니지만 담수 부족으로 인해 대규모의 해수담수화플랜트가 구축되어 있음. 2020년 수전력조달청은 2조 3310억 원 규모의 알구브라 3단계 민자 담수 발전사업과 바르카 5단계 민자 담수 발전사업을 발주하는 등 대형 해수담수화 플랜트를 구축하고 있음. 2018년 두산중공업은 오만 수전력조달청이 발주한 "샤르키아 해수담수화 플랜트 건설 프로젝트"를 수주함 (역삼투 방식 해수담수화 플랜트 80000 m3 규모로 20만인구/일 물을 생산, 공급)

○ **(이집트)** 이집트는 민간자본을 통한 해수담수화 시장개방이 기대되는 국가 중 하나임. 2030년까지 해수담수화플랜트 47기를 건설하고 2050년까지 67기의 해수담수화 플랜트를 건설할 계획을 세움

○ **(싱가포르)** 해수담수화 및 물재이용을 통한 안정적 수자원 확보에 국가적 노력을 투입하고 있음. 2060년까지 전체 물 수요의 80%를 담수 및 재이용수로 충당하는 목표로 하는 NEWater 정책을 추진 중. 싱가포르는 수자원 부족에 따른 원수의 말에이시아 수입의존도를 낮추고자 '4대 수자원 공급계획'을 추진하였으며, 담수화 플랜트 확충은 안정적

인 물 수요를 충족을 위한 대안으로 인식

[표 4.2] 싱가포르 물관리 정책 방향(해수담수화 포함)

구분	내용
집수 시설	• 빗물과 생활에서 산출되는 하수의 정화로 물을 공급하는 방법 • 싱가포르 수자원공사는 빗물 수집량을 극대화하는 방법을 모색 중
원수 수입	• 2016년까지 말레이시아 조호르강에서 원수를 공급 받는 계약 체결 • 계약 종료 이후, PUB는 물 수입 의존도를 낮추기 위한 계획 수립
재이용 (NEWater)	• 물처리/정화시설 계획 • 하/폐수를 정밀여과와 역삼투 기법을 통하여 재생수로 활용 • 딥 터널 하수도 시스템(Deep Tunnel Sewerage System, DTSS)을 통해 사용된 물을 뉴워터 공장으로 공급(2022년 2단계 완료 예정) • 2060년까지 싱가포르 물 수요의 55% 충족 목표 (현재 5개의 뉴워터 시설에서 싱가포르 물 수요의 40% 충족 중)
해수 담수화	• 투아스와 같은 해안 인접 지역에 담수화 공장을 설립 • 2020년까지 2개의 공장 추가 건설 예정(현재 3개 담수화시설 존재) • 2060년까지 싱가포르 물 수요의 30% 충족 목표

*출처: 싱가포르 수자원공사 홈페이지(pub.gov.sg)

❍ **(인도)** 1인당 물 공급량이 2011년 1,545 m3/인에서 2025년 1,500 m3/인으로 소폭 감소가 예상됨. 산업화로 인한 지하수 오염 증가로 정부는 지하수 사용에 대한 규제를 도입하였고 물 공급 부족 상황을 해결하기 위해 담수화에 대한 투자가 지속될 것으로 전망됨. 구자라트주는 7개의 해수담수화 프로젝트를 통해 총 270,000 m3/일 규모의 음용수를 공급할 계획을 세우고 추진중. 인도는 해수담수화 시장의 새로운 후보로 부상 중.

❍ **(칠레)** Chile's Water Scenarios 2030 Initiative를 바탕으로 해수담수화와 물 재사용 분야에 대해 면밀한 검토를 진행. 광산산업에서 담수에 사용에 대한 국가 규제로 인해 해수담수화 기술이 개발되었는데 향후 개발되는 새로운 광산들은 담수 자원보다 바닷물을 사용하도록 요구됨에 따라 칠레광산 분야의 담수화 수요가 크게 증가할 것으로 전망됨.

❍ **(카타르)** 인구 증가, 담수 발전설비 확충에 따라 지난 5년간 수전력산업이 연평균 17% 성장, 2019년에는 전년대비 28% 성장함. 수자원의 62%는 해수담수화를 통해

생산됨. 2,300 MW의 발전 용량과 454,600 m3/일 규모의 Facility E Independent Water abd Power Project 발주가 예정됨.

❍ **(튀니지)** 해수담수화 분야에 대한 막대한 투자를 계획하고 있으며 총 237,000m3/일 규모의 다수의 해수담수화 플랜트 구축하여 운영을 계획 중. 10년 이내 새로운 플랜트 구축 및 기존 플랜트 확장으로 600,000 m3/일 용량의 해수담수화시설을 추가 예정. 정부주도 신재생에너지화 해수담수화플랜트 구축 진행.

[표 4.3] 세계 각국의 해수담수화 및 수자원 개발 정책 요약

국가	주요 정책
사우디아라비아	-미래 수자원 부족에 대한 대비책으로 수자원 관련 계획 수립 및 세계 최대 해수담수화 플랜트 건설 추진 -2023년까지 신재생에너지 발전 용량 9.5GW 달성목표 -에너지 전환정책 추진(탄소기반 증발법->RO기반 및 신재생 에너지(*NEOM Solar Water 사업) -제다 북서쪽 라빅에 세계 최대 규모의 담수화 플랜트 건설 계획 - 일본과 전략적으로 담수화 인프라 관련 비전 2030 파트너십 관계 형성
이스라엘	-'2025년까지 용수 60% 이상을 대체수자원으로 공급 정책 검토 -물을 공공재로 간주하며, 전반적인 물 정책 및 관리는 '물법(Water Law, 1959)'에 기반함 -해수담수화 기술의 상용화 전략 제시 및 '중장기 물관리 정책' 수립 -세계 최대 해수담수화 설비 소렉 건설하는 등 해수담수화 규모의 경제화를 이루고 있음
미국	-수자원 개발 법안 제정('16) -국가과학기술위원회(NSTC) 담수화 기술개발 전략('19)마련 -환경보호청(EPA)-2020년 2월 국가 물 재이용 행동계획 수립 -200년 만의 가뭄 후 담수화 플랜트의 정책 시행 -물 안보 향상을 위한 담수화 고도화 통합전략 계획의 목표 및 우선순위를 제시함

국가	주요 정책
중국	-제12차 5개년 발전개획('11)-해수담수화 기술 선진 반열 목표 -13.5규획에서 5대 발전 이념 중 녹색발전 분야 내에서 자원절약과 고효율 이용 관련하여 담수화 프로젝트를 포함 -2005년 발표한 '해수이용 전문 계획'을 통해 2010년과 2020년의 해수 이용 목표를 명시하였으며, 2011년 1일 60만 톤이었던 중국의 담수화 능력을 2020년까지 300만 톤까지 증가시키는 목표 제시
UAE	-2050년까지 1,635억 달러 가량을 투자하여 탄소발자국을 70% 감축 계획 -Taweelah 프로젝트-세계 최대 단일막 담수화 프로젝트
싱가포르	-NEWater 정책 (2060년까지 총물수요 80%를 담수 및 재생수로 충당 목표) -정부 주도로 수자원 확보 대규모 프로젝트 추진 및 관련 자국 기업의 적극적 참여 유도 -'4 National Taps'라는 수자원 확보전략 내 담수화 플랜트 건설이 포함되어 있으며, 2060년까지 담수화 물을 싱가포르 물수요의 30%까지 도달하는 것을 목표로 함
오만	-수전력조달청 주도 2조 3310억 원 규모의 알구브라 3단계 민자 담수 발전사업 추진 -바르카 5단계 민자 담수 발전사업을 발주 및 대형 플랜트사업을 구축 중.
인도	-구자라트주는 7개의 해수담수화 프로젝트를 통해 총 270,000 m3/일 규모의 음용수를 공급할 계획
칠레	-Chile's Water Scenarios 2030 Initiative를 바탕으로 해수담수화와 물 재사용 강화. -향후 광산산업은 바닷물을 사용하도록 요구됨에 따라 칠레광산 분야의 담수화 수요가 크게 증가 예상.
카타르	수자원의 62%가 해수담수화를 통해 생산. 2,300 MW의 발전 용량과 454,600 m3/일 규모의 Facility E Independent Water abd Power Project 발주 예정.
튀니지	- 해수담수화 분야에 대한 막대한 투자 계획 (237,000m3/일 규모의 다수의 해수담수화 플랜트 구축 운영 계획.) -정부주도 신재생에너지화 해수담수화플랜트 구축 진행.

*출처: KICT 한국건설연구원, 언택트(Untact) 기반 그린/디지털 해수담수화 플랜트 기획 연구, 2020,12
KISTEP 한국과학기술기호기평가원, 해수담수화, 2021

4.1.3 新기후체계와 해수담수화(저탄소 해수담수화 기술)

❍ 전 세계적으로 급증하는 물 수요에 대응함과 동시에 물 생산에 소비되는 에너지 절감을 위해 "저에너지·저탄소 해수담수화 기술" 개발은 새로운 메가트랜드로 부상중이며 이를 위한 국제사회의 노력이 지속적으로 확대되고 있음.

❍ 국제사회는 지속가능한 개발 목표(UN-SDG: Sustainable Development Goals)의 하나인 '깨끗하고 안전한 식수 및 위생(Clean water and sanitation)' 달성 및 물 수요-공급 격차 해소를 위한 담수화 기술의 중요성을 인식/공유하고 있으며, 이와 관련된 각국의 정책 및 기술개발, 민간 사업의 활성화가 지속될 전망

❍ 파리 기후변화협약(COP21) 이후 국제담수화협회(International Desalination Association, IDA)는 저탄소 해수담수화 기술 개발을 위한 Global Clean Water Desalination Alliance (GCWDA) 발족('16).

❍ IDA GCWDA는 2020-2025년에 발주되는 담수화 프로젝트의 20%를 신재생에너지 융합형 플랜트로 계약 목표 제시

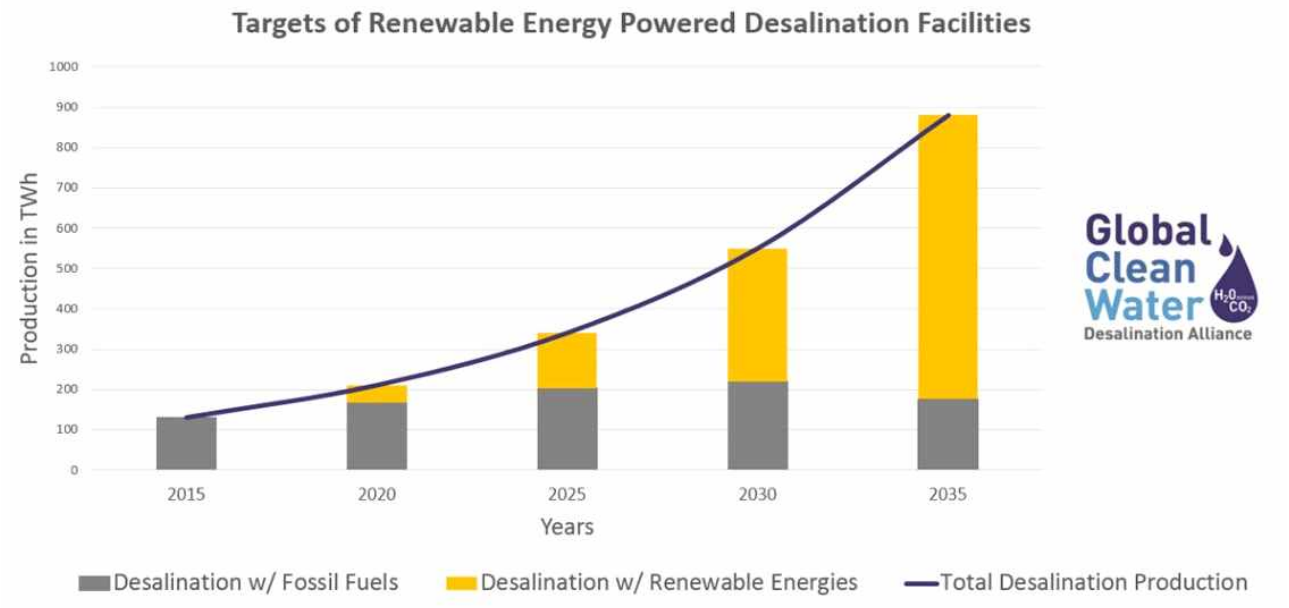


그림 4.6 Global Clean Water의 신재생-담수화 플랜트 비중 확대 계획
(https://www.osmosunwater.solutions/en/climate-initiative-for-clean-desalination-technologies/)

❍ 「저탄소·친환경 담수화 기술개발사업」은 전세계적 신기후체계의 이행 뿐만아니라 국가적 물 안보 확보 측면에서 필수 불가결한 영역으로서 정부 차원에서 육성 필요성이 커지고 있으며,

해수담수화 新시장 진출 및 미래시장 경쟁우위 선점을 위해 선제 대응방안 마련이 필요

○ 최근 세계적으로 탄소중립, 환경보호 등에 대한 관심이 고조되고 있으며, 이를 반영하여 지속가능한 담수화 기술 개발에 대한 요구가 높아짐

○ 따라서 「저탄소·친환경 담수화 기술개발사업」은 국가적 물 안보 확보 측면에서 필수 불가결한 영역으로서 정부 차원에서 집중 육성이 시급하며, 해수담수화 新시장 진출 및 미래시장 경쟁우위 선점을 위해 선제적 대응방안 마련이 필요

○ 세계 주요 선진국들은 넷-제로를 선언하고 저탄소 경제 선도전략으로서 그린뉴딜을 제시하고 적극 추진 중이나 우리나라는 석탄, 가스 발전소 등을 신규로 건설하는 등 대응이 더뎌 향후 세계 무역시장에서의 배제 가능성이 높아지고 있음.

○ 해수담수화 시장 또한 글로벌 저탄소 친환경 기술 전환 기조를 반영하여 신재생에너지와 연계된 기술이 핵심 영역이 될 것임.

○ 기존 담수화 플랜트는 담수 생산에 필요한 열 및 전기에너지를 화석연료를 통해 공급 받았으며 이 과정에서 발생하는 막대한 탄소 배출에 대한 우려가 지속적으로 증가되고 있음.

○ 특히, 담수화 시 발생되는 다량의 농축수가 수중에 이산화탄소를 방출하여 해양생태계 및 환경에 부정적 영향을 미치는 것으로 보고되고 있어 친환경적이고 지속가능한 담수화를 위해서는 농축수 저감과 같은 새로운 노력이 필요

○ 전세계 담수화 플랜트 생산용량이 증가함에 따라 농축수의 배출량 또한 비례하여 증가하는데 농축수 배출규제가 강화되고 있어 고농축 해수담수화 기술과 농축수 저감 기술에 대한 수요가 증대됨.

○ 신기후체계와 연계하여 향후 해수담수화 시장은 친환경 에너지, 농축수 저감, 지속가능성이 핵심 키워드로 작용할 것임

[표 4.4] 주요 국가 2050 탄소 감축 목표 및 내용

국가명	감축목표	LEDS 제출	전략명	비전	주요내용
	80%	제출	저탄소 미래를 위한 녹색성장 전략	청정성장을 위한 도약	· 녹색투자기금 활성화 · 에너지생산성 및 효율성 강화 · 자연자원 가치 증대 · 공공부문 주도적 참여
	80-95%	제출	2050 기후행동계획	금세기 중반까지 탄소중립 달성	· 에너지 효율향상 연구개발투자 확대 · 재생에너지 확대 · 생태세제 개혁, 순환경제전환 등 강조
	75%	제출	국가 저탄소 전략	지속가능한 저탄소 경제로의 전환	· 부문별 이행전략 및 탄소발자국 저감 · 공공인식 증대 · 토지관리 및 폐기물 관리 등에서 순환경제 이행 강조
	-	제출	2020 유럽 그린뉴딜 수소전략	2050년까지 EU 회원국들의 탄소배출량 ZERO 달성	· 경제전반의 탈탄소화, 탄소국경세 도입 · 순환경제도입, 건물에너지효율 강화, 성능규제 강화
	80%	제출	파리 기후협정에 의한 장기전략	2050년까지 야심찬 저탄소 사회 추구	· 전력화 전환 및 연료제조 전 과정에서 탄소배출감축 전략 제시
	- (2060년 목표)	미제출	포스트 코로나 시대의 친환경적 회복(Green Recovery)	저탄소 경제로의 전환 및 에너지 믹스개선 가속화 등	· 2050년까지 신재생에너지 중심 준탄소 중립시스템 구축 · 비화석에너지 비중 확대 · 태양에너지 설비용량 100GW 증설, 에너지다소비업 탄소배출 정점 도달 실현
	80%	제출	심층 탈탄소화를 위한 반세기 전략	탈탄소경제를 향한 심층 넷-제로 경제 추구	· 에너지 부문 탈탄소화 정책 강화, 산림부문 흡수원 증대

출처 : 2050 탄소중립선언-진단과 제안(2020.12), 민주연구원

4.1.4 해수담수화와 정책적 보조를 맞춘 대체수자원 개발 육성 정책

○ 전 지구적으로 지구 온난화에 따른 기후변화로 인해 기상패턴의 불확실성이 증가되어 홍수, 가뭄 등 재해 발생이 빈번해지고 수자원 관리가 어려워지고 있어 기존 수자원 시설물에 의한 용수 공급의 어려움 해결과 물 부족지역 확대 가능성에 대한 대비책 마련 필요 (KISTEP, 2021)

○ 가용 수자원의 절대적 보존을 겪고 있는 세계 각국은 최근 하수를 새로운 수자원으로 인식하게 되며, 물 재이용 위한 정책적 노력 확대하고 있음. 대체 수자원 확보 방안 중 해수담수화는 하수재이용과 함께 핵심 방안으로 부상

○ **(미국)** 미국 환경보호청(EPA)은 2020년 2월 국가 물 재이용 행동계획을 수립하고, 물재이용을 국가 수자원 계획의 최우선 과제로 추진

○ **(유럽)** 지중해 연안 국가 중심으로 농업용수 활용을 위한 물 재이용을 적극 검토하고 있으며 2020년 5월 도시폐수의 관개용수 재이용을 위한 EU 차원의 기준 마련(Europe commission, 2020)

○ **(중국)** 물 부족 도시에서 도시폐수의 직접 재이용 비율을 '15년 10% 미만에서 '20년 20% 이상으로 올릴 것을 요구하는 등 중앙정부 차원에서 물 재이용 확대를 강력하게 견인(중국의 수자원과 산업용수 이용 현황, EIS CHINA, 2017). 중국은 기수 담수화 대신 하폐수의 재이용을 통한 대체 수자원 확보로 정책 중심을 전환 중

○ **(국내)** 지역별·계절별 강수편차가 커지면서 가뭄 빈도 및 가뭄 강도가 증가하여 가뭄에 의한 사회·경제적 피해가 커지는 양상을 보였으며, 최근 들어 가뭄의 지역적 편차가 크게 발생하여 상습가뭄지역 피해 확대되고 있어 대체 수자원 개발에 대한 요구가 증대됨. 특히

○ 대체수자원으로는 해수담수화, 하·폐수재이용, 빗물활용, 강변여과수, 지하수저류지, 지하수 인공함양 등이 있으며, 해수담수화는 수량이 풍부하여 물공급을 위한 수원 안전성이 높음. 기후변화로 인한 물 관련 재해에 대처하고 안정적인 가용 수자원 확보를 위해 하폐수의 재이용은 향후 중요한 정책 수단으로 보이며 관련 연구개발 및 사업화 지원이 필요.

4.2 국내 해수담수화 산업 육성 정책 및 지원 사업 추진 현황

4.2.1 담수화 산업 육성을 위한 법률 및 정책 정비

❍ 담수화 산업 육성 정책 동향(요약)

- (제4차 과학기술 기본계획) 중점과학기술 목록으로 수자원 확보·관리기술을 명시
- (제4차 환경기술, 환경산업, 환경기술인력 육성계획) 환경문제 대응과 지속가능한 미래를 목표로 함
- (제5차 국가환경종합계획) 환경관리 7대 핵심전략 중 하나로 '사람과 자연의 지속가능한 공존을 위한 통한 물관리'를 제시하였으며, 해당 전략 내 담수화 내용 포함
- (제1차 물관리기술발전 및 물산업진흥 기본계획) 12대 세부과제 중에서 '지속가능한 물관리기술 확보', '유망 융복합 물산업 육성' 등에 담수화 명시
- (문재인 정부 국정운영 5개년 계획) '지속가능한 국토환경 조성'에 효율적인 물관리 및 안정적인 물공급 환경 조성 등의 대책 제시

- (제3차 지하수관리 기본계획 수정계획) 세부계획 내 일부 '2.1 도서/해안지역 지하수자원확보시설 개발'에서나 '3-2.상수도 수원으로 지하수 활용 확대'의 추진계획 해수담수화 연계에 대한 내용 언급
- (제3차 전국 수도 종합계획) 4대 목표 중 안전한 수돗물의 지속가능한 공급 목표에서 '안정적인 상수원 확보'와'지역 간 수도서비스 격차해소'과제에서 해수담수화 관련 내용을 명시
- (제2차 물환경관리기본계획) 물환경관리 최상위계획으로, 5개의 핵심전략을 통해 거버넌스 활성화, 과학기술 고도화, 재정관리 효율화 기반을 강화
- (수도 정비 기본 계획) 4대 추진전략 중 '환경안전 강화 통합 환경관리 기술개발'에서 해수담수화 기술이 대체수자원 확보기술로 언급

[표 4.5] 국내 해수담수화 관련 국가 상위 계획 요약

구분	상위계획 명	담당부처	수립년도
R&D 계획	제4차 과학기술 기본계획('18-'22)	과기정통부	2018
	제4차 환경기술, 환경산업, 환경기술인력 육성계획('18-'22)	환경부	2018
정책 계획	제5차 국가환경종합계획('20-'40)	관계부처 합동	2019
	제1차 물관리기술발전 및 물산업진흥 기본계획('19-'23)	환경부	2019
	문재인 정부 국정운영 5개년 계획	국정기획위	2017
	제3차 지하수관리 기본계획 수정계획('17-'26)	국토부	2017
	제3차 전국 수도 종합계획('16-'25)	환경부	2016
	제2차 물환경관리기본계획('16-'25)	환경부	2016
	수도 정비 기본 계획('15-'25)	국토부	2012

❍ 물관련 상위 법령 및 종합계획에서 해수를 주요 상수원의 하나로 명시하고 대체 수자원 개발 및 물시장 육성을 위한 담수화 기술개발 필요성 인정

- 「수도법」은 상수원의 정의에 해수를 포함하고, 도서 지역 물 문제 해결을 위해 해수담수화에 대한 국고보조금을 지원할 수 있음을 명시(제75조)
- 수자원 분야 최상위 법정계획인 「수자원장기종합계획(2016~2025)」(국토부)은 취수원 다변화 및 수자원 분야 미래산업 육성을 위해 담수화 기술개발계획 제시

❍ 다수의 법정계획에서 담수화 기술을 중요하게 다루고 있으나, 대체수자원 개발 및 운영을 위한 법령·제도의 미비로 구체적 용수공급계획으로의 연계는 제한적

- 대체수자원 시설과 관련된 규정은 수요자의 필요에 따라 개별 법령에 분산되어 있으며, 수자원 개발 방법 및 기술 가이드라인에 대한 내용은 부재
- 도서 지역 소규모 담수화 시설의 경우, '읍·면' 단위의 수도정비기본계획에서 공급계획이 마련됨에 따라 용수공급원 선정·분석의 전문성 부족 및 재정 효율성 악화 초래(우리나라 지방 상수도 운영 및 용수공급계획 수립은 지방자치단체 소관으로, 도서 지역의 담수화 건설계획·운영현황을 확인할 수 있는 중앙정부 차원의 계획 및 제도 부재)

❍ 해수담수화 플랜트 기술은 국토교통부 주도로 육성해왔으나, 물관리 일원화 정책으로 수자원 개발 업무 환경부 소관으로 통합('18년)

- 국토교통부에서는 '16년 해수담수화 기술을 7대 신산업 중 하나로 선정, 물 부족 문제 해결과 신성장동력 산업 발굴을 목적으로 해수담수화 육성 정책 추진

❍ 해수담수화 강국으로 도약하기 위해 R&D지원 규모를 2배 수준으로 확대하고 국토교통 과학기술진흥원에 해수담수화 전담팀을 구성하는 등 적극적인 지원계획 발표('16)

❍ 국가산업단지가 이상가뭄 등 기후변화에도 안정적으로 용수를 확보할 수 있도록 전국 임해산업단지의 해수담수화 도입 계획 마련

❍ 환경부에서는 그간 대체 수자원으로서 하폐수의 재이용에 주목, 「물의 재이용 촉진·지원에 관한 법률」을 제정('10.6)하고 관련 계획 수립·법령 개정 등을 추진

- 「물 재이용 기본계획(2011~2020)」을 통해 빗물, 중수, 하·폐수 재이용을 포함한 친환경 대체용수 확보(25.4억 톤) 및 물 재이용 보급 확대 및 재이용 수요처 발굴 계획 등 제시

❍ '18년 7월, 공업용수에 대한 신규 수요가 발생할 경우, 하수처리수 재이용을 우선 검토하도록 「수도정비기본계획수립지침」 개정

❍ '18년 물관리 일원화 정책 추진에 따라 국토부의 수자원 개발 관련 사업을 환경부로 이관, 해수담수화 및 하·폐수 재이용을 포괄한 대체수자원 개발 업무를 환경부 소관으로 통합

❍ 최근 환경부는 물관리기본법 및 물산업 진흥계획 등을 수립하며 통합 물관리 개념 확립 및 수자원 개발을 위한 통합 전략을 제시

- 환경부는 물분야 최상위법인 「물관리기본법」('18.6.) 제정을 통해 통합 물관리 개념 및 대체수자원 개발 방향 등을 정립하였으며, '21년에는 「국가물관리기본계획」 수립 예정(강물, 지하수, 해수, 하수 등 다양한 취수원을 통합적으로 다루는 최초의 법이자 법정계획으로, 취수원별 분절적 접근이 아닌 통합적 접근이 가능케 하는 취지)

- 환경부는 물산업 진흥을 위한 최초의 총괄 전략*을 수립하고, 해수담수화 및 물재이용 활성화 통한 유망 융복합 물산업 육성 전략 제시

- 「제1차 물관리기술 발전 및 물산업 진흥 기본계획(물산업진흥계획)」('19.10.) 새로운 시장 확대 및 해외 진출 활성화를 위해 세계 최고 수준의 저에너지 담수화 기술개발 및 해외 실증을 추진하고 물재이용 활성화로 연관산업 기술혁신 촉진계획 제시 물관리기술 R&D 로드맵에 "저에너지 해수담수화 플랜트", "스마트 물 재이용" 등 포함)

4.2.2 해수담수화 플랜트 정부 R&D 지원/추진 현황

○ 우리나라는 국토교통부/환경부 중심으로 해수담수화 플랜트 관련 대형 R&D 사업을 추진하고 핵심공정, 기본설계 및 실증 기술개발을 지원하고 있으며 2006년 해수담수화 플랜트사업단 (SEAHERO)을 시작으로 단계별 기술개발 연구단 사업을 추진 중.

○ 해수담수화 기술 성장기에는 역삼투막법(RO), RO와 차세대 담수화 기술과의 융합연구 중심으로 정부 지원이 이루어 졌으며, 2015년 이후에는 국가별 맞춤형·수출형 담수화 플랜트 기술개발에 집중

○ 우리나라 담수화 플랜트 R&D 사업은 국토교통부에서 추진해왔으나 물관리 일원화('18)에 따라 국토교통부의 해수담수화 플랜트연구사업은 환경부로 이관되었으며 이후 기술개발은 환경부 주도로 진행 중

○ 미래에 수요가 높을 것으로 예상되는 해수담수화 신기술 개발 및 유망기술의 국산화·고도화를 위해 정부 R&D 사업을 통해 다양한 분야의 핵심 역량 확보가 필요

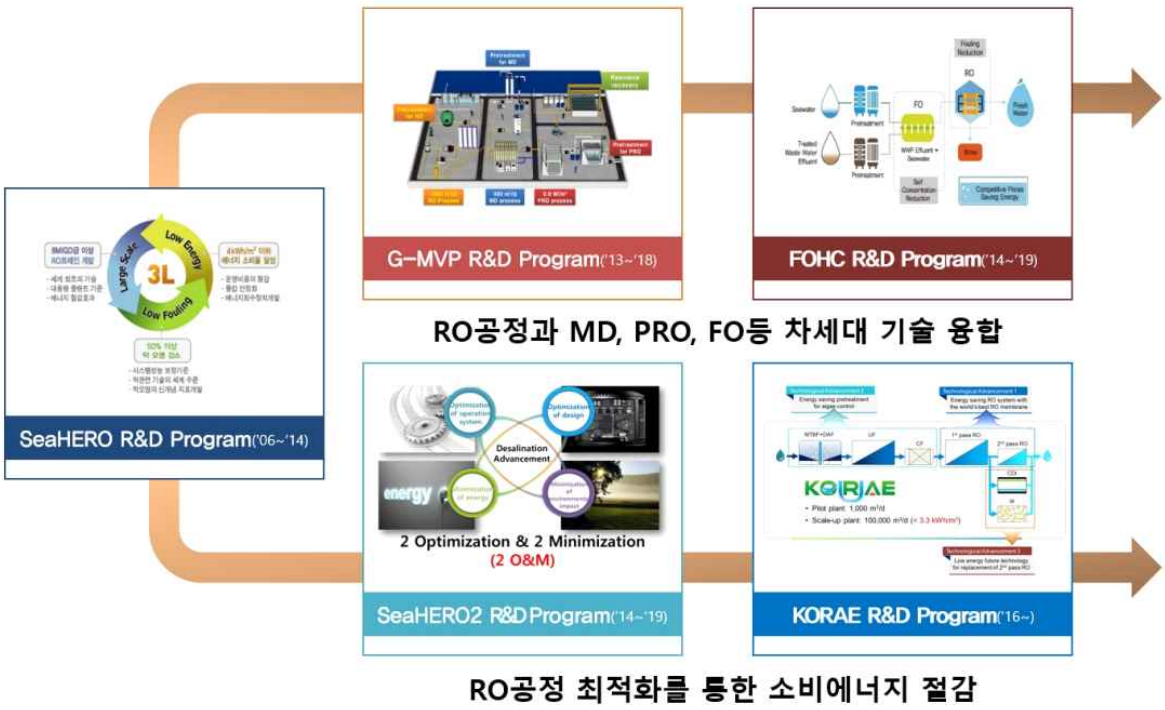


그림 4.7 해수담수화 분야 정부 R&D 및 국내 연구 발전 방향

*출처: 홍승관, 2018; KISTEP, 2021

○ 다수의 국내 해수담수화 국책 대형 R&D 사업은 실증기술 개발과 테스트베드 운영을 목표로 추진되었으나, 부지선정 지연 및 시민 수용성의 어려움으로 인해 대부분 시운전만 수행되었다는 한계 존재

○ 정부 R&D 사업(해수담수화 플랜트사업단(SEAHERO)을 통해 기장군에 건설한 SWRO 테스트베드의 경우, 상수도 공급 목적으로 총 1,954억원(국비 823억, 시비 424억, 민자 706억)을 투자하여 건설되었으나, 원전 근접 취수로 인한 주민들의 우려로 가동 중단 됨 (KISTEP, 2021).

○ 기장 SWRO 플랜트 사례를 보면 수출 관련 제조업체의 실적 확보를 위한 국내 테스트베드 필요성은 높게 인식되나, 사회적 수용성으로 인한 부지·수요처 확보의 어려움은 지속되는 상황

○ 기장 SWRO 플랜트 재가동을 위한 울산 산업단지에 공업용수를 공급하는 수요처 전환을 검토하였으나, 광역상수도 요금인 941원/톤 대비 높은 생산원가(1,187원/톤)로 인한 경제성 논란 발생 하였고, 여전히 활용 방안에 대한 논의가 진행 중

[표 4.6] 국토교통부/환경부의 해수담수화 플랜트 R&D 주요 사업 (KISTEP, 2021)

구분		연구명	연구기간	정부R&D 투자 (억 원)	주요내용	
					담수화 기술요소	기자재
해수담수화플랜트연구사업	성장기	해수담수화 플랜트사업단 (SEAHERO)	'06.12.~ '14.11.	926	RO개발	RO막,고압펌프, 에너지회수장치
		해수담수화 막여과 시스템의 실용화 및 성능평가 연구센터(GDRC)	'13.12.~ '20.12.	34	인프라지원	
		MD/PRO 복합 탈염공정 실증플랜트 기술 개발연구단(GMVP)	'13.6.~ '18.6.	258	RO+타공정 융합	MD/PRO 막 PRO 전용 압력 회수장치
		해수담수화 역삼투막 고급세정기술개발 과제(ROOT)	'14.12.~ '17.12.	43	막오염 예측 및 세정 기술	
		FO-RO 하이브리드 해수담수화프로젝트 연구단(FOHC)	'14.12.~ '19.12.	183	RO+ 타공정 융합	
		역삼투압방식 해수담수화플랜트 공정고도화 기술개발 연구단(SEAHERO2)	'14.12.~ '19.12.	93	RO고도화	
	성숙기	중동지역 맞춤형 저에너지 해수담수화 플랜트 기술개발 연구단(KORAE)	'16.6.~ '22.12.	193	RO고도화	카트리지 필터, RO막, CDI모듈
		막증발 공정 파일럿 중동 현장적용 및 신재생결합형 해수담수화 무인운영기술 연구단(MD+)	'18.4.~ '21.12.	43	신재생+RO 기반 농축수 처리 공정	
		해상이동형 해수담수화플랜트 기술개발 연구단(DREAM)	'18.4.~ '23.12.	226	담수화선박	

❍ 지금까지 추진된 대형 국책 사업 사례를 통해 얻은 교훈으로 해수담수화 플랜트 분야의 신기술 개발과 연구 효율성 증대 및 산업경쟁력 강화를 위해서는 부처 간 역할분담과 연계·협력의 중요성이 강조되고 있으며 사회 수용성에 대한 해결 노력이 선행되어야 함

❍ 국토교통부는 해수담수화 플랜트 실증 및 시공기술개발을 지원했다면, 산업통상자원부는 담수화 공정의 핵심·원천 소재와 부품·기자재의 국산화를 지원 (제조-건설-운영 산업이 긴밀하게 연결된 물산업의 가치사슬을 고려하여, 부처 간 역할분담 및 공동기획 등을 통한 성과연계 필요)

[표 4.7] 산업통상자원부의 담수화 플랜트엔지니어링 R&D 주요 사업

구분	사업명	연구기간	정부R&D 투자(억 원)	담수화 기술요소
	무방류 지향형 고효율 하이브리드 담수화 기술 개발	'12.6.~ '17.05.	41	RO모듈최적화,전기투석, MED/MVC
	셰일가스전 발생폐수 재이용 및 생산수 처리시스템 엔지니어링 기술개발	'14.6.~ '17.05.	38	FO, MD, MCR
	중동시장 진출을 위한 신재생에너지 해수담수화 융합기술 개발	'18.12.~ '23.9.	250	신재생+RO/MD/MED

4.2.3 해수담수화 R&D 투자 현황

❍ 2006년 대형 해수담수화 사업단 출범이후 담수화 R&D 예산은 상당 부분 증가하엿으며, 수처리 기술로서 담수화 분야 전반에 대한 정부 R&D 투자 규모는 2019년 기준 1,302억 원으로 정부R&D 예산의 0.63% 차지 (KISTEP, 2021)

❍ 최근 5년간 추이를 보면, 감소하다가 2019년 소폭 상승하였으며 5년간 증가율은 △2.4% (지속 확대되고 있는 정부R&D 규모와 비교할 때, 담수화 분야 R&D 투자비중은 축소 경향)

[표 4.8] 담수화 분야 정부R&D 투자 현황

	2015	2016	2017	2018	2019	증가율
담수화 R&D	1,433	1,581	1,287	1,083	1,302	△2.4%
정부 R&D	188,747	190,044	193,927	197,759	205,306	2.1%
비중	0.76%	0.83%	0.66%	0.55%	0.63%	

❍ 해수담수화 플랜트와 더불어 하·폐수처리, 농축 등 다양한 목적으로 총 10개 부처·청에서 담수화 분야 R&D 연구를 지원

❍ 2019년 기준, 산업통상자원부 30.1%, 과학기술정보통신부 22.9%, 환경부 22.3%를 나타내는 등 3개 부처에서 담수화 분야 R&D 예산의 75.3%를 차지

- (산업통상자원부) 신재생에너지 융합형 해수담수화 공정, 방사능 오염수 처리 공정, 초순수 생산공정 등의 핵심·원천 소재 개발을 지원
- (환경부) 해수담수화 플랜트 연구 및 상하수도 처리를 위한 환경 소재·부품 연구 지원41)
- (과기정통부) 신공정 원천기술 개발 및 메커니즘 규명을 위한 개인기초연구 및 출연연 (건기연, 화학연, KIST 등) 연구사업 중심으로 지원
- (해양수산부) 해수 온도차발전, 선박용 수처리 및 해양심층수 등 미래 해양자원 연구 등
- 그 외에도 농촌지역 기수담수화 및 스마트팜 활용을 위한 R&D(농림부), 수처리 소재·부품 기술의 사용화 지원을 위한 R&D(중소벤처기업부) 등

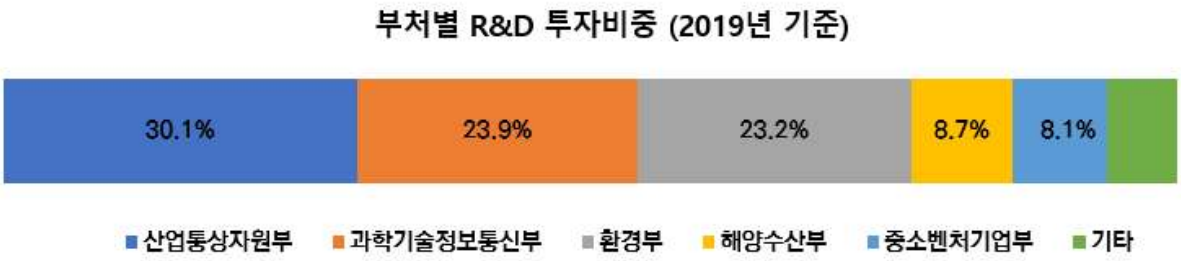


그림 4.7 부처별 R&D 투자 비중

*출처: KISTEP, 2021

❍ 연구개발단계 측면에서는 기초·개발단계의 R&D 수행이 증가하고 있으며, 연구 개발주체로는 대학 및 출연연 중심이나 중소기업 비중이 증가 추세

- (연구개발단계) 차세대 수처리 기술의 소재·메커니즘·신적용처 개발을 위한 기초·개발단계 연구 지속 증가 : ('15)70.1% → ('19)81.6%
- (연구개발주체) 최근 5년간 평균 45.5%의 연구비를 대학 및 출연연에서 수주
- 중소·중견기업의 비중은 ('15)26.8%→ ('19)42.8%로 증가하고 있으나, 대기업 참여 비중은 ('15)14.3%→ ('19)3.3%로 대폭 축소

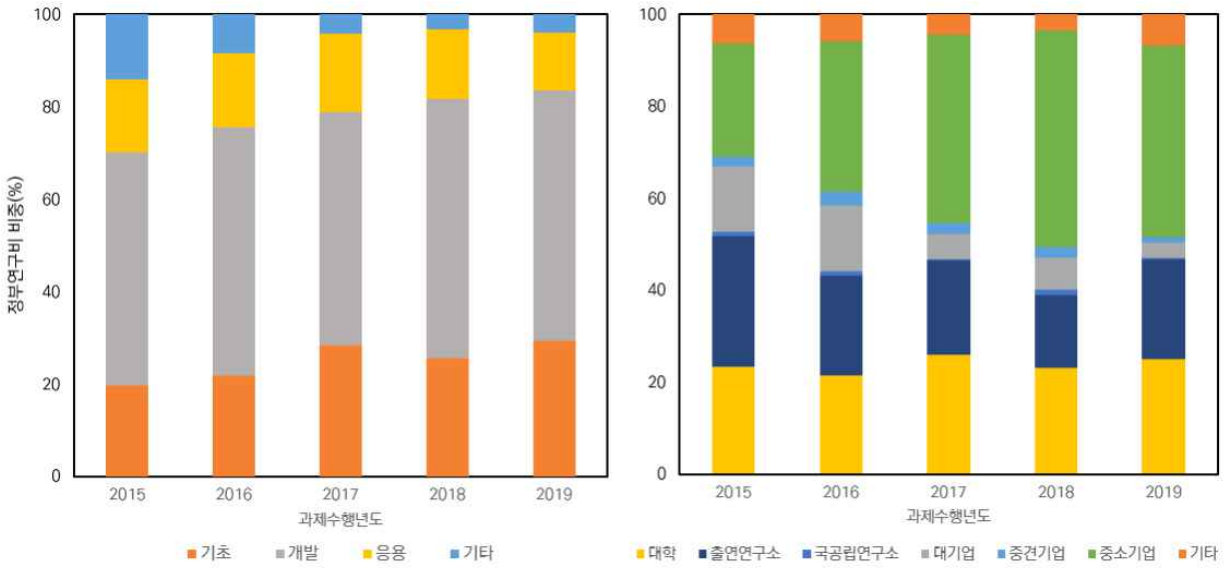


그림 4.8 연구개발 단계별 (좌) 연구개발 주체별 (우) R&D 수행비중

* 출처: KISTEP, 2021

4.3 해수담수화 산업 주요 기업 동향

4.3.1 글로벌 해수담수화 플랜트 공급 업체

○ 담수화플랜트 주요 기업

- 전세계 해수담수화 시장의 핵심 기업은 다음과 같으며, 스페인 회사들이 많고 주로 스페인 기업들은 플랜트 건설/공급과 프로젝트 개발 모두를 겸하는 기업들이 많음.

[표 4.9] 전세계 담수화 시장 핵심 기업(Key market players: GWI DesalData, 2020)

회사명	본사 국적	Plant supplier	Project developer
Abengoa	Spain	●	●
Acciona	Spain	●	
ACWA Power	Spain		●
Almar	Spain		●
Aqualia	Spain	●	●
Aquatech International	USA	●	
Biwater	UK	●	
Cadagua	Spain	●	
Doosan	South Korea	●	
ENGIE	France		●
Fisia	Italy	●	
H2O Innovation	Canada	●	
Hitachi Zosen	Japan	●	
HWTT(Hangzhou Water Treatment Technology Centre)	Chian	●	
IDE	Israel	●	●
Metito	Saudi Arabia	●	
Sadyt	Spain	●	●
Safbon	China	●	●
SETE Saudia	Saudi Arabia	●	
Suez	France	●	●
Tedagua	Spain	●	
Utico	UAE	●	●
VA Tech Wabag	India	●	
Veolia	France	●	

❍ 담수화플랜트 공급 업체 순위 (최근 10년(2009-2020) vs. 최근 2년(2019-2022))

- 지난 10년 동안 계약 수주에 따른 해수담수화 공급업체 순위(EPC 시장)는 증발법의 선두주자인 두산중공업이 시장 점유율을 유지하기 위해 고군분투 중
- 시장의 움직임은 담수화 계약 용량에서 중동 걸프만의 새로운 지배력과 시장 참여자의 전문화가 나타나고 있으며 대부분의 플랜트 공급업체는 중동 걸프만 해수담수화 시장에 집중
- 과거 10년간 담수화 플랜트 공급업체의 순위는 최근 2년(2019-20년) 순위보다 훨씬 덜 계층화되어 있으며 이는 승자독식 경쟁에 기반한 시장점유율을 견고히 하는 중동 걸프 프로젝트들과 새로운 경쟁자의 진입 장벽이 높았기 때문임
- 최근 2년간에 걸친(2019-20년) 담수화 플랜트 공급업체의 글로벌 순위는 걸프 담수화 시장에서 확실한 승자를 보여줌. Acciona, Abengoa 및 Veolia는 300,000m3/d 이상의 프로젝트를 위해 걸프만에서 모든 EPC 계약을 체결했고, IDE는 Soreq 2 계약을 통행 4위를 차지
- 2019년에서 2020년까지 가장 많은 용량의 담수화 계약을 체결한 Acciona 및 Abengoa社는, 지난 10년간 계약한 용량보다 1년 동안 더 많은 계약용량을 체결한 것으로 보아, 지난 1년 간 가장 활동적인 공급을 추진한 것으로 예상
- Suez와 GE Water의 산업용 처리 시스템 사업부가 합병하여 설립된 Suez Water Technologies and Solutions (WTS)가 상위권에 올랐으며 EPC 시장에서 고전한 수에즈는 100개 이상의 소형 담수화 시스템 판매를 통해 5위를 차지.

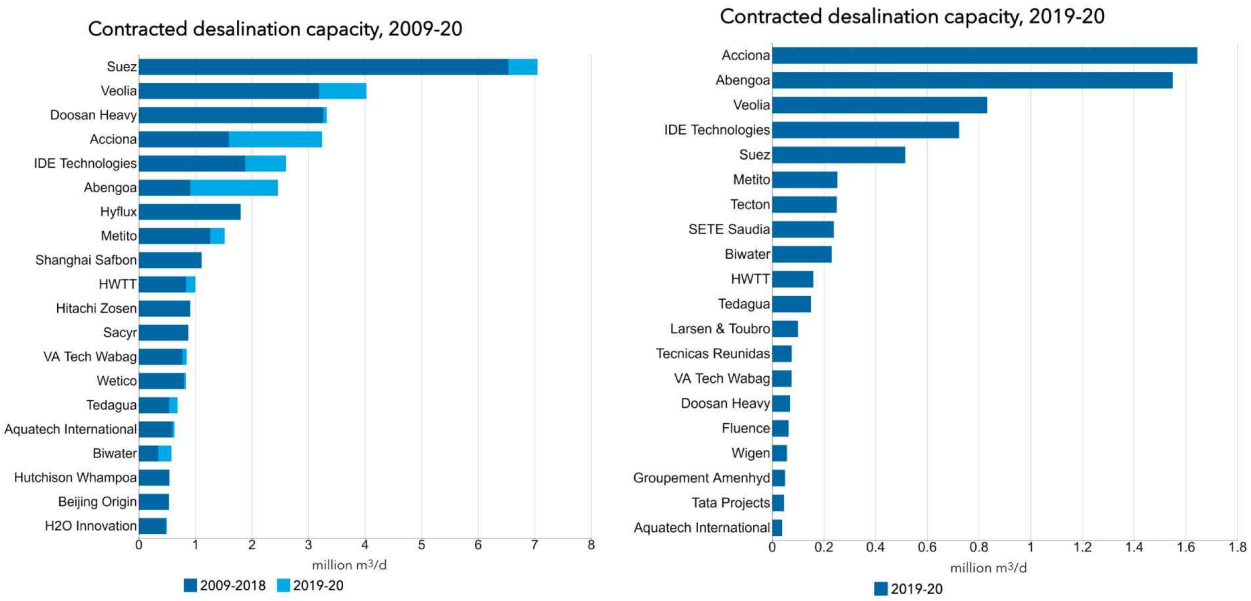


그림 4.9 담수화플랜트 계약 용연(과거 10년(좌), 최근 2년(우)

*출처: GWI, 2020

❍ 담수화 프로젝트 핵심 디벨로퍼(Developers)

- 2019-20년 담수화 플랜트 공급업체(완벽한 담수화 시스템을 제공하는 회사)의 글로벌 순위는 걸프 담수화 시장에서 확실한 승자를 보여줌
- ACWA Power, ENGIE, IDE Technologies 및 Marubeni가 핵심 디벨로퍼로서 자리를 차지

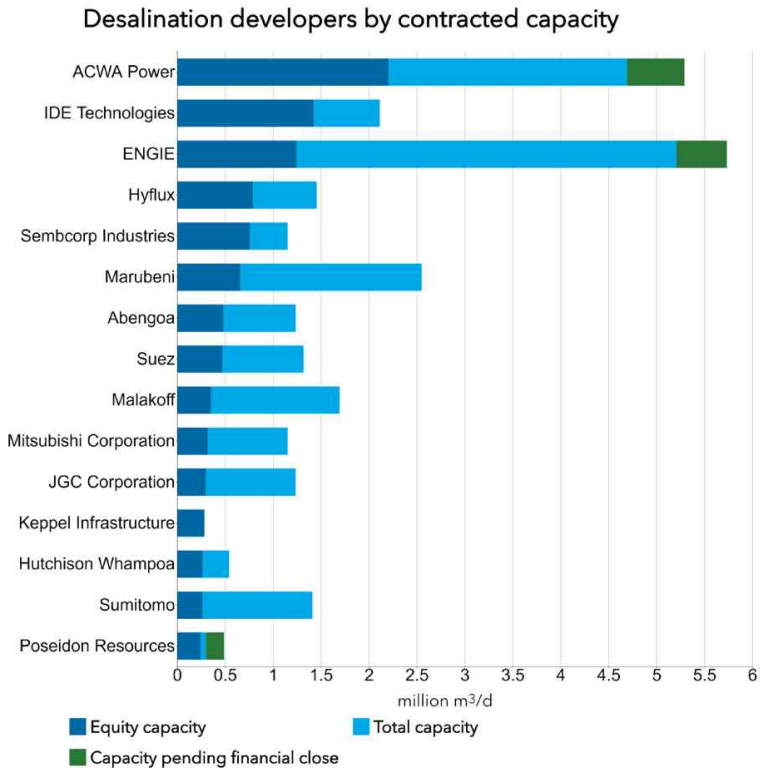


그림 4.10 계약 규모에 따른 담수화플랜트 디벨로퍼 현황

*출처: GWI, 2020

❍ 기업 경쟁력 분석

- 해수담수화 관련 분야의 EPC(Engineering, Procurement, Construction) 업체들 사이 시장주도를 위한 기술경쟁이 점점 치열해지고 있는 추세
- 특히 EPC 분야는 설계 표준화로 인해 기술적 격차가 거의 없어졌으며 가격 경쟁이 심화되고 있는 상황
- 각 기업들은 장기적이고 안정적인 수익 확보를 위해 O&M(Operation and Maintenance, 운영 및 유지관리)을 포함한 공정 최적화 분야에 많은 기술력 확보에 주력
- 전 세계 누적 설비량 기준으로 EPC 기업들의 현황을 살펴보면, 총 설비량의 38%가 상위 5개 기업에 집중되어 있으며, Suez가 가장 높은 점유율을 보이고 있음 (2019년 11월 기준 713개 기업, 총 설비량 7,947만 ㎥/d)

- 해수담수화 O&M(Operation and Maintenance, 운영 및 유지관리) 중요성이 부각되고 있으나 국내 해수담수화 플랜트의 지능형 운영·관리 기술에서는 경쟁력이 미흡
- 글로벌 담수화 프로젝트에 참여한 기자재 기업들의 현황을 살펴보면, 멤브레인 분야 기업 수가 가장 많으며, ERD, Chemical Feed system 등 특정 기업에서 독점하는 분야 존재

[표 4.10] 설비용량 기준 세계 상위 10개 기업 목록 및 누적 설비 용량

(단위 : ㎥/d)

순위	기업명	누적설비 총량	순위	기업명	누적설비 총량
1	Suez	10,409,133	9	Evoqua Water Technologies	1,520,736
2	Veolia	8,488,744	10	Biwater	1,460,893
3	Doosan Heavy Industries & Construction	5,923,710	11	Nomura Micro Science	1,314,914
4	Salini Impregilo	3,440,280	12	Hitachi Zosen Corporation	1,242,369
5	Hyflux	2,073,946	13	Mitsubishi	1,188,385
6	IDE Technologies	2,026,385	14	Abengoa	1,187,324
7	Acciona	1,857,645	15	ACS (Actividades de Construccion y Servicios)	1,148,308
8	Sasakura Engineering	1,574,919	-		

*출처 : DesalData, 2019

4.3.2 국내 해수담수화 플랜트 현황

○ 현재 우리나라에서 운영되고 있는 해수담수화 시설은 도서지역에 설치되어 있는 생활용수 생산을 목적으로 하는 소규모 담수화 시설이 대부분이며, 중·대형급 해수담수화 시설은 공업용수 공급을 목적으로 소수의 시설만이 운영되고 있거나 계획 중에 있음

○ 국내 해수담수화 시장은 도서 지역의 소규모 시설 중심으로 제한된 규모의 시장이 형성되어 있으며, 사회적 수용성 문제로 인해 중대형 규모는 정체 상태
- 국내 중대규모 해수담수화 플랜트의 경우, '21년 기준 운영 중인 곳은 민간기업에서 자체적으로 건설한 POSCO의 광양 플랜트 1곳이 존재
- 국토교통부 R&D사업을 통해 정부 주도로 부산 기장군에 설치한 테스트베드 1곳 (45,000 m3/d)이 있으나 음용 안정성에 대한 불신으로 가동 중단 상태
- 정부는 해안지역 산업단지 중심으로 해수담수화 도입을 검토, 충남 서산시 대산임해산업지역에 공업용수를 공급 목적으로 해수담수화 플랜트(100,000 m3/d) 건설 추진 중
- 이 외에도 현대석유화학, 삼성 SDI 등에서 담수화 시설 등을 건설하였으나 대부분 소규모

이거나 TDS 1,000 mg/L 이하의 기수를 취수원으로 활용하는 등 해수담수화에 미해당

- 국내 소규모 담수화 시설의 경우, 수원지 개발, 배수지 확충, 지하수 개발 외 수원 확보가 어려운 도서 지역에서 총 109개의 시설 존재(2018.11월 기준, 총 용량 8,333m3/일)
- 소규모 시설의 81%가 100 m3/d 미만 규모이며, 74개소는 지자체에서 운영하고, 35개소는 한국수자원공사, 5개소는 위탁업체가 수탁 운영
- 국내 담수화 시설은 대부분 도서 지역 소규모 시설이나, 시설의 노후화, 전문성 부족 등으로 인해 지속적 운영에 한계가 발생

[표 4.11] 국내 해수담수화 시설 현황

구분	중대규모	소규모
구분 기준	• 대규모: 10,000 m^3/d 초과 • 중·대규모: 1,000 ~ 10,000 m^3/d	1,000 m^3/d 미만
시설 현황	**3개** • 정부주도: 부산기장(중단), 대산산업지역(건설 중) • 민간주도: POSCO 광양제철소	**109개** (2018년 기준)

※ 자료 출처 : 물과 미래 (2020) 물정보포털, 한국수자원공사 해수담수화 수탁운영시설 현황('18.11)

❍ 국내 해수담수화플랜트 설치/운영 사례

- (포스코 광양 플랜트) 국내 운영 중인 중·대형급 해수담수화 시설 중 공업용수 공급을 목적으로 민간기업 자체적으로 건설
- (기장 해수담수화 플랜트) 국토부의 해수담수화플랜트사업단 추진을 통해 건설된 생활용수 공급용 해수담수화 플랜트(45,000㎥/d)가 있으나, 현재 환경단체와 주민 반대로 운영되지 않음
- (대산임해 해수담수화 플랜트) 대산임해산업지역 내 입주기업의 공장 증설 및 신규 산업단지 조성 등으로 인한 용수부족 문제를 해결하기 위해 해수담수화 시설 건설을 계획함
- (수자원) 수자원공사에서 운영 중인 32개 도서지역 해수담수화 시설 현황을 살펴보면, 대부분의 시설이 염지하수를 취수원으로 사용하고 시설용량이 100㎥/d 이하이며, 설치된 지 15~20년 정도 되어 노후화된 시설로 볼 수 있음
- (지자체) 지자체에서 운영 중인 74개 도서지역 해수담수화 시설현황을 살펴보면, 가동 55개 미가동 19개로 노후화되어 운영 중단된 경우가 많고 폐지되거나 폐지 예정인 시설이 있음

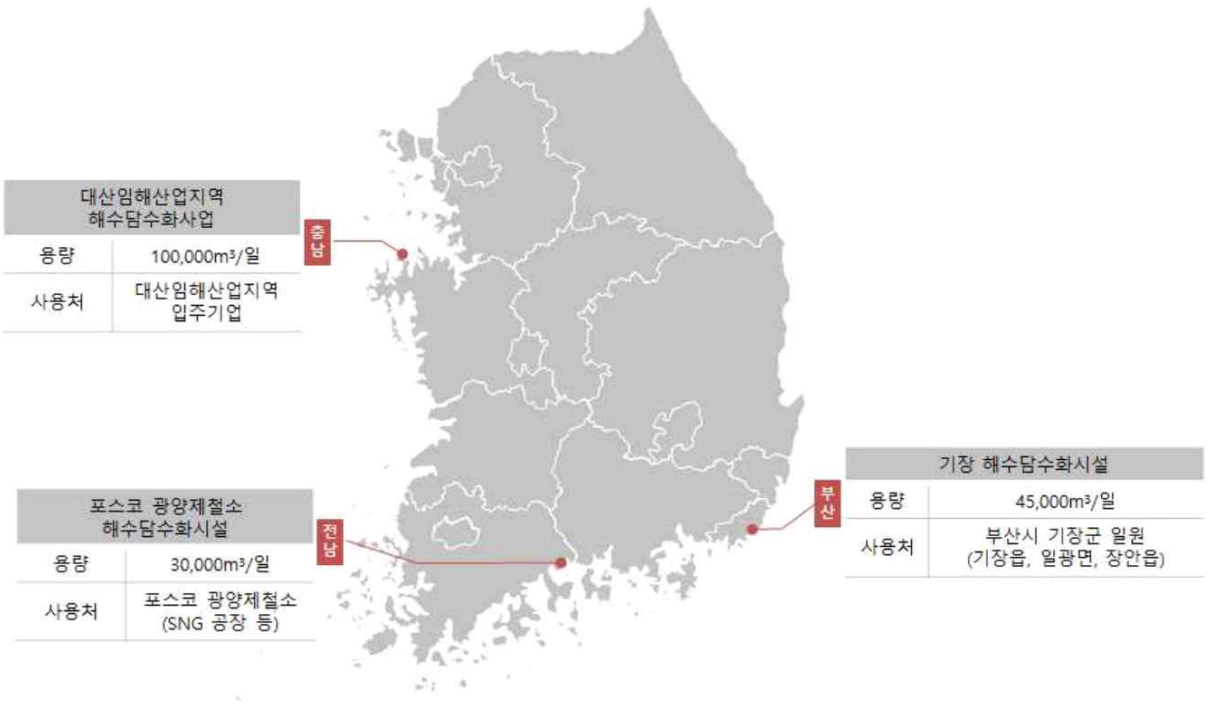


그림 4.11 국내 중대형급 해수담수화시설 현황

○ 건설 및 엔지니어링 기술과 달리, 담수화 산업 고부가가치 원천기술인 분리막 및 기자재 부문은 우리나라 경쟁력 취약

4.3.3 국내 해수담수화 기업 현황 및 시사점

○ 해수담수화 시장은 국내 대형 건설사 중심으로 글로벌 해수담수화 플랜트 건설 및 운영시장 진출, 우리나라 물 산업 수출 실적에서 압도적 비중을 차지(KISTEP, 2021)

○ 누적설비량 기준으로 세계 100위 내에 국내 4개 기업이 포함되어 있으며, 국내 1위이며 세계 3위인 두산중공업과 그 외 국내 기업 간 큰 점유율 차이가 존재함 (2019년 11월, 누적설비 총량 기준으로 두산중공업(3위), GS(28위), 삼성(40위), 효성굿스프링(69위) 등이 100위 안에 포함되어 있음)

○ 누적설비 총량은 두산중공업이 약 590만 ㎥/d, GS 약 55만 ㎥/d, 삼성 32만 ㎥/d, 효성굿스프링 약 15만 ㎥/d로 두산중공업과 그 외 기업 간 격차가 큼

○ 한편, 적용기술별 비중에 있어서 두산중공업은 증발법의 비중(82.2%)이 압도적으로 높음 (상대적으로 규모가 작은 GS 88.8%(48만 ㎥/d), 삼성 92.9%(30만 ㎥/d), 효성굿스프링 100.0%(15만 ㎥/d)로 역삼투법의 비중이 매우 높음) (KISTEP, 2021, GWI 2020)

[표 4.12] 국내 기업의 담수화 누적 설비 총량 현황

기업명	RO	Thermal	Others	Total
Doosan Heavy Industries & Construction Co., Ltd.	1,036,810 (17.5%)	4,870,990 (82.2%)	15,910 (0.3%)	5,923,710 (100%)
GS Engineering & Construction	488,448 (88.8%)	61,400 (11.2%)	0 (0.0%)	549,848 (100%)
Samsung	305,868 (92.9%)	16,800 (5.1%)	6,500 (2.0%)	329,168 (100%)
Hyosung Goodsprings	152,680 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	152,680 (100%)

*출처 : DesalData, 2019

❍ 국내는 해수담수화 시설의 활용도가 낮으며 내수시장이 활성화되어있지 않으므로, 관련 기업의 대부분은 글로벌 시장 진출을 추진. 국내의 담수화는 도서 지역의 식수 공급용 소규모 시설이 대부분이고 대규모 플랜트는 드뭄. 단, 향후 안정적 용수 확보를 위해 산업용 및 대규모 식수 공급용 해수담수화에 대한 요구는 지속 증대 예상.

❍ 국내 기업은 EPC 계약 방식의 비중이 높은 편이나, 담수화 적용기술이 역삼투법으로 전화되고 있어 국내 EPC 기업은 두산중공업을 제외하고는 경쟁력 확보에 어려움을 겪는 상황

❍ EPC분야에서 누적설비량 기준으로 세계 100위 내에 국내 4개 기업이 포함되어 있으며, 3위인 두산중공업과 그 외 국내 기업 간 차이가 존재함.

❍ 두산중공업을 포함한 국내 EPC 기업들의 수주실적은 2014년 이후에는 전무함. 국내 EPC 기업은 대형 이상 규모 시설 수주에 집중하고 있으며, 주력시장 지역에 대한 차이가 존재함

❍ (기자재 분야) 국내 기자재 기업은 대상 기자재나 참여실적 측면에서 경쟁력이 상당히 낮으며, 중소기업의 수주 실적은 전무함. 전체 20개 분류 중 멤브레인, 전처리, 일반펌프 등의 4개 기자재에 한해서 6개 국내 기자재 기업이 참여한 실적이 존재함 (KISTEP, 2021)

❍ 기자재 기업 수 측면에서나 참여사업 수 측면에서 실적은 미미한 것으로 파악됨 (전체 기자재기업 수 대비 평균 1.7%, 참여사업 수 0.2% 수준). 참여한 국내 6개 기업도 두산 계열, 효성, 현대 등 대기업으로 중·소기업은 전무함. 따라서 국가 전략적 해수담수화 시장 점유 및 핵심 기업 육성을 위해서는 기존 대기업과 후발 주자간 협력 모델이 필요

[표 4.13] 국내 기업의 해수담수화 기자재 산업 진출 현황

기업	참여사업 수	참여 기자재 분야 / 건 수
Doosan Enpure Ltd.	5	• Pretreatment system / 5건
Doosan Heavy Industries & Construction Co., Ltd.	1	• Desal(unspecified) / 1건
Doosan Hydro (now Safbon Water Technologies)	6	• Desal(unspecified) / 5건 • Pretreatment system / 1건
Hyosung Goodsprings	7	• Desal(unspecified) / 2건 • Pump(Not specified/other) / 5건
Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.	1	• Membranes (Not specified/other) / 1건
KC Samyang Water Systems Co. Ltd.	9	• Desal(unspecified) / 7건 • Pump(Not specified/other) / 2건
계	29	-

*출처 : DesalData, 2019

[표 4.14] 국내 기자재 기업의 해외 해수담수화시장 분야별 수주 현황

(단위 : 개)

분류	세부 항목	기자재 기업수	총 사업수	국내 기자재 기업 수	국내기업 참여 사업 수
Desal	unspecified	152	1109	4 (2.6%)	15 (1.4%)
Membranes 1	Not specified / Other	88	7304	1 (1.1%)	1 (0%)
Membranes 2	NF	10	114	-	-
	UF	46	355	-	-
Chemical Feed System		10	95	-	-
DAF pretreatment system		10	24	-	-
Energy Recovery Device		18	961	-	-
Glass Reinforced Polyester Pipes and Fittings		5	50	-	-
Pipe Material	High pressure	1	1	-	-
	Low pressure	0	0	-	-
Motors		5	14	-	-
Pipes	unspecified	21	191	-	-
Pressure vessels		17	283	-	-
Pretreatment system		85	417	2 (2.4%)	6 (1.4%)
Pumps	Brine circulation (concentrate disposal)	0	0	-	-
	Brine circulation (recirculation - MSF only)	0	0	-	-
	High pressure	9	30	-	-
	Not specified / other	32	339	2 (6.3%)	7 (2.1%)
Steel		7	83	-	-
Valves		19	433	-	-
합계		516	11,370	9 (1.7%)	29 (0.2%)

*출처 : DesalData, 2019

❍ (시사점) 각국 정부에서 플랜트 건설 자금 조달의 부담을 해결하기 위해 민관협력 투자 방식을 확대하고 있어 요소 기술뿐만 아니라 사업모델 개발의 중요성 확대

❍ 국내 기업은 수준 높은 건설기술을 보유하고 있음에도 불구하고 핵심 소재 및 부품 기술의 부재로 하이테크 기반 토탈 솔루션 물산업 조직으로의 성장에 어려움을 겪고 있음

❍ 글로벌 담수화 시장에서 국내 물기업의 소재·부품 시장 점유율은 미미한 상황으로, 2019년 일본의 수출규제 발생 시, 국내 초순수 생산용 담수화 설비의 핵심 소재·부품 대부분을 일본에 의존하고 있음이 드러나 담수화 기술 핵심 소재 분야의 취약성 드러남 (권병수 외, 2020)

❍ 해수담수화를 포함하여 물 산업은 제조-건설-운영이 긴밀한 전후방 연관 관계를 형성하고 있어 유기적인 협력체계가 필수적이나, 내수시장의 경직성으로 제조·운영 분야 물 기업 성장 한계 (한국물환경학회, 2019)

❍ 우리나라 상하수도 서비스 시장은 민간의 시장 참여를 제한하고 있으며, 규모의 경제를 바탕으로 한 원가경쟁력 확보에 초점이 맞추어져 신기술의 도입은 지연되는 경향 (정부의 수처리 분리막 기술 육성전략에도 불구하고, '18년 기준 국내 정수장 484곳 중 막여과(MF/UF) 공정을 도입한 곳은 23곳에 불과 (이경혁, 2019). 분리막 기반 해수담수화 플랜트도 전처리(MF/UF)나 메인 RO 공정의 신기술 확보 및 국내 Track record 확보를 위해서도 정부의 적극적인 제도 개혁이 필요

❍ 특히 주요 발주처인 지자체의 최저가 낙찰제 관행 및 물산업 총 매출액 중 공공거래가 70%에 달하는 공공 발주 중심의 산업구조로 기술혁신 및 기업의 자체 역량 확보 부족가 부족하여 대책 필요 (환경부, 2019)

4.3.4 국내 해수담수화 플랜트 기업별 역량

○ **(두산중공업=두산에너빌리티)** 두산중공업은 2022년 두산에너질리티로 사명 변경. 1978년 사우디아라비아 파라잔 프로젝트를 시작으로 중동지역뿐만 아니라 한국, 칠레 등 전 세계에 걸쳐 총 31개의 프로젝트를 통해 하루 약 776만톤의 담수를 생산. 최근 10년간 전세계 해수담수화 증발법 시장점유율 1위 유지 및 3대 해수담수화 방식인 RO, MSF, MED 기술과 실적을 모두 보유한 기업 (독자적인 설계 기술 및 세계 3위 실적 보유).

그림 4.11 두산중공업 해수담수화 시장 점유율

*출처 : http://www.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=239120

- 해수담수화 시장이 RO 중심으로 전환되며 증발법 방식에 강점을 가진 두산중공업의 신사업수주가 다소 주춤하였으나, 지속적인 연구개발을 통해 RO 기반 기술력을 확보하며 쿠웨이트('08), 도하('16)에 이어 사우디아라비아의 EPC 방식 RO 프로젝트 수주('21.1.) (두산중공업 홈페이지, 2021), 화성시 열병합 발전소에 국내 최초, 최대 규모(500t/일)의 CDI 기술 현장 실증 성공. 전기화학적 처리 기반의 차세대 담수화 기술 확보 (한국지역난방공사 홈페이지, 2021)
- 2022년3월 두산중공업에서 두산에너빌리티로 사명을 바꾼 두산에너빌리티는 8400억 슈아이바 3단계(Shuaibah 3) 사우디 해수담수화 플랜트 수주(2022.8.)

그림 4.12 두산에너빌리티 슈아이바 3단계 해수담수화 플랜트 위치

*출처:https://biz.newdaily.co.kr/site/data/html/2022/08/03/2022080300054.html

○ **(GS건설)** 1967년 세계 최초로 RO 방식 담수화 플랜트를 시공한 기업으로 꾸준히 프로젝트에 참여하고 있으며, 스페인 수처리기업 이니마(INIMA)를 인수하며 신성장 동력 확보하였고 SWRO 분야의 사업 확장이 지속적으로 이루어짐

- GS이니마는 최근 오만의 알 구르바 및 바르카 2곳의 IWP (Independent water producer) 담수화 프로젝트를 수주('20.11.), 금융조달 및 시공과 함께 20년간 운영 예정(동아일보, 2020. 11. 19)
- 싱가포르 수자원공사(PUB)의 지원으로 GS건설이 세계최초로 개발한 PRO 기반 해수 및 하수 에너지 회수기술에 실증 프로젝트를 추진하고 있으며 (매일경제, 2020. 5.6), 국내에서는 2166억 규모 국내 대산임해해수담수화 수주 ('21.9.)하였을 뿐만아니라 해수담수화 기술을 이용한 스마트 양식장을 추진하는 등 사업영역 다각화 노력 중

○ **(한국수자원공사)** 우리나라 광역상수도 시설의 건설·관리 및 지방 상·하수도 수탁 운영 등 축적된 기술력을 바탕으로 해수담수화 시설 운영 부문에도 진출. 도서 지역 해수담수화 시설 32곳('20.10. 기준)을 수탁 운영하고 있으며, 환경부에서 추진 중인 '중동맞춤형 저에너지 해수담수화 플랜트' 국가R&D사업 참여 등 (UAE의 Masdar City에 시험용 시설을 구축하는 실증연구에 3세부 총괄로 참여)

V

전라북도 해수담수화 산업 기반 및 정책 현황

1. 전라북도 내 해수담수화 산업 현황
2. 전라북도 해수담수화 산업 육성 및 지원 정책 현황

5. 전라북도 해수담수화 산업 기반 및 정책 현황

5.1 전라북도 내 해수담수화 산업 현황

5.1.1 전라북도 내 해수담수화 시설 현황

○ 전라북도는 국토 서남부에 위치하여 북측으로는 금강을 경계로 충청남도와 충청북도를 접하고 있으며, 동측으로 소백산맥 능선을 경계로 경상북도와 경상남도를, 남측으로는 노령산맥을 경계로 전라남도와 접함

그림 5.1 전라북도 지도

○ 전라북도의 해안선의 총 연장은 약 549.5㎞에 이르며, 도서는 102개(유인도 25개, 무인도 76개)로 대부분 군산시와 부안군에 속함

[표5.1] 전라북도 해안선 및 도서 현황

구분	해안선 (도서부)		도서 현황				
			계	유인도	무인도	면적	인구
전라북도	549.5	(299.9)	101	25	76	34.6	4,891
군산시	277.0	(197.0)	63	16	47	20.0	1,861
김제시	11.0	(-)	-	-	-	-	-
고창군	88.2	(6.0)	3	2	1	0.0	44
부안군	173.3	(96.5)	35	7	28	14.4	1,200

*출처: 전라북도 기본통계, 2019

❍ 해수담수화시설은 1997년 "도서지역 식수원 개발사업"으로 전국 유인도서에 안전하고 깨끗한 식수를 공급하기 위해 전남 신안군 홍도를 시작으로 점진적으로 건설하여 운영하고 있음

- 2022년 기준 전국 해수담수화시설은 22개 지자체, 102개 시설이 설치되었음
- 전체 시설 용량은 9,242m^3/일이며 급수 인원은 14,461명임
- 전북은 1개 지자체 7개소(용량 360m^3/일)가 설치되었으며, 전체 7%를 차지하고 있음

[표5.2] 국내 해수담수화 시설 현황 (2022년 기준)

구분		계	인천	경기	충남	전북	전남	경북	경남	제주
시설수(개)		102	7	3	21	7	60	-	1	3
용량(m^3/일)		9,242	500	290	1,100	360	3,597	-	20	3,375
인구(인)		14,461	1,710	225	3,238	1,239	6,127	-	39	1,884
취수원	해수	28	1	-	4	-	19	-	1	3
	염지하수	74	6	3	17	7	41	-	-	-

*출처: 물과 미래, 2022

❍ 전라북도 해수담수화시설은 1998년 군산시 장자도에 최초로 설치되었고 이후 군산시 11개 섬에 설치되었음 2022년 2월 기준 수자원공사에서 7개의 시설을 수탁운영하고 있음

- 2022년 2월 기준 수자원공사에서 7개의 시설(용량 360m^3/일)을 수탁운영하고 있음
- 그 외 시설은 광역상수도 공급으로 미가동 상태이며, 그중 선유도와 무녀도에 있는 시설은 가뭄 발생 시 가동하고 있음
- 취수원은 표면해수보다 상대적으로 청정한 염지하수이고 관정을 이용하여 취수하고 있음
- 담수방법은 장치비용이 증발법보다 상대적으로 저렴하고 유지관리가 용이한 역삼투법(RO)을 도입하여 정수하고 있음

[표5.3] 전라북도 해수담수화 시설

시군명	도서명	용량(m^3/일)	담수방법	취수원	설치연도	비고
군산시	관리도	50	RO	염지하수	99(09증설)	2022.02 기준 수자원공사 수탁운영
	방축도	30	RO	염지하수	02	
	연도	40	RO	염지하수	03	
	어청도	100	RO	염지하수	03(10증설)	
	두리도	30	RO	염지하수	18	
	비안도	80	RO	염지하수	18	
	말도	30	RO	염지하수	19	
	장자도	23	RO	염지하수	98	광역상수도 공급
	선유도	100	RO	염지하수	06	
	야미도	50	RO	염지하수	06	
	무녀도	100	RO	염지하수	11	

*출처: 한국수자원공사, 해수담수화시설 현황 2005, 2009, 2014, 2022

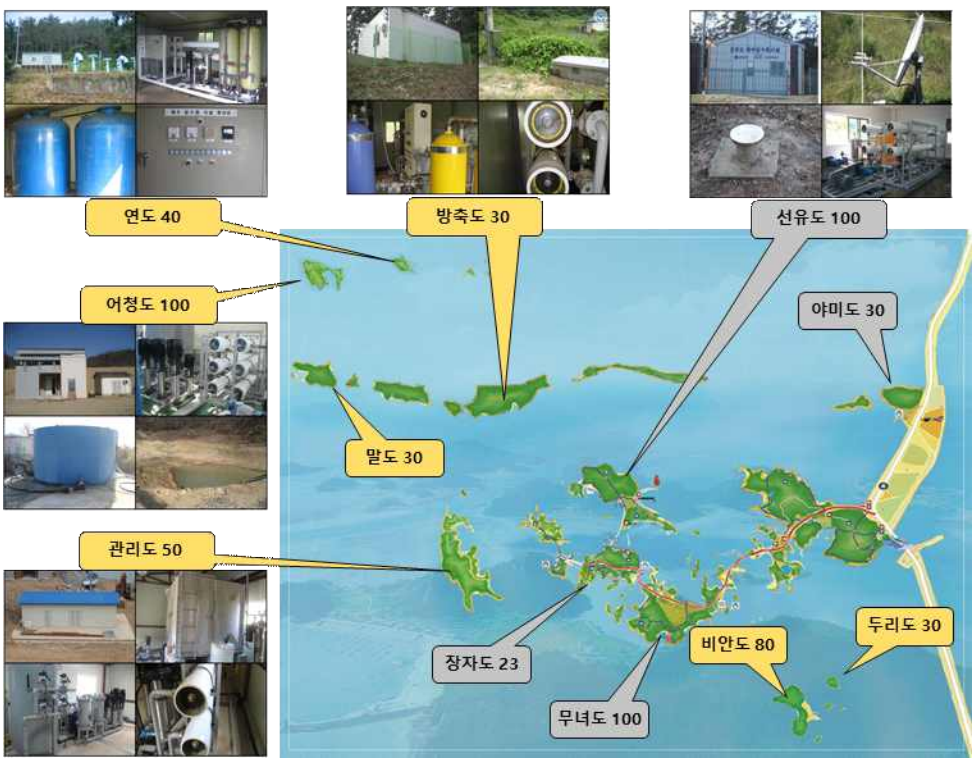


그림 4.2 전라북도 군산시 해수담수화시설 위치 및 용량(m^3/일)

*출처: 군산시청 문화관광

5.1.2 전라북도 내 물산업 현황

○ 전라북도 소재 물산업과 관련된 기업체는 907개 종사자 11,474명임. 건설시공 분야 526개 기업체(58%), 장치 분야 149개 기업체(17%), 시설 유지보수 95개 기업체(11%), 설계 컨설팅 및 진단 분야 48개 기업체(5%) 순으로 건설시공 분야가 과반수 이상 차지하고 있음.

[표5.4] 전라북도 물산업별 사업체 및 종사자수

물산업 관련 분류 항목	사업체수(개)	종사자수 (명)
건설시공	526	4,826
먹는 샘물 및 정수기	4	36
설계 컨설팅 및 진단	48	2,212
시설 운영	22	220
시설 유지보수	95	970
약품	21	269
장치	149	1,871
정화 및 청소	20	1,034
기타	22	36
합계	907	11,474

*출처: Kawter 물산업플랫폼, 물산업 현황>기업 검색_2022.12.20. 전라북도, 전북 검색

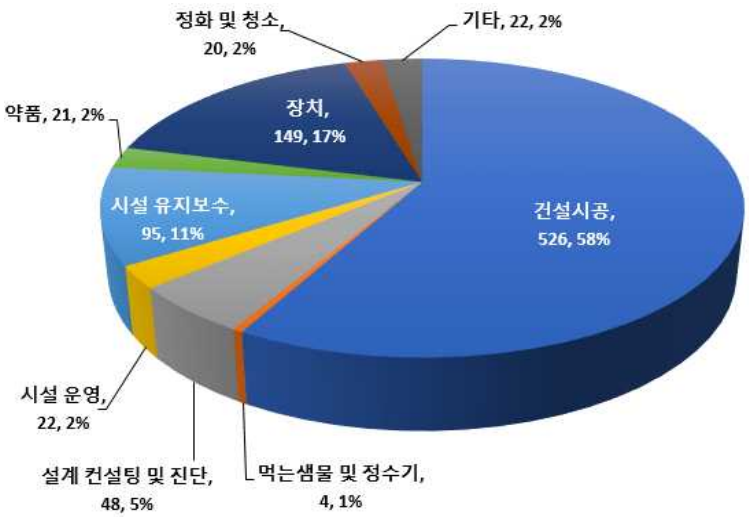


그림 5.3 전라북도 물산업 관련 기업 산업별 대분류

*출처: Kwater 물산업 플랫폼

❍ 본 조사에 의하면 전라북도 물산업 관련 기업들을 4가지 대분류 업종(제조업, 건설업, 운영 및 정화업, 설계 및 엔지니어링 서비스)으로 분류하면 건설업이 (526개, 58%)로 가장 많이 차지하였으며, 제조업 (174, 19%), 운영 및 정화업 (137, 15%), 설계 및 엔지니어링 서비스 (48, 5%)의 순서를 보였음.

- 국내 물산업 비율 중 제조업이 가장 많이 차지하고 있는 것과 달리 전라북도는 건설업이 가장 많이 차지하고 있고, 설계 및 엔지니어링에 대한 비율도 운영 및 정화업보다 낮은 것을 알 수 있음
- 국내 지역별 물기업 수를 전국적으로 비교했을 때 전라북도 내 사업체 수가 하위권으로 확인이 됨
- 이를 종합적으로 판단해 보면, 지역 내의 물산업 관련 기업 중 기술력 우위를 기반으로 사업을 확장시키고 매출을 발생시키는 기업이 많지 않을 것으로 판단되며, 전라북도 내 물산업 기반이 상당히 약하다는 것을 추측할 수 있음.

[표5.5] 국내 지역별 물기업 수 (전국 vs. 전북)

구분	사업체	구분	사업체	구분	사업체
서울	1,662	광주	380	경북	783
인천	565	**전북**	**344**	경남	858
경기	2,876	전남	446	울산	179
대전	281	제주	109	부산	604
충남	651	강원	524	합계	11,035
충북	482	대구	291		

*출처: 환경부, 물산업통계조사, 2019 경기도 물산업 육성 5개년 종합계획

5.1.3 전라북도 내 해수담수화 산업 현황

❍ 전라북도 내 물산업 기반이 부족하고 해수담수화 시설 수나 시설의 용량도 낮기 때문에 전라북도 내 해수담수화 산업 기반도 부족할 것으로 추정할 수 있음

❍ 전라북도 내 해수담수화시설을 제작하는 업체는 바다정수산업(주), 오성산업(주) 두 곳으로 확인 됨

- 바다정수산업(주)는 관리도, 두리도, 비안도의 해수담수화 시설을 제작 및 설치한 업체임
- 그 외 말도, 어청도의 해수담수화 시설은 전라남도 소재 기업 동양화학(주), 대한수처리주식회사에서 진행한 것으로 확인함

[표5.6] 전라북도 해수담수화 산업 관련 업체 정보 요약

업체명	소재지	전화번호	비고
바다정수산업(주)	전라북도 부안군 줄포면 농공단지길 14-3	063-211-4331	http://osungind.com
오성산업(주)	전라북도 진안군 진안읍 거북바위로3길15-25	063-5839-9523	http://www.badajs.com

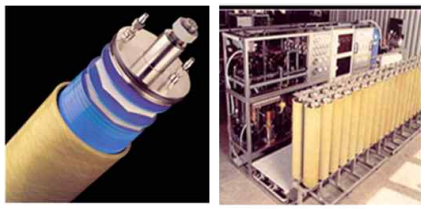
업체명	해수담수화 장치 (R/O SYSTEM)	특징
바다정수산업		원판형 Membrane Module을 이용 적은 면적에 건설 가능 다양한 사양의 장치 보유
오성산업		원판형 Membrane Module을 이용 풍력 발전기를 이용한 자력식 해수 담수화 SYSTEM도 보유

그림 5.4 전라북도 해수담수화 산업 업체 및 특징

5.2 전라북도 해수담수화 산업 육성 및 지원 정책 현황

5.2.1 해수담수화 산업 계획 및 사업

○ 제2차 무인도서 종합관리계획 _해양수산부(2020.07)

- 무인도서 방문객 편의 시설 중 해수담수화사업

그림 5.5 무인도서 편의시설

(출처: 해양수산부 2020.07)

❍ 제4차('21~'30) 전국 연안항 기본계획 _해양수산부

- 상왕등도항 개발 시설 계획 중 해수담수화 시설 1식 설치

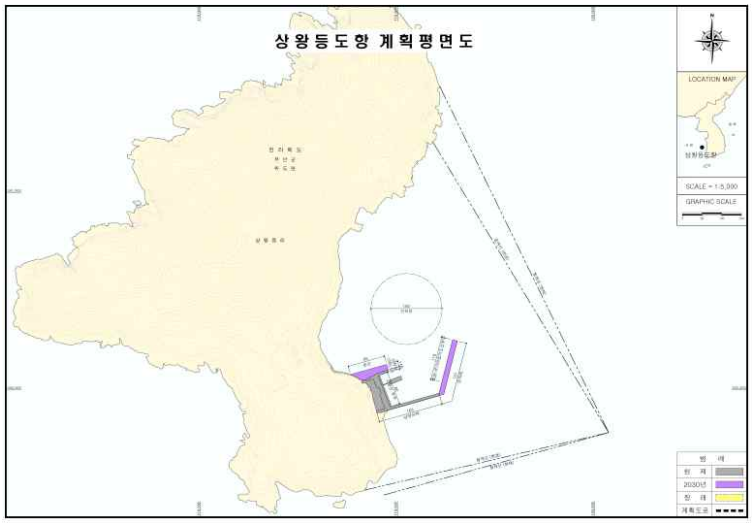


그림 5.6 상왕등도항 계획 평면도

* 출처: 해양수산부 고시 제2020-231호)

❍ 어청도 식수원 개발사업 _군산시 주요 업무계획

- 사업기간은 2020~2023년으로 해수담수화 시설(용량 200m^3/일) 설치
- 취수원으로 해수를 사용

5.2.2 해수담수화 산업 전담 조직 및 인원

❍ 해수담수화 산업 관련 조직

- 전라북도 내 해수담수화 산업 관련 전담 조직이나 인원은 없음
- 전라북도 내 유일하게 해수담수화시설이 있는 군산시의 경우, 군산시청 수도계 부서에서 1명의 인원이 해수담수화 시설을 유지 관리하는 업무를 진행하고 있음

Ⅵ

과제의 활용 계획

1. 전라북도 해수담수화 산업 현황 조사로부터의 시사점
2. 조사결과 활용 계획

6. 과제의 활용 계획

6.1 전라북도 해수담수화 산업 현황 조사로부터의 시사점

○ 현재까지 전라북도의 해수담수화 도입은 상수도 보급이 힘든 도서지역 위주로 소규모시설이 주로 도입됨. 현재가지 갖추어진 해수담수화 인프라는 보다는 접근이 쉬운 다른 수자원 선택지가 있었기 때문에 담수화산업 육성에 대한 우선순위가 낮아 전문 인력, 예산, 정책 수단이 부족하였음. 향 후 기후변화 위기에 대응하기 위해서는 대체 수자원 육성 필요성에 대한 인식을 제고할 필요가 있음

○ 전라북도는 새만금호라는 거대한 수자원 인프라가 존재함. 현재까지 새만금 개발을 위한 수자원 확보를 위해서 해수담수화가 고려되고 있지는 않은 것으로 판단됨. 하지만, 향후 수질오염문제 등을 대응하기 위해 새만금에 해수 유통 확대 등이 결정된다면, 담수화시설을 통한 염분제거가 필요할 것으로 판단됨

○ 새만금의 수자원을 소비자 맞춤형의 다양한 수자원을 공급하고, 향 후 안정적인 수자원 확보를 위해서 해수담수화 산업 육성은 고려해 볼만한 대안이 될 수 있음

6.2 조사결과 활용 계획

○ **(전라북도의 해수담수화 등 대체 수자원 개발에 대한 기초자료 활용)** 현재 해수담수화 플랜트로 생산된 먹는물에 대한 수질분석 기준이나 인체의 위해성 평가의 기준이 마련되어 있지 않음. 현재까지는 국내의 경우 수돗물에 대한 검사항목과 감시항목이 정해져 있으나 하수재이용수 및 해수의 경우 육지의 담수와는 다른 특성을 가지므로 보다 적합한 기준의 마련이 필요함. 이에 대한 법률 제정 및 정책 시행 시 기초 자료로 활용 가능

○ **(전라북도 해수담수화 산업에 대한 관심 제고)** 향후 전라북도 해수담수화 지원 시설 도입과 지원 정책 시행을 위해서 도민의 관심제고가 필요할 시 활용 가능

참고문헌

1. 한국지역난방공사 홈페이지, 2021.2.26.
2. 두산중공업 홈페이지, 2021.1. 25.
3. 동아일보 (2020). GS건설, 2조3310억원 규모 중동 오만 해수담수화 사업 수주, 2020.11.19.
4. 매일경제 (2020), GS건설·싱가폴 수자원공사, '해수담수화 에너지 기술' 상용화 공동연구, 2020.5
5. 권병수 외(2020), 반도체 제조용 초순수 생산기술 동향 및 국산화 필요성, 대한환경공학회지 42(10)
6. 한국물환경학회, 물관리 기술 발전 및 물산업 진흥 기본계획 수립연구 최종보고서 (2019)
7. 이경혁(2019), 수처리분야 전략물자 대응현황, 2019 물환경학회 공동추계포럼, 2019.10.
8. 환경부, 제1차 물관리기술 발전 및 물산업 진흥 기본계획(안) (2019)
9. http://www.waterjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=52823
10. http://www.watermaeil.com/news/articleView.html?idxno=790
11. GWI, Desal Data, 2018
12. GWI, Desal Data, 2019
13. GWI, Desal Data, 2020
14. Europe commission(EC), (2020)
15. 중국의 수자원과 산업용수 이용 현황, EIS CHINA (2017)
16. World Bank Group, The role of desalination in an increasingly water-scarce world (2019.3.)
17. Energy Efficient Desalination, International Water Summit, (2018.1.)
18. https://www.osmosunwater.solutions/en/climate-initiative-for-clean-desalination-technologies
19. 이권형 외 (2017), 중동지역의 전력산업 정책과 국내기업 진출 확대방안, KIEP 정책연구 브리핑
20. KICT 한국건설연구원, 언택트(Untact) 기반 그린/디지털 해수담수화 플랜트 기획 연구, 2020,12
21. KISTEP 한국과학기술기획평가원, 해수담수화, 2021
22. 과학기술정책연구원, 미국의 물 안보를 위한 정책방향: 담수화 전략을 중심으로, 2019
23. 2050 탄소중립선언-진단과 제안, 2020. 12, 민주연구원
24. 싱가포르 수자원공사 홈페이지(www.pub.gov.sg)
25. 물과 미래 (2020) 물 정보 포털, 한국수자원공사 해수담수화 수탁운영시설 현황('18.11)
26. 홍승관, 플랜트연구사업 해수담수화분야 통합 워크숍, 2018.6.8.

27. 제 1차 물관리기술 발전 및 물산업 진흥기본계획(2019)

- 물산업진흥법에 따라 2019년부터 2023년까지 5년 동안 체계적인 물관리기술 발전 및 물산업진흥을 통해 국민의 삶의 질을 향상시키고 지속 가능한 물순환체계를 구축하고자 계획을 수립함.
- 물관리기술 혁신 역량 강화, 신시장 확대 및 해외 진출 활성화, 물관리 전문인력 양성 및 일자리 창출, 물산업진흥 전략체계 마련 등을 전략과제로 수립함
- 플랜트 설계, 시공, 운영 등 전 단계에서의 최적 에너지 이용 및 친환경 요소를 갖춘 저에너지 담수화 플랜트 기술개발 기획 중.
- 물 부족이 예상되는 임해지역 등에 해수담수화플랜트 구축 확대(대산임해 산업단지 물부족 해결을 위한 해수담수화 플랜트 구축(~ 2022)