

연구보고서 2010-01

기후변화 대응을 위한 물산업육성 정책방안

김종호 | 김익재 | 이 윤 | 조을생 | 심언종 | 최영준 | 여운재

연구진

- 연구책임자 김중호 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)
참여연구원 김익재 (한국환경정책·평가연구원 부연구위원)
이 윤 (한국환경정책·평가연구원 부연구위원)
조을생 (한국환경정책·평가연구원 부연구위원)
심언중 (한국환경정책·평가연구원 연구원)
최영준 (경희대학교 무역학부 교수)
여운재 (Yeo&Lee Partners 사장)

자문위원

- 김동엽 (경희대학교 무역학부 교수)
김종원 (국토연구원 선임연구위원)
남궁은 (명지대학교 환경공학과 교수)
민동기 (건국대학교 경제학과 교수)
정경수 (건국대학교 경상학부 교수)
홍수미 (환경부 물산업지원팀)
문현주 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)
송영일 (한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)
이정호 (한국환경정책·평가연구원 연구위원)

© 2010 한국환경정책·평가연구원

발행인 박태주

발행처 한국환경정책·평가연구원

서울특별시 은평구 불광동 진흥로 290 (우편번호) 122-706

전화 02)380-7777 팩스 02)380-7799

<http://www.kei.re.kr>

인쇄 2010년 12월 26일

발행 2010년 12월 31일

출판등록 제17-254호

ISBN 978-89-8464-483-0

값 7,000원

서 언

물이란 지구촌의 약 60억 인구가 생활을 영위해 나가기 위해서 꼭 필요한 요소입니다. 최근 경제성장과 인구증가로 인하여 물에 대한 수요가 증가하고 있으나, 기후변화의 영향으로 수자원 공급의 불안정성이 높아지면서 수요와 공급의 괴리가 심화되고 있습니다. 이로 인해 전 지구적으로 물 부족에 시달리는 지역 및 나라가 증가하고 있습니다. 또한 수자원의 불안정성과 미래 이용가능량의 불확실성이 커져 가면서 물을 안정적으로 공급할 수 있게 하는 물산업의 중요성이 크게 부각되고 있습니다.

몇몇 선진국들은 오래 전부터 물산업의 중요성을 인식하여 국가 정책 산업으로 육성해 왔고, 그 결과로 현재 국제 물시장은 소수의 대규모 다국적 기업들에 의해서 지배당하고 있습니다. 물산업의 규모는 2007년의 3,360억 달러에서 2025년에는 약 8,650억 달러 까지 커질 전망입니다. 전세계적으로 물산업은 빠른 성장세를 보이고 있으며, 특히 신흥 개발도상국들이 많이 포진된 지역에서 그 성장세는 더욱 큽니다. 아시아의 경우는 중국을 위시하여 향후 지속적인 성장을 보일 것으로 여러 기관들이 예측하고 있습니다. 우리나라도 물산업의 중요성을 인식하여 2006년 이후부터 꾸준히 물산업 육성정책을 실시하고 있지만 아직까지 기후변화를 고려한 체계적인 연구는 이루어지고 있지 않은 실정입니다.

본 연구의 목적은 기후변화로 인한 국제 물시장의 변화 전망을 배경으로 하여, 물산업 육성과 관련된 핵심적 이슈를 중심으로 기존에 수립된 물산업 육성정책을 한 단계 발전시키는 데에 있습니다. 즉, 본 연구는 미래의 변화에 효과적으로 대응한다는 관점에서 세부적인 이슈에 대한 검토보다는 중장기적 관점에서 물산업 육성에 필요한 요인들을 도출하는 데 초점을 맞추고 있습니다.

연구결과가 나오기까지 본 연구를 맡아 수행한 한국환경정책·평가연구원의 김종호, 김익재, 이윤, 조을생 박사와 심언중 연구원의 노고에 감사를 표하며, 보고서 작성에 참여하여 도움을 주신 최영준 교수와 여운재 대표계도 감사를 표합니다. 또한 바쁘신 와중에서도 자문과 조언을 통해 연구에 도움을 주신 경희대학교의 김동엽 교수, 건국대학교의 민동기 교수와 정경수 교수, 국토연구원의 김종원 박사, 명지대 환경공학과와 남궁은 교수, 환경부의 홍수미 사무관께 감사를 표합니다. 또한 본원의 문현주 박사, 송영일 박사, 이정호 박사의 제안과 자문에도 감사를 표합니다.

2010년 12월
한국환경정책·평가연구원
원장 박 태 주

국문 요약

세계의 물산업은 19세기 말 상하수도 보급을 통해 형성된 것을 시작으로 인구 증가와 도시화산업화로 인해 지속적인 성장세를 보이고 있다. 1980년대 중반 이후 베올리아, 수에즈와 같은 민간 기업들이 위탁경영방식을 통해 국가나 지자체 대신 상하수도 서비스를 공급하면서 유럽에 물시장이 형성되었고 이러한 민간 부문의 위탁경영 또는 민영화 추세가 세계적으로 퍼지면서 지역마다 물시장이 형성되었다. 이후 상하수도 부문을 중심으로 지속적으로 성장한 물산업의 규모는 2007년 3,630억 달러에 이르렀다. 세계 물시장은 서유럽, 북미 등 선진국 중심으로 성장해 왔으나, 앞으로는 동아시아, 남미와 동유럽 지역에서의 물시장 성장이 두드러질 것으로 예상된다.

세계 물산업의 대부분을 차지하는 상하수도 시장은 다국적 물 전문기업들을 중심으로 성장해 왔다(세계 상하수도 시장의 80% 정도를 세계 10대 기업이 점유). 세계 주요 물 전문기업들은 상수원, 상수도, 하수도, 폐수처리 등을 통합하여 관리할 수 있는 역량을 갖추면서 경쟁력을 확보하고 시장개방이 활발해지면서 현지 기업 인수를 통해 세계 시장에서의 영역을 확대해 왔다. 하지만 국제적인 경쟁이 치열해지면서 이러한 독과점 체제에 변화의 조짐이 보이고 있다(다국적 물 전문기업의 시장 점유율 하락).

우리나라의 경우 상하수도사업은 광역상수도, 지방상수도, 하수도사업으로 크게 나뉘며, 164개의 지자체가 주체가 되어 상하수도 시설 확충을 중심으로 발전하고 있다. 상하수도사업에 참여하고 있는 기업으로는 공공부문의 한국수자원공사, 한국환경공단, 서울시 상수도사업본부, 부산시 상수도사업본부가 있으며, 민간 부문의 코오롱 그룹, 삼성엔지니어링, 현대엔지니어링, 효성에바라, 태영건설, 한화건설 등이 있다. 민간 기업들은 하수처리장 건설 및 운영사업에서 큰 비중을 차지하고 있다.

해수담수화 시장은 80년대 후반부터 기업체의 공업용수 공급과 연안·도서지역과 같은 상수원 공급이 어려운 지역에 생활용수를 공급하기 위해 시작되었다. 그러나 시설

의 운영 및 관리에 드는 비용에 대한 부담으로 이용률이 낮아 가동이 중단되는 등 비효율적인 관리 문제가 드러나고 있다.

물 재이용 산업은 하·폐수처리수 재이용이 공공수역으로 배출되는 오염부하량을 줄이고 기존 수자원에 대한 의존도를 줄이면서 증가하고 있는 물 수요를 충족하기 위한 대안으로 떠오르면서 점차 성장하고 있다. 하수처리수를 재이용하고 있는 공공하수처리장의 비율과 하수처리수 재이용률은 증가 추세에 있지만 여전히 미미한 수준으로, 이는 국내 물 재이용 산업의 잠재력이 크다는 것을 보여준다.

샘물 시장은 2000년에 1,630억 원의 규모에서 2005년에 3,000억 원대를 넘어서면서 꾸준한 상승세를 보여 왔다. 국내의 먹는 샘물 제조업체는 70곳으로 시중에 유통되는 먹는 샘물 브랜드는 100여 개에 이른다. 국내 샘물 시장은 진로, 하이트, 농심, 롯데, 동원 풀무원 등의 대기업 브랜드가 시장 전체의 50%를 점유하고 있다. 국내의 먹는 샘물 시장은 수입 생수의 점유율이 지속적으로 성장하고 있으나 아직까지는 국내 브랜드가 절대 우위를 점하고 있다.

물산업 육성을 위한 전제로 핵심적인 이슈가 되는 문제 중의 하나가 물 가격이다. 우리나라의 경우 수도가격이 원가에 미치지 못한다는 점은 많이 지적된 바 있다. 최근에 발표된 OECD 자료에 의하면, 우리나라의 상하수도 서비스의 가격은 OECD 국가 중 멕시코 다음으로 낮은 수준인 것으로 조사되었다. 물이라는 상품을 생산, 수송, 관리하는 일이 하나의 독자적인 산업으로 성장하기 위해서는 물이라는 상품의 가격이 최소한 비용을 충당할 수 있어야 하며, 나아가 시장원리에 의해 가격이 결정될 수 있도록 해야 한다. 현 단계에서 이러한 방향으로 나아가는 데에서 가장 우선적으로 해결해야 하는 것이 수도가격의 현실화라고 할 수 있다. 다행히 수도가격 상승으로 인해 초래될 수 있는 물가 상승이나 소득분배 악화라는 부정적 효과도 크지 않은 것으로 분석되는 만큼, 시장원리에 의한 물 가격의 결정이라는 장기적인 목표와 그 첫 단계로서 수도가격의 현실화를 적극적으로 추진하는 것이 필요하다.

한편 물산업 육성과 관련하여 논란이 많았던 이슈가 구조개편이다. 구조개편 문제는

광역화(수평적 통합), 상하수도 통합(수직적 통합), 전문화, 민영화 등의 몇 가지 쟁점을 포함하고 있다. 규모의 경제를 실현하기 위한 수평적 통합(광역화)과 범위의 경제를 실현하기 위한 수직적 통합(상하수도 통합)은 기본적으로 올바른 정책 추진 방향이라고 할 수 있다. 한편 규제와 사업의 분리, 물 분야 전문기업의 육성은 필요하지만, 물 분야 전문기업이 반드시 민간기업의 형태여야 하는 것은 아니다. 그리고 현 단계에서 중요한 것은 민영화 여부가 아니라, 물 가격 현실화를 통해 국내 시장 기반을 구축하고 수평적 통합과 수직적 통합의 추진을 통해 규모의 경제와 범위의 경제를 실현하는 것이다. 민영화는 문제는 이러한 문제들이 해결된 이후의 문제이며, 따라서 당분간은 물분야 전문 공공기관(한국수자원공사, 한국환경공단)과 민간 전문기업들이 효과적인 경쟁하고 협력하는 체계를 만들어 가는 것이 필요하다.

해외진출과 관련해서 통신이나 전기에 비해 물산업의 시장실패율이 훨씬 높으며(30% 수준), 실제로 세계적인 물기업들도 실패를 경험한 바 있다는 점에 유의해야 한다. 국내 물산업의 경우 아직은 세계적인 경쟁력을 갖추지 못하고 있기 때문에 해외진출을 위해서는 효과적인 선택과 집중 전략을 채택해야 한다. 최근 세계 물시장에서는 상수도 공급에서 하수처리까지 전 과정을 단일 업체에게 맡기는 사례가 증가하고 있으며, 나아가 설계, 시공, 운영 등을 일괄해서 통합 발주하는 경향이 커지고 있다. 우리나라는 세계적인 수준의 건설 능력을 보유하고 있지만, 상수도와 하수도가 분리되어 있고 민간기업의 운영·관리 경험은 매우 취약하다. 따라서 통합솔루션에 대한 해외시장의 요구에 맞추기 위해서는 물산업 관련 민간기업과 관련 공공기관(한국수자원공사, 한국환경공단)의 적극적인 협력체계 구축이 필수적이다. 나아가 세계시장에서의 경쟁력 제고를 위해 기존 물산업의 범위를 확장하여 ‘수량-수질-생태환경-친수-도시 통합관리’를 아우르는 통합 물관리의 개념과 연계하는 것은 개도국 진출 과정에서 차별성을 갖는 전략이 될 수 있다.

마지막으로 기술개발과 관련하여, 우리나라의 현재 기술 수준은 최고 기술선진국 대비 52% 정도이며, 기술 격차는 6.1년 정도로 평가되고 있다. 2010년에 발표된 「물산업 육성 전략」에서 제시된 기술개발 추진 방향은 예전의 추진계획보다 훨씬 구체적이고

진일보한 내용이라고 할 수 있다. 여기에서 제시된 세 가지 중점기술(IT 기반 에코스마트 상수도 시스템, 신소재 막모듈과 공정·운영 기술, 역삼투압 해수담수화 기술)은 우리의 장점(제조기술, 해수담수화, IT기술)을 살려 세계적인 추세를 따라잡기 위해 필요한 기술들이며, 실증공간의 확보도 기술개발 및 상용화 촉진에서 중요한 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 기술개발과 관련해서는 현재 수립된 전략이 일관되고 지속적으로 추진될 수 있도록 충분한 예산을 확보하고 부처간 원만한 협조체계를 구축하는 것이 중요한 문제라고 할 수 있다.

| 차례 |

제1장 · 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 내용 및 범위	3
3. 선행연구 고찰	4
제2장 · 기후변화와 세계 물시장	7
1. 기후변화와 물시장	7
가. 기후변화와 수자원	7
나. 지역별 물 수급 현황	11
다. 기후변화와 물산업 여건 변화	25
2. 세계 물산업 현황 및 전망	31
가. 세계 물산업의 특징과 구조	31
나. 물산업 분야별 현황 및 전망	34
다. 수처리 기술 동향	53
제3장 · 국내 물산업 현황 및 경쟁력 분석	65
1. 국내 물산업 현황	65
가. 상하수도	65
나. 해수담수화	68
다. 물 재이용	73
라. 먹는 샘물	79
2. 물산업의 경제적 파급효과 분석	82
가. 산업연관분석과 물산업	82

나. 투입구조와 수요구조	83
다. 생산유발효과	87
라. 부가가치 유발효과	90
마. 고용유발효과	92
바. 가격파급효과	94
3. 물산업 경쟁력 진단	96
가. 상하수도	96
나. 해수담수화	97
다. 물 재이용	101
라. 먹는 샘물	104
마. 소결	105

제4장 · 물산업 육성 정책방안 108

1. 물산업 육성 해외사례	108
가. 프랑스	108
나. 스페인	109
다. 영국	110
라. 미국	112
마. 일본	115
바. 소결	119
2. 국내 물산업 육성정책 추진 현황	121
3. 물산업 육성을 위한 정책 과제	129
가. 시장기반 조성	129
나. 구조개편	132
다. 해외진출	134
라. 기술개발	137

제5장 · 요약 및 결론	139
참고 문헌	147
〈부록 1〉 주요 물기업 소개	155
〈부록 2〉 산업연관분석 방법론	166
Abstract	173

| 표 차례 |

〈표 2-1〉 유출/하천 유량, 호수의 수위, 홍수/가뭄 등의 관측된 변화들	8
〈표 2-2〉 21세기 중반 이후 발생가능한 수자원 관련 기후변화의 예	10
〈표 2-3〉 2050년대까지 물 스트레스의 변화와 주요 원인	11
〈표 2-4〉 물가용량지수(WAI)에 따른 물 스트레스 국가	14
〈표 2-5〉 중앙 및 남아프리카 지역의 국가별 담수자원 가용량 및 사용량	16
〈표 2-6〉 중동 및 북아프리카 지역의 국가별 담수자원 가용량 및 사용량	18
〈표 2-7〉 유럽 및 지중해 북부지역의 담수자원 가용량 및 사용량	20
〈표 2-8〉 아시아 지역의 국가별 담수자원 가용량 및 사용량	24
〈표 2-9〉 기후변화의 영향을 고려한 지역별 물 수급 변화 적응수단 예	27
〈표 2-10〉 세계담수화 용량 전망	29
〈표 2-11〉 지역별 민영 상하수도 공급 인구 및 비중 전망	35
〈표 2-12〉 세계 10대 물기업 현황(2009년 기준)	36
〈표 2-13〉 주요 물기업 물시장 관련 투자전략	38
〈표 2-14〉 국가별 해수담수화플랜트 담수 생산 규모	41
〈표 2-15〉 국가별 물 재이용 현황	45
〈표 2-16〉 2005~2015년 지역별 재이용시장 성장 예측	46
〈표 2-17〉 국가별 먹는 샘물 소비량 및 연평균 성장률	51
〈표 2-18〉 수처리 기술의 진화	53
〈표 2-19〉 담수화기술의 분류	56
〈표 2-20〉 하수처리 공정 및 적용기술 개요	61
〈표 3-1〉 물산업 분야별 국내 시장 규모(2008년 기준)	65
〈표 3-2〉 국내 물 관련 민간기업의 활동 사례	67
〈표 3-3〉 베올리아와 수에즈의 국내 물시장 진출 현황	68

〈표 3-4〉 국내 주요 도서지역 해수담수화플랜트 시설 현황	69
〈표 3-5〉 국내 공업용수용 담수화 시설의 예	69
〈표 3-6〉 2005~2007년 국내기업 주요 담수화플랜트 수주 현황	72
〈표 3-7〉 국내 담수화플랜트 관련 설비기업 활동 현황	73
〈표 3-8〉 국내 용도별 하수처리수 재이용 현황	75
〈표 3-9〉 시·도별 공공 하수처리수 재이용 현황	76
〈표 3-10〉 국내 재이용수 생산 하수처리장의 예	77
〈표 3-11〉 국내 하수처리수 용도별 재처리공정 분류 사례	78
〈표 3-12〉 재분류된 31개 부문 산업연관표	83
〈표 3-13〉 물산업의 수요구조	85
〈표 3-14〉 물산업의 투입구조	86
〈표 3-15〉 수도, 생수, 상하수도 시설의 생산유발계수	89
〈표 3-16〉 수도, 생수, 상하수도 시설의 부가가치 유발계수	91
〈표 3-17〉 수도의 고용유발계수	93
〈표 3-18〉 생수와 수도의 물가파급효과	95
〈표 3-19〉 지역별 민간기업의 물시장 참여율 변화 추세	106
〈표 3-20〉 국내 물산업의 경쟁력 분석	107
〈표 4-1〉 스페인의 민간 기업 상하수도사업 운영 현황	110
〈표 4-2〉 영국의 민간 기업 상하수도사업 운영 현황	111
〈표 4-3〉 규모 및 소유 구조에 따른 미국 지역상수도시스템의 구분	114
〈표 4-4〉 국가별 물산업 정책 사례	120
〈표 4-5〉 물산업 육성 분야별 세부추진과제	123
〈표 4-6〉 세계 10대 물기업(2006년 기준)의 상하수도서비스 공급인구 ..	134
〈부록 표 1〉 베올리아워터의 2009년 주요 계약현황	158
〈부록 표 2〉 베올리아 워터 솔루션&테크놀로지의 전략 구성요소	159
〈부록 표 3〉 수에즈 환경의 하수재생플랜트 수주 예	161

〈부록 표 4〉 아그바 워터 2008년 서비스 공급현황	162
〈부록 표 5〉 사베습의 물 관련 서비스 및 운영현황	165
〈부록 표 6〉 산업연관분석 예시	167
〈부록 표 7〉 부가가치 유발계수	169

| 그림 차례 |

〈그림 2-1〉 현재 확보가능한 공급량과 2030년 취수량 간의 총 격차	12
〈그림 2-2〉 지역별 현재 담수자원과 관리의 취약성	13
〈그림 2-3〉 사헬 지역의 습윤 상태 변화 추세	15
〈그림 2-4〉 중동 및 북아프리카 지역의 연평균 강수량과 담수자원	17
〈그림 2-5〉 호주 퍼스 시 물 공급 시스템으로의 연평균 하천유량 변화	22
〈그림 2-6〉 세계 지역별 연간 물 소비량 추이(a) & 물 부족 현상(b)	25
〈그림 2-7〉 물 수급 격차를 해소하기 위한 옵션	26
〈그림 2-8〉 전문 물기업 형성 추이	28
〈그림 2-9〉 담수화플랜트 및 재이용플랜트의 성장 전망	30
〈그림 2-10〉 물산업의 구조	31
〈그림 2-11〉 세계 물산업 규모 전망	33
〈그림 2-12〉 세계 지역별 물산업 규모 전망	34
〈그림 2-13〉 5대 주요 물기업 서비스 공급인구 변화 추세	37
〈그림 2-14〉 세계 담수화 시장 생산 규모 성장 추세	39
〈그림 2-15〉 세계 담수화 시장의 원수별 및 용도별 비중	40
〈그림 2-16〉 담수 생산의 지역별 비중	41
〈그림 2-17〉 담수화플랜트 규모별 생산 비중	42
〈그림 2-18〉 담수화플랜트 용량에 따른 단위 건설비용	43
〈그림 2-19〉 담수화플랜트 설비기업의 수주 용량 비교	44
〈그림 2-20〉 세계 지역별 및 용도별 물 재이용 현황	47
〈그림 2-21〉 세계 먹는 샘물 시장의 주요 기업 점유율	52
〈그림 2-22〉 세계 분리막산업 규모 성장 추세	54
〈그림 2-23〉 분리막의 용수 및 하수 관련 시장 점유율	55

〈그림 2-24〉 연도별 및 공정별 해수담수화플랜트 단가 변화 추세	58
〈그림 2-25〉 담수화 기술별 시장 점유율	58
〈그림 2-26〉 담수화 기술별 비용 비교	59
〈그림 2-27〉 역삼투압 공정의 에너지 효율 및 공정별 시장점유율 변화 ...	60
〈그림 2-28〉 전형적 물 재이용을 위한 하수처리 공정	62
〈그림 2-29〉 세계 지역별 하수처리 공정 기술 이용도	64
〈그림 3-1〉 상하수도산업 규모 증가 추이	66
〈그림 3-2〉 두산중공업의 주요 담수 프로젝트 현황	71
〈그림 3-3〉 국내 하수처리수 재이용률 증가 추세	74
〈그림 3-4〉 국내 용도별 하수처리수 재이용 현황	75
〈그림 3-5〉 국내 샘물시장 규모 성장 추세	79
〈그림 3-6〉 업체별 국내 먹는 샘물 시장 점유율	80
〈그림 3-7〉 국내 상하수도산업의 SWOT 분석	96
〈그림 3-8〉 국내 해수담수화산업의 SWOT 분석	98
〈그림 3-9〉 국내 해수담수화산업 SWOT분석을 통한 전략 도출	100
〈그림 3-10〉 국내 물 재이용산업의 SWOT 분석	102
〈그림 3-11〉 국내 물 재이용산업 SWOT 분석을 통한 전략 도출	104
〈그림 3-12〉 국내 먹는 샘물산업의 SWOT 분석	105
〈그림 4-1〉 영국의 물기업과 타 국가의 물기업 간 이윤율 비교	112
〈그림 4-2〉 소유구조별 미국 상하수도 시설 수 변화 추세	113
〈그림 4-3〉 물산업 육성방안(2006년)	121
〈그림 4-4〉 한국의 수도요금 현실화율	129
〈그림 4-5〉 OECD 국가의 상하수도 서비스 요금 비교	130
〈그림 4-6〉 10분위 최하위층의 가처분소득 대비 상하수도 요금 비중 ...	131
〈그림 4-7〉 기술 분야별 최고선진국 대비 기술수준 및 기술격차	137
〈부록 그림 1〉 베올리아 환경그룹 계열사별 2009년 수입현황	156

〈부록 그림 2〉 Veolia Water의 2009년 지역별 수입 분포	157
〈부록 그림 3〉 수에즈환경의 2009년 지역별 수입 분포	160
〈부록 그림 4〉 사베습의 상하수도 서비스 공급률	164

| 제1장 · 서론 |

1. 연구의 배경 및 목적

물이란 지구촌의 약 60억 인구가 생활을 영위하기 위한 필수재임과 동시에 한정된 자원이다. 지구의 약 70% 정도가 물로 덮여 있지만, 인간이 안정적으로 사용할 수 있는 담수(fresh water)의 양은 하천과 호소에 존재하며 전체 물 중 약 0.0075%에 불과하다.

인구증가와 도시화로 인해 물에 대한 수요는 지속적으로 증가하고 있다. 지난 100년간 세계인구는 약 5배가량 늘어났고, 15% 수준이었던 도시화율은 3배 이상 증가하여 50% 수준에 육박하고 있다. 물에 대한 수요는 지난 100년 동안 8배가량 증가하였다. 또한 경제성장으로 인한 소득수준의 향상은 수량뿐만 아니라 수질 측면에서 깨끗한 물에 대한 수요의 증가를 초래한다. 예컨대, 먹는 샘물(병입수)에 대한 수요는 1인당 GDP와 매우 밀접한 상관관계를 보이고 있다.

수요증가와 상반되게 자연에서 이용할 수 있는 물의 공급은 매우 제한적이다. 이로 인해 물의 수요와 공급의 괴리가 발생하게 된다. UN에 의하면, 2025년에 약 27억 명이 물 부족에 직면하게 되고 전세계 국가의 20%가 물 부족 사태를 겪을 것이라고 한다.

그런데 기후변화는 이러한 물 수급의 괴리를 더욱 심화시킬 것으로 전망된다. IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 제4차 보고서에 따르면 기후변화로 인해 21세기 중반까지 강수량과 가용 수자원의 연평균 규모는 고위도 지역 및 일부 열대 습윤 지역에서는 10~40% 증가하는 반면, 중위도와 일부 열대 건조지역에서는 10~30% 감소할 것으로 전망되고 있다. 이에 따라 극심한 가뭄으로 인한 물 부족이 심화되는 지역이 완화되는 지역의 2배 이상으로 확대되는 한편 빙하와 적설량이 감소되어 물 부족 현상이 심화될 전망이다. 특히, 지중해지역의 유역지대, 미국의 서부지역, 아프리카의 남부지역, 브라질의 북동부 지역 등 많은 반건조 및 건조 지역들에서는 기후변화로 인한 수자원 감소가 예상된다.

기후변화는 강우패턴의 변화와 기온상승으로 인하여 물 공급 안정성을 저하시킬 뿐만

아니라 탁도 부하 증가 등으로 인하여 정수처리 부하를 가중시킬 수 있다. 나아가 기후변화는 물 수요량에도 영향을 미친다. 기후변화에 따른 기온상승으로 전세계 농업용수 수요가 2070년 2~7% 증가할 것으로 전망되고 있다. 그리고 해수면의 상승은 지하수와 하구부의 염수화 지역을 확장시켜 해안지역에서의 인간과 생태계를 위한 담수의 가용량을 감소시키게 될 것으로 전망되고 있다.

이와 같이 기후변화는 물 공급의 감소, 물 수요의 증가, 수질악화 등을 통해 물의 수요와 공급의 괴리를 심화시키는 중요한 요인으로 작용할 것으로 전망되고 있다. 물 수급의 괴리는 물산업의 존재 기반이 된다. 수요량에 비해 부족한 공급량(또는 필요수질과 실제 수질의 괴리)을 채우기 위해서는 인위적인 개입이 불가피하며, 정부나 기업이 이러한 괴리를 메워야 한다. 괴리를 메우는 행위가 거래를 통해 이루어지면 물은 일종의 경제재가 되며, 물 관련 경제활동(물의 생산, 공급 등)은 하나의 산업이 된다.

몇몇 선진국들은 오래 전부터 물산업의 중요성을 인식하여 국가 정책 산업으로 육성해왔다. 세계적으로 물산업의 규모는 2007년의 3,360억 달러에서 2025년에는 약 8,650억 달러까지 확대될 것으로 전망되고 있다. 아시아의 경우는 중국을 위시하여 물시장이 빠르게 성장하고 있으며, 향후 지속적인 성장세를 보일 것으로 전망되고 있다.

우리나라는 2006년에 물산업 육성 방안을 마련하고 2007년에 5개년 세부추진계획까지 수립하였으나, 아직까지 물산업 분야에서 뚜렷한 성과를 내지는 못하고 있다. 최근 들어 물산업에 대한 관심이 다시 고조되면서 물산업 육성을 위한 다양한 정책 제안들이 나오고 있다. 그런데 이러한 정책 제안들은 대부분 특정 분야나 특정 이슈에 한정된 경우가 많이 있다.

본 연구의 목적은 기후변화로 인한 국제 물시장의 변화 전망을 배경으로 하여, 물산업 육성과 관련된 핵심적 이슈를 중심으로 기존에 수립된 물산업 육성정책을 한 단계 발전시키는 데에 있다. 즉, 본 연구는 미래의 변화에 대해 효과적으로 대응한다는 관점에서 세부적인 이슈에 대한 검토보다는 중장기적 관점에서 물산업 육성에 필요한 요인들을 도출하는 데 초점을 맞춘다.

2. 연구의 내용 및 범위

본 연구에서 대상으로 하는 물산업은 상하수도 외에 해수담수화, 하수재이용, 먹는 샘물을 포함한다. 특히 하수재이용은 기후변화의 영향으로 줄어들 수 있는 수자원 가용량을 적극적으로 늘릴 수 있는 부문으로 기후변화에 적극적으로 대응하기 위해서 육성이 필요한 분야이다. 해수담수화 역시 대체 수자원으로서 기후변화에 크게 영향을 받지 않는 해수를 이용하여 지속가능한 수자원 공급 구조를 만드는 것으로 기후변화와 관련하여 향후 성장가능성이 매우 높은 부문이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 아래와 같이 크게 세 가지의 내용을 중심으로 구성되어 있다.

첫째, 기후변화와 세계 물시장(제2장). 여기서는 우선 기후변화와 물시장의 관련성을 살펴본다. 주로 기존에 조사·분석된 자료에 근거해서 기후변화와 수자원의 관계, 기후변화로 인한 지역별 물 수급 현황의 변화, 기후변화와 물산업 여건 변화 등을 정리한다(제1절). 다음으로 세계 물산업의 현황에 대해 살펴본다. 여기서는 세계적으로 널리 알려진 GWI(Global Water Intelligence), Pinstent Masons 등의 조사·분석 자료를 이용하여 세계 물시장의 현황을 상하수도, 해수담수화, 물 재이용, 먹는 샘물 등 분야별로 주요 특징과 전망에 대해 정리한다(제2절).

둘째, 국내 물산업 현황 및 경쟁력 분석(제3장). 우선 국내 물산업의 현주소를 알아보기 위해 물산업 분야별로 국내 시장과 기업 현황을 정리한다(제1절). 다음으로 산업연관 분석 기법을 이용해서 물산업의 경제적 파급효과를 분석한다. 여기에는 물산업의 투입구조 및 수요구조에 대한 분석, 생산, 부가가치, 고용 등의 유발효과에 대한 분석, 가격 파급효과에 대한 분석이 포함된다(제2절). 마지막으로 물산업 분야별로 국내 산업(기업)의 경쟁력에 대해 분석한다. 여기서는 많이 사용되고 있는 SWOT 분석기법을 이용하였으며, 특히 기존에 주목을 덜 받았던 해수담수화와 물 재이용에 대해 좀 더 상세히 분석하였다(제3절).

셋째, 물산업 육성 정책방안(제4장). 우선 프랑스, 스페인, 영국, 미국 등 세계적인

물기업을 보유한 국가를 중심으로 선진국의 물산업 육성 사례에 대해 살펴본다. 여기에는 최근 들어 물산업 육성 정책을 적극적으로 추진하고 있는 일본의 사례도 포함시켰다(제1절). 다음으로 지식경제부, 환경부, 국토해양부가 공동으로 마련한 「물산업 육성방안」(2006년)과 환경부의 「물산업육성 5개년 세부추진계획」(2007)의 내용이 무엇이며, 현재까지 어떠한 정책들이 추진되었는지를 점검한다(제2절). 마지막으로 이상의 논의를 바탕으로 물산업 육성을 위한 정책방안을 제시한다. 물산업 육성(해외진출 포함)을 위해 필요한 정책방안의 세부사항은 이미 기존의 논의에서 대부분 제시되었다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 물산업 육성과 관련하여 핵심이 되는 주제(시장기반 조성, 구조개편, 해외진출, 기술개발)에 대해 국내 현황이나 기존 정책의 문제점을 진단하고 향후 정책 추진 방향을 제시한다(제3절).

3. 선행연구 고찰¹⁾

물산업에 대해서는 국내에서도 많은 연구들이 진행되었다. 그 중에서 중요한 전환점이 된 것이 환경부의 「물산업 육성 5개년 추진계획 수립 연구」(2006)이다. 이는 2006년 2월에 확정된 「물산업 육성방안」에서 제시된 중점 추진과제의 연도별 세부 시행계획을 작성하는 것을 목적으로 하고 있다. 이 연구에 근거하여 2007년에 「물산업 육성 5개년 세부추진계획」이 수립되었다. 「물산업 육성 5개년 세부추진계획」의 주요 내용에 대해서는 제4장의 2절에서 자세히 살펴본다.

미래기획위원회의 「기후변화 대응 물관리 전략 구축 방안 연구」(2009)는 기후변화가 수자원에 미치는 영향을 고려한 물관리 전략을 수립하고 국내 물산업을 육성하기 위한 방안을 마련하였다. 이 연구는 물산업을 육성하기 위해 대체수자원 활용 기술을 수출산업화하고 시범사업을 통해 기술의 표준화와 전문 인력을 육성하는 것을 목표로 설정하고, 이러한 목표의 달성을 위해 수행되어야 할 과제들을 제시하였다. 또한 물산업의 해외

1) 본 연구의 진행 과정에 물산업과 관련된 문헌들이 다수 발간되었다. 2010년에 발간된 문헌들 중 일부는 여기에서 별도로 검토하지 않고, 필요한 경우 본문에서 인용·언급하는 것으로 대신한다.

진출 전략에서 있어서는 해외 물시장을 분류하여 이에 따른 차별적 접근 전략과 국내기업이 이미 가지고 있는 경쟁력을 이용하여 도시개발과 연계한 물산업 해외진출 전략을 제시하였다.

김철희(2009)는 「물산업 클러스터 육성정책의 해외사례와 시사점」을 통해 이스라엘과 싱가포르 같이 클러스터정책을 통하여 세계적 경쟁력을 갖춘 물산업을 육성한 사례를 검토한 후 우리나라 물산업육성정책에 주는 시사점을 도출하였다. 첫째로 정부는 물산업 클러스터 구축을 위한 제도적 기반을 마련하고 한국수자원공사는 인프라 구축, 연구개발 등의 프로그램을 진행하는 등 효율적인 기능분담으로 주도조직의 역량강화가 이루어져야 한다고 제시하였다. 이를 위해 지방정부로부터의 협조와 지원도 필요하며 연구 및 사회경제적 기반조성, 이에 대한 재정지원, 전문인력 육성, 물 관련 기업의 클러스터 집중화가 요구된다고 하였다. 나아가 이러한 시사점을 바탕으로 국내 물산업의 클러스터 구축에 있어 방향 설정과 고려사항들을 제시하였다.

장현숙(2010)의 「블루골드 물산업, 유망 사업 분야 및 진출전략」은 국내 물산업의 해외진출에 있어서 상하수도 건설과 해수담수화 사업 분야를 단기적인 관점에서의 유망 분야로 뽑고, 운영과 관리서비스에 있어서의 역량을 육성한 후 IT기술을 접목한 종합서비스사업 분야를 장기적 관점에서의 유망 분야로 뽑았으며 중국, 중동과 동남아시아 지역 시장에 주목할 필요가 있다는 연구결과를 제시하였다. 또한, 국내 물산업의 해외진출 전략 도출에 있어서는 국내 물산업의 진출 유망지역 및 유망사업 분야와 지역별 및 유형별 투자여건 분석이 고려된 차별화 전략이 도출될 필요가 있다고 제안하고 전략 수행에 있어서 기업 및 국가 주체 간의 역할을 제시하였다.

현대경제연구원의 「아시아 물시장 전망과 시사점」(2010)은 중국을 포함한 아시아의 물시장이 주요 시장으로 성장할 것으로 예상하며 경쟁국인 싱가포르와 일본의 전략과 국내 물산업의 현황을 알아보고 이에 대응하기 위한 해외 진출 전략을 제시하였다. 국내 물산업 육성을 위한 정책의 실행이 미흡하다고 판단하고, 이를 개선하기 위해 우선적으로 민간 기업의 상하수도서비스사업 참여에 대한 사회적 합의가 이루어져야 하며 이어서 상하수도서비스 선진화, 다양한 물 관련 분야의 산업적, 기술적 육성 및 타 산업과의

융합, 틈새시장 발굴, 민간과 공공 부문의 패키지 세일 전략과 정부의 비즈니스 외교가 필요하다고 제시하였다.

| 제2장 · 기후변화와 세계 물시장 |

1. 기후변화와 물시장

가. 기후변화와 수자원

IPCC 제4차 보고서는 기후변화와 관련하여 수문순환과 수문시스템의 구성요소의 변화 사이의 연관성을 언급하였다. 기후변화는 이러한 수문순환과 수문 시스템 구성요소와의 연관성을 통해 지금까지 지구 수자원에 영향을 미쳐 왔다. 1906년부터 2005년까지 지구표면온도가 약 0.74℃ 상승하였으며, 지역별 강수 패턴의 변화, 대기 중의 수증기 증가로 인한 극한 강수사상 발생 빈도 증가, 적설 지표면 감소 및 빙하와 만년설의 용해를 포함한 빙권(Cryosphere)의 변화와 이에 따른 해수면의 상승, 증발량의 증가, 토양 수분의 증가, 지역별 연 유출량의 변화 등의 현상을 보이고 있다.

기후변화는 수문순환의 요소인 증발과 강수에 영향을 미쳐 전 지구적으로 강수의 불균형적인 분포로 인한 지역별 홍수나 가뭄의 재해 위험성을 야기하고 있다. 예컨대, 북극의 러시아 하천 유역에서 이른 해빙과 호우 발생으로 인해 대홍수가 발생하였고 미국 서부 지역에서의 비정상적인 온난화로 인해 가뭄이 발생하였다. 이 외에도 북미 및 북유라시아 지역에서 적설 지표면(snow cover)의 감소로 기저유량이 증가하는 현상을 보이고 있고, 유럽과 미국 및 아시아 지역에서는 호수의 수온이 계속 증가하면서 호수의 증발 손실이 증가하거나 성층화가 증가하여 물의 영양물질이 감소하는 현상 등이 관측되었다. 전 지구적으로는 1970년대 이후 계속적으로 건조지역이 확대되고 있으며 가뭄 발생으로 수자원 공급에 영향을 받고 있는 것으로 나타난다.

〈표 2-1〉 유출/하천 유량, 호수의 수위, 홍수/가뭄 등의 관측된 변화들

환경인자	관측된 변화	관측기간	관측 위치
유출/ 하천 유량	연간 증가율 5%, 겨울철 증가율 25~90%, 증가된 용해와 영구 동토의 해동으로 인한 겨울철 기저유량의 증가	1935 ~ 1999	북극의 배수유역: Ob, Lena, Yenissey, Mackenzie
	온난화로 인한 이른 용설로 인해 하천의 침투유량이 1~2주 빨리 발생	1936 ~ 2000	북미 서부지역, 뉴잉글랜드 캐나다, 북유라시아
홍수	하천에서의 이른 해빙과 호우 발생으로 인해 발생확률 0.5~1.0%(200년 및 100년 빈도)의 재앙에 가까운 홍수 발생	최근 수년 간	북극의 러시아 하천 유역
가뭄	강수량의 변동이 없는 상태에서 기온 상승과 증발량 증가로 인한 하천의 연 최대 일 유량이 29% 정도 감소	1847 ~ 1996	캐나다 남부 지역
	최근 몇 년 동안 서부 열대 태평양 지역과 인도양 지역의 온난화와 관련된 건조하고 비정상적으로 온난한 여름 기후로 인해 가뭄 발생	1998 ~ 2004	미국 서부 지역
수온	호수 표면의 수온이 0.1~1.5℃ 상승	40년 간	유럽, 북미, 아시아 (100개 관측소)
	호수의 심층부 수온이 0.2~0.7℃ 상승	100년 간	아프리카 동부 지역 (6개 관측소)
물의 화학적 성질	호수와 하천에서의 증가된 성층화 현상 또는 길어진 성수기로 인한 영양 물질의 감소	100년 간	북미, 유럽, 유럽 동부, 아프리카 동부 지역 (8개소 관측소)
	호수와 하천 유역 풍화 현상 및 내부 화학적 반응 과정의 증가	10 ~ 20년 간	북미, 유럽 (88개 관측소)

자료: IPCC(2007b).

기후변화로 인한 강우량의 감소는 일부 지역에서 인간 활동에 필요한 수자원 확보에

있어 어려움을 가중시키고 있다. 예컨대, 호주 빅토리아의 평균 강우량은 1990년대 후반 이후 감소하여 댐의 수위뿐만 아니라 지하수의 수위 또한 낮아졌다(Victorian Government Department of Sustainability and Environment, 2004). 이는 인간 활동에 필요한 물 가용량의 감소를 야기하였으며, 인간 활동으로 인한 물의 이용으로 대수층 내의 지하수 수위가 감소하여 담수 시스템의 취약성이 더욱 심해지고 있다.

이와 같은 지속적인 강수의 변동성, 홍수 및 가뭄의 발생 빈도 증가와 같은 기후변화에 의한 수문학적 변화는 미래의 담수 가용량에 대한 변화를 동반하고 있으며, 이는 지역에 따라 상이한 방향으로 나타나고 있다. 극한 강수사상으로 인해 저수지에서 탁도 증가 현상이 나타나거나 습윤 조건으로 인해 침수 지역이 증가하는 등 피해 상황을 겪는 국가가 있는 반면에 연 유출량의 증가로 인해 재생가능한 수자원의 양이 늘어나고 농산물 생산이 늘어나는 등의 이점을 얻는 국가가 발생한다. 하지만 홍수유량 기간 또는 습윤 계절에 집중되는 연 유출량의 증가는 담수 가용량의 긍정적인 변화로 고려되지 않을 수 있다(IPCC, 2007b; Arnell, 2004).

기후변화는 미래의 담수 가용량의 변화뿐만 아니라 관개수요 및 담수 수요량에도 영향을 미칠 전망이다. IPCC(2007b)에 따르면 기후변화로 인한 기온의 상승과 강수 변동성의 증가는 일반적으로 관개용수의 수요를 증가시킨다. 모델에 따라 예측되는 증가량은 다르지만 공통적으로 전 세계적인 관개 수요가 증가할 것으로 예상되며 증가율은 2020년까지는 1~3% 정도, 2070년까지는 2~7% 정도로 예측된다. 반면에, 기후변화로 인해 건물의 냉방 전력수요에 따른 발전소의 냉각수 공급을 위한 물 사용량이 증가할 것으로 보이나, 이를 포함한 공업용 및 가정용 물 사용량은 그리 크게 증가하지 않을 것이라고 보고하였다.

기후변화 모델을 통해 분석된 미래의 기후변화에 대한 전망은 온난화 속도의 증가로 인해 수자원 관련 기후변화의 영향은 심화될 것으로 전망되며 이는 담수의 가용량과 함께 수요량 변화를 동반할 것으로 본다. <표 2-2>에서와 같이 발생 가능성이 높은 현상인 강수 변동성의 증가는 전 지구적으로는 연간 총 유출량과 지하수 함량을 증가시킬 것으로 예상되어 물 희소성, 지표수 및 지하수의 수질 악화와 용수 공급의 문제는 줄어들

것으로 보이는 반면 홍수 피해에 대한 위험성과 건조지역 확대 및 가뭄 발생 지역 확대로 인한 물 스트레스 지역 확산의 가능성이 있다고 판단되는 등 지역별로 더욱 많은 국가들이 수자원 안보에 대한 관심을 기울일 것으로 예상된다. 또한 기후변화의 영향은 강수의 강도가 증가하고 수온이 올라가면서 수질오염을 악화시킬 수 있고 하천의 토양에 침식작용을 일으켜 오염물질을 유발할 수 있으며 해안지역에서의 해수면 상승을 야기하여 지하수에 염수가 침입하는 등의 인간 활동에 필요한 수자원 확보에 어려움을 가중시킬 수 있는 가능성도 예측되고 있다(IPCC, 2007b).

〈표 2-2〉 21세기 중반 이후 발생가능한 수자원 관련 기후변화의 예

현상 및 경향의 방향	SRES 시나리오를 토대로 한 미래 경향의 가능성	수자원에 대한 영향 전망
대규모 강수사상 : 대부분의 지역에서 발생 빈도 증가	가능성 높음	지표수/지하수 수질 악화, 용수공급의 문제, 물의 희소성은 작아질 가능성
가뭄 영향 지역 증가	가능성 있음	보다 광범위한 물 스트레스 지역 발생
강한 열대성 사이클론 발생 증가	가능성 있음	전력생산에 지장, 공공 용수공급에 장애 발생

주: 기후변화 적응 능력의 변화나 방어 수단의 동원은 고려되지 않았음.
 자료: Bates et al.(2008); IPCC(2007a); IPCC(2007b).

이처럼 기후변화가 수자원에 미치는 영향에 대한 전망과 함께 기후변화가 인간 활동에 필요한 물 가용량에 미치는 영향에 대한 전망도 연구되어 왔다. Alcamo et al.(2007)은 IPCC의 SRES(Special Report on Emission Scenarios) 중 A2와 B2 시나리오와 WaterGAP모델²⁾을 이용하여 물의 수요량과 가용량을 추정함으로써 2050년까지 물 수요 및 공급의 변화가 지구의 물 스트레스 지역에 미치는 영향을 살펴보았다. 2050년대 까지 물 스트레스의 증가를 겪는 유역은 지구 전체 유역의 2/3에서 3/4에 이를 것으로

2) WaterGap 모델은 지표수 및 지하수를 포함한 강 유출량의 수치적 변화를 추정한다. 자세한 설명은 Alcamo et al.(2007), Appendix 1을 참조.

전망되며, 이 중 90%는 사회·경제적 요소에 의한 물 이용량 증가가 주요 원인으로 뽑히고 10%는 기후변화에 따른 물 가용량 감소에 의해 야기될 것이라고 전망된다. 반면에 물 스트레스의 감소를 경험하는 유역은 전체 유역의 1/5에서 1/3에 불과할 것이며, 이 중 50~80%가 기후변화에 따른 연강수량의 증가에 의한 물 가용량 증가에 의해, 20~45%는 물 이용량의 감소에 의해 물 스트레스 감소를 경험할 것으로 전망된다. 이러한 기후변화와 인간 활동에 의한 미래의 물 가용량과 수요량의 변화 예측은 현재 물 부족 현상을 겪고 있는 국가들에게 기후변화에 대한 대응 또는 적응의 필요성을 제시한다.

〈표 2-3〉 2050년대까지 물 스트레스의 변화와 주요 원인

(단위: %)

	물 스트레스 증가 전망 지역			물 스트레스 감소 전망 지역		
	물 스트레스 증가[%]	물 가용량 감소에 의해[%]	물 이용량 증가에 의해[%]	물 스트레스 감소[%]	물 가용량 증가에 의해[%]	물 이용량 감소에 의해[%]
A2 시나리오 (ECHAM ^a)	70.3	10.3	89.7	19.7	82.8	17.2
A2 시나리오 (HADCM ^b)	75.8	13.1	86.9	14.4	62.8	37.2
B2 시나리오 (ECHAM ^b)	62.0	10.8	89.2	29.0	67.1	32.9
B2 시나리오 (HADCM ^b)	65.9	12.6	87.4	22.8	53.3	46.7

주: a-ECHAM4/OPYCS 기후모델에 따른 기후변화 시나리오(The Max Plank Institute of Climatology, Germany & the German Climate computing Center).

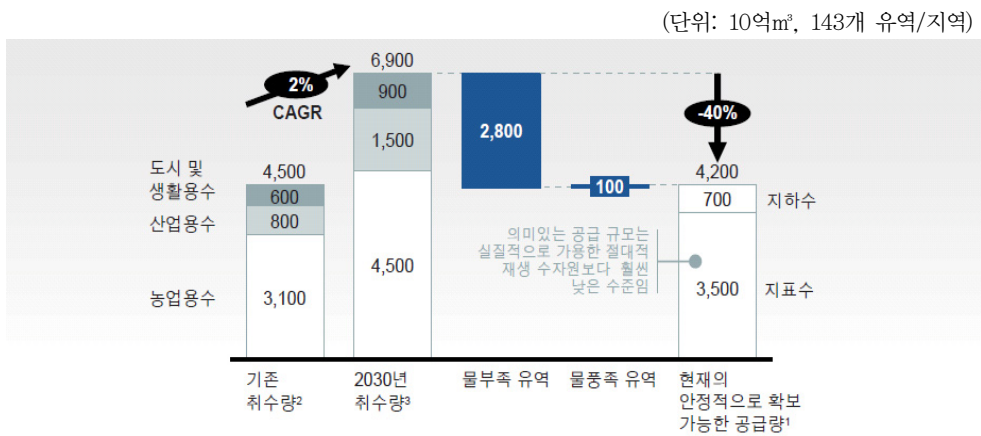
b-HadCM3 기후모델에 따른 기후변화 시나리오(The Hadley Centre, UK).

자료: Alcamo et al.(2007).

나. 지역별 물 수급 현황

인간 활동에 유용하게 사용되고 있는 수자원의 양은 인구 증가와 경제 성장에 따라 점점 증가하면서 수자원 안보에 대한 경각심을 불러일으키고 있다. 2030 Water

Resources Group(2009)은 현재의 수자원 공급량이 미래의 물 수요 수준에 미치지 못할 거라는 전망을 내놓았다. 현재 수준의 효율성과 물 수요의 연 2% 성장률을 가정하였을 때 2030년의 물 수요는 현재의 물 공급량에서 40%를 초과하는 것으로 나타난다. 효율성의 개선이 이루어진다 하더라도 이는 격차의 20% 정도만을 해소할 수 있을 것으로 판단된다.



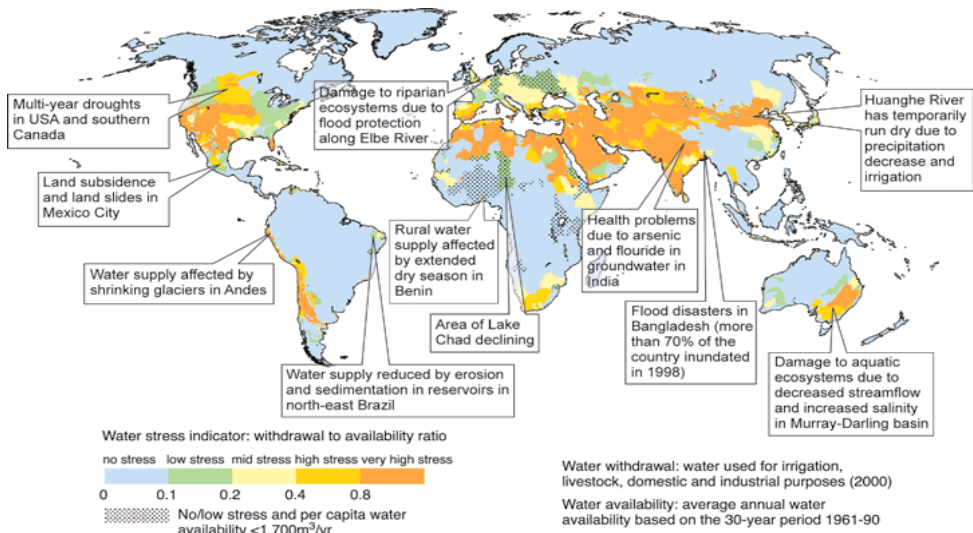
〈그림 2-1〉 현재 확보가능한 공급량과 2030년 취수량 간의 총 격차

- 주: 1. 90% 안정적으로 확보 가능한 기존 공급량. 2010년까지 계획된 수문학 및 인프라 투자 추이를 근거로 도출. 순환경적요구량
 2. 국제식량정책연구소(IFPRI, International Food Policy Research Institute)의 2010년 농업생산 분석
 3. IFPRI의 GDP, 인구 예측치 및 농업생산 예측치를 기반으로 함. 2005~2030년 사이 물 생산성 개선이 전혀 없다고 간주
- 자료: 2030 Water Resources Group(2009).

이러한 미래의 물 수요와 공급 간의 격차는 수요 측면에서의 변화로 인한 수자원 안보의 불확실성을 잘 나타내고 있다. 이와 함께 우리는 공급 측면에서의 변화 또한 고려해야할 필요가 있으며, 지금까지 관측되어 온 기후변화의 영향이 수자원 안보에 대한 불확실성을 더욱 악화시킬 수 있는 요소이다. 또한 이들의 상호적인 작용은 심각한 미래의 물 부족 현상을 초래할 것이다.

전 지구적 물 가용량은 지역별로 다양하게 나타나고 있으며 이를 통해 물 스트레스를

받는 지역이 구분되어 진다. 물 스트레스를 받는(Water-stressed) 유역³⁾은 북아프리카, 지중해 지역, 중동지역, 근동지역, 남부아시아, 중국의 북부지역, 호주, 미국, 멕시코, 브라질의 북동부, 남미의 서해안 지역이며, 물 스트레스를 받는 지역에 거주하고 있는 인구는 전세계 인구의 1/3(17억 5천 명)로 추정된다(Arnell, 2004). <그림 2-2>는 기후변화로 인한 수자원 관련 문제점들을 나타낸 것으로 물 스트레스를 받고 있는 지역은 기후변화로 인한 용수공급의 감소, 수질 악화와 홍수, 가뭄과 같은 재해피해 등 담수자원 관리에 있어 문제점을 보이고 있다. 브라질 북동부 저수지 내에서의 침식과 퇴사로 인해 용수 공급이 감소되는 반면 방글라데시는 홍수로 인한 피해를 입었고, 미국과 캐나다 남부지역에서는 가뭄으로 피해를 입었으며 황하에서는 건천화의 결과를 낳았다.



〈그림 2-2〉 지역별 현재 담수자원과 관리의 취약성

자료: IPCC(2007b).

3) 한 유역의 인구 1인당 물 가용량이 $1,000\text{m}^3/\text{년}$ 보다 적거나 연평균 유출량에서 실제 이용량이 40% 이상인 유역을 물 스트레스를 받는 지역으로 정의한다. Arnell(2004).

물가용량지수(WAI, Water Availability Index; m³/년/인)⁴ 기준으로 물 스트레스를 받는 국가를 살펴보면, 미국, 중국, 호주, 멕시코 및 브라질과 같이 지역적 물 스트레스를 겪는 국가들은 제외되며, 중동 및 북아프리카 지역에 가장 많은 물 스트레스 국가(18개국)가 위치하고 있다. 그 다음으로 아프리카 사하라사막 이남 지역에 13개국, 아시아 지역에서는 한국을 포함한 5개국, 중앙아메리카 및 카리브해 지역에서는 5개국, 유럽에는 4개국이 물 스트레스를 받는 것으로 나타난다(〈표 2-4〉 참조). 수자원 관련 기후변화의 영향은 지역별로 다르게 나타나 지역의 특성에 맞는 다양한 기후변화 대응전략이 필요하다.

〈표 2-4〉 물가용량지수(WAI)에 따른 물 스트레스 국가

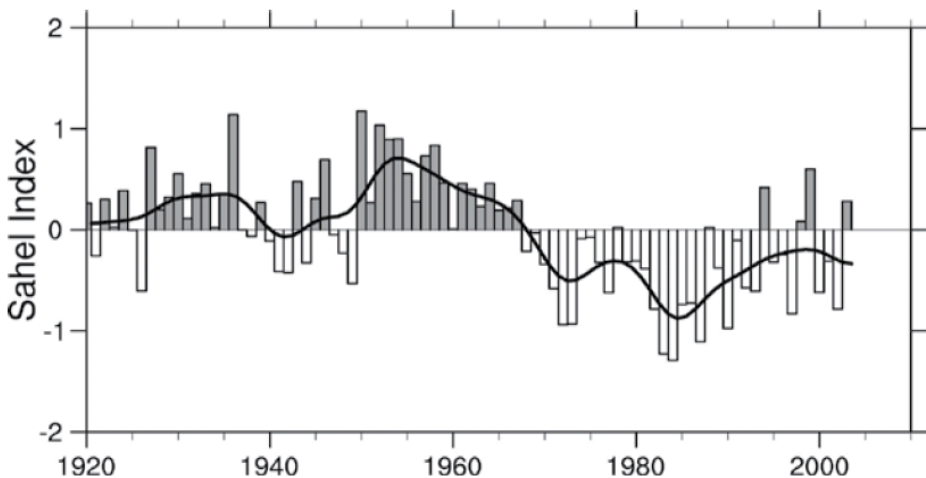
최소 생존 보유 국가 <100m ³ /년/인	절대적 물 스트레스 국가 100~500m ³ /년/인	만성 물 스트레스 국가 500~1000m ³ /년/인	물 스트레스 국가 1~1,7km ³ /년/인
중동 및 북아프리카 지역			
쿠웨이트/가자 지구	리비아/요단/바레인	이집트	레바논
아랍에미리트/카타르	예멘/알제리	모로코	시리아
사우디아라비아	오만/튀니지		
아시아 (중동 제외)			
몰디브	싱가포르	-	파키스탄/인도 한국
중앙아메리카와 카리브해 지역			
바하마	바베이도스	세인트키츠네비스 연방 앤티가바부다	하티티
유럽 및 지중해 북부 지역			
-	몰타 이스라엘	- 키프로스	덴마크/폴란드 체코 공화국
아프리카 사하라사막 이남 지역			
	지부티	카보베르데 케냐 부르키나파소	르완다/남아프리카 말라위/에리트레아 코모로/짐바브웨 에티오피아/부룬디 레소토

자료: Jiménez and Asano(2008).

4) 보다 자세한 사항은 Earth Trends 웹사이트(<http://earthtrends.wri.org>)를 참조.

1) 중앙 및 남아프리카

중앙 및 남아프리카 지역의 기후와 물 가용량은 국가별로 다양한 양상을 보이고 있다. 중앙아프리카 지역의 나라들은 매우 많은 강우량을 보이며 많은 지표수를 함유하고 있는 반면 나미비아와 남아프리카의 남서지역에서는 건조 및 반건조 기후를 보인다. 전반적으로 남부지역에 위치한 나라들이 상대적으로 적은 강우량과 제한된 수자원을 가지고 있다(Schutte, 2008). 현재 관측되고 있는 기후변화로는 사헬지역을 포함한 서부 아프리카 지역이 강수량의 지속적인 감소와 동시에 극심한 가뭄의 피해를 영향을 받고 있는 것을 들 수 있다(IPCC, 2007a). 사헬지역의 건조 상태는 1960년대 후반에 들어서면서 심각해졌고 1982년과 1983년 사이에 가장 극심하게 나타났다(〈그림 2-3〉 참조).



〈그림 2-3〉 사헬 지역의 습윤 상태 변화 추세(1920~2003)

주: 사헬지수(Sahel Index)는 관측점별 연강우량의 정상치 대비 편차를 면적 가중 평균하여 산정한 사헬 지역(10° N~20° N)의 4~10월의 강우량을 나타낸다. 양(+)의 값은 장기간 동안의 평균값보다 더 습윤한 상태를 표시하며, 음(-)의 값은 장기간 평균값보다 더 건조한 상태를 표시한다.

자료: IPCC(2007a).

이 지역의 국가들이 보유하고 있는 담수자원을 살펴보면 가장 많게는 콩고민주공화국의 1,283km³/년부터 적게는 모리셔스의 2.7km³/년까지 큰 편차를 보이고 있다. 또한 콩고

민주공화국은 이 지역에서 가장 많은 인구를 가지고 있으나 가장 많은 담수자원양을 가지고 있어 일인당 담수 가용량 또한 가장 높다. 반면, 케냐, 말라위와 남아프리카의 경우는 인구수에 비해 보유하고 있는 담수자원양이 상대적으로 적어 케냐는 만성 물 스트레스 국가(물가용량지수 500~1,000)로 분류되고 말라위와 남아프리카는 물 스트레스 국가(물가용량지수 1000~1700)로 분류된다(〈표 2-5〉 참조). 이러한 아프리카 지역에서의 물 스트레스는 인구 증가와 함께 기후변화의 영향에 의해 더욱 심화될 것으로 전망되고 있다. 케냐, 말라위와 남아프리카는 2050년까지의 1인당 물 가용량이 1,000m³/년보다 작고 모리셔스, 레소토, 짐바브웨, 탄자니아, 모잠비크, 우간다와 마다가스카르 같은 나라들의 일인당 물 가용량은 1,000m³/년에서 1,700m³/년 사이로 줄어들 것으로 전망된다(IPCC, 2007b).

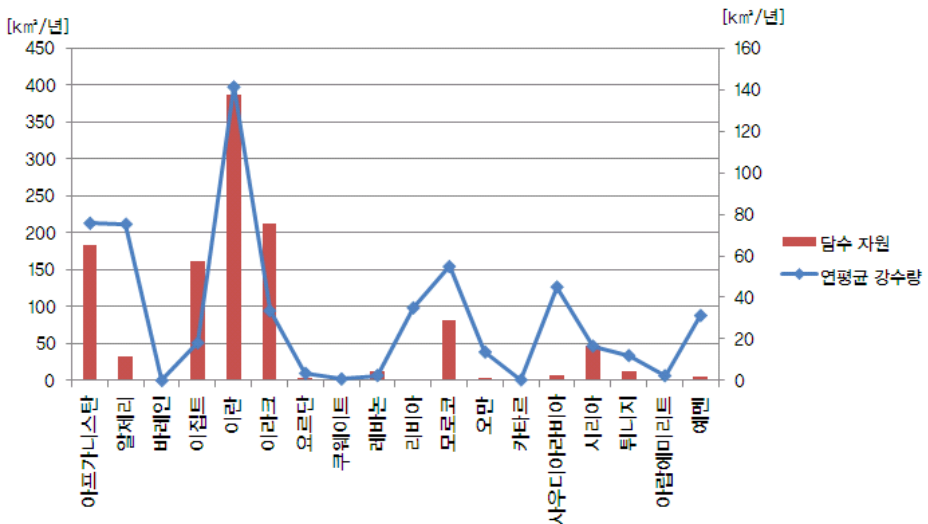
〈표 2-5〉 중앙 및 남아프리카 지역의 국가별 담수자원 가용량 및 사용량

국가	인구 [천 명]	담수 자원 [km ³ /년]	일인당 담수 가용량 [m ³ /년/인]	일인당 담수 사용량 [m ³ /년/인]	연평균 강수량 [km ³ /년]	물 가용량 지수 [m ³ /년/인]
앙골라	18,021	148	8,213	19.4	1,259	9,024
보츠와나	1,921	12.24	6,372	101	242	6,955
콩고민주공화국	64,257	1,283	19,967	5.6	3,618	21,629
케냐	38,765	30.7	792	70.5	365.6	875
레소토	2,049	3.0	1,475	24.4	23.92	1,687
마다가스카르	19,111	337	17,634	782.8	888.2	17,639
말라위	14,846	17.3	1,164	68.0	139.9	1,313
모리셔스	1,280	2.7	2,149	566.4	4.16	2,190
모잠비크	22,383	217.1	9,699	28.1	825	10,770
나미비아	2,130	17.72	8,319	137.4	234.9	8,663
남아프리카	49,668	50	1,007	251.3	603.4	1,051
스와질란드	1,168	4.5	3,861	892.1	13.68	4,383
우간다	31,657	66	2,085	9.5	284.4	2,211
잠비아	12,620	105.2	8,336	137.9	767.7	8,869
짐바브웨	7,818	20	2,558	537.9	256.7	1,529

자료: FAO(2008); Jiménez and Asano(2008), Annex 1.

2) 중동 및 북아프리카

중동 및 북아프리카 지역은 남아프리카 지역과 같이 건조 또는 반건조 기후의 특성을 가지고 있으며, 나라별로 많은 차이를 보이고 있는 강수량은 이들의 담수 자원 가용량 차이와 연관성을 보인다. <그림 2-4>에서 나타나듯이 이란, 이라크와 같이 상대적으로 많은 연평균 강수량을 보이는 국가들이 상대적으로 많은 담수 자원을 보유하고 있다. 이 지역의 담수자원은 이란의 $137.5\text{km}^3/\text{년}$ 에서 쿠웨이트의 $0.02\text{km}^3/\text{년}$ 에 이르기까지 매우 다양하며, 이란의 연평균 강수량은 $397.9\text{km}^3/\text{년}$ 으로 가장 많은 강수량을 나타내는 반면 쿠웨이트의 연평균 강수량은 $2.156\text{km}^3/\text{년}$ 으로 상대적으로 매우 적다.



<그림 2-4> 중동 및 북아프리카 지역의 연평균 강수량과 담수자원

자료: FAO(2008).

중동 및 북아프리카 지역의 연평균 일인당 담수 가용량은 쿠웨이트의 $6.85\text{m}^3/\text{년}/\text{인}$ 에 서부터 이라크의 $2,512\text{m}^3/\text{년}/\text{인}$ 에 이르기까지 큰 편차를 보인다. 이 지역의 19개 국가 중 아프가니스탄, 이란, 이라크를 제외하고는 모두 $1,700\text{m}^3/\text{년}/\text{인}$ 이하의 일인당 담수가 용량을 보유하고으로써 물 스트레스를 겪는 것으로 나타난다. 또한 11개국이 $500\text{m}^3/\text{년}/\text{인}$

이하로 절대적 물 스트레스 국가로 분류되며 그 중 쿠웨이트, 리비아, 카타르, 사우디아라비아, 아랍에미리트와 예멘은 연평균 일인당 담수 가용량이 100m³/년/인 이하로 생존 레벨 보유국가로 분류된다. 1950년 이후 급격한 인구성장으로 인해 감소하기 시작한 이 지역의 연평균 일인당 담수 가용량은 여러 오염원과 과잉개발로 인해 계속 줄어들고 있어, 일반적인 수자원을 통한 국내 물 수요 충족은 점점 힘들 것으로 보인다(Bahri, 2008). 중동 및 북아프리카 지역의 물 부족 현상은 이미 심각한 상태여서 기후변화로 인한 온난화와 강수량의 감소가 수자원 확보에 미치는 영향은 미미하지만 수자원 확보에 있어서의 어려움을 가중시킬 것으로 예측된다(Bou-Zeid and El-Fadel, 2002).

〈표 2-6〉 중동 및 북아프리카 지역의 국가별 담수자원 가용량 및 사용량

국가	인구 [천 명]	담수자원 [km ³ /년]	일인당 담수가용량 [m ³ /년/인]	일인당 담수사용량 [m ³ /년/인]	연평균 강수량 [km ³ /년]	물 가용량 지수 [m ³ /년/인]
아프가니스탄	27,208	65	2,389	854.9	213.3	2,091
알제리	34,373	11.67	339.5	176.1	212	350
바레인	776	0.116	149.5	307.6	0.06	157
이집트	81,527	57.3	702.8	665.5	51.07	773
이란	73,312	137.5	1,876	1,270	397.9	1,955
이라크	30,096	75.61	2,512	2,143	94.68	2,552
요르단	6,136	0.94	152.7	138.13	9.86	151
쿠웨이트	2,919	0.02	6.85	142.17	2.16	7
레바논	4,194	4.503	1,074	300.67	6.87	1,219
리비아	6,294	0.6	95.33	678.1	98.53	908
모로코	31,606	29	917.5	398.34	154.5	908
오만	2,785	1.4	502.7	421.9	38.69	377
카타르	1,281	0.06	45.28	172.5	0.86	63
사우디아라비아	25,201	2.4	95.23	891.6	126.8	95
시리아	21,227	16.8	791.4	654.35	46.67	1,346
튀니지	10,169	4.6	451.9	276.9	33.87	450
아랍에미리트	4,485	0.15	33.44	624.3	6.52	32
예멘	22,917	2.1	91.64	147.66	88.17	190

자료: FAO(2008); Jiménez and Asano(2008), Annex 1.

3) 유럽 및 지중해 북부

유럽의 기후는 북부지역의 아북극 기후, 남쪽의 지중해성 기후, 서부의 해양성 기후, 동유럽의 대륙성 기후로 나뉘는데, 북부 지역에 위치한 국가들은 상대적으로 풍부한 수자원을 가지고 있는 반면 남부에 위치한 지중해 부근의 국가인 스페인, 프랑스, 이탈리아, 몰타와 키프로스 등의 국가들은 지역적 또는 국가적으로 제한된 수자원을 가지고 있다. 노르웨이나 스웨덴과 같이 북쪽에 위치한 나라는 $80,134\text{m}^3/\text{년}/\text{인}$ 과 $18,903\text{m}^3/\text{년}/\text{인}$ 의 일인당 가용량을 보유하고 있는 반면, 남부에 위치한 몰타와 키프로스는 $124.1\text{m}^3/\text{년}/\text{인}$ 과 $904.9\text{m}^3/\text{년}/\text{인}$ 의 상대적으로 적은 일인당 가용량을 보유하는 것으로 나타난다. 이스라엘 또한 일인당 가용량이 $252.4\text{m}^3/\text{년}/\text{인}$ 으로 대표적인 물 부족 국가이며 국가적 차원에서 수자원 확보를 위해 노력해 오고 있다. 그리스, 터키, 프랑스, 이탈리아, 포르투갈 같은 나라들은 국가 전체적으로는 충분한 수자원을 가지고 있지만 지역적인 물 부족 현상을 겪고 있다(Juanico and Salgot, 2008).

IPCC(2007b)에 따르면 북부 유럽 지역과 대서양쪽에 겨울철 평균 강수량이 증가하는 경향이 관측되면서 북부 지방은 연평균 강수량 증가와 함께 작물이나 삼림 생산에 있어 이점이 있을 것으로 보인다. 반면에 남부 지방의 연평균 강수량은 감소할 것으로 전망되어 반건조성의 기후를 가진 남부지역은 더욱 건조해져 기후변화에 대한 취약성이 심화될 것으로 보인다. 하지만 남·북부 지역 모두 기후변화에 대한 대처의 취약성을 보완할 필요가 있으며, 상대적으로 적은 담수 가용량을 보유하거나 지역적으로 물 부족현상을 겪고 있는 남부지방의 국가들은 기후변화로 인한 물 스트레스 증가에 대처할 준비가 필요할 것이다.

〈표 2-7〉 유럽 및 지중해 북부지역의 담수자원 가용량 및 사용량

국가	인구 [천 명]	담수자원 [km ³ /년]	일인당 담수가용량 [m ³ /년/년]	일인당 담수사용량 [m ³ /년/인]	연평균 강수량 [kkm ³ /년]	물가용량지수 [m ³ /년/인]
오스트리아	8,337	77.7	9,320	252.85	93.1	9,470
키프로스	862	0.78	904.9	239.67	4.606	923
체코공화국	10,319	13.15	1,274	250.02	53.39	1,288
덴마크	5,458	6	1,099	229.94	30.29	1,102
프랑스	62,036	203.7	3,284	643.98	476.1	3,355
그리스	11,137	74.25	6,667	696.78	86.04	6,665
아일랜드	4,437	52	11,720	254.68	78.57	12,352
이스라엘	7,051	1.78	252.4	220.11	9.035	244
독일	82,264	154	1,872	472.62	250	1,862
이탈리아	59,604	191.3	3,210	742.73	250.7	3,290
몰타	407	0.0505	124.1	43.0	0.1792	125
노르웨이	4,767	382	80,134	459.41	457.9	82,274
폴란드	38,104	61.6	1,617	424.89	187.6	1,600
포르투갈	10,677	68.7	6,434	1054.6	78.67	6,515
스페인	44,486	111.5	2,506	798.68	321.4	2,570
스웨덴	9,205	174	18,903	321.56	281	19,184
터키	73,914	213.6	2,890	528.99	464.7	2,879
영국	61,461	147	2,392	154.68	297.2	2,456

자료: FAO(2008); Jiménez and Asano(2008), Annex 1.

4) 미국

FAO(2008)에 의하면 미국이 2008년 기준으로 보유하고 있는 일인당 담수 가용량은 9,847m³/년/인이며 일인당 담수 사용량은 약 1,528.9m³/년/인이다. 이처럼 미국은 국가적으로는 충분한 수자원을 보유하고 있는 것으로 나타나지만 지역적으로는 물 스트레스 영역을 포함하고 있으며, 이는 미국의 지역별로 다르게 나타나는 물 사용 강도와도 밀접한 관련을 나타내고 있다. 네 개의 주(캘리포니아, 콜로라도, 아이다호 및 네브래스카)에서의 물 사용이 전체 물 사용의 반을 차지하며 동부지역 영역의 물 사용강도(Water

intensity use)는 1~9%에 이르는 반면 남서부지역은 30~100%에 이르러 상대적으로 높게 나타난다(Exall et al., 2008).

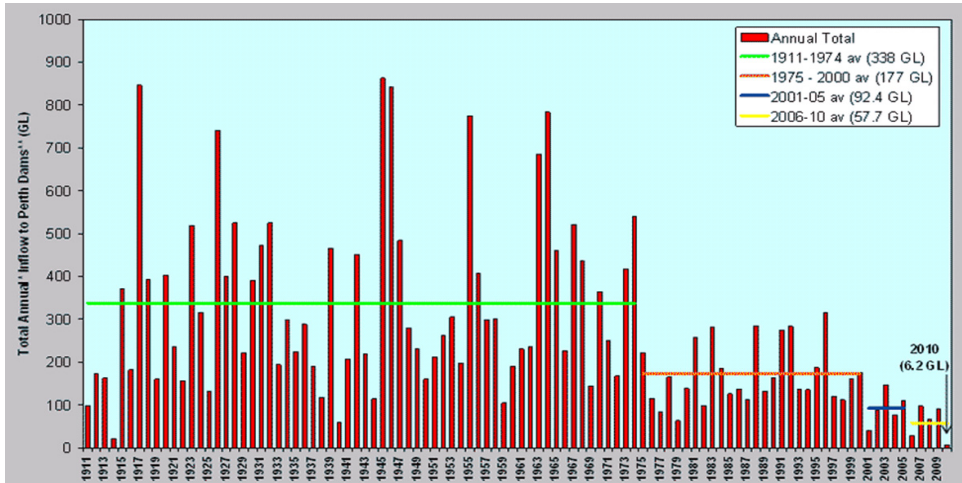
IPCC(2007a; 2007b)는 미국의 서부 지역에서 기후변화로 인해 눈이 빨리 녹으면서 침투 하천유량의 빨라짐이 예상되고 눈으로 내리는 강수량의 비율이 감소함과 함께 가뭄의 영향을 더욱 오랜 기간 동안 받는 경향이 있다고 보고하였다. 또한 남서부 지역에서의 연강수량 감소 경향은 계속 나타날 것으로 전망하고 있어 미국의 남서부지역이 앞으로 기후변화의 영향으로 인해 수자원 확보에 더욱 어려움을 겪을 것으로 예상된다. 이러한 지역적 변동성이 강한 기후변화의 영향은 미국의 지역별 수자원의 불균형적인 분포를 심화시킬 것으로 전망된다.

5) 호주

호주는 많은 양의 물을 소비하고 있는 국가로 기후변화가 수자원에 미치는 영향과 물 수요의 증가로 인해 미래의 지속적인 수자원 확보에 대한 관심이 고조되고 있는 지역이다. 아열대에서부터 건조 기후까지를 고루 지닌 호주는 강수량과 유출량에 있어서의 지역적 및 시간적 다양성과 높은 증발률을 가지고 있어 결과적으로 가뭄의 영향을 받고 있다(Anderson et al., 2008). 호주의 동부와 남서부 지역은 2002년 이후 심각한 가뭄의 영향을 받아오면서 수자원 안보에 압력이 가해져온 반면에, 연간 1.7%의 인구 증가와 함께 20년 전보다 생활용수로의 물의 사용량이 20% 증가하였다(IPCC, 2007b).

FAO(2008)에 따르면 호주의 일인당 담수 가용량은 23,346m³/년/인으로 풍부한 수자원을 가지고 있다. 하지만, 농산품을 수출하는 호주는 전체 물 사용량의 2/3가 농경 관개에 사용되어 여러 강 유역의 수질이 저하되고 있다(Anderson et al., 2008). 또한, IPCC에서 언급된 기후변화 영향에 대한 연구는 호주의 여러 지역에서의 하천 유출량의 감소가 전망되면서 물의 수급에 대한 조치를 취해야 할 필요성을 제시하였다.

(단위: GL=106m³)



〈그림 2-5〉 호주 퍼스 시 물 공급 시스템으로의 연평균 하천유량 변화(1911-2006)

주: 각 연도별 하천유량 데이터는 표기된 연도의 5월부터 그 다음 해의 4월까지를 측정된 값임.

자료: Courtesy of the Water Corporation of Western Australia,

(http://www.watercorporation.com.au/D/dams_streamflow.cfm)

6) 아시아

아시아 지역의 기후는 북동아시아에서 나타나는 습윤기후, 동남아시아와 남아시아에서 건계와 함께 나타나거나 건계 없이 나타나는 덥고 습한 기후, 서아시아에서 나타나는 건조 및 반건조 기후로 나뉜다(Funamizu et al., 2008). 이 지역의 수자원은 불균형적으로 분포되어 있고, 건조 및 반건조 지역뿐만 아니라 습윤 기후 지역에서도 제한되어 있는 수자원이 이 지역의 지속가능한 개발에 걸림돌이 되고 있으며 중국의 일부지역과 인도, 파키스탄, 네팔 및 방글라데시 등은 인구 증가나 산업화와 같은 비기후적인 요소에 의한 물 부족 현상을 겪고 있다(IPCC, 2007b). 아시아의 27개국 중 18개국이 연 평균 일인당 담수 가용량 3000m³/년/인 이상이나 인도, 파키스탄, 한국이 1700m³/년/인 이하의 연평균 일인당 담수 가용량을 보유하고 있어 물 스트레스를 받는 국가로 분류된다(〈표 2-8〉 참조). 싱가포르는 이 중 가장 적은 연평균 강수량 1,765mm/년과 일인당 담수

가용량 130m³/년/인을 보이면서 절대적 물 스트레스 국가로 분류되고 있으며, 이러한 사실을 반영하듯이 싱가포르의 국가적으로 대체수자원 확보를 위해 노력해 오고 있다.⁵⁾

아시아에서 나타나는 수자원과 연계된 기후변화의 영향으로는 지역에 따른 강수량의 변동성과 극대 강우사상 발생 빈도의 변동성에 따른 홍수와 가뭄의 재해로 인한 피해가 대표적이다. IPCC(2007b)는 러시아와 중국의 북동 및 북부지역, 파키스탄, 인도네시아, 필리핀 및 일본 등의 일부지역에서 연평균 강수량의 감소와 함께 연 총 강수량과 강우 일수가 줄어들어 여러 지역에서 가뭄의 발생이 잦아지고 있는 반면에, 중국의 서부지역과 남동부 지역, 방글라데시와 필리핀 등의 일부지역에서는 연평균 강수량이 증가하는 경향과 함께 극한 강우사상으로 인한 홍수의 피해가 늘어나고 있다고 보고하였다. 이 지역 국가들은 상대적으로 다른 지역의 국가들보다 기후변화 대응 능력이 부족하며 비기후적인 요소와 기후변화의 복합적인 영향으로 인해 물 부족 문제의 심각성이 심화될 것으로 전망되기 때문에 이들의 기후변화 대응 수자원 안보 대책이 시급한 것으로 전망되고 있다.

5) 싱가포르의 Public Utilities Board(PUB) 주도로 1998년부터 대체 수자원 개발 프로젝트인 NEWater Project를 통해 하수처리수를 식수용으로 재이용하는 등의 방법을 통해 수자원 확보를 위해 노력하고 있다.

〈표 2-8〉 아시아 지역의 국가별 담수자원 가용량 및 사용량

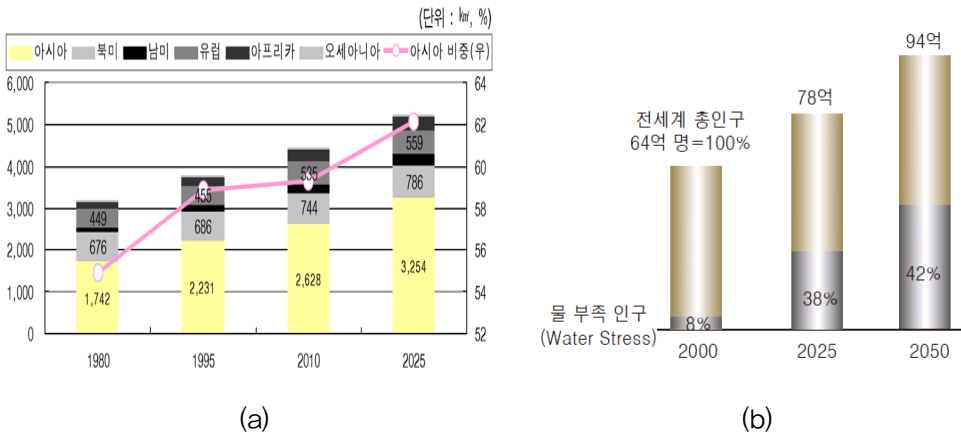
국가	인구 [천 명]	담수 자원 [km ³ /년]	일인당 담수자원가용량 [m ³ /년/인]	일인당 담수사용량 [m ³ /년/년]	연평균 강수량 [km ³ /년]	물 가용량 지수 [m ³ /년/인]
아르메니아	3,077	7,769	2,525	918.75	16.71	3,502
아제르바이잔	8,731	34.68	3,972	1,380.14	38.71	3,574
방글라데시	160,000	1,211	7,569	224.19	383.9	8,382
부탄	687	78	113,537	618.63	84.46	42,967
캄보디아	14,562	476.1	32,695	280.18	344.7	33,176
중국	1,344,919	2,840	2,112	402.03	6191	2,137
북한	23,819	77.15	3,239	378.69	127	3,416
인도	1,181,412	1,900	1,608	548.07	3,560	1,694
인도네시아	227,345	2,838	12,483	364.03	5,146	12,587
일본	127,293	430	3,378	688.02	630.4	3,354
카자흐스탄	15,521	109.6	7,061	2,151.92	681.2	7,400
키르기스스탄	5,414	23.08	4,263	1,806.43	106.6	3,865
라오스	6,205	333.5	53,747	483.48	434.3	55,059
말레이시아	27,014	580	21,470	333.75	948	22,484
몽골	2,641	34.8	13,177	166.6	377	12,990
미얀마	49,563	1046	21,104	670.46	1415	20,498
네팔	28,810	210.2	7,296	353.35	220.8	7,595
파키스탄	176,952	225.3	1,273	1037	393.3	1,381
필리핀	90,348	479	5,302	873.29	704.4	5,670
대한민국	48,152	69.7	1,447	528.95	127	1,453
스리랑카	20,061	50	2,492	628.58	112.3	2,391
타지키스탄	6,836	15.98	2,338	1,749.56	98.5	2,425
태국	67,386	426.7	6,332	850.47	832.3	6,330
투르크메니스탄	5,044	24.72	4,901	4,881.05	78.58	5,046
우즈베키스탄	27,191	50.41	1,854	2,145.56	92.16	1,868
베트남	87,096	891.2	10,232	819.2	603.1	10,443
싱가포르	4,615	0.6	130	-	1,765	137

자료: FAO(2008); Jiménez and Asano(2008), Annex 1.

다. 기후변화와 물산업 여건 변화

1) 기후변화가 물의 수요·공급에 미치는 영향

기후변화에 따른 기상이변으로 인한 강우패턴의 변화, 기온상승 등은 물 순환체계에 영향을 미쳐 이용 가능한 담수의 감소 및 수질악화를 초래하며, 이로 인해 물의 중요성은 전 세계적으로 더욱 증대되고 있다. 더욱이, 물의 공급은 한정된 반면, 산업발전, 도시인구 증가, 식생활의 변화 등으로 물 수요는 꾸준히 늘어날 것으로 예상된다. 유엔환경계획(UNEP)에 따르면 중동, 북아프리카 지역 수준인 연평균 1kl 이하의 물 사용 인구가 2000년 5억 명에서 2050년 약 40억 명으로 급증할 것으로 보고되었다. 이처럼 물 스트레스를 받는 지역은 강수 변동성에 취약함을 나타내고 있으며, 산업화된 국가를 제외한 대부분의 국가들은 인구 증가, 경제 성장, 용수공급 시스템 확충, 관개용수 수요 증가 등으로 인해 물 이용량의 급격한 증가를 보여 왔다(IPCC, 2007b). 이들의 복합적 영향으로 인해 물 스트레스 상황이 심화될 것으로 전망된다.

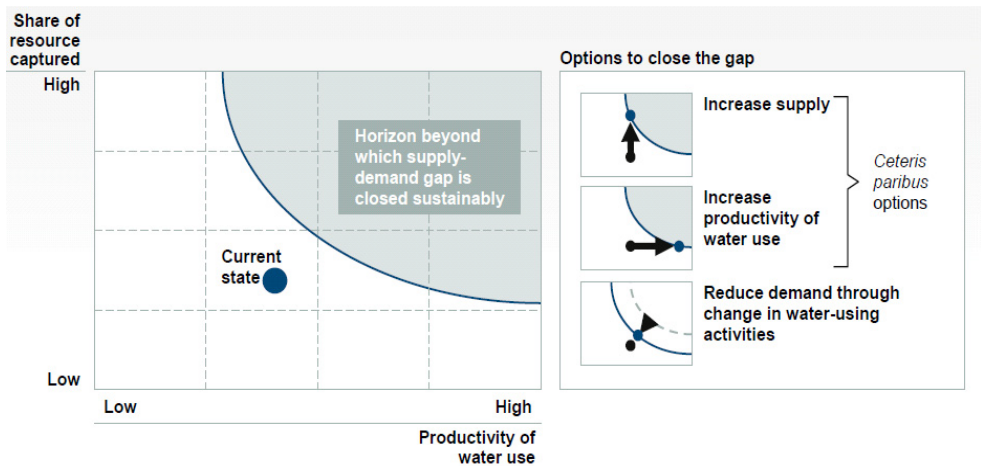


〈그림 2-6〉 세계 지역별 연간 물 소비량 추이(a) & 물 부족 현상(b)

주: 취수량 기준. 2010년 이후는 전망치임.

자료: (a) 현대경제연구원(2010), (b) 윤호현(2009).

수급 격차를 해소를 해소하기 위한 방안은 공급 측면과 수요 측면으로 구분할 수 있다. 공급 측면으로는 물의 공급량을 증가시키는 대체수자원 개발과 물의 저수 및 취수 능력을 향상시키는 것이 있다. 수요 측면으로는 물 소비가 적은 경제활동으로의 전환을 통한 물 사용 효율의 개선이 있다. 물 수급의 격차를 해소하기 위해서는 이러한 방안들이 복합적으로 고려되었을 때 비용효율이 높으면서 친환경적인 해결책을 제시할 수 있을 것이다(〈그림 2-7〉 참조).



〈그림 2-7〉 물 수급 격차를 해소하기 위한 옵션

자료: 2030 Water Resources Group(2009).

〈표 2-9〉는 기후변화의 영향을 고려한 물의 수급 변화에 적응하기 위한 지역별 수단을 나타낸다. 각 지역별로 기후변화 영향에 따른 용수공급, 홍수위험, 수 생태계 변화 등에 대처하기 위해서 여러 대응책이 계획 또는 시행되고 있다. 특히, 유럽의 경우 수요와 공급 측면에서의 다양한 전략들을 수립하면서 기후변화와 물의 사용증가에 따른 물의 수급 불균형에 대응하고 있다. 평균적 조건이나 가뭄조건 하에서는 용수공급을 보장하기 위해 저류용량 증가 및 취수원 다양화 노력으로 아시아, 오세아니아, 유럽, 남미, 북미, 섬지역 등에서 해수담수화, 물 재이용이 물 부족에 대한 대응책으로 실행되고 있다.

〈표 2-9〉 기후변화의 영향을 고려한 지역별 물 수급 변화 적응수단 예

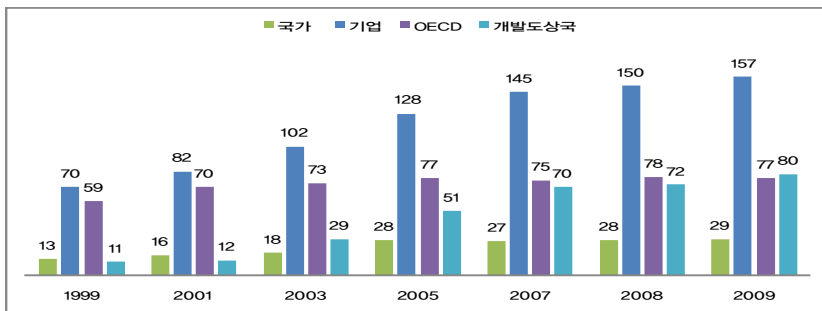
지역	적응수단
아프리카	계절별 예보, 예보 발령, 전파, 모델 기반의 의사 결정 지원 시스템에 통합/물관리 기반 시설의 개량을 통한 현재의 농경 시스템의 개선으로 미래의 가뭄 스트레스에 탄력적 대응 능력제고: 빗물 저류 시스템, 댐 건설, 물 보존 및 관개 기법 개선, 드립관개(drip irrigation), 작물 개량, 윤번 농작물 경작 등을 활용
아시아	목초지 용수 공급/관개 시스템과 그 효율성 제고/빗물의 사용 및 저장/국가적, 지역적, 국제적 차원의 신기술에 대한 정보 교류 시스템/축산가, 어부, 농부를 위한 적시의 일기예보(강우 및 기온)/도시 하수의 재순환 및 재이용(싱가포르)/물 낭비 및 누수의 감소, 낭비적 물 사용을 감소시키기 위한 시장 중심 접근 방법의 사용
호주 뉴질랜드	국가 물 이니셔티브/재순환수 공급을 위한 처리시설/수로 침투 손실 감소 및 물 보존 수단/관개 개수로를 관수로로 대체/물 사용 효율 및 수질의 개선/가뭄 대비, 새로운 물 가격 정책/빗물 저장 시설의 설치/해수 담수화
유럽	고지대의 도시용수 및 관개용수 공급용 저수지와 저지대의 저류지로부터의 누수 손실 감소를 위한 시설 개량으로 생활·공업·농업용수 보존 등과 같은 수요 측면의 전략 수립 추진/홍수터 지역, 비상용 홍수 조절용 저수지, 홍수 범람용 저류지, 돌발 홍수의 예경보/하천 내 저수지 형성을 위한 하천 저류 등과 같은 공급 측면의 수단 동원과 하수의 재이용, 담수화 시스템, 용수 가격 정책 등/통합 수자원 관리 계획에 기후변화 영향에의 적응을 위한 지역 단위 및 하천 유역 단위 전략을 포함
라틴 아메리카	빗물 포집 및 저류 시스템/빈촌에서의 용수 공급 시스템 개량을 위한 ‘자율조직’ 프로그램 /물 보존을 위한 실무 관행, 물의 재이용, 물의 재순환
북미	개선된 물 보존책과 보존 경작/물 보존 시스템과 새로운 물 공급 및 배분 시설에의 투자/복합 홍수 피해 보상 청구 위험도 감소를 위한 홍수보험 정책의 변경/2회 이상의 홍수 관련 보상 청구가 된 주택은 100년 빈도 홍수위보다 2.5cm 높거나 타 지역으로 이주/5년 빈도 홍수 기준보다 더 큰 홍수에 대비하기 위해 내배수시스템을 플러싱하고 주 하수관거를 교체/침투를 늘리기 위해 지붕에 떨어지는 빗물을 잔디로 직접 떨어지게 하고 도로상의 요면 저류량을 증가시킴
극 지역	델타 지역 연못의 건전화 방지를 위해 저수지로부터의 방류를 관리하여 빙집(ice-jam)이 형성되어 홍수 발생 확률 감소/수력발전을 위한 유량 조절, 음용수 확보를 위한 빗물 저류/증가 혹은 감소되는 담수로 인한 재해 관리 전략(홍수 위험을 감소시킬 수 있는 방어용 구조물의 설치 등)
군소 도서 지역	담수화 공장/대규모 저수지 건설 및 빗물 포집 및 저장 시스템의 개량/지하수의 보호, 빗물 확보 및 저장 시스템의 대형화, 태양광 증류법의 사용, 우수 유출의 관리 및 지하수 함양 지역의 확대

자료: Bates et al.(2008).

2) 기후변화와 대체수자원산업

해수면의 상승은 지하수와 하구부의 염수화 지역을 확장시켜 해안지역에서의 인간과 생태계를 위한 담수의 가용량을 감소시키게 될 것이다. 최근 중국은 100년 빈도의 극심한 가뭄 피해로 운남성의 경우 강수량이 평년의 30% 수준으로 떨어져 지역 주민들의 식수 공급이 어려운 실정이다. 선진국들은 이러한 추세를 예견하고 역설적으로 기후변화로 인한 물 부족 문제를 자국의 물산업 발전의 기회로 만들려는 노력을 기울이고 있다.

세계 물산업의 규모는 연평균 5% 이상 성장하고 있으며 2007년의 3,630억 달러에서 2025년에 8,650억 달러까지 확대될 것으로 전망되고 있다(현대경제연구원, 2010). 물산업의 구조는 자국시장에서 안정적인 사업기반을 확보한 경험을 바탕으로 내수산업에서 중국, 중동, 동유럽 등 신흥지역의 물시장을 개척하는 해외산업으로 대형화되고 있는 추세이다. 최근에는 자국의 전문 물기업의 육성 및 경쟁력 강화를 위해 많은 국가들이 정책적 지원을 한 결과 전문 물기업을 보유한 국가와 기업의 수가 1999년에 비해 2009년에 2배 이상 증가하였다. 이러한 물산업의 성장 추세와 더불어 기후변화에 세계적인 관심이 집중되면서 기후변화로 인한 물 부족 대응산업으로 대체 수자원 확보를 위해 바닷물을 민물로 만드는 해수담수화, 사용한 물을 다시 쓰는 물 재이용 등과 같은 분야의 물산업이 부각되고 있다.



〈그림 2-8〉 전문 물기업 형성 추이(누계 기준)

자료: Pinsent Masons(2009).

해수담수화 산업의 성장의 예는 호주에서 쉽게 찾을 수 있다. 호주의 경우 북동부 퀸즐랜드 주의 수도인 브리즈번 지역은 1999년 이후 계속된 극심한 가뭄으로 인해 2005년 댐 저수율이 18%로 낮아져 기존 댐을 통해 확보한 수자원이 고갈될 위기에 직면하였다. 이에 주정부는 2007년 3.5억 톤/년 규모의 대체용수 확보 및 공급을 위해 총 90억 달러를 투자하는 프로젝트를 착수하였으며 그 중 125천 톤/일 시설용량의 해수 담수화 사업이 실행되었다. 빅토리아 주 또한 기후변화, 인구증가 등으로 인한 식수 부족사태를 예방하기 위해 멜버른시 남쪽 완타기(Wonthaggi) 지역에 연간 담수 생산량 1.5억 톤 규모의 담수화 플랜트를 2011년까지 완공하고 27년간 운영할 계획이다(김길복, 2009).

지난 몇 년 동안 강수량 감소로 인해 담수의 양이 연간 11억 7천 톤에서 8억 톤으로 급격히 줄어 극심한 물 부족에 직면한 이스라엘은 향후 10년 간 50억 달러를 투입하여 6억 톤 규모의 대형 담수플랜트를 설치하여 물 부족을 해결할 계획이다. 중국의 경우 해수 담수화 산업의 물 생산 단가가 과거 40년 간 10 달러/톤에서 0.47 달러/톤까지 인하되었으며 에너지 소비 전력도 4.5kWh/톤 정도 이하로 재래식 수자원 공급과의 경쟁력이 확보되고 있다. Global Water Intelligence에 따르면 세계 담수화 설비 시장은 매년 연평균 9% 성장률을 보여 2015년에는 현재보다 140% 규모로 성장하게 되어 약 1억 톤/일 규모의 설비가 확대될 것이며 2015년까지 546억 달러가 투자될 것으로 예상된다

〈표 2-10〉 세계담수화 용량 전망

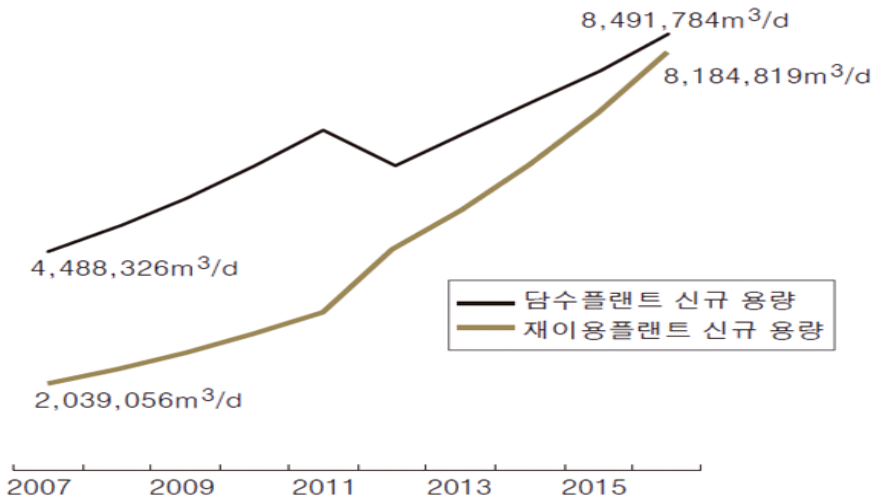
(단위 : 백만 톤/일)

구분	중동	미국	유럽	아프리카	아시아	기타	세계종합
2005년 이전	18.1	6.6	3.8	2.7	3.1	5.6	39.9
2006~2010년	11.3	1.3	1.7	3.1	3.6	3.4	24.4
2011~2015년	12.8	2.7	1.6	4.2	7.8	4.1	33.2
2015년 누계	42.2	10.6	7.1	10.0	14.5	13.1	97.5

자료: IDA(2008).

해수담수화와 더불어 물 부족 대응 방안으로 물 재이용 시장이 빠르게 성장할 것으로 기대되고 있다. 국토의 2/3가 사막인 이스라엘은 전체 물 소비량의 50% 이상을 해수담수화와 더불어 하수처리수 재이용수로 공급하고 있는 등 세계 선진국 및 신흥 개발도상국들을 중심으로 물재이용 사업 추진이 강화되고 있다. 미국을 비롯하여 중동, 이스라엘, 스페인, 중국, 호주 등은 하수처리수 재이용량이 가장 많은 나라에 속하며, 특히 중국을 비롯한 아시아 지역은 14~29%의 높은 물 재이용 시장 성장률이 예측되고 있다 (Jiménez and Asano, 2008; SUEZ Environment, 2008).

2007년 신규 재이용 플랜트 투자규모는 담수 시설투자에 비해 45.4%에 불과하나 2012년을 기점으로 급격히 성장하여 2016년에는 담수시설 신규 투자 규모와 거의 차이가 없을 것으로 예측된다. 이는 동일 기간의 담수 투자의 연평균 성장률이 7.3%인 반면에 재이용 분야는 연평균 16.7%로 성장될 것으로 예측되기 때문이다(<그림 2-9> 참조).



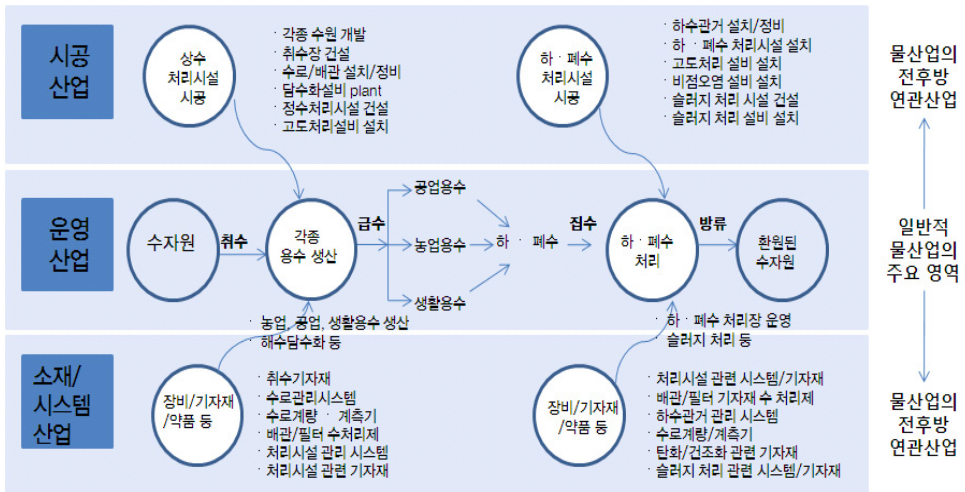
<그림 2-9> 담수화플랜트 및 재이용플랜트의 성장 전망

자료: 윤호현(2009).

2. 세계 물산업 현황 및 전망

가. 세계 물산업의 특징과 구조

물산업은 일반적으로 생활과 공업에 필요한 용수를 생산하여 공급하는 산업, 발생된 하수와 폐수를 이송 및 처리하는 산업으로 정의되며 범위는 상하수도, 폐수, 생수, 정수기 등이 OECD의 환경산업 정의에서 물산업 부문으로 포함되어 있다. 물산업은 규모의 경제와 범위의 경제가 발생하는 자본집약적인 장치산업이면서 토목, 기계, 화학, 전기, 전자, 경영, 행정 등 다양한 분야의 전문 지식 및 기술을 요구하는 응용산업이기도 하다. 또한 상하수도 서비스산업의 경우는 네트워크산업의 특징에 따라 지역독점적인 특성을 나타내기도 하고, IT, BT, NT 등의 연관기술 발달에 의해 고부가가치 첨단기술 산업으로 발전될 가능성도 높다. 물산업의 주요 부문인 운영산업은 장치, 처리약품, 측정기기, 정수기 등의 제조업과 상하수도, 폐수처리시설 건설업, 엔지니어링, 교육 등의 컨설팅업에 깊은 연관성을 갖는 특징을 가지고 있다(〈그림 2-10〉 참조).

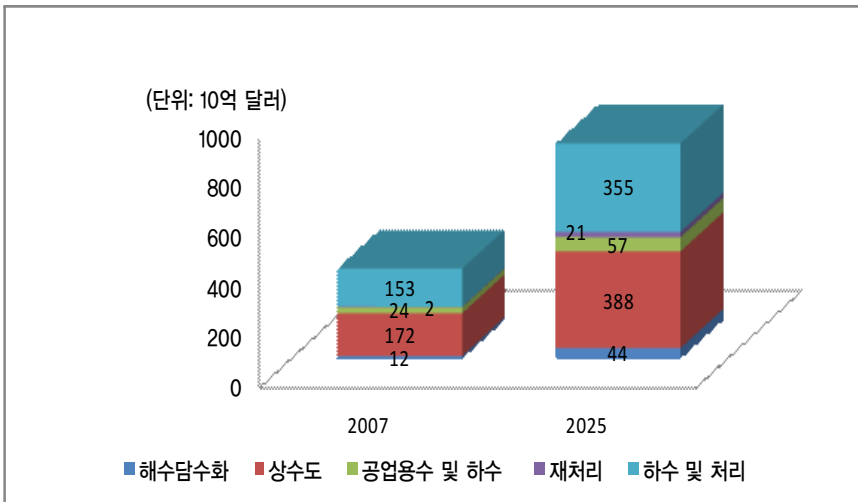


〈그림 2-10〉 물산업의 구조

자료: 미래기획위원회(2009).

기존에 사회간접자본 및 공공성 측면이 강조되어 왔던 물산업에서 상하수도사업의 광역화 및 통합화와 함께 세계적 물기업이 출현하게 되면서 산업적 측면이 더욱 부각되고 있다. 이러한 물시장의 구조는 물산업에 있어서 변화하는 환경과 국가 또는 지역별로 다르게 나타나는 법·제도적 규제, 사회, 환경 및 경제적 요인과 밀접한 관련을 맺고 있다. 일례로, 신흥공업국과 개발도상국의 산업화에 따른 상하수도 설비 증가와 중동국가의 물 부족 해결을 위한 해수담수화 시설 증가 등이 있다. 또한 유럽과 같은 선진국에서는 수질 기준 강화로 인해 물시장이 성장하는 경향을 나타내고 있다. 그러므로 지역 및 국가마다 상이하게 나타나고 있는 기후변화의 영향과 물 수요 증가에 대비한 수자원 안보 대책에 따라 세계 물시장에 변화가 있을 것으로 예상된다.

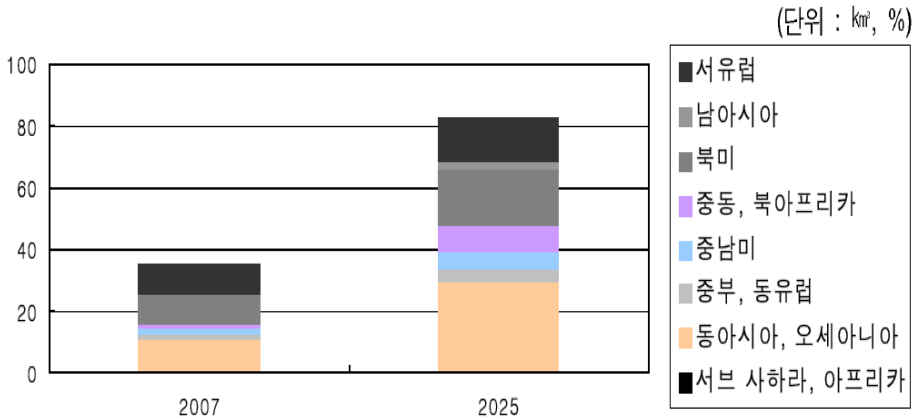
세계의 물산업은 19세기 말 상하수도 보급을 통해 형성된 것을 시작으로 인구 증가와 도시화·산업화로 인해 세계적으로 지속적인 성장세를 보이고 있다. 1980년대 중반 이후 베를리아나 수에즈 같은 민간 기업들이 위탁경영방식을 통해 국가나 지자체 대신 상하수도 서비스를 공급하면서 유럽에 물시장이 형성되었고 이러한 민간 부문의 위탁경영 또는 민영화 추세가 세계적으로 퍼지면서 지역마다 물시장이 형성되었다. 이후 상하수도 부문을 중심으로 지속적으로 성장한 물산업의 규모는 2007년 3,630억 달러에 이르렀으며, 최고 연간 1,480억 달러에 이르는 상하수도 관련 투자 필요에 따라 2025년까지 8,650억 달러에 이를 것으로 전망된다(현대경제연구원, 2010). 이러한 물시장의 성장은 전문 물기업의 기술 및 운영 능력을 활용하는 전문화 경향, 상하수도 서비스의 시장 개방화, 그리고 2007년 국제표준화기구(ISO)가 주도하는 상하수도서비스 국제표준화를 동반하고 있다. 이와 더불어 대체수자원 확보를 위한 산업인 해수담수화와 물 재이용에 대한 관심이 커지고 있다. 사업부문별 물산업 성장추세를 살펴보면, 물산업 전체 규모의 90%를 차지하는 상하수도 사업은 2025년까지 2배 규모로 성장할 것으로 예측되며, 해수담수화 및 재처리 사업은 물산업 전체 규모에서 차지하는 비중은 작지만 더 높은 성장률(2025년까지 약 4~10배 확대)을 보일 것으로 기대된다(<그림 2-11> 참조).



〈그림 2-11〉 세계 물산업 규모 전망

자료: 현대경제연구원(2010).

세계 물시장은 서유럽, 북미 등 선진국 중심으로 성장해 왔으나 이제는 동아시아, 남미와 동유럽 지역에서의 성장이 두드러질 것으로 예상된다. 오세아니아를 포함한 동아시아 지역, 남미, 동유럽과 중동 및 북아프리카 지역의 물산업이 세계 시장에서 차지하는 비중이 크게는 5%까지 증가할 것으로 기대되는 반면, 2007년 기준으로 세계시장의 50%를 차지하던 서유럽과 북미 지역의 물산업은 40% 전후로 축소될 것으로 전망된다 (〈그림 2-12〉 참조). 특히, 세계 물 소비의 50% 이상을 차지하는 아시아 지역의 경우 싱가포르와 일본의 물산업 발전 전략 추진과 함께 중국, 인도 및 동남아시아에서의 상하수도 시설 수요의 증가가 예상되어 가장 큰 성장을 보일 것으로 예상되고, 중동 지역 또한 수자원 개발을 통해서 세계 물산업에서 차지하는 비중이 높아질 것으로 예상된다 (현대경제연구원, 2010).



〈그림 2-12〉 세계 지역별 물산업 규모 전망

자료: 현대경제연구원(2010).

나. 물산업 분야별 현황 및 전망

1) 상하수도

세계 물산업 규모의 대부분을 차지하는 상하수도산업은 선진국에서의 기존 상하수도 시설에 대한 재투자 및 높은 수준의 환경에 대한 욕구로 인해, 후진국에서의 상하수도 수요 증가로 인해 지속적으로 성장될 것으로 기대된다. 2007년 기준으로 각각 1720억 달러, 1770억 달러에 이르던 상수도 산업과 하수도 산업의 규모는 2025년에는 3880억 달러, 4090억 달러에 이를 것으로 전망된다.⁶⁾ 세계 상하수도산업은 유럽지역에서 위탁 경영 및 민영화를 포함한 상하수도사업 구조개편을 통해 크게 성장하였으며, 민간 기업의 상하수도 서비스사업 참여 비중 확대를 동반하면서 지속적인 성장세를 보일 것으로 예상된다. 〈표 2-11〉에서 보듯이 세계 민영 상하수도 공급 비중은 1999년 5%에서 2009년 12%로 증가하였고 2025년에는 20%로 증가할 것으로 기대된다. 중국의 경우 민영

6) 하수도사업 규모는 하수 및 처리, 공업용수 및 하수 부문을 포함한다.

상하수도서비스 공급이 2009년 12%와 10%에서 2025년 각각 18%, 19%로 증가할 것으로 기대되면서 현재 가장 중요한 성장지역으로 뽑히고 있으며, 바레인, 요르단 및 카타르는 2025년 100%의 민영 상하수도 서비스 공급이 예상된다(Pinsent Masons, 2009). 이로 인해 중동지역과 아시아지역은 주요 물시장으로 주목받고 있다.

〈표 2-11〉 지역별 민영 상하수도 공급 인구 및 비중 전망

	2009		2015		2025	
	인구 (백만 명)	민영화율 (%)	인구 (백만 명)	민영화율 (%)	인구 (백만 명)	민영화율 (%)
서유럽	181.4	45	219.5	54	226.6	55
중부 및 동유럽	33.8	10	64.4	20	81.1	27
중동 및 북아프리카	68.2	5	123.1	9	217.8	13
중남부 아프리카	10.1	1	43.1	2	97.4	5
남부 및 동아시아	314.6	15	443.6	20	605.2	26
오세아니아	8.4	25	12.1	32	14.7	36
북미	100.4	22	136.2	28	209.0	40
남미	85.1	18	121.5	24	158.0	29
세계	802.0	12	1163.4	16	1609.8	20

자료: Pinset Masons(2009).

세계 상하수도 시장은 다국적 물 전문기업들을 중심으로 성장해 왔다. 2005년 기준으로 세계 상하수도 시장의 81.5%를 세계 10대 물기업이 점유하고 있는 것으로 나타났다.⁷⁾ 특히, 1980년대 중반 이후 세계 상하수도 시장에 개입한 프랑스의 수에즈환경(Suez Environment)과 베올리아환경(Veolia Environment)은 지속적으로 1위와 2위의 자리를 차지하고 있으며, 해외사업에 높은 비중을 두면서 1억 명이 넘는 인구에게 서비스를 공급하고 10조원 이상의 매출을 올리고 있다.⁸⁾ 세계 10대 기업 중 상위 그룹은 자국 내에서 상하수도 서비스 공급을 통해 성장한 후 해외진출을 통해 사업을 확장해왔는데,

7) 〈표 2-12〉와 비교할 때, 2005년 기준의 10대 물기업에는 AWW(American Water Works), NWS Holding과 China Water Industry 대신 아체아(ACEA), 서번 트렌트(Severn Trent Water)와 소어(SAUR)가 포함됨.

8) 자세한 내용은 〈부록 1〉을 참조.

최근에는 점점 지역에서의 서비스 확장을 통해 급성장하는 물기업도 눈에 띄고 있다.⁹⁾

〈표 2-12〉 세계 10대 물기업 현황(2009년 기준)

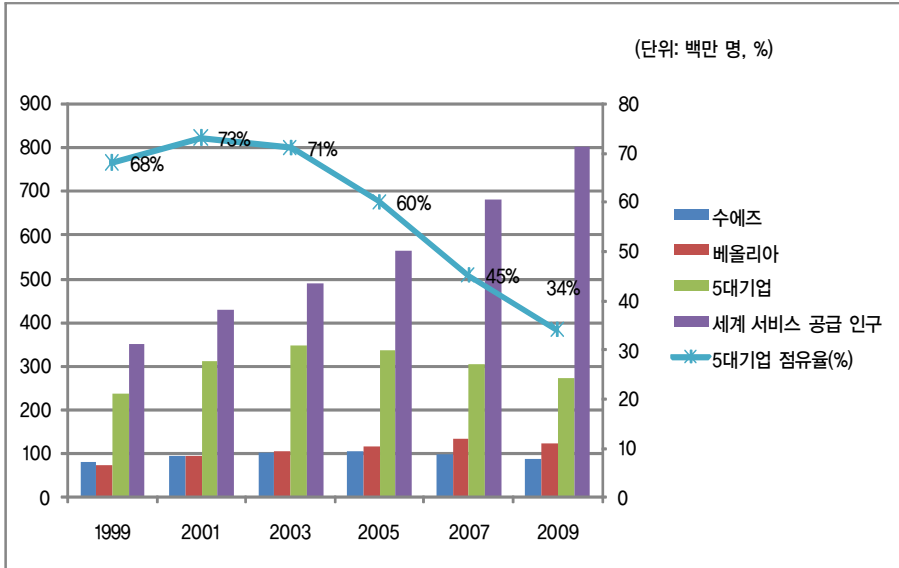
순위	기업명	모회사(국가)	매출액 (백만)	서비스 인구 (만 명)	해외사업 비중(%)
1	Veolia Environment	VE (프랑스)	€12,558	12,237	80
2	Suez Environment	GDF Suez (프랑스)	€6,653	11,273	89
3	Agbar	Agbar (스페인)	€1,771	2,969	49
4	FCC	FCC (스페인)	€845	2,734	52
5	Sabesp	Sabesp (브라질)	BRL6,352	2,620	0
6	United Utilities	United Utilities (영국)	£1,640	2,403	57
7	RWE	RWE (독일)	-	1,827	28
8	American Water Works	RWE (독일)	US\$2,337	1,700	2
9	NWS Holding	NWDC (중국)	-	1,612	0
10	China Water Industry	NWDC (중국)	HK\$195	1,561	0

자료: Pinsent Masons(2009).

이러한 현상은 수에즈환경, 베올리아환경, 소어(SAUR), 아그바(Agbar), 알베에(RWE) 등의 5대 물기업에게 잠식되어있던 세계 물시장의 새로운 변화를 의미한다. 브라질의 사베습(Sabesp)과 같은 공기업과 스페인의 FCC가 약진을 보이면서 세계 물시장의 구성에서 변화가 나타나고 있다. 전체 상하수도 서비스 공급 인구에 대한 5대 물기업의 서비스 공급 인구 비율은 2001년의 73%를 기점으로 점차 감소하여 2009년에는 34% 수준으로 하락하였다. 이러한 변화는 프랑스의 물기업 소어(SAUR)가 다국적 건설기업 브이그(Bouygues)에서 분리되고 AWW(American Water Works), 템스 워터(Thames Water), 인터내셔널 템스(Thames Water International)가 알베에에 대한 투자를 회수하면서 더욱 가시화되었다(Pinsent Masons, 2009). 그 결과로 FCC가 알베

9) 많은 국가에서 점차 자국 기업과 상하수도사업 관련 계약을 맺는 현상이 나타나고 있다. 1990년대 후반에는 자국 기업과 체결된 계약이 전체 상하수도사업 관련 계약의 47%에 해당되었으나 2000년대 후반에는 66%로 증가하였다. Pinsent Masons(2009).

에보다 더 많은 서비스공급인구를 보유하고 있다.



〈그림 2-13〉 5대 주요 물기업 서비스 공급인구 변화 추세

자료: Pinsent Masons(2009).

세계 주요 물기업은 위탁경영을 활용하는 방식으로 상하수도사업 구조개편이 이루어지면서 성장의 기회를 잡아왔다. 수에즈, 베올리아, 아그바, FCC와 소어는 프랑스와 스페인의 상하수도사업 위탁 경영을 통해 성장한 후 1980년대 중반부터 세계로 사업을 확대해 나갔다. 브라질의 사베습의 경우는 1970년대 27개 주마다 설립된 광역공사가 지자체의 상하수도사업을 인수하면서 성장하였다.¹⁰⁾ 이제는 민간 기업뿐만 아니라 사베습과 같이 공기업의 형태를 갖춘 기업과 중국의 로컬기업인 NWS Holding과 China Water Industry가 자국 시장에서의 활동 영역을 확대하면서 해외 진출 실적이 없음에도 불구하고 서비스 공급 인구수에서 세계 10위 안에 들었다.

10) 지자체는 사베습 지분의 72%를 보유하고 있다. Pinsent Masons(2009). 자세한 내용은 〈부록 1〉을 참조.

세계 주요 물 전문기업들은 상수원, 상수도, 하수도, 폐수 등을 통합하여 관리할 수 있는 역량을 갖추면서 경쟁력을 확보하고 시장개방이 활발해지면서 현지 기업 인수를 통해 세계 시장에서의 영역을 확대해나가고 있다. 이들은 현재 지속적인 성장이 예상되는 중국과 중동 및 북아프리카 지역의 상하수도시장에서 점유율을 높이기 위한 적극적인 투자를 펼치고 있다. 수에즈, 베올리아, 아그바와 FCC 등이 대표적으로 이들 시장에 대한 중점적 투자전략을 보이고 있으며, 수에즈의 경우 중국에 새로운 투자 사업을 벌이기 위해 중국 내 합작회사 Sino-French Holdings를 설립하였다(〈표 2-13〉 참조). 이러한 시장 개방의 물결과 함께 세계 물시장은, 2007년 12월 상하수도 서비스 국제표준¹¹⁾이 제정되면서 서비스 품질에 따른 경쟁체제로 들어간 상태이다.

〈표 2-13〉 주요 물기업 물시장 관련 투자전략

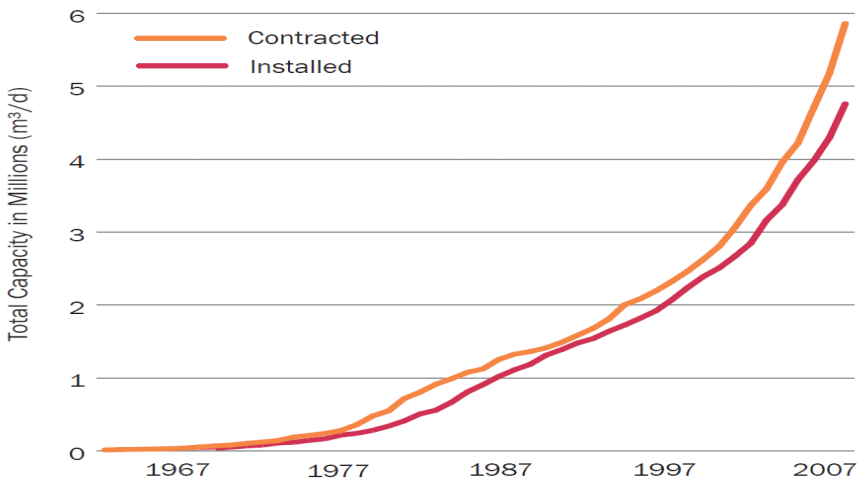
기업명	전략
수에즈	중동 및 북아프리카 지역과 중국을 제외한 모든 개발도상국에 대한 투자 철회
베올리아	유럽, 중국과 선택된 시장에 대한 중점 투자
알베에	중앙유럽과 독일을 제외한 모든 시장으로부터의 투자 철회
소어	유럽 시장에 중점 투자
아그바	대부분의 라틴아메리카 지역에 대한 투자 철회; 유럽, 중동 및 북아프리카 지역 및 중국에 투자
FCC	라틴아메리카 지역에서의 일부 활동 유지; 중국과 유럽에 투자
아체아	국제적 활동을 유지하나 새로운 프로젝트는 없음
AWG	모든 국제 활동 매각(아일랜드 제외)
서번 트랜트	자산운용 전략 유지(자본 지출 없음)
유나이티드 유틸리티즈	동유럽과 중동 및 북아프리카 지역에 초점을 맞춘 선택적 정책 유지

자료: Pinsent Masons(2009).

11) 국제표준화기구(ISO)는 전문위원회(TC224; Service Activities Relating to Drinking Water Supply and Sewerage)를 구성하여 상하수도서비스 표준을 제정하기 위한 작업을 진행하였으며, 2007년 11월 29일 그 표준이 발효되었다.

2) 해수담수화

해수를 이용한 담수 생산은 대부분 중동 지역에서 식수공급을 위해 사용되어 왔다. 이제는 경제 및 인구의 성장, 기후변화, 수자원의 남용, 오염 또는 염화로 인한 수자원의 양적·질적 감소 등의 요인과 함께 담수화 기술의 발달로 인해 에너지 효율이 높아지면서, 담수화는 전 세계적으로 미래의 물 수요를 충족하기 위한 수단으로 인식되고 있다. 이로 인해 담수화는 이제 하나의 산업으로서 물산업의 중요한 부분을 차지하고 있다. 2007년 한 해의 담수화 플랜트 수주용량은 681만 $\text{m}^3/\text{일}$ 로 2006년의 475만 $\text{m}^3/\text{일}$ 보다 43%(약 210만 $\text{m}^3/\text{일}$) 증가하였으며 생산 규모는 약 4,761만 $\text{m}^3/\text{일}$ 로 2006년의 4,298만 $\text{m}^3/\text{일}$ 보다 11.2% 증가하였다.

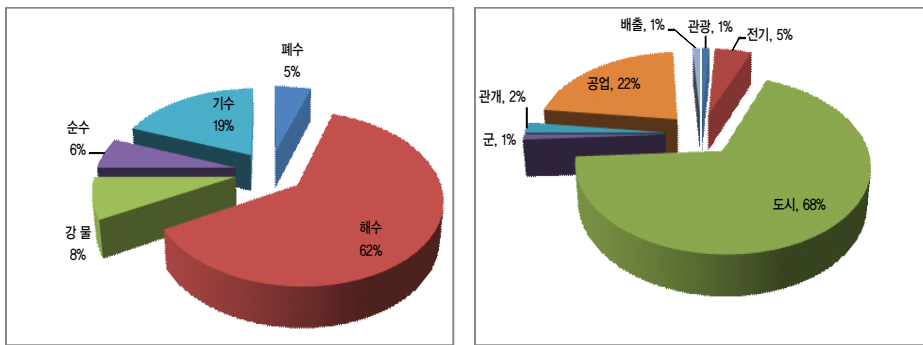


〈그림 2-14〉 세계 담수화 시장 생산 규모 성장 추세

자료: IDA(2008).

세계의 전체 담수 생산 규모 4,761만 $\text{m}^3/\text{일}$ 의 62%인 2,950 만 $\text{m}^3/\text{일}$ 의 담수가 해수담수화로부터 생산되어지고 있으며 19%는 기수, 5%는 폐수로부터 담수가 생산되어지고 있다(〈그림 2-15〉 (a) 참조). 해수담수화는 세계 각국의 안정적인 대체 수자원 확보를 위한 대안 중 중요한 부분을 차지한다. 세계 시장에서 해수담수화를 통해 생산된 담수의

용도는 주로 도시용과 공업용으로 사용되고 있다. 도시공급과 공업용을 위한 담수 생산량은 각각 전체의 68%, 22%에 해당되며 전기, 군과 관광용으로 쓰이는 담수의 양은 전체의 5% 이하로 상대적으로 미미하다(〈그림 2-15〉 (b) 참조). 해수와 기수로부터 생산되는 담수는 도시 공급에 주로 쓰이는 반면 폐수로부터 생산되는 담수는 도시공급보다는 공업용으로 주로 쓰인다(Lattemann et al., 2010).



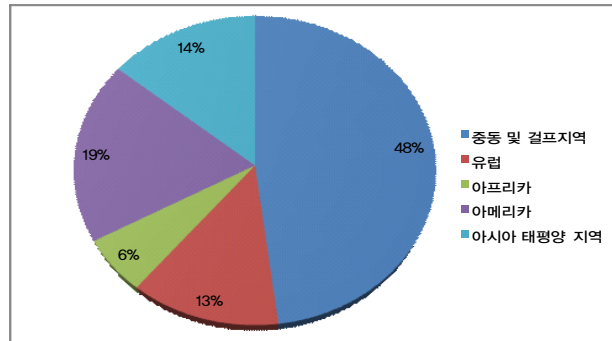
(a) 원수별 비중

(b) 용도별 비중

〈그림 2-15〉 세계 담수화 시장의 원수별 및 용도별 비중

자료: IDA(2008).

세계 담수화 시장은 중동 걸프, 유럽, 아시아·태평양, 아메리카와 아프리카 지역으로 크게 나뉜다. 생산 규모는 담수화에 가장 많이 의존하는 중동 및 걸프지역이 약 2,100만 m³/일로 전 세계의 담수 생산 규모의 48%를 차지하며, 다음으로 아메리카 지역(820만 m³/일, 19%), 유럽 지역(600만 m³/일, 14%), 아시아 태평양 지역(620만 m³/일, 14%)과 아프리카 지역(280만 m³/일, 6%) 순으로 나타났다(〈그림 2-16〉 참조). 해수를 담수화의 원수로 쓰고 있는 국가는 중동 지역의 사우디아라비아, 아랍에미리트, 쿠웨이트, 바레인, 카타르와 오만으로 이들은 해수담수화에 의한 총 담수 생산량의 61%를 생산하고 있으며, 유럽 남부 지역과 북아프리카가 각각 11%와 7%를 생산하고 있다(Lattemann et al., 2010).



〈그림 2-16〉 담수 생산의 지역별 비중

자료: Lattemann et al.(2010).

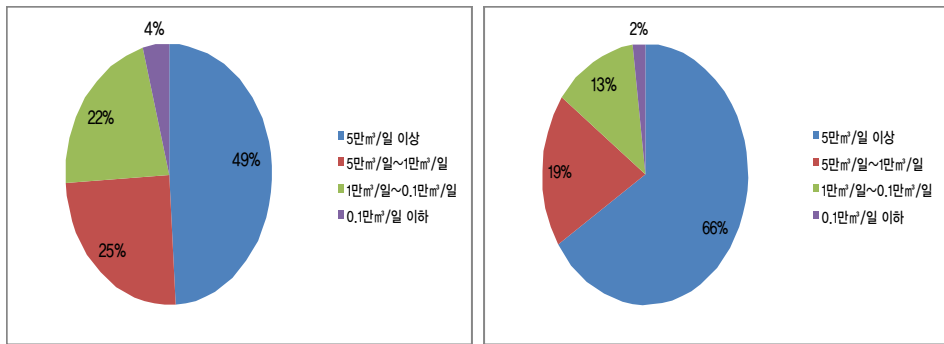
중동 지역의 국가들은 오일머니를 이용해 인구성장과 지구온난화에 따른 물 부족 현상을 대비하기 위해 해수담수화 산업을 확대하고 있다. 사우디아라비아와 아랍에미리트가 국가별 세계 담수화 생산 규모에서 각각 17%와 13%를 차지하면서 가장 높은 순위를 보이고 있으며, 미국이 13%로 아메리카 지역에서, 스페인이 8%로 지중해와 유럽지역에서, 알제리가 4%로 북아프리카 지역에서, 중국이 4%로 아시아 지역에서 가장 큰 생산 규모를 나타내고 있다(〈표 2-14〉 참조).

〈표 2-14〉 국가별 해수담수화플랜트 담수 생산 규모

순위	국가	담수 생산 규모 (m ³ /일)	비중 (%)
1	사우디아라비아	10,759,693	17
2	아랍에미리트	8,428,456	13
3	미국	8,133,415	13
4	스페인	5,249,536	8
5	쿠웨이트	2,876,625	5
6	알제리	2,675,958	4
7	중국	2,259,741	4
8	카타르	1,712,886	3
9	일본	1,493,158	2
10	호주	1,184,812	2

참조: IDA, Desalination in 2008: Global Market Snapshot(<http://www.idadesal.org>)

세계 담수화 시장에서 담수화플랜트의 크기는 점점 대형화의 추세를 보이고 있으며, 이러한 경향은 해수담수화플랜트의 경우 더욱 두드러진다. 전체 담수화플랜트를 고려하였을 때는 전체 담수 생산의 49%가 5만 m³/일 이상의 담수를 생산할 수 있는 플랜트에 의해 이루어지고 있으며, 25%가 1만~5만 m³/일 규모의 플랜트에서, 22%가 0.1만~1만 m³/일 규모의 플랜트에서 이루어지고 있다(〈그림 2-17〉 (a) 참조). 해수담수화플랜트만을 고려하였을 경우 5만 m³/일 이상 규모의 담수화플랜트가 해수를 사용하여 생산된 담수의 66%를 차지한다(〈그림 2-17〉 (b) 참조). 이는 대형화에 따른 규모의 경제의 이익이 4만 m³/일과 5만 m³/일 사이에서 가장 뚜렷하게 나타나기 때문이다(〈그림 2-18〉 참조).

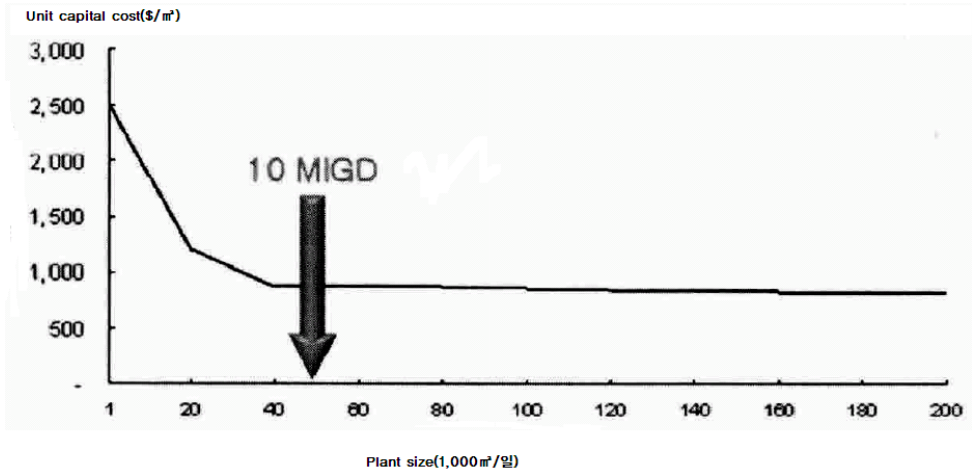


(a) 전체 담수화플랜트

(b) 해수담수화플랜트

〈그림 2-17〉 담수화플랜트 규모별 생산 비중

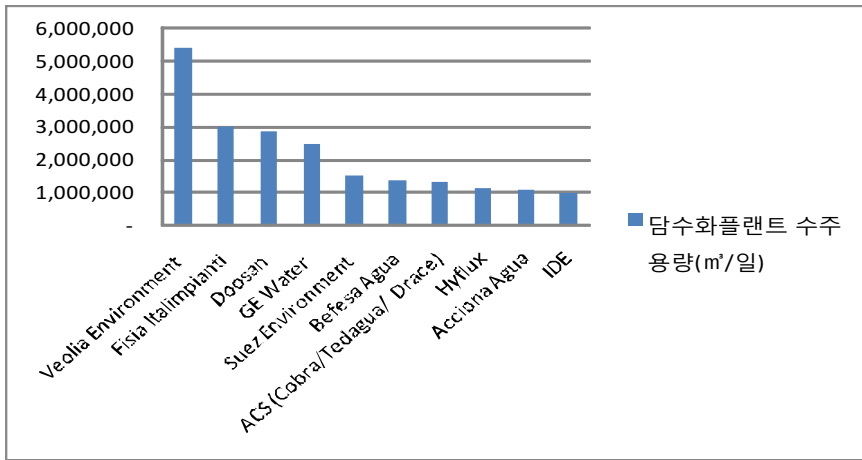
자료: Lattemann et al.(2010).



〈그림 2-18〉 담수화플랜트 용량에 따른 단위 건설비용

자료: 김인수오병수(2008a).

역삼투압방식의 확산으로 인한 글로벌 기술혁신 경쟁의 격화에 따라 새로운 시장의 강자들이 등장하여, 해수담수화 산업은 현재 기존의 강자들과 신규 업체들 간의 역동적인 경쟁이 이루어지고 있다. 역삼투압방식의 수처리 기술이 개선됨에 따라 관련 제품 생산기술이 가격경쟁력으로 연결되면서 관련 산업은 국지적 경쟁에서 글로벌 경쟁으로 변화되고 있다. 증발법과 역삼투압공정 시장 모두에서 상위에 속하는 베올리아는 현재 540만 m³/일 규모의 담수화플랜트를 수주하면서 세계 해수담수화 시장에서 1위를 차지하고 있다. 두산은 증발법 공정의 담수화 시장에서 1위를 차지하고 있지만, 역삼투압 공정을 포함한 전체 담수화 시장에서는 3위에 위치한다. GE Water는 역삼투압 방식의 담수화시장에서 1위인 반면 전체 시장에서는 4위를 차지하고 있다(〈그림 2-19〉 참조).



〈그림 2-19〉 담수화플랜트 설비기업의 수주 용량 비교

자료: IDA(2008).

담수화 시장의 10대 기업에 진입한 싱가포르 기업 하이플럭스(Hyflux)의 성장은 시장의 역동성을 극명하게 보여준다. 하이플럭스는 10년 전만 해도 벤처기업 수준의 기업이었으나 한외여과막 개발을 통해 2003년 싱가포르 정부가 발주한 투아스플랜트 프로젝트 수주를 통해 글로벌 기업으로 거듭나게 되었다. 2009년에는 GE컨소시엄을 누르고 세계 최대 담수시설인 알제리 막타 담수 플랜트(50만 m³/일)를 수주하는 성과를 거두었다.

3) 물 재이용

물 재이용은 해수담수화와 같이 물 부족에 대한 대안으로 세계의 여러 지역에서 이용되고 있다. 〈표 2-15〉는 주요 국가의 하수처리수 재이용 현황을 나타낸 것이다. 총 하수처리수 재이용량을 비교하였을 때는 미국, 사우디아라비아 및 이집트가 가장 규모가 컸으며, 총 사용된 물 대비 재이용률을 비교했을 때는 쿠웨이트, 이스라엘 및 싱가포르가 가장 높은 수준이었다. 하지만 일인당 하수처리수 재이용량을 비교했을 때는 카타르, 이스라엘, 쿠웨이트 등 일인당 물 가용량이 500 m³/일 이하인 국가들이 최상위권에 속했다.

〈표 2-15〉 국가별 물 재이용 현황

순위	국가	하수 재이용량 (m ³ /일)	국가	백만 명당 하수재이용량 (m ³ /백만 명)	국가	총 물 사용량 대비 재이용률(%)
1	미국	7,600,000	카타르	170,323	쿠웨이트	35.2
2	사우디아라비아	1,847,000	이스라엘	166,230	이스라엘	18.1
3	이집트	1,780,821	쿠웨이트	163,330	싱가포르	14.4
4	시리아	1,014,000	아랍에미리트	126,713	카타르	13.3
5	이스라엘	1,014,000	키프로스	88,952	키프로스	10.4
6	스페인	821,920	사우디아라비아	75,081	요르단	8.1
7	멕시코	767,280	바레인	56,301	아랍에미리트	8.0
8	중국	670,000	시리아	55,109	몰타	7.8
9	일본	573,800	튀니지	51,233	튀니지	7.1
10	튀니지	512,328	요르단	40,179	사우디아라비아	5.5

자료: Jiménez and Asano(2008).

물 재이용산업은 큰 성장 잠재력을 나타내고 있다. 세계 전 지역에 설립된 하수처리시설의 용량이 연 10%에서 12%의 성장률을 보이고 있으며, 2015년의 시설 규모는 2005년의 규모보다 3배 증가한 5,500만 m³/일로 예상된다. 현재 중국, 일본, 미국, 유럽, 호주, 중동 및 지중해지역, 라틴 아메리카와 사하라 사막 이남의 아프리카 지역에서 물 재이용 프로젝트가 진행되고 있다. 특히 중국의 경우 약 36억 달러의 투자를 통해 2015년까지 물 재이용 설비 처리 용량이 10배 증가하는 등 물 재이용 시장이 29%의 성장률을 보일 것으로 추정된다. 한편 북아프리카를 포함한 중동 지역은 70억 달러를 이 지역의 물 재이용 시장으로 끌어들여 가장 큰 규모의 투자가 이루어질 것으로 예상된다(〈표 2-16〉 참조). 반면, 2010년 이후로는 유럽권 시장에 가장 많은 투자가 몰릴 것으로 예상되면서 이 지역의 물 재이용시장 또한 주목을 받고 있다(Suez Environment, 2008).

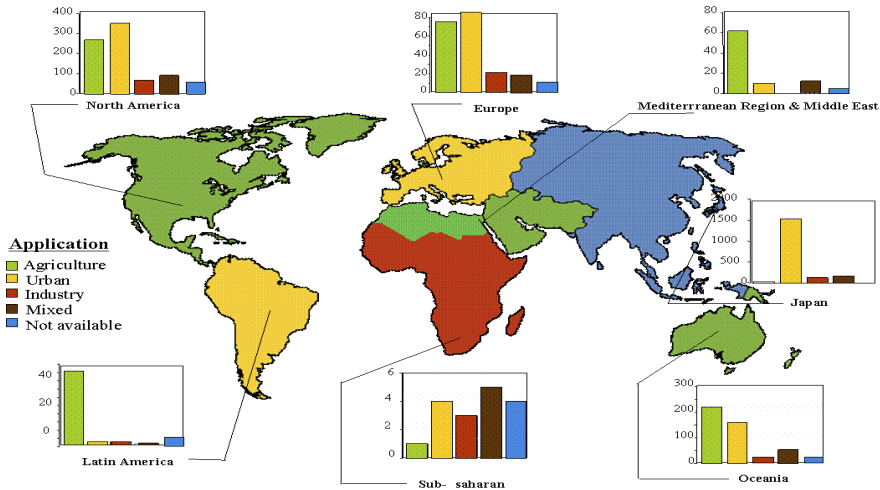
〈표 2-16〉 2005~2015년 지역별 재이용시장 성장 예측

지리적 지역	재이용 시장 추가 처리용량 (백만 m ³ /일)	성장률(%)	재이용 시장 투자 누계 추정 (10억 달러)
중국	10.79	+29%	3.615
중동/북아프리카	5.58	+12%	7.053
미국	4.47	+12%	5.636
서유럽 국가	3.89	+10%	5.534
아시아(중국 제외)	3.75	+14%	1.500

자료: SUEZ Environment(2008).

물 재이용의 용도는 농경 관개용, 도시용, 공업용, 그리고 이들의 복합적 사용으로 크게 나뉜다. 일반적으로 재이용수는 농경 관개용으로 가장 많이 쓰이고 있다. 세계의 재이용수의 60%는 농경 관개용으로 사용되어지고 있으며 10%는 공원이나 경기장 등의 관개와 지하수 함양에 사용된다(Van der Bruggen, 2010). 농업용수로 쓰이는 하수처리수의 양이 농업부문에서 소비되는 물의 양의 1% 미만인 점을 감안했을 때, 농업용수를 위한 하수처리수 재이용량은 계속적으로 증가될 것으로 예상된다(Jiménez and Asano, 2008). 이러한 용도별 재이용률은 지역별로 다른 특색을 나타낸다. 북미, 오세아니아와 유럽 지역에서는 농업용수뿐만 아니라 도시 생활용수로도 재이용수를 많이 사용하고 있다. 반면 라틴 아메리카와 중동 및 지중해 지역은 재이용수의 대부분을 농업용수로 사용하고 있으며, 일본은 재이용수의 대부분을 생활용수로 사용하고 있다. 아프리카 지역에서는 재이용수를 농업용보다는 생활용과 공업용으로 더 많이 사용하고 있다(〈그림 2-20〉 참조). 지역별 물 재이용은, 하수처리수 재이용에 관한 수질 기준들이 재이용 용도에 따라 상이한 하수처리수 수질기준을 요구한다는 점과 하수처리수 재이용에 따른 이점 및 대체 수자원의 유무에 따라 다양한 발전 모습을 보이고 있다.¹²⁾

12) 하수처리수 재이용에 관한 수질 기준은 크게 ‘WHO 수질권고기준(World Health Organization’s guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture of 1989)’과 상대적으로 더 엄격한 ‘캘리포니아 타이틀 22(California Code of Regulations Title 22)’로 나뉜다. 이 외에도 ‘USEPA 가이드라인(U.S. Environmental Protection Agency guidelines)’이 세계적으로 적용되고 있다.



〈그림 2-20〉 세계 지역별 및 용도별 물 재이용 현황

자료: Thoeye et al.(2008).

가) 중동 및 북아프리카 지역

중동지역과 북아프리카지역 국가에서의 물 재이용은 오래전부터 일반적으로 활용되었다. 특히 이 지역 대부분의 국가들이 물 부족 현상을 겪고 있어 해수담수화와 물 재이용을 통해 수자원 확보를 하고 있으며, 인구 증가와 산업화에 따른 하수 발생량의 증가로 인해 물 재이용시장이 더욱 확대될 것으로 예상된다. 걸프지역의 국가들이 보유하고 있는 설비들이 처리할 수 있는 하수의 양은 총 11억 m^3 /년으로 약 9억 m^3 /년의 하수가 처리되며, 이 중 44%(4억 m^3 /년)가 비식용 작물과 사료작물의 관개 및 도시 조경 관개에 사용되어지고 일부 공업용으로도 사용된다(Bahri, 2008).

중동 및 북아프리카 지역의 국가들의 경우 일인당 하수처리수 재이용량은 상대적으로 다른 나라에 비해 크며 처리된 하수 대부분을 재이용하고 있다. 그 예로, 이집트, 이란, 요르단, 쿠웨이트, 리비아, 모로코, 오만, 카타르, 시리아와 아랍에미리트는 처리된 하수의 70% 이상을 재이용하고 있다. 하지만 이들의 총 물 사용량 대비 재이용률은 0.1%~18.2% 수준으로 상대적으로 낮으며, 농업의 물 의존도가 높은 점을 감안할 때 재이용수의 농업용 사용을 통한 물 재이용 활용이 높아질 것으로 예상된다(Bahri,

2008).¹³⁾

나) 유럽 및 지중해 북부지역

유럽 및 지중해 북부지역의 물 재이용은 지역의 물 부족 현상의 정도에 따라 물 재이용의 사용과 발전 가능성이 다르게 나타난다. 현재 유럽지역에서의 물 재이용은 제한된 수자원을 가진 나라들이 위치한 남부 지역에서 활성화되어 있는 반면 상대적으로 풍부한 수자원을 가지고 있는 중앙 및 북부 지역에서의 물 재이용은 드물게 나타난다. 이스라엘, 몰타와 키프로스는 물 재이용률이 80% 이상으로 상당히 높은 반면 이탈리아와 스페인의 경우 재이용률이 5~12%밖에 되지 않아 물 재이용률 면에서는 상당한 차이를 보이고 있다(Wintgens and Melin, 2006).

유럽에서 물 재이용을 활성화하고 있는 나라는 대부분 법적 뒷받침을 통하여 이의 발전을 도모하고 있다. 유럽연합에서 제정한 물 재이용 관련 법규는 없으나 프랑스, 이탈리아와 스페인은 그들만의 법규와 기준을 설정하여 물 재이용 산업의 발전을 도모하고 있다(Cornel & Meda, 2008).¹⁴⁾ 프랑스는 농경 관개, 도시와 골프코스 관개와 대수층 충진을 위해 재이용수를 사용하고 있으며, 남부 지역에 지역적인 물 부족 현상을 겪고 있는 이탈리아는 주로 농경 관개용으로 재이용수를 사용하고 있다(USEPA, 2004; Juanico and Salgot, 2008). 스페인은 지중해 연안지역의 기후적 특성 외에 관광산업과 관련된 물 수요의 증가로 인한 물 부족의 위험을 해결하기 위해 물 재이용을 시작하였다. 현재 용도에 따라 다른 수질 기준을 법적으로 제정하기 위해 노력하고 있으며, 물 재이용이 사업적 기회로 인식되면서 많은 R&D가 이루어지고 있다(Juanico and Salgot, 2008).

13) 알제리, 바레인, 쿠웨이트, 레바논, 팔레스타인 및 아랍에미리트에서 농업용으로 쓰이는 물의 양이 전체 사용량의 50~70%이며, 아프가니스탄, 이란, 이라크, 오만, 시리아 및 예멘에서는 전체 물 사용량의 90% 이상이 농업용수로 쓰이고 있다.

14) 프랑스 국립공중보건회의(CSHPF, the Conseil Supérieur d'Hygiene Publique de France)는 1991년에 'WHO 가이드라인'의 권고사항보다 강력한 권고사항을 마련하였으며, 2000년 이차처리를 의무화하고 기존 3개의 기준을 4개로 늘리는 등 더욱 엄격한 권고사항으로 개정하였다(Brissaud, 2008). 이탈리아는 54개의 항목을 포함한 농경 관개를 위한 물 재이용 관련 기준을 2003년에 마련하였다(Juanico and Salgot, 2008).

다) 아시아

아시아 지역에서의 물 재이용은 점차적으로 활성화되고 있는 양상을 나타낸다. 상대적으로 적은 양의 수자원을 가지고 있는 싱가포르, 인도, 파키스탄, 한국, 지역적으로 물 부족 현상을 겪고 있는 중국, 그 외에 일본과 홍콩 및 태국에서 활용되고 있다. 이 지역에서의 물 재이용은 도시 공급용, 농경 관개용과 냉각과 세척을 위한 공업용 등 비식수용으로 주로 사용되어지며 간접적 식수 생산을 위해 이용되기도 한다(Funamizu et al., 2008). 아시아 지역에서 물 재이용은 일본과 싱가포르에서 많이 활용되고 있는데, 일본은 증가하는 도시 생활용수 수요를 충족시키기 위해 하수처리수 재이용을 활용하고 있다. 2004년 기준으로 일본의 하수처리장과 재이용 설비의 수는 총 1,425개로 집계되었으며 재이용량은 573,800m³/일에 이르는 것으로 나타났다. 가장 많이 활용되는 용도는 환경용수, 청소 및 살수용수, 화장실용수 순이다(Hatori et al., 2008). 싱가포르는 말레이아로부터 전체 사용량의 75%에 해당하는 상수원수를 수입하고 있지만, 2011년 협정이 만료되면서 공급이 끊기면 대체할 수자원이 없기 때문에 하수처리수 재이용사업을 추진하고 있다(환경부·한국환경공단, 2009). 싱가포르의 물 재이용은 도시용, 농업용 및 공급용으로 사용되어지며, NEWater 프로젝트를 통해 간접적 식수 공급을 위한 양질의 물을 생산하기도 한다(Funamizu et al., 2008).

라) 미국

미국의 물 재이용 역사는 1906년 캘리포니아에서 오수 정화조 하수를 관개용으로 사용하기 위해 수질 기준을 논의한 것으로 거슬러 올라간다. 1942년에는 볼티모어에서 염소 처리된 하수를 처음으로 공업용으로 사용했으며, 1960년대 초기에는 물의 사용강도가 다른 주보다 상대적으로 높은 캘리포니아, 콜로라도, 플로리다 주에서 도시용으로 물 재이용을 활용하기 시작하였다. 미국의 하수처리수 재이용은 제한된 수자원을 가지고 있는 애리조나, 캘리포니아, 콜로라도, 텍사스와 같은 건조 기후의 남부 또는 남서부 지역에서 활용되고 있을 뿐만 아니라, 급격한 도시화로 인한 수질 오염 방지를 위해

플로리다나 사우스캐롤라이나 같은 습한 지역에서도 물 재이용 프로젝트가 시행 중에 있다(Exall et al., 2008). 미국의 물 재이용 산업은 15%의 연평균 성장률을 보이면서 2015년에 4,542만 m^3 /일에 이를 것으로 추정된다(Miller, 2006). 미국의 물 재이용은 주로 농경 관개용, 공업용, 도시용, 레크리에이션 및 환경미화용과 지하수 충전 목적으로 나뉘는데, 농업으로 사용되는 재이용수가 전체 재이용수의 46%를 차지할 정도로 농업용 사용이 두드러진다. 1990년대 초 이후 애리조나, 텍사스, 플로리다 및 네바다의 주요 공업단지에서 물 재이용이 급격히 증가하였다. 미국의 물 재이용 활성화는 물 부족 문제와 서부 건조지역의 급격한 인구증가로 인한 지역적 물 수요 증가에 의해서만 이루어진 것이 아니다. 물 재이용의 안정성에 대한 확신을 심어주면서 법적 기반을 갖추고 엄중한 법적 규제를 통해 물 재이용이 더욱 활성화된 것이다(Exall et al., 2008).

마) 호주

호주는 기후변화의 영향과 물 수요의 증가로 수자원 확보에 대한 관심이 고취되고 있으며 이에 따라 하수처리수 재이용량을 늘리고 있다. 호주에서는 1996~1997년 이후 2005~2006년까지 500개 이상의 하수처리장이 설립되면서 재이용되는 하수의 양이 113 GL/년에서 218 GL/년으로 거의 2배나 늘었다(Anderson et al., 2008). 뉴사우스 웨일스, 퀸즐랜드 및 빅토리아 주에서는 가뭄 현상으로 인한 수자원 부족 해결을 위해 물 재이용을 활성화하고 있다. 이 지역들은 또한 물 소비량을 감소시키고 물 재이용률은 증가시키려는 계획도 추진 중이다.

4) 먹는 샘물

세계의 먹는 샘물 총소비량은 2008년 기준으로 약 53억 갤런에 이르는 것으로 추정되며, 2003년 이후 6.7%의 연평균성장률을 나타내고 있다. 미국이나 캐나다 같은 선진국에서는 건강과 웰빙에 대한 인식이 높아지면서 탄산음료나 주스 대신 먹는 샘물의 소비가 증가하는 경향을 보이고 있는 반면, 많은 개발도상국에서는 음용수의 불안전성에 대한 부분적인 해결책으로 먹는 샘물 소비의 증가가 나타나고 있다(Rodwan, 2009). 가장

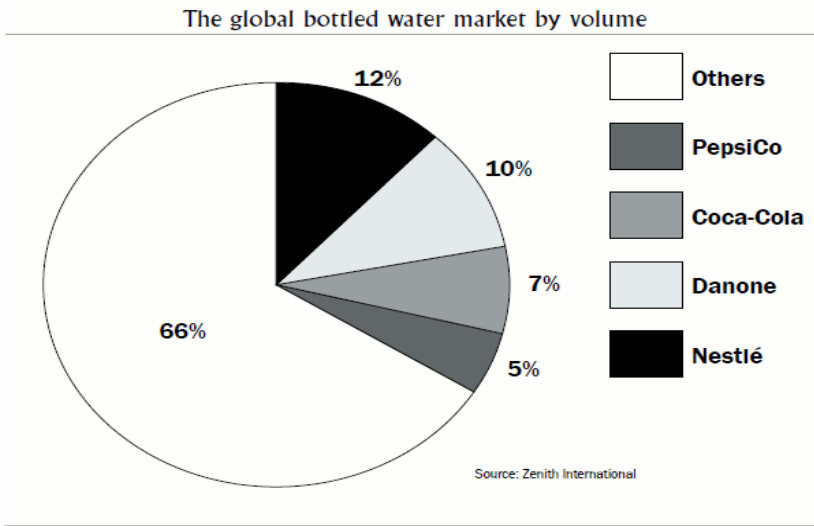
소비량이 많은 미국과 멕시코는 세계 시장의 29%를 차지하고 있으며, 다음으로 중국, 브라질 순이다. 가장 높은 연평균 성장률을 보인 나라는 중국(15.6%)과 인도네시아(9.6%)이다. 유럽 지역에서는 이탈리아, 독일, 프랑스 및 스페인이 세계 먹는 샘물 총 소비량의 18%를 차지하며 순위 10위 안에 있다. 일인당 소비량 기준으로는 아랍에미리트, 사우디아라비아 및 레바논 같은 중동 지역이 세계 20위권 안에 들며, 이스라엘 또한 세계 평균 일인당 소비량 이상으로 먹는 샘물을 소비하고 있다. 세계 먹는 샘물시장은 유럽 중심으로 성장해 왔으나, 점차 아시아 및 중동 지역에서의 소비가 늘어나고 있다.

〈표 2-17〉 국가별 먹는 샘물 소비량 및 연평균 성장률

순위	국가	2003	2008	2003/2008 연평균 성장률	순위	국가	일인당 소비량 [갤런/인]
		단위 [백만 갤런]					
1	미국	6269.8	8665.6	6.7%	1	멕시코	59.1
2	멕시코	4357.6	6501.5	8.3%	2	이탈리아	54.0
3	중국	2523.6	5207.7	15.6%	3	아랍에미리트	39.7
4	브라질	2842.0	3775.7	5.8%	4	벨기에/룩셈부르크	39.0
5	이탈리아	2734.2	3140.5	2.8%	5	독일	34.8
6	인도네시아	1834.7	2899.5	9.6%	6	프랑스	34.6
7	독일	2628.5	2863.1	1.7%	7	스페인	31.9
8	프랑스	2352.9	2218.4	- 1.2%	8	레바논	30.5
9	태국	1303.4	1705.6	5.5%	9	헝가리	29.2
10	스페인	1346.8	1291.3	- 0.8%	10	미국	28.5
					11	스위스	26.3
					12	오스트리아	26.1
					13	태국	26.0
					14	슬로베니아	26.0
					15	체코	25.6
					16	카타르	25.6
					17	사우디아라비아	25.2
					18	크로아티아	25.0
	중간합계	28193.5	38268.9	6.3%	19	키프로스	24.0
	이외 국가	9917.3	14427.9	7.8%	20	불가리아	23.1
	합계	38110.8	52696.8	6.7%		세계 평균	7.9

자료: Rodwan(2009).

세계의 먹는 샘물 시장은 지역에 따라 세분되어 있다. 일반적으로 지역 브랜드가 각 지역 시장에서 큰 영향력을 행사하고 있지만, 점점 세계적인 브랜드들의 시장 확장이 지역별 시장 점유율 판도에 영향을 미치고 있다. 특히, 스위스의 네슬레와 프랑스의 다농은 예전부터 서유럽과 미국을 중심으로 세계 먹는 샘물 시장을 이끌어왔는데, 현재에는 개발도상국의 물 소비 증가로 인해 아시아, 라틴 아메리카와 같은 지역으로 활동영역을 넓히고 있다(Rodwan, 2009). 미국에서 크게 성장하고 있는 코카콜라와 펩시코의 먹는 샘물 브랜드 또한 네슬레, 다농과 함께 세계 시장에서 영향력을 키우고 있다.



〈그림 2-21〉 세계 먹는 샘물 시장의 주요 기업 점유율

자료: <http://www.globalwaterintel.com>

다. 수처리 기술 동향

수처리 기술은 기술 특성에 따라 크게 세 가지 종류로 구분할 수 있다. 물리화학적 공정, 생물학적 공정, 분리막 공정¹⁵⁾이 그것이다.

〈표 2-18〉 수처리 기술의 진화

구분	1세대(1800년대~현재)	2세대(1920년대~현재)	3세대(1990년대~현재)
기술	물리화학적 공정	생물학적 공정	막분리 공정
방법	· 약품을 사용하여 오염물질을 응집, 침전후 모래 여과	· 호기성, 혐기성 미생물을 이용해 오염물질 분해	· 다양한 분리막을 이용하여 오염물질 여과
특징	· 화학약품 사용 · 다량의 슬러지 발생 · 높은 설비투자비용	· 물리화학적 공정보다 2차오염 감소 · 난분해성 물질 제거 불가	· 환경친화적 · 간편한 조작 · 간소화된 설비로 공간 절약 · 모듈화로 비용절감

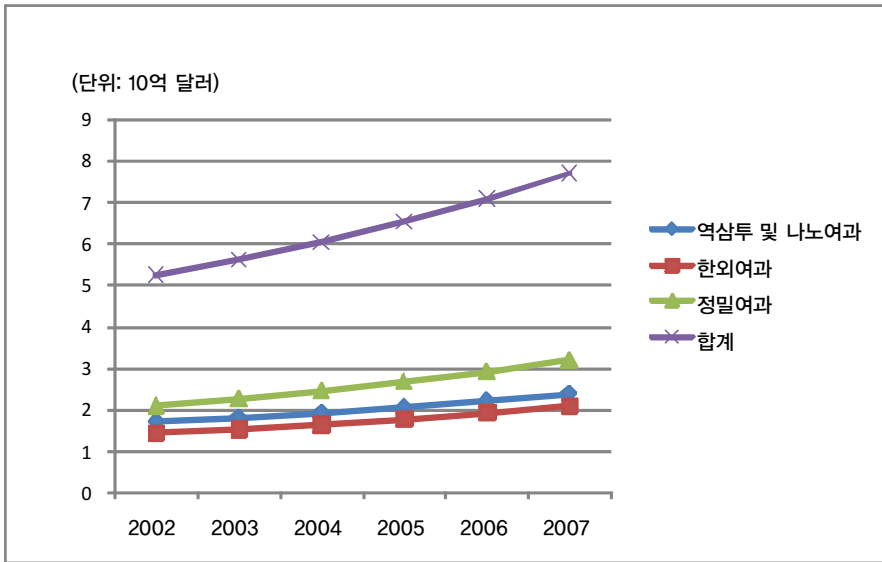
자료: 삼성경제연구소(2008).

해수담수화와 하수처리수 재이용의 증가 추세에 따라 분리막의 사용이 증가하면서 세계 분리막 모듈 산업은 점진적으로 성장세를 보일 것으로 추정된다. 세계의 분리막 관련 산업 규모는 2003년의 52억 달러에서 점진적으로 증가하여 2008년에는 약 77억 달러에 이를 것으로 전망된다(〈그림 2-22〉 참조).¹⁶⁾ 분리막 시장에서는 북미, 유럽, 아시아 시장이 전체 판매의 90%를 차지하는 상황이 지속되어, 이 지역을 중심으로 분리막 활용을 통한 물 관련 산업의 활성화가 관측된다(Pearce, 2007). 이는 유럽에서의 강력해진 환경 규제, 물 부족 국가들의 대체수자원 확보를 위한 물 재이용 확대, 아시아 지역에서의 하수처리서비스 공급 확대가 이루어질 것으로 예상되기 때문이다(IDA,

15) 막의 종류는 정밀여과막(Microfiltration membrane), 한외여과막(Ultrafiltration membrane), 나노여과막(Nanofiltration membrane)과 역삼투막(Reverse Osmosis membrane)으로 나뉜다. 정밀여과막은 부유고형물과 박테리아, 단세포 원생동물(protozoa)과 같은 미생물 제거에 적합하고, 한외여과막은 바이러스와 20nm 크기에서부터 유기고분자(organic macromolecules)까지 유기물 제거에 요구된다. 나노여과막은 더 작은 유기물과 다가이온(Multivalent ions)을 제거할 수 있으며, 역삼투압막은 모든 이온성 물질을 제거하는 데 적용되며 가장 높은 순도의 물을 생산할 수 있다.

16) IDA(2008)는 2007년 기준으로 나노여과를 제외한 분리막의 시장 규모가 82억 달러이며 2017년에는 5배 성장하여 303억 달러에 이를 것이라고 추정하였다.

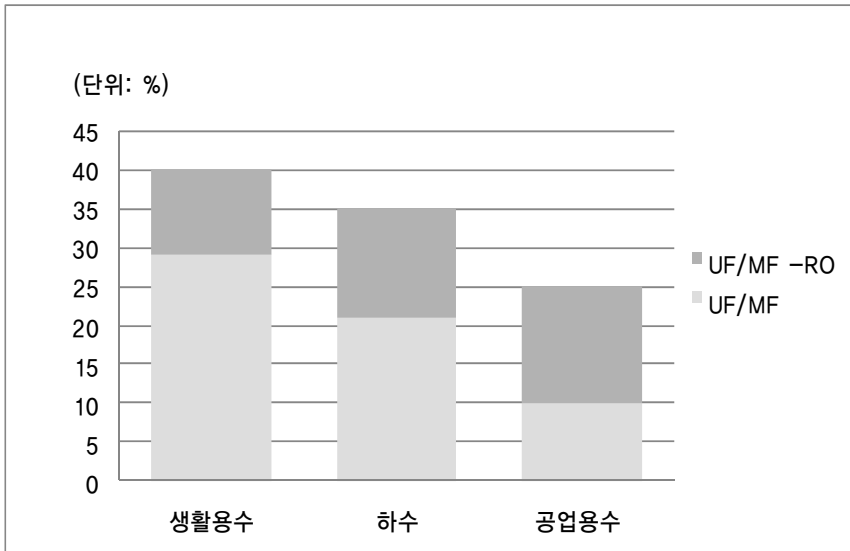
2008). 분리막을 활용한 물산업의 성장으로 인해 분리막 기술의 경제성 및 효율성 보유 여부는 세계 물시장에서의 시장 점유에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.



〈그림 2-22〉 세계 분리막산업 규모 성장 추세

주: 세계 분리막산업 규모는 분리막을 제조하기 위해 사용되는 기본 재료 생산, 분리막 제조, 분리막 형성 및 규격화와 관련된 모든 사업을 포함함.
 자료: Sutherland(2004).

〈그림 2-23〉은 용수 및 하수 관련 시장에서의 한외여과와 정밀여과 모듈의 시장 점유율을 나타낸 것으로, 생활용수, 하수, 공업용수 순으로 큰 시장 점유율을 보여준다. 이 중 역삼투 공정의 전처리를 위해 판매된 한외여과막과 정밀여과막은 전체 판매의 약 40%를 차지하고 있다. 또한 물 재이용과 관련된 한외여과막 및 정밀여과막 모듈 시장은 물과 관련된 어떠한 시장보다 상대적으로 큰 성장세를 보이고 있다. 이는 물 재이용에 있어 한외여과 및 정밀여과 그 자체로 훌륭한 여과의 효율성을 가지고 있으며 또한 역삼투 공정의 전처리로 필수적이기 때문이다(Pearce, 2007).



〈그림 2-23〉 분리막의 용수 및 하수 관련 시장 점유율

자료: Pearce(2007).

1) 해수담수화

해수담수화 공정은 크게 상변화 유무에 따라 분류되는데, 물을 가열하여 증기로 변화시켜 담수화하는 증발법과 박막을 이용하여 담수화하는 박막법으로 나누어진다. 증발법에는 다단플래시법(MSF, Multi-Stage Flash), 다중효용증발법(MED, Multi-Effect Distillation), 증기압축법(VC, Vapor Compression) 등의 공정이 있고, 박막법에는 전기투석법(ED, Electrodialysis)과 역삼투압법(RO, Reverse Osmosis)이 있다. 그 외에 결정법과 태양열 증발식 담수화 공정 등이 개발 중에 있다. 담수화 공정의 특성에 따라 원수별 또는 규모별로 적용되는 공정이 달라지는데, 해수담수화에는 주로 증발법과 역삼투압법이 사용되고 기수담수화에는 역삼투압법과 전기투석법이 사용되고 있다. 증발법은 중대규모의 담수발전플랜트에 주로 사용되고 역삼투압법은 유지관리가 용이하다는 이점과 적은 에너지 소비량 때문에 적용범위가 소규모에서 중대규모까지 플랜트 규모에 제약을 받지 않고 널리 사용되고 있다.

〈표 2-19〉 담수화기술의 분류

상변화		상불변	
증발법	결정법	막법	
다단플래시법(MSF) 다중효용법(MED) 증기압축법(VC) 투과기화법	냉동법 가스수화물법	역삼투법(RO) 전기투석법(ED)	용매추출법

자료: 박광규(2008).

다단플래시법은 짧은 시간 내에 가장 많은 양의 담수를 생산해낼 수 있는 방법으로 해수담수화 분야에서는 오래 전부터 가장 많이 사용되고 있는 방식이다. 다단플래시법 공정에서는 압력이 낮은 용기에 주입된 고온의 액체가 순간적으로 비등 증발하여 액체온도가 포화온도까지 내려가는 플래쉬증발의 원리를 이용함으로써, 해수가 각각 다른 진공도를 가지고 직렬로 연결된 격실을 통하여 증발과 응축을 이루면서 담수화된다고(정형호, 2008). 다단플래시법은 에너지 소비량이 많은 단점을 가지고 있어, 이를 보완하기 위해 담수와 전기를 동시에 생산하는 하이브리드 방식(Hybrid Desalination System)이 사용되기도 한다.

다중효용법은 여러 단순 증류기를 연속적으로 배열함으로써 첫 증발기 내에 있는 해수로부터 증발된 증기가 다음 증발기에서 상전이를 하여 담수가 되는 동시에 이 때 출입하는 잠열이 가열원으로 작용하여 증발기 내에 있는 해수를 증발시키는 방식을 말한다(정형호, 2008). 다중효용법은 잠열을 가열원으로 재활용하는 방식으로 다단플래시법보다 상대적으로 에너지 효율성이 높은 방법이다. 에너지 절약에 대한 관심이 높아지면서 다중효용 공정을 통한 담수화 생산이 늘어날 전망이다.

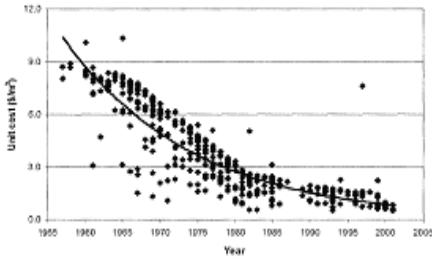
증기압축법은 증기가 압축되었을 때 온도와 압력이 상승하는 원리를 이용하는 방법이다. 증기압축법은 브라인과 현열을 회수, 압축하여 고온의 증기로 만든 후 증발기로 보내 응축시키면서 방출되는 열을 이용해 해수를 가열하여 담수화하는 과정이다(박광규, 2008). 증기압축법은 스팀과 같은 고열원의 열에너지를 이용하는 다단플래시법이나 다

중효용법과는 달리 기계적인 에너지를 이용하는 방식으로 소규모 담수화 장치에 적합하다.

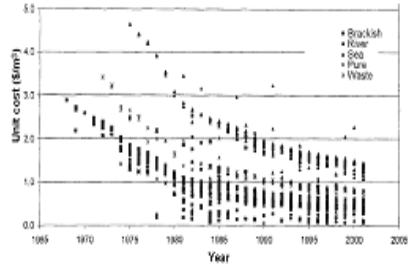
역삼투압법은 물은 투과시키나 물에 용해되어 있는 이온성 물질은 거의 투과시키지 않는 반투막(Membrane)을 이용해서 저농도 용액이 고농도 용액으로 이동하려는 삼투 현상을 역이용하는 방법으로, 삼투압 이상의 압력(해수의 경우 42~80bar 정도)을 고농도 용액에 가하여 이온성 물질을 제외한 순수한 물을 저농도 용액으로 이동시키는 방법이다(박광규, 2008). 증발법과 비교했을 때, 역삼투압법 공정은 시설비 및 운전비가 적게 드는 장점이 있으나 부유물로 인한 막의 막힘 현상으로 인해 원수의 농도에 따라 막의 수명이 2년에서 3년 정도로 기간이 짧은 단점이 있다(이주동, 2009). 따라서 역삼투압 공정은 기본 공정인 취수-전처리-역삼투막처리-후처리 중 전처리 공정의 최적화를 통한 효율적 운영이 모색되고 있다(김인수·오병수, 2009).

전기투석법은 물에 녹아있는 이온성 물질에 대하여 선택투과성을 가진 막을 매개체로 하여 전극을 삽입하였을 때 양이온과 음이온이 각각 반대의 극으로 이동하는 성질을 이용해서 해수로부터 이온성 물질을 분리하는 방법이다. 전기투석법은 시설이 간단하여 관리가 쉽고, 역삼투압 공정이 물에 용해되어 있는 모든 물질을 제거하는 것과 달리 전하를 띤 물질만 제거하기 때문에 전처리가 비교적 덜 중요시된다(박광규, 2008).

현재 세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 담수화 공정은 역삼투압법과 다단플래시법이다. 이 두 공정은 <그림 2-24>에서 나타난 바와 같이 지속적인 단가의 감소를 보이면서 세계 대부분의 담수화플랜트에 적용되고 있다.



(a) 다단플래시 공정

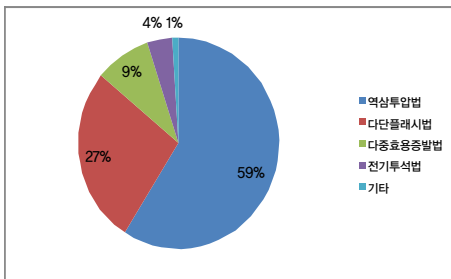


(b) 역삼투압 공정

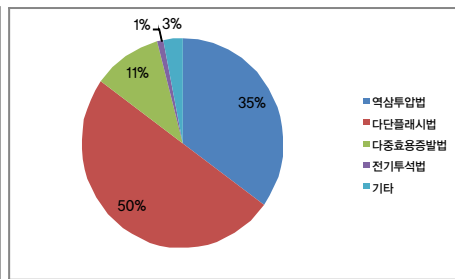
〈그림 2-24〉 연도별 및 공정별 해수담수화플랜트 단가 변화 추세

자료: Zhou and Tol(2004).

〈그림 2-25〉 (a)는 담수화 기술별 시장 점유율을 나타낸 것으로, 2008년 기준 역삼투압 공정은 세계 담수화 시장의 59%에 적용되고 있으며, 다단플래시법이 27%에 적용되고 있다. 이 외에 다중효용증발법과 전기투석법이 세계 담수 생산량의 각각 9%와 4%에 적용되고 있다. 이러한 기술별 담수화 시장 점유율은 또한 담수화플랜트에 적용되는 원수에 따라 달라진다. 전체담수화 시장에서 가장 높은 시장 점유율을 보이는 역삼투압 법은 해수담수화만을 고려하였을 때는 35%로 증발법의 61%보다 낮다(〈그림 2-25〉 (b) 참조). 반면에 역삼투압법은 기수 및 폐수를 이용한 담수화에서는 각각 84%와 79%를 차지하며 거의 독점적으로 적용되고 있다.



(a) 전체 담수화플랜트



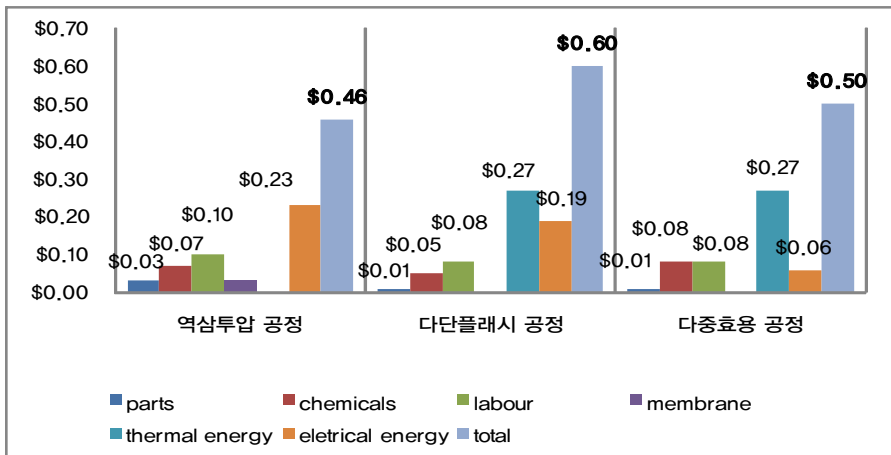
(b) 해수담수화 플랜트

〈그림 2-25〉 담수화 기술별 시장 점유율

자료: Lattemann, et al.(2010).

역삼투압법의 시장 점유율이 높은 것은 지속적인 기술 개발로 인해 다른 공정보다 에너지 및 비용 면에서 효율성이 높아지고 있기 때문이다. 다단플래시법 공정은 1m³의 담수를 생산하는 데 3.5kWh/m³의 에너지와 250~330MJ/m³의 열이 필요하고 다중효용법은 1.5kWh/m³의 에너지와 145~390MJ/m³의 열이 필요하다. 반면, 역삼투압법 공정을 적용한 해수담수화는 공정의 디자인과 장비에 따라 효율성이 달라지긴 하지만 일반적으로 열이 전혀 필요하지 않으며 19만 m³/일의 담수를 생산하는 데 2.75~2.98kWh/m³의 에너지가 소비된다(Lattemann et al., 2010).

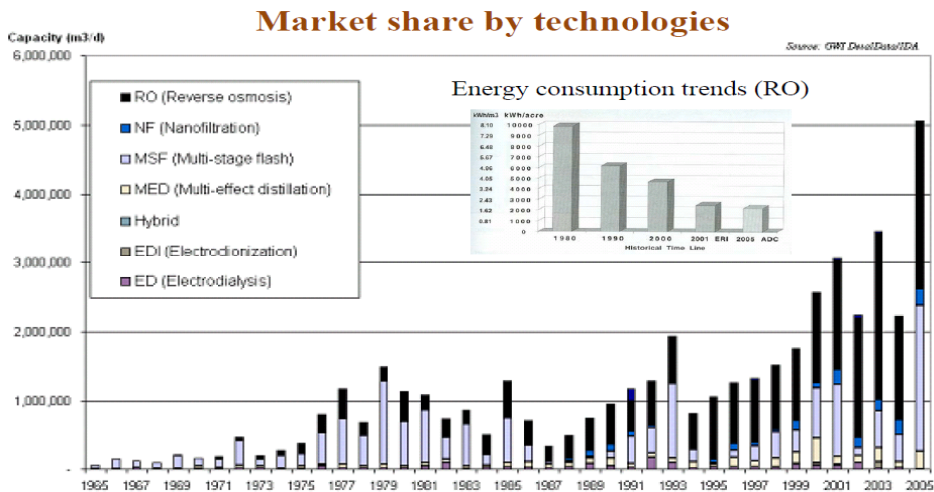
이러한 에너지 효율성의 차이는 비용 면에서도 나타난다. 해수담수화의 평균 생산 비용은 0.45~0.6 달러/m³으로 역삼투압 공정이 가장 낮은 0.45 달러/m³을 나타낸다(〈그림 2-26〉 참조). 이전의 해수담수화 시장에서는 다단플래시법이나 다중효용법과 같은 증발법이 중동 지역에서 석유와 같은 풍부한 에너지자원을 바탕으로 해수담수화플랜트에 많이 적용되어 왔으나, 현재의 세계 해수담수화 시장은 상대적으로 에너지 소비량이 적은 역삼투압법으로 선호도가 바뀌고 있다(박광규, 2008).



〈그림 2-26〉 담수화 기술별 비용 비교

자료: Lattemann et al.(2010).

〈그림 2-27〉에 나타난 바와 같이 역삼투압 공정에 요구되는 에너지 양이 줄어드는 경향은 역삼투압 공정의 시장 점유율의 증가와 함께 나타나고 있다. 역삼투압법 공정의 상대적으로 뛰어난 에너지 효율성에 더하여 막 성능의 지속적 향상으로 인한 경제성까지 갖춰, 이 공정의 적용범위가 대형 해수담수화플랜트까지 확대되었다. 이로 인해 역삼투압 공정의 해수담수화 시장 규모는 2005년의 6조 원에서 2020년 33조 원으로 성장할 것으로 전망된다(김인수·오병수, 2009). 나아가 역삼투압법은 에너지 회수장치를 통해 고압펌프에 소모되는 에너지를 줄이고 한외여과막 및 정밀여과막 등의 분리막 장치를 통해 전처리의 효율을 높이는 등의 고율화를 통해 운영비용을 절감하는 기술 중심으로 개발되고 있으며, 해양심층수를 사용하는 담수화 기술을 도입해 수질기준 강화에 맞춰나가고 있다(김충환, 2009).



〈그림 2-27〉 역삼투압 공정의 에너지 효율 및 공정별 시장점유율 변화
 자료: Kim(2009).

2) 물 재이용

일반적인 하수처리공정은 예비처리, 일차처리, 이차처리, 삼차처리 등을 포함하며, 도시하수처리설비는 물리학적, 생물학적, 화학적 처리 기술을 복합적으로 이용한다. 예비처리와 일차처리는 스크리닝, 침전과 같은 물리학적 공정을 포함하며, 이를 통해 큰 고형물을 제거한다. 이차처리에서는 유기 오염물질을 처리하기 위한 것으로 안정화지(stabilization ponds), 살수여과상(trickling filter), 산화구(oxidation ditch), 활성 슬러지(activated sludge) 등 대부분 생물학적 공정이 이용된다. 삼차처리 및 고도처리는 이차처리에 추가적으로 적용되는 처리로 모래여과, 생물막반응조(MBR, Membrane bio Reactor), 역삼투와 오존처리 등을 통해 질소 또는 인, 색도, 냄새와 같은 특정한 오염물질을 제거한다(〈표 2-20〉 참조).

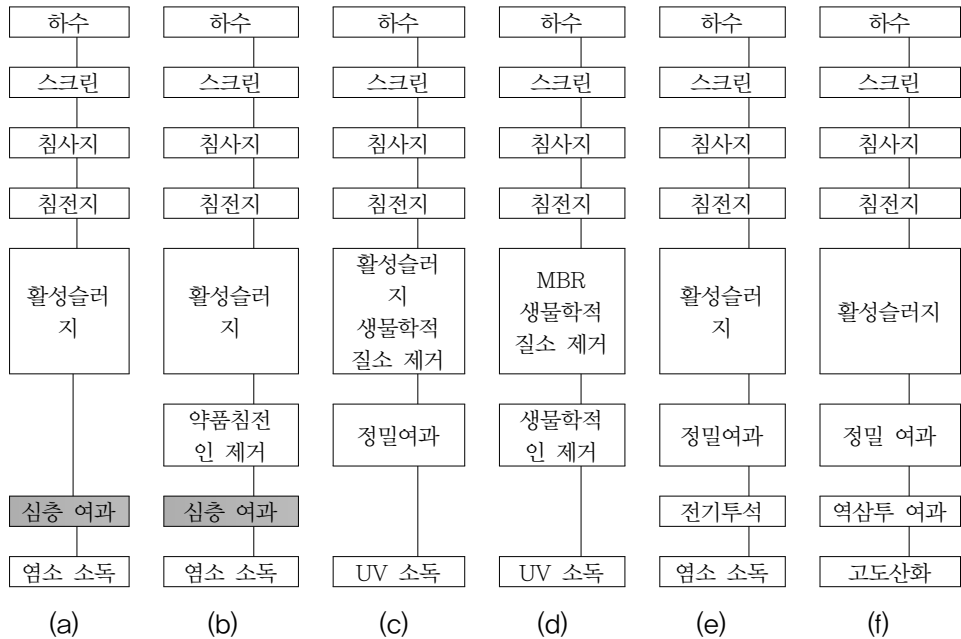
〈표 2-20〉 하수처리 공정 및 적용기술 개요

	예비처리	일차처리	이차처리	삼차처리와 고도처리
목적	큰 고형물과 모래 입자의 제거	부유 고형물 제거	생물학적 처리와 일반적인 생분해성 유기 오염물질 제거	질소 또는 인, 색도, 냄새 등과 같은 특정 오염물질 제거
기술	스크리닝, 침전	스크리닝, 침전	살수여과상, 활성 슬러지 혐기처리, 오수정화지 연못(산화촉진 연못) 등	모래여과, 생물막반응조 역삼투, 오존처리 화학 응집, 활성탄소 등

자료: UNEP(2005).

하수 재이용 처리에는 재이용수의 용도에 따라 요구되는 수질기준과 경제성을 고려하여 다양한 처리공정이 적용되고 있다. 영양분 제거를 포함하는 이차처리수는 간접식용 작물을 위한 제한된 농경관개와 식품 공업을 제외한 공업에서의 냉각수용에 적용되며, 삼차처리는 무제한적 농경관개, 조경 관개, 공업용수로 사용된다. 또한 역삼투막과 고도 산화처리에 의해 생산된 처리수는 식수와 건줄 만한 수질을 갖추는데, 이를 통해 생산된 처리수는 무제한적인 가정용 사용과 초고순도의 물을 필요로 하는 공업용으로 사용된다(Wintgens et al., 2005). 〈그림 2-28〉은 (a) 농업용, (b) 골프코스 관개용, (c) 조경

관개와 공업용 냉각탑용, (d) 장식용 물(ornamental water features), (e) 조경 관개용, (f) 지하수/지표수 충전을 통한 간접적 식수용 등 용도별로 전형적인 물 재이용을 위한 하수처리공정을 도식화한 것이다.



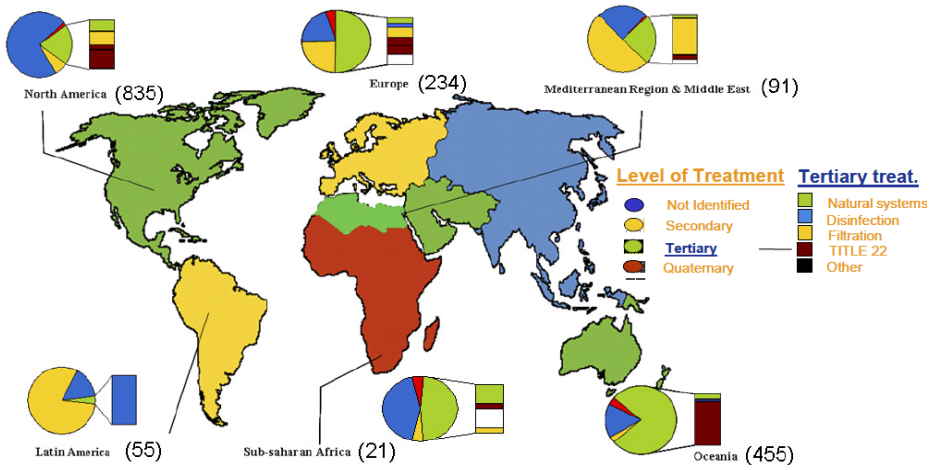
〈그림 2-28〉 전형적 물 재이용을 위한 하수처리 공정

주: (a)와 (b)의 심층여과는 선택적임.
 자료: Asano et al.(2007).

유럽연합과 호주는 물 재이용 관련 매뉴얼을 마련하여 재이용을 위한 하수처리시설을 처리수의 수질 기준에 따라 ‘소독처리(Advanced disinfection)’, ‘타이틀 22 기준 (Title 22 benchmark)’, ‘높은 수질 기준(High-quality benchmark)’, ‘WHO 가이드라인 기준(WHO Guidelines benchmark)’ 및 ‘자연단계 기준(Natural step benchmark)’으로 구분하고 있다(Thoeye et al., 2008). ‘소독처리 기준’은 염소 소독 처리, UV조사 및 오존처리 등의 기술을 통해 재생수 사용에 있어 미생물에 의한 건강위험을 줄이는 수준에 해당한다. ‘높은 수질 기준’은 지하수 충전 및 직·간접 식수용에

적합한 수질 기준으로 분리막 공정(이차처리수-정밀여과/한외여과-역삼투-소독처리)이 이에 해당된다. 세계적으로 적용되고 있는 재생수 수질 권고 기준인 캘리포니아 타이틀 22로부터 유래한 ‘타이틀 22 기준’은 무제한적 관개용 재생수에 적합한 수질 기준으로 응고/응집, 침전, 여과 및 소독처리 단계의 복합적 적용을 요구하며, 탁도가 5 NTU 이하인 하수는 응집 과정 없이 여과만 요구된다. ‘WHO 가이드라인 기준’은 WHO 가이드라인에 명시된 무제한적 농경 관개용 재생수 수질 기준(<1000 FC/100mL; <1 helm.egg/L)에 해당되며, 이는 이차처리수를 숙성조(maturation ponds)에 최대 30일 동안 적용하는 것을 요한다. ‘자연단계 기준’은 환경 및 친수용수에 적합한 수질기준으로 이차처리수의 인공습지를 통한 정화 또는 이에 추가적으로 숙성조를 요하기도 한다.

〈그림 2-29〉는 세계의 지역별 도시 하수재생설비 보유현황과 물 재이용 공정의 적용 현황 및 삼차처리 공정에 적용되는 기술의 점유율을 나타낸 것이다. 확인된 총 도시하수 재생설비는 3,000여 개 이상이며 일본이 1,800개 이상으로 가장 많은 설비를 보유하고 있으며 다음으로 북미(835), 오세아니아(456)와 유럽(234) 순으로 나타났다. 주로 농경 관개용 물 재이용이 두드러지는 라틴 아메리카 지역에서는 80% 이상의 도시하수처리설비에 이차처리가 적용되며, 중동 및 지중해 지역에서는 50% 이상의 설비가 이차처리를 통한 정화를 시행한다(Bixio et al., 2005). 이 외에 유럽, 오세아니아와 북미 지역의 도시하수처리설비들의 경우에는 농경 관개와 지하수 충전, 환경 및 친수용수 관련 도시 용수를 위한 물 재이용을 위해 삼차처리 공정이 주로 적용되고 있다.



〈그림 2-29〉 세계 지역별 하수처리 공정 기술 이용도

자료: Theoye et al.(2008).

| 제3장 · 국내 물산업 현황 및 경쟁력 분석 |

1. 국내 물산업 현황

국내 물산업은 상하수도, 폐수, 생수, 정수기 등으로 크게 나누어지며 2008년 기준으로 13조 6천억 원 규모에 이른다(〈표 3-1〉 참조). 국내의 물산업에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 상하수도 부문으로 전체의 80% 이상을 차지(약 11조 7천억 원)하며, 다음으로 폐수, 정수기, 생수 순으로 나타난다. 이외에 해수담수화 기술, 공법 및 플랜트 설비나 수처리 관련 기기 및 제품에 대한 산업은 물산업의 하부 또는 연관산업으로 분류되고 있으며, 이들은 내수시장보다는 해외 수출이 상대적으로 두드러지고 있다.

2009년 기준으로 국내 물기업의 해외 진출 규모는 약 1조 7천억 원 정도이며, 이 중 상하수도 부문이 64%, 해수담수화 부문이 36%로 물산업 해외수출의 대부분을 차지한다(조희송, 2010).

〈표 3-1〉 물산업 분야별 국내 시장 규모(2008년 기준)

(단위: 조 원)

합계	상수도	하수도	폐수	생수	정수기	기타
13.61 (100%)	6.1 (44.8%)	5.6 (41.1%)	0.97 (7.1%)	0.3 (2.2%)	0.52 (3.8%)	0.12 (1%)

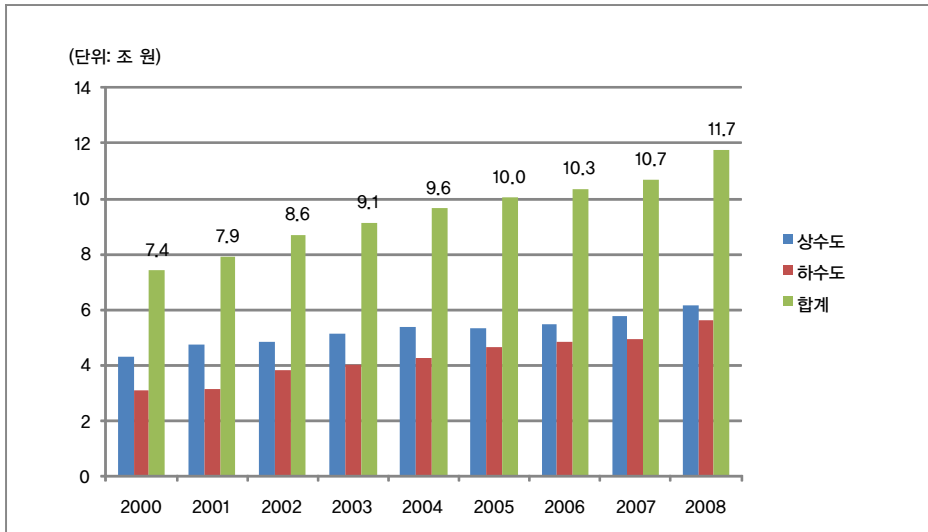
주: 폐수와 기타 부문 규모는 2003년 기준임.

자료: 환경부(2006); 환경부(2009b); 환경부(2009c); 환경부(2009d).

가. 상하수도

국내 상하수도사업은 광역상수도, 지방상수도, 하수도사업으로 크게 나뉘며, 164개의 지자체가 주체가 되어 상하수도 시설 확충 중심으로 발전하고 있다. 이에 따라 상하수도 보급률은 지속적으로 증가하는 추세를 보여 2008년 말 상하수도 보급률이 각각 92.7%와 88.6%에 이르렀으나, 여전히 면단위 농어촌 지역은 상하수도 보급률이 50% 이하로

낮아 상하수도 시설 보급의 확대가 필요한 것으로 파악되고 있다(환경부, 2009b, 2009c, 2009d 참조). 상하수도산업의 규모 또한 지속적으로 증가하여 2008년 말 기준으로 약 11조 7,674억 원에 이르는 것으로 나타났다(<그림 3-1> 참조).



<그림 3-1> 상하수도산업 규모 증가 추이

자료: 환경부(2009b); 환경부(2009c).

국내 상하수도사업은 정부가 2007년 물산업 육성방안을 발표하면서 상하수도 보급률이 낮은 지역에 대한 상하수도 인프라 확충과 더불어 운영 및 관리와 시설개량 등의 서비스 부문에 초점이 맞추어져 있다. 특히, 경북권, 전남권과 태백권의 시·군 통합운영 시범사업 진행을 통해 상수도 통합운영으로 인한 상수도사업의 효율 향상을 꾀하고 있다. 하수도사업의 경우 소규모 공공하수처리시설의 통합 및 운영관리를 위한 업무처리 지침을 2007년에 개정하여 시행 중이다(환경부, 2009d). 정부는 이를 통해 운영비용 절감 등의 경제적 효과를 얻을 것으로 기대하고 있다. 또한 하수도사업의 경우에는 하수처리장 건설 및 정비 사업과 운영에 대한 민간 참여를 유도하고 있다. 2008년 기준으로 하수도사업 관련하여 99건의 민자 사업이 추진되었고, 전체 재원 규모 3조 828억 원의

약 22%(8,382억 원)가 민간 자본에 해당된다. 2007년 기준으로 설치 및 운영 중인 하수종말처리장 357개소 중 229개소(64%)가 민간업체에 의해 위탁 관리되고 있다(환경부, 2009d).¹⁷⁾ 정부는 향후 상하수도사업의 통합화와 민간 기업에게 상하수도 서비스 위탁운영을 맡기어 물산업에서 국내 기업의 국제 경쟁력을 확보할 계획을 가지고 있다.

국내 상하수도사업에 참여하고 있는 기업으로는 공공부문의 한국수자원공사, 한국환경공단, 서울시 상수도사업본부, 부산시 상수도사업본부가 있으며, 민간 부문의 코오롱그룹, 삼성엔지니어링, 현대엔지니어링, 효성에바라, 태영건설, 한화건설 등이 있다. 한국수자원공사는 유일하게 상수와 하수 급배수에 모두 참여하고 있으며, 민간 기업들은 국내 하수처리장 건설 및 운영사업에서 큰 비중을 차지하고 있다. 예컨대, 코오롱 그룹은 전국 500여 개의 하·폐수 처리시설을 운영하고 있으며, 태영건설 또한 38개의 하수처리장을 운영하여 21%의 하수 시장 점유율을 나타내고 있다(산은경제연구소, 2010).

〈표 3-2〉 국내 물 관련 민간기업의 활동 사례

민간 기업	활동 분야	주요 활동 내역
삼성엔지니어링	화공, 산업설비, 환경의 3대 사업영역 수행	· 인천시 등의 하수처리장 건설 참여(2001) · 삼성전자 탕정 산업용 초순수 생산시설 완공(2006) · 삼성전자 아산 폐수종말처리장 완공(2007) · 아랍에미리트 폐수처리시설 수주(2007)
태영건설	상하수도, 환경 분야 민간투자사업 진행 중	· 국내 38개 하수처리장 운영
GS건설	하수관거정비공사, 하수/폐수처리 분야, 폐기물처리 분야 등 시장 진출	· 파주 초순수 생산시설(2006) · 오산 초순수 생산시설(2008)
한화건설	하수도사업 진행 중이며 상수도 시장 진출 모색 중	· 경기 양주시 하수처리장 운영
코오롱 그룹	소속사별로 수처리 소재, 시스템, 시공, 운영 등을 분담하여 수직계열화 추진	· 국내 500여개의 하·폐수처리시설을 운영 · 요르단과 리비아의 상하수도 공사 프로젝트 수주

자료: 조희송(2010); 산은경제연구소(2010).

17) 단기위탁 방식 위주의 국내 하수도사업의 위탁운영은 현재 90% 이상이 장기복합위탁이 가능하도록 개선되었다. 조희송(2010).

국내의 하수도사업에는 국제기업인 베올리아와 수에즈가 진출해 있다. 이들은 국내 하수처리시설의 건설뿐만 아니라 장기 위탁경영까지 맡고 있다. 수에즈의 자회사 온데오 드그레몽은 국내기업들과 컨소시엄을 구성하여 양주와 부산에 하수처리설비 및 수집망의 건설과 관리를 맡았다. 베올리아는 인천과 김단에 하수처리장을 건설하였으며 현대석유화학 대산공장의 수처리 시설, 울산 금호 고무공장을 위한 상하수도 시설, 여수공업단지 내의 금호석유화학과 금호폴리캠을 위한 상하수도 시설, 하이닉스 반도체그룹 공장의 수처리 시설 등을 12년에서 20년에 이르는 기간 동안 운영과 관리를 맡는 계약을 체결하였다(Pinsent Masons, 2009).

〈표 3-3〉 베올리아와 수에즈의 국내 물시장 진출 현황

연도	기업	지역	수주 내용	서비스 공급 인구
2000	수에즈	양주	하수처리장 24년 BOT 계약; 한화그룹과 컨소시엄 구성	100,000명
2001	수에즈	부산	하수처리장 18년 BOT계약; 삼성엔지니어링, 금호산업과 컨소시엄 구성	800,000명
2001	베올리아	인천	하수처리장 23년 BOT 계약; 삼성엔지니어링과 컨소시엄 구성	260,000명
2004	베올리아	김단	하수처리장 23년 BOT 계약; 한화건설, 두산건설과 합작	150,000명
2008	베올리아	아산만	하수처리장 15년 BOT 계약	-

자료: Pinsent Masons(2009).

나. 해수담수화

국내 해수담수화 사업은 80년대 후반부터 기업체의 공업용수 공급과 연안·도서지역과 같은 상수원 공급이 어려운 지역에 생활용수를 공급하기 위해 시작되었다. 그러나 시설의 운영 및 관리에 드는 비용 부담으로 이용률이 낮아 가동이 중단되는 등의 문제가 드러났다. 현재 도서지역에서 생활용수를 위한 해수담수화시설은 총 72개소로 규모는 총 6,333m³/일에 해당되며, 이 중 83%가 100m³/일 미만의 규모로 대부분 소규모 시설이며 추자도와 우도에 설치된 해수담수화 시설이 1,000m³/일과 1,300m³/일 규모로 국내

해수담수화 시설 중 가장 크다(한국수자원공사, 2010).

〈표 3-4〉 국내 주요 도서지역 해수담수화플랜트 시설 현황(2010년 7월 기준)

도명/시군명	개소	용량 (m ³ /일)	급수인구(명)	비고
인천	1	200	19,010	한국수자원공사 관리
충남	22	715	3,812	한국수자원공사 관리
전북	5	270	1,516	한국수자원공사 관리
전남	32	2,470	5,973	11개소 한국수자원공사 관리 21개소 지자체 관리
경북	1	28	50	경북경찰청 관리
경남	7	150	643	1개소 한국수자원공사 관리 6개소 지자체 관리
제주	4	2,500	5,766	지자체 관리
합계	72	6,333	19,010	

자료: 한국수자원공사(2010).

국내의 공업용수용 담수화시설은 현대, 삼성 등의 7개 사에서 운영하고 있으며, 기수를 이용한 담수화로 총 담수 생산규모는 137,420m³/일이다(한국수자원공사, 2010). 이들은 주로 석유화학업체가 자체적으로 설치 운영하고, 규모는 2,400m³/일에서 84,000m³/일로 다양하다.

〈표 3-5〉 국내 공업용수용 담수화 시설의 예

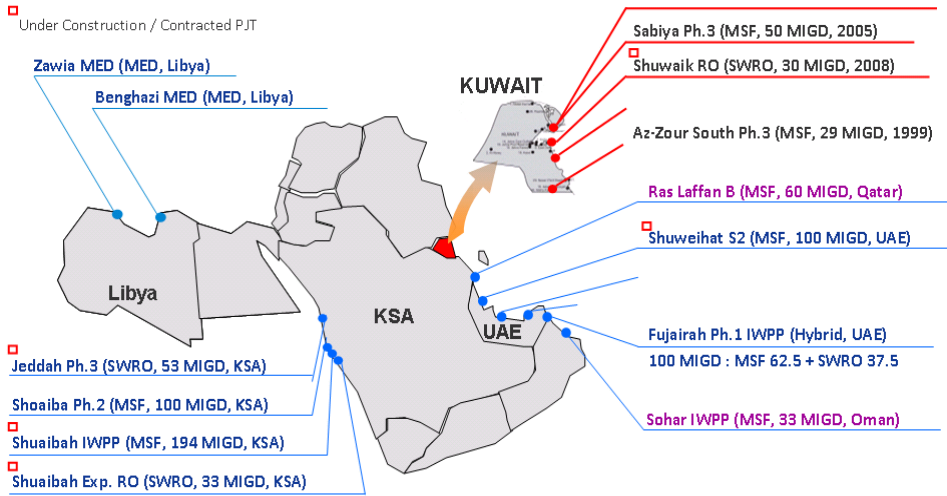
회사명	시설용량(m ³ /일)	비고
지산유화단지(씨텍, LG유화 등)	84,000	충남 서산
현대 오일뱅크	16,000	충남 서산
삼성 토탈	25,000	충남 서산
삼성르노 자동차	2,640	부산시
삼성 SDI	2,400	울산시

자료: 이승복(2006).

해수담수화 시장에 참여하고 있는 국내기업 중 두산중공업이 설비한 담수화플랜트들의 총 생산규모가 약 280만 m³/일로 세계 3위이다. 증발법 공정의 해수담수화플랜트 설비에서 두각을 보이던 두산중공업은 수처리 시장과 역삼투압법(RO) 공정의 담수설비 시장으로 진입하기 위해 2005년에 AES(American Engineering Services)사의 수처리 사업부문을 인수하여 DHT(Doosan Hydro Technology)사를 설립하였고, 역삼투압법 공정의 소규모 해수담수화 프로젝트와 170여개의 막 분리 방식의 수처리 프로젝트를 수행하면서 해수담수화 기술 및 공장 설비 기술에서 상당한 발전을 이루었다. 현재 두산중공업은 다단증발법(MSF), 다중효용법(MED) 및 역삼투압법(RO)의 담수화 기술을 모두 보유하고 있으며, 2008년 미국 최대 수처리 엔지니어링 업체 카를로(Carollo)와 기술협약을 체결하는 등 글로벌기업과의 교류를 확대하고 있다.

〈그림 3-2〉는 중동지역에서 진행되고 있는 두산중공업의 주요 담수플랜트 프로젝트를 나타낸다. 두산중공업의 다단플래시법 공정을 이용한 대표적인 해수담수화플랜트는 사우디아라비아의 쇼아이바에 있으며 100MIGD(454,600 m³/일)¹⁸⁾의 용량을 가지고 있다. 역삼투압법 공정의 대표적인 해수담수화플랜트는 사우디아라비아의 제다에 있으며, 53MIGD(약 24만 톤/일)의 용량을 가지고 있다. 두산중공업은 상대적으로 에너지 소비가 큰 증발법의 단점을 보완하기 위해 2003년 12월 다단플래시법(MSF)과 역삼투압법(RO)을 결합한 하이브리드 방식이 도입된 100MIGD 규모의 아랍에미리트 후자이라(Fujairah) 담수플랜트를 완공하였다. 또한 2008년 한 해 동안 쿠웨이트 Shuwaikh RO project, 아랍에미리트의 Shuweihat S2 민자발전담수(IWPP) 프로젝트와 사우디아라비아의 Jeddah RO Phase III 프로젝트를 수주하여 1조 6,320억 원의 수익을 냈다(두산중공업, 2009).

18) 1 MIGD(Million Imperial Gallon per day) = 4,546 톤/일



〈그림 3-2〉 두산중공업의 주요 담수 프로젝트 현황

자료: 두산중공업 자료.

두산중공업 이외에 현대중공업과 현대건설도 중동지역에서 담수화플랜트 사업에 참여하고 있다(〈표 3-6〉 참조). 이들은 사우디아라비아와 아랍에미리트에서 담수화플랜트의 기계, 전기 등의 부문별 공사를 수주하고 있다. 쌍용건설 또한 2008년에 사우디아라비아의 다중효용법(MED) 공정을 적용한 주베일 담수화플랜트의 기계, 전기, 계기장치 부문 공사를 수주함으로써 중동지역으로 사업을 확장하고 있다. 최근에는 삼성엔지니어링, GS건설, 웅진코웨이 등의 기업들이 해수담수화플랜트 사업 진출을 결정하였다. 삼성엔지니어링은 30년 간 350건의 수처리 건설실적을 보유하고 있으며, 하·폐수 정수처리사업에서 초순수/해수담수화 사업으로 영역을 확대 중이다. 또한 GS건설은 국내에서의 하수처리장 건설 경험을 바탕으로 해수담수화 시장에 진입할 계획을 세우고 있다.

〈표 3-6〉 2005~2007년 국내기업 주요 담수화플랜트 수주 현황

연도	기업	국가	프로젝트명	공사금액 (천 달러)	공종비율
2005	두산중공업	쿠웨이트	사비아 3단계 담수공사	260,868	담수 40%, 기타토목 30% 공장 10%
		카타르	라스라판 IWPP 2단계 공사	266,534	담수 100%
	현대건설	U.A.E.	제벨알리 발전담수 L-2단계 공사	675,831	기계설치 70% 송전시설 14% 기타토목 10% 기타 6%
2006	두산중공업	사우디	쇼아이바 담수 발전 3단계 프로젝트	848,750	담수 100%
2007	두산중공업	사우디	슈아이바 확장공사 -RO	182,200	담수 64% 기타토목 14% 기타건축 12%
		U.A.E.	제벨알리 M 담수발전 공사	1,689,080	발전소 87% 기타건축 5% 기타토목 5% 기타 3%
		오만	바르카 2단계/루사일 발전담수 공사	515,100	발전소 44% 발전소 33% 기타건축 12% 기타 11%
	현대중공업	사우디	마리피끄 담수발전 공사	1,063,056	담수화시설 47% 기타토목 23% 기타 30%
	현대건설	사우디	슈아이바 북부 발전담수 공사	710,559	발전소 100%

자료: 손진식 외(2008).

웅진케미칼은 2007년 새한을 인수함으로써 RO멤브레인 필터 원천소재 기술을 획득하고 세계 3위 수준의 수처리 관련 필터 생산규모를 갖추었으며 600억 원을 투자해 수처리 산업 기술 개발 프로젝트를 위한 R&D센터를 갖추는 등 물산업 시장에 적극적으로 진출하고 있다. 종합 수처리설비 기업인 KC 삼양정수는 중동 지역에 해수담수화 플랜트용 취수 설비를 수출하면서 해외 실적을 늘리고 있다. 또한 효성과 성진지오택 등이 초고압 변전설비와 펌프와 모니터 등의 담수설비 수출산업에 참여하고 있다.

〈표 3-7〉 국내 담수화플랜트 관련 설비기업 활동 현황

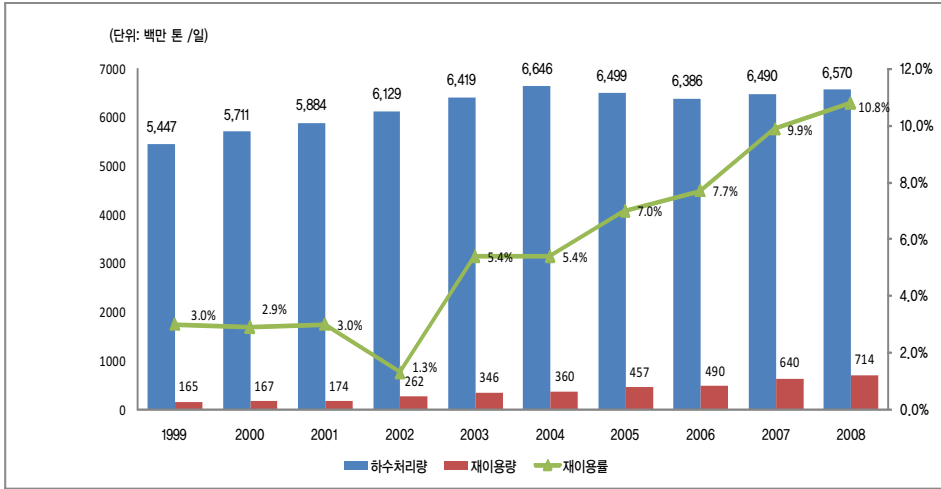
연도	KC삼양정수(해수취수설비 공급)	연도	웅진 케미칼(분리막 공급)
1998	아랍에미리트(알파일라), 230,000 m ³ /일(MSF)	2002	한국(대산), 43,840 m ³ /일(RO)
2000	아랍에미리트(Umm Al Nar 'B'), 280,000 m ³ /일(MSF)	2003	브라질(Santa de Feria), 5,760 m ³ /일(RO)
2003	아랍에미리트(Umm Al Nar), 455,000 m ³ /일(MSF)	2005	한국(대산), 18,000 m ³ /일(RO)
2005	쿠웨이트(사비아), 455,000 m ³ /일(MSF)		한국(당진), 19,000 m ³ /일(RO)
2006	아랍에미리트(푸자이라), 455,000 m ³ /일	2006	이란(파즈르), 93,600 m ³ /일(RO)
2007	사우디아라비아(슈아이바 IWPP), 880,000 m ³ /일(MSF+RO)	2007	터키(키리칼레), 90,720 m ³ /일(RO)
	사우디아라비아(슈아이바), 150,000 m ³ /일(RO)		호수(브리즈번), 15,552 m ³ /일(RO)
2008	쿠웨이트(슈웨이크), 136,360 m ³ /일(RO)	2008	독일(뮌헨), 2,500 m ³ /일(RO)
	오만(살랄라), 150,000 m ³ /일(RO)		미국(캘리포니아), 9,700 m ³ /일(RO)
			중국(항저우), 188,840 m ³ /일(RO)

자료: IDA(2008).

다. 물 재이용

하·폐수처리수 재이용이 공공수역으로 배출되는 오염부하량을 줄이고 기존 수자원에 대한 의존도를 줄이면서 증가하고 있는 물 수요를 충족하기 위한 대안으로 떠오르면서 국내의 물 재이용 산업이 점차 성장하고 있다. 하수처리수를 재이용하는 공공하수처리장의 비율은 2007년 말 5.3%에서 2008년 말 16.4%로 상승하였다.¹⁹⁾ 2008년 하수처리수 재이용률은 10.8%로 총 하수처리량 연간 66억 톤 중 7.14억 톤이 재이용되고 있으며, 이는 2002년의 1.3% 이후 지속적으로 증가한 결과이다(〈그림 3-3〉 참조). 하수처리수를 재이용하고 있는 공공하수처리장의 비율과 하수처리수 재이용률은 증가 추세에 있지만 여전히 미미한 수준이며, 이는 국내 물 재이용 산업의 발전 가능성이 크다는 것을 보여준다.

19) 2007년 말 전국의 공공하수처리시설과 하수처리수를 재이용하는 처리시설은 각각 2261개소, 121개소이며 2008년 말에는 각각 2394개소, 392개소이다. 환경부(2009b); 환경부(2008).

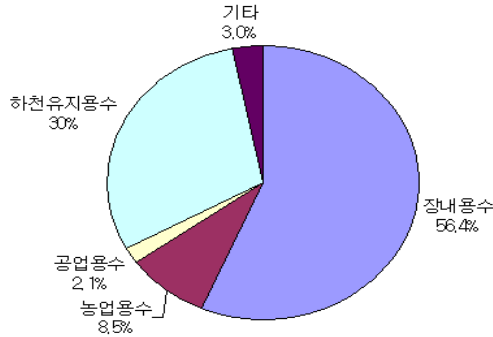


〈그림 3-3〉 국내 하수처리수 재이용률 증가 추세

자료: 환경부-한국환경공단(2009).

국내의 물 재이용은 현장 내 하수재생시스템(onsite water recycling systems)으로 특징지어지듯이, 하수처리수의 많은 부분이 장내 용수로 재이용되고 있다. 2008년 기준으로 용도별 하수처리수 재이용량을 살펴보면, 장내 용수로 쓰이는 양이 4억 톤/년(56%)으로 전체 재이용량 중 가장 많은 부분을 차지한다. 다음으로는 장외용수로 쓰이는 용도 중 하천유지용수 2억 톤/년(30%), 농업용수 6,084만 톤/년(8.5%), 공업용수 1,504톤/년(2.1%) 순으로 나타난다(〈그림 3-4〉 참조). 2011년 용도별 예상 용수수요량²⁰⁾과 비교했을 때 하천유지용수용 재이용량은 1.3%, 농업용수용 재이용량은 0.4%, 공업용수용 재이용량은 0.5%에 불과한 것으로 나타나며, 이는 기존 수자원에 대한 의존도를 줄이기 위해 하수처리수 재이용의 확대가 필요하다는 주장의 근거 중의 하나이다.

20) 2007년 국토해양부가 발표한 ‘수자원장기종합계획’에서 2011년 예상 용수수요량은 농업용수용 158억 4,900만 m³/년, 유지용수용 83억 6,800만 m³/년, 공업용수 31억 7,800만 m³/년으로 나타난다.



〈그림 3-4〉 국내 용도별 하수처리수 재이용 현황(2008년)

자료: 환경부·한국환경공단(2009).

〈표 3-8〉은 2006~2008년 동안의 국내 용도별 하수처리수 재이용 현황을 나타낸 것으로, 하수처리수 재이용량이 늘어남과 동시에 모든 용도별 사용량도 함께 증가하고 있는 것으로 나타났다. 장내 용수로서의 재이용은 2006년부터 꾸준히 증가 추세에 있으며, 이는 장내에서의 세척, 청소, 냉각, 식수대 살수용으로의 사용 증가가 주요 원인이다. 장외에서의 용도별 재이용량 또한 모두 증가하는 추세에 있으며, 하천유지용수의 재이용은 전체 하수처리수 재이용량에서의 비중이 감소하고 있는 반면 농업용수와 공업용수로서의 재이용은 점점 비중이 커지고 있다.

〈표 3-8〉 국내 용도별 하수처리수 재이용 현황

구분	계	장내용수							장외용수				
		소계	세척수	냉각수	청소수	회식용수	식수대 살수	기타	소계	하천유지용수	농업용수	공업용수	기타
'08 재이용량 (천 m ³ /년)	712,019	401,541	155,727	61,066	37,936	8,896	4,357	133,559	310,478	213,537	60,840	15,045	21,056
'08 비율(%)	100	56.3	21.9	8.6	5.3	1.3	0.6	18.8	43.6	29.9	8.5	2.1	3.0
'07 재이용량 (천 m ³ /년)	641,914	371,980	151,712	54,568	32,614	9,131	4,453	119,502	269,934	193,623	40,383	9,899	26,029
'07 비율(%)	100	57.9	23.6	8.5	5.1	1.4	0.7	18.6	42.1	30.2	6.3	1.5	4.1
'06 재이용량 (천 m ³ /년)	490,866	244,880	115,230	32,566	18,642	8,139	1,000	69,303	245,986	196,816	29,347	6,919	12,904
'06 비율(%)	100	49.9	23.5	6.6	3.8	1.7	0.2	14.1	50.1	40.1	6.0	1.4	2.6

자료: 환경부·한국환경공단(2009).

〈표 3-9〉에서 보듯이 지역별 공공하수처리시설 용량은 서울특별시가 5,821만 톤/일, 경기도가 526만 톤/일로 비교적 큰 규모이며, 울산광역시와 제주도가 각각 59만 톤/일, 19.7만 톤/일로 작은 규모이다. 반면에, 하수처리수 재이용률은 충청북도가 30.5%, 대구광역시가 28.6%로 상대적으로 높게 나타났으며, 서울특별시와 제주도가 각각 3.0%, 2.2%로 가장 낮게 나타났다. 이는 서울특별시와 제주도에서 장외 용수로의 재이용률이 상대적으로 매우 낮다.

〈표 3-9〉 시·도별 공공 하수처리수 재이용 현황

(단위: m³/년)

시·도	개소수	시설용량 (천 톤/일)	연평균 유입 하수량 (천 톤/일)	하수처리량 (천 톤/일)	하수처리수 재이용현황(천 톤/년)			처리수 재이용률 (%)
					총 계	장내 용수	장외 용수	
전국	392	24,280	6,607,299	17,433	712,019	401,541	310,478	10.8
서울특별시	4	5,810	1,606,985	4,296	48,663	48,540	123	3.0
부산광역시	11	2,082	506,573	1,382	53,969	29,811	24,178	10.7
대구광역시	6	1,862	432,653	1,123	123,617	47,344	76,273	28.6
인천광역시	8	812	213,859	516	36,305	17,547	18,758	17.0
광주광역시	2	720	236,214	617	17,431	4,281	13,150	7.4
대전광역시	2	901	207,135	566	27,623	27,623	-	13.3
울산광역시	5	592	165,392	448	9,526	6,140	3,386	5.8
경기도	88	5,260	1,513,047	4,010	162,949	104,809	58,140	10.8
강원도	31	608	187,872	500	28,436	16,098	12,338	15.1
충청북도	28	555	166,718	429	50,851	7,767	43,084	30.5
충청남도	37	557	170,679	437	30,943	20,387	10,556	18.1
전라북도	37	966	286,609	721	13,844	7,717	6,126	4.8
전라남도	43	652	154,519	388	23,016	8,895	14,121	14.9
경상북도	38	1,303	367,174	966	56,348	34,654	21,694	15.3
경상남도	44	1,402	344,048	904	27,415	18,900	8,515	8.0
제주도	8	197	47,872	130	1,062	1,026	36	2.2

자료: 환경부(2009c).

〈표 3-10〉은 2009년에 하수처리수 재이용 사업에 참여한 신규 12개소를 나타낸 것으로, 이들은 대구, 부천, 경주, 양주 등에 위치하며 이들의 하수처리시설의 설계유량은 5,500 m³/일에서 90만 m³/일에 이른다. 2006과 2008년 사이에는 매년 5~6개소의 하수처리장이 재이용 사업에 참여하였으며 이들은 지자체에 의해 운영되거나 민간 기업에게 위탁 운영되어 왔다(조형모·윤형호, 2010). 국내의 물 재이용산업은 하수처리수의 재이용 중심으로 성장해왔으나 2009년 2월 첫 폐수처리수의 공업용수용 재이용을 통해 폐수처리수 재이용 또한 성장의 발단이 마련되었다. 환경부는 2009년 2월 민자 사업을 통해 대구 달성 산단 폐수종말처리시설의 고도처리에 의해 생산된 BOD 3mg/L 이하의 처리수 15,000톤을 하류지역의 현풍공단 내에 위치한 제지업체에 공급한다고 발표하였다. 이는 물 재이용산업에 대한 민간투자를 활성화하여 물 재이용산업의 성장을 유도하려는 것이다.

〈표 3-10〉 국내 재이용수 생산 하수처리장의 예(2009년)

(단위: 만 m³/일)

처리장 항목	대구(서부)	대구(안심)	굴포천	고양(원능)	평택(통북)	양주(광백)
하수처리시설 설계유량(m ³ /일)	52	4.7	90	8	7.5	-
재이용설계유량 (m ³ /일)	2.6	4	7.5	3	4.5	2
재이용 공정	처리수 단순공급	처리수 단순공급	응집+ 중력식 섬유여과+ 오존산화	처리수 단순공급	MF	처리수 단순공급
처리장 항목	의왕(부곡)	천안, 성환	당진	영암	경주	구미(원평)
하수처리시설 설계유량(m ³ /일)	1.5	18	1.5	0.55	11	6
재이용설계유량 (m ³ /일)	-	-	-	-	-	-
재이용 공정	처리수 단순공급	약품투입+ 여과	처리수 단순공급	여과	처리수 단순공급	처리수 단순공급

자료: 조용모·윤형호(2010).

국내 하수처리수 재이용 기술은 광주과학기술원을 주축으로 2001년 10월부터 진행된 하수처리수 재이용 기술 및 표준 공정개발 사업을 통해, 높은 수질을 요하는 용도를 위한 재생수 생산에 있어서는 분리막 공정을 추가하여 중수도, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수 및 음용수 등의 용도에 적합한 표준공정을 갖추게 되었다(표준공정에 대한 좀더 상세한 내용은 김인수·오병수(2008b) 참조). <표 3-11>은 국내 용도별 재처리 공정 적용 사례를 나타낸 것이다.

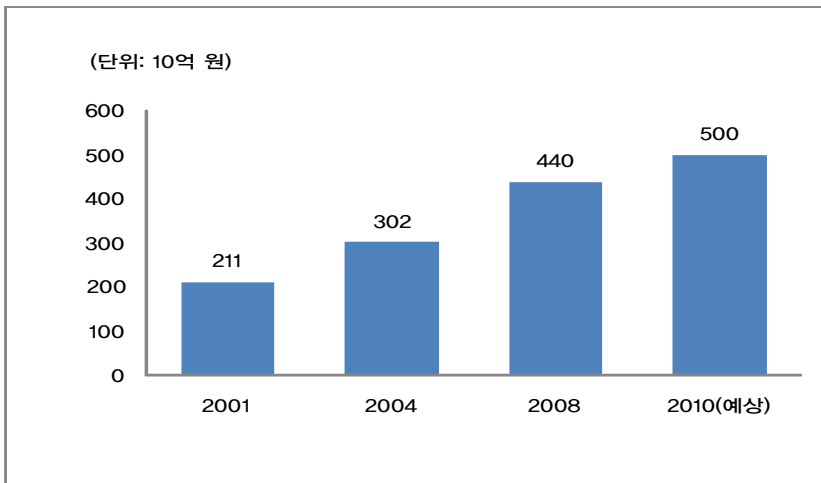
<표 3-11> 국내 하수처리수 용도별 재처리공정 분류 사례

구분	세부구분	처리방법(예시)
범용재이용수	청소용수	· 모래여과
	도시조경용수	· 모래여과
	빈수용수	· 모래여과+활성탄
	하천유지용수	· 모래여과· 정밀여과
	관개용수	· 모래여과· 정밀여과
인체접촉 및 직접영향 재이용수	인체접촉세척용수	· 정밀여과+역삼투 · 생물반응조 내 침지막설치+역삼투압
	직접관개용수	· 정밀여과+역삼투 이상
고도환경용수	습지용수	· 모래여과+활성탄· 정밀여과+역삼투 · 생물반응조 내 침지막설치+역삼투압
	지하수충진	· 모래여과+활성탄· 정밀여과+역삼투 · 생물반응조 내 침지막설치+역삼투
	음용수자원보충	· 정밀여과+역삼투 · 생물반응조 내 침지막설치+역삼투
공업용수		· 6가지 조합 모두 가능

자료: 환경부-한국환경공단(2009).

라. 먹는 샘물

국내 샘물 시장은 2000년에 1,630억 원의 규모에서 2005년에 3,000억 원대를 넘어 서면서 꾸준한 성장세를 보여 왔고, 2010년의 시장 규모는 5,000억 원에 이를 것으로 전망되었다. 환경부가 1995년에 부과하기 시작한 판매가의 20%에 해당하는 수질개선분담금과 1997년 말 IMF 사태로 인한 매출액 감소는 대기업의 진입과 함께 국내 시장에 변화를 주었다. 국민의 수돗물에 대한 부정적 인식, 주 5일제 확대에 따른 야외활동 증가에 따른 생수 수요 증가로 매년 15~20% 정도의 성장을 보였으며, 이는 국내 대기업과 외국 업체들의 경쟁구도로 이끌었다(이동현 외, 2006). 국내 샘물시장은 500ml와 550ml에 해당하는 페트병 먹는 샘물 시장과 18.9L짜리 말통이 주류인 대형 먹는 샘물 시장으로 나뉘며, 페트병 먹는 샘물 시장이 전체의 62%를 차지한다(김언경, 2009).



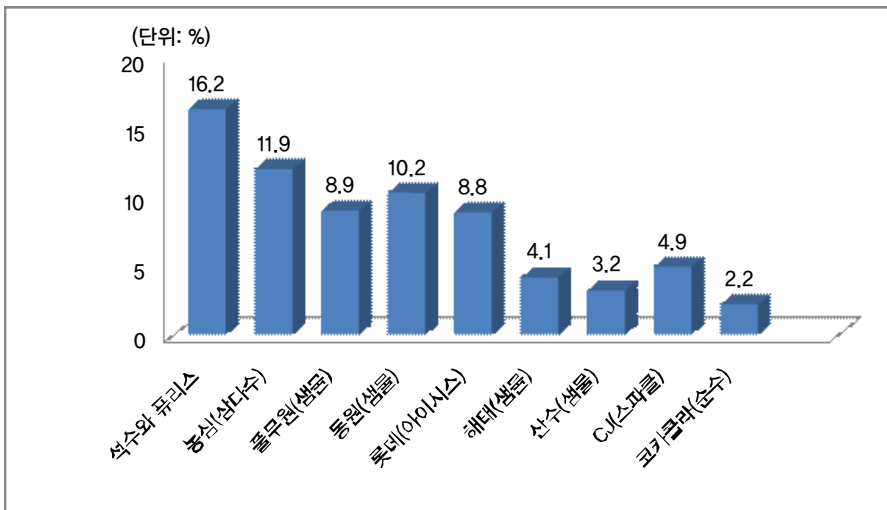
〈그림 3-5〉 국내 샘물시장 규모 성장 추세

참조: 김언경(2009).

환경부가 2007년 12월 31일자로 집계한 국내의 먹는 샘물 제조업체는 70곳으로 시중에 유통되는 먹는 샘물 브랜드는 100여 개에 이른다.²¹⁾ 국내 대기업 위주인 국내 샘물

21) 환경부, 먹는 샘물 제조업체 현황(<http://www.me.go.kr/kor/index.jsp>).

시장은 진로, 하이트, 농심, 롯데, 동원, 풀무원 등의 대기업 브랜드가 시장 전체의 50%를 점유하고 있다. 국내의 먹는 샘물 시장은 수입 생수의 점유율이 지속적으로 높아지고 있으나, 아직까지는 국내 브랜드가 큰 영향력을 미치고 있다. 대형 먹는 샘물 시장과 페트병 먹는 샘물시장에서 석수와퓨리스, 삼다수가 각각 1위를 차지하고 있으며, 수입 생수의 점유율은 전체 먹는 샘물 시장의 2% 미만으로 나타났다(이경옥, 2008; 김연경, 2009).²²⁾ 하지만 수입 생수는 금액 기준으로 27%의 연평균증가율을 보이며 급성장을 하고 있고, 프랑스 다농의 브랜드인 에비앙은 롯데칠성음료와의 제휴 및 상류층 중심의 마케팅을 통해 국내 수입 생수 시장의 85%를 점유하고 있다(한국수자원공사, 2009). 시장 점유율에서 수입 생수가 국내 기업에게 미치는 위협은 작으나, 마케팅 전략을 통해 국내 시장에 빠르게 정착하고 있다.



〈그림 3-6〉 업체별 국내 먹는 샘물 시장 점유율(2007년 기준)

자료: 한국수자원공사(2009).

22) 국내의 먹는 샘물 수입업체는 43개사로 브랜드는 총 50여 종에 이르며 원산지는 프랑스, 이탈리아, 일본, 캐나다 등이다. 환경부, 먹는 샘물 수입업체 현황.

국내 먹는 샘물 브랜드는 수입품보다 상대적으로 가격이 낮다. 2004년 기준으로 수입된 먹는 샘물의 양은 4,486kℓ, 238만 달러인 반면 수출량은 5,467kℓ로 수입량보다 22% 많았지만 수출금액은 수입금액보다 19% 적은 것으로 나타났다(한국수자원공사, 2009). 국내 먹는 샘물 시장에서는 정부의 물산업 육성정책에 의한 정부의 지원으로 해양심층수, 탄산수 등의 먹는 샘물 브랜드의 차별화 전략이 진행되고 있으며, 가격 경쟁에서의 유리한 점과 함께 국내 브랜드의 해외 시장 점유를 높이려는 움직임이 나타나고 있다(김언경, 2009).

2. 물산업의 경제적 파급효과 분석

가. 산업연관분석과 물산업

한 산업이 국민경제에 미치는 영향을 분석하기 위해 일반적으로 사용하는 것이 산업연관분석 또는 투입산출분석(Input-Output Analysis)이다. 한 나라의 국민경제에서는 재화와 서비스가 생산되고 그 생산과정에서 각 산업은 원재료의 거래관계를 토대로 직접 혹은 간접적으로 연관을 맺게 되는데, 이와 같이 생산 활동을 통하여 이루어지는 산업 간의 상호연관관계를 수량적으로 파악하는 분석방법이 바로 산업연관분석이다. 산업연관분석은 최종수요가 생산·고용·소득 등 국민경제에 미치는 각종 파급효과를 산업부문별로 나누어서 분석할 수 있는 장점이 있을 뿐만 아니라 거시적 분석이 미치지 못하는 산업과 산업 간의 상호연관관계까지 분석이 가능하기 때문에 구체적인 경제구조를 분석하는 데 유리하다. 또한 최종수요에 의한 각종 파급효과를 산업부문별로 나누어서 분석할 수 있기 때문에 경제계획의 수립과 예측 그리고 산업구조 정책방향 설정이나 조정 등에 유용한 분석도구로 활용될 수 있다.

산업연관분석을 이용하면 우리나라 물산업의 현 주소와 물산업의 산업 전반에 대한 파급효과를 알아볼 수 있다. 이를 위해서 우선 산업연관표에서 물산업이 어떻게 정의될 수 있는지를 살펴볼 필요가 있다. 일반적으로 물산업은 물을 취수하여 정수 처리한 후 공급하고, 물 사용 이후 하·폐수를 이송 처리하는 데 관여하는 제조 및 서비스업 일체를 포괄한다. 물산업에 포함되는 제조업은 댐 등 수자원 취수 시스템 관련 부품, 송·배관 부품, 정수 처리 부품 및 시스템과 하수처리 부품 및 시스템으로 구성되어 있다. 또한 건설업은 댐 건설, 배관시설 및 정수·하수 처리시설의 건설로 구성되어 있다. 마지막으로 서비스업은 정수 처리장 운영 및 정수 관리와 하수 처리장 운영 및 관리로 구성되어 있다. 2010년 현재 최근 발표된 2008년 산업연관표는 28개 통합대분류로 구분되고 그 하위에 77개 통합중분류, 168개 통합소분류 그리고 403개의 기본부분으로 분류되어 있다. 하지만 물산업은 산업연관표에서 특정하게 분류가 되어 있지 않으므로, 물산업의 경제적 파급효과 분석을 위해서는 산업연관표를 재분류하여야 한다.

분석을 위해서 산업연관표에서 물산업에 포함될 수 있는 산업을 404여 개의 기본부문을 이용하여 재분류하였다. 산업연관표에서 재분류된 물산업은 음식료품의 생수 및 얼음, 전력 및 가스의 수도, 그리고 건설의 상하수도시설로 구성된다. 본 연구에서는 분석을 위해 28개 부문과 물산업에 포함된 3개 부문을 포함하는 31개 부문의 산업연관표를 재작성하였다. 이 31개 부문의 산업연관표를 이용하여 물산업의 경제적 파급효과를 분석한다.

〈표 3-12〉 재분류된 31개 부문 산업연관표

부문	산업부문내용	부문	산업부문내용	부문	산업부문내용
01	농림수산물	11	금속제품	21	운수 및 보관
02	광산물	12	일반기계	22	통신 및 방송
03	음식료품	13	전기전자기기	23	금융 및 보험
04	섬유 가죽제품	14	정밀기기	24	부동산 및 사업서비스
05	목재 및 종이제품	15	수송기기	25	공공행정 및 국방
06	인쇄출판 및 복제	16	가구 및 기타제조업제품	26	교육 및 보건
07	석유석탄제품	17	전력 및 가스	27	사회 및 기타서비스
08	화학제품	18	건설	28	기타
09	비금속광물제품	19	도소매	29	생수 및 얼음
10	제1차 금속	20	음식점 및 숙박	30	수도
				31	상하수도시설

나. 투입구조와 수요구조

산업연관표는 산업과 산업 간의 투입-산출을 작성함으로써 특정산업의 투입구조와 수요구조를 파악할 수 있다. 산업연관표의 행은 수요구조를 나타내며 열은 투입 구조를 나타낸다. 물산업의 투입액은 2008년도에 약 9조 4백억 원으로 나타났다. 2008년을

보면 생수와 얼음 산업(이하 생수 산업으로 줄임)은 화학제품과 부동산 및 산업서비스의 투입이 가장 큰 것으로 나타났다. 수도산업은 전력 및 가스 산업과 화학제품의 투입이 가장 큰 것으로 나타났다. 상하수도시설은 1차금속의 투입이 가장 큰 것으로 나타났으며, 이는 배관의 수요에 기인하는 것으로 보인다. 다음으로 부동산 및 산업서비스와 일반가계의 투입이 큰 것으로 나타났다. 2005년의 경우 물산업의 투입액은 약 7조5천억 원으로 나타났고 2003년과 2000년의 경우에는 각각 약 7조 3천억 원과 6조 3천억 원으로 나타났다. 투입구조는 2000년부터 지금까지 대동소이한 경향을 보이고 있다. 수요구조 역시 시간의 경과에 따라 크게 다른 트렌드를 보이지 않는 것으로 보아 물산업의 투입과 수요 구조는 상당히 안정적으로 보인다. 생수를 많이 소요하는 산업은 음식점 및 숙박업 그리고 농림수산물인 것으로 나타났고, 수도산업에 대해서는 교육 및 보건서비스산업과 음식점 및 숙박업의 수요가 큰 것으로 나타났다. 상하수도시설은 중간재로 사용되지 않고 최종수요로만 사용되고 있는 것으로 계상되었다.

〈표 3-13〉 물산업의 수요구조(2000~2008)

(단위: 억 원)

부문명칭	2008			2005			2003			2000		
	생수/ 얼음	수도	상하 수도 시설	생수/ 얼음	수도	상하 수도 시설	생수/ 얼음	수도	상하 수도 시설	생수/ 얼음	수도	상하 수도 시설
농림수산물	500	56	0	367	58	0	17	6	0	17	135	0
광산품	0	128	0	0	156	0	0	1	0	0	23	0
음식료품	0.21	28,115	0	16	308	0	16	228	0	134	472	0
섬유/가죽제품	0	1,256	0	0	1,995	0	0	437	0	0	678	0
목재/종이 제품	0	80	0	0	85	0	0	71	0	0	168	0
인쇄/출판/복제	0	11	0	0	14	0	0	23	0	0	39	0
석유/석탄제품	0	90	0	0	81	0	0	50	0	0	126	0
화학제품	5.57	270	0	4	348	0	4	269	0	3	57	0
비금속광물제품	0	103	0	0	107	0	0	81	0	0	153	0
제1차 금속	0	232	0	0	180	0	0	119	0	0	229	0
금속제품	0	391	0	0	386	0	0	60	0	0	108	0
일반기계	0	105	0	0	108	0	0	77	0	0	149	0
전기/전자기기	0	233	0	0	262	0	0	190	0	0	377	0
정밀기기	0	29	0	0	34	0	0	24	0	0	48	0
수송 장비	0	73	0	0	83	0	0	60	0	0	108	0
가구/ 기타제조업제품	0	43	0	0	55	0	0	46	0	0	107	0
전력가스/수도	0	20	0	0	23	0	0	5	0	0	88	0
건설	0	50	0	0	53	0	0	14	0	0	207	0
도소매	23.5	598	0	18	670	0	15	484	0	14	104	0
음식점/숙박	1,776	2,701	0	1,194	2,749	0	1,365	2,211	0	1,084	511	0
운수/보관	0	291	0	0	310	0	0	254	0	0	120	0
통신/방송	0	257	0	0	320	0	0	191	0	0	66	0
금융/보험	0	977	0	0	779	0	0	675	0	0	320	0
부동산/사업서비스	1.47	3,413	0	0.92	3,299	0	0	2,262	0	0	1,064	0
공공행정/국방	0	2,003	0	0	1,310	0	0	1,020	0	1	473	0
교육/보건	0	3,444	0	0	3,112	0	0.57	4,054	0	0.41	619	0
사회/기타서비스	0	2,146	0	0	2,143	0	0	1,704	0	0	494	0
기타	454	82	0	583	83	0	458	66	0	356	32	0
생수/얼음	0	44	0	0	47	0		12	0	0	24	0
수도	0	7,044	0	0	6,485	0	0	5,713	0	0	1,778	0
상하수도시설	0	0.48	0	0	0.52	0	0	0.49	0	0	9	0
중간수요계	2,782	26,465	0	2,184	25,660	0	1,879	20,421	0	1,613	9,415	0
최종수요계	882	13,562	47,023	808	10,961	35,998	810	11,158	38,639	553	13,973	37,759
총 수요	3,664	40,027	47,023	2,993	36,621	35,998	2,689	31,580	38,639	2,166	23,389	37,759
총 산출액	3,570	39,763	47,023	2,953	36,501	35,998	2,650	31,456	38,639	2,122	23,278	37,738
물산업 총 산출액 (생수+수도+시설)			90,357			75,453			72,747			63,139

〈표 3-14〉 물산업의 투입구조(2000~2008)

(단위: 억 원)

부분명칭	2008			2005			2003			2000		
	생수 / 얼음	수도	상하 수도 시설	생수/ 얼음	수도	상하 수도 시설	생수/ 얼음	수도	상하 수도 시설	생수/ 얼음	수도	상하 수도 시설
농림수산물	0	1	22	0	1	20	0	2	25	0	1	22
광산품	0	0	107	0	0	132	0	0	133	0	0	129
음식료품	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
섬유/가죽제품	6	17	81	3	18	63	2	14	61	3	9	58
목재/종이제품	80	0	256	50	0	205	38	0	28.4	33	0	312
인쇄/출판/복제	6	39	23	6	43	22	6	52	46	3	40	46
석유/석탄제품	30	230	1,697	23	198	1,249	43	157	469	36	126	502
화학제품	939	1,256	456	710	1,164	329	526	1,400	432	462	1,435	479
비금속광물제품	0	116	2,029	0	123	1,526	0	134	1,923	0	120	1,416
제1차 금속	0	711	10,986	0	500	6,698	0	468	6,101	0	440	6,103
금속제품	27	11	1,455	20	9	856	14	8	780	11	6	1,651
일반기계	25	458	2,694	18	367	1976	15	376	2,133	12	335	1,808
전기/전자기기	3	64	237	2	63	158	2	66	158	1	52	184
정밀기기	0.81	218	262	0.59	195	213	0.47	179	198	0.44	174	271
수송장비	12	23	68	9	22	54	6	18	46	4	12	40
가구/ 기타제조업제품	0.1	1	14	0.1	1	9	0.09	1	9	0.08	1	10
전력가스/수도	70	3,049	111	57	2,908	88	60	2,890	94	34	2,547	66
건설	0.79	153	2	0.73	164	2	0.79	218	4	0.49	170	4
도소매	61	310	1,630	48	268	1,296	10	151	767	28	145	797
음식점/숙박	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
운수/보관	206	161	399	182	178	354	69	169	402	16	131	366
통신/방송	28	208	203	22	204	168	20	220	183	16	222	226
금융/보험	49	322	742	38	307	592	37	795	870	35	851	929
부동산/사업서비스	268	1,510	2,680	203	1,300	2,075	205	1,091	3442	157	737	3,781
공공행정/국방	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
교육/보건	8	85	208	2	103	125	4	322	503	3	230	441
사회/기타서비스	33	47	309	29	51	285	20	32	132	18	34	194
기타	64	437	489	54	426	472	44	491	654	33	384	624
생수 및 얼음	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
수도	44	7,044	0.48	47	6,485	0.52	12	5,713	0.49	24	1,778	9
상하수도시설	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
중간투입계	1,969	16,483	27,173	1,534	15,109	18,982	1,143	14,976	19,862	939	9,992	20,482
부가가치계	1,601	23,279	19,850	1,419	21,392	17,015	1,507	16,480	18,777	1,183	13,286	17,256
총 투입액	3,570	39,763	47,023	2,953	36,501	35,998	2,650	31,456	38,639	2,122	23,278	37,738
물산업 총 투입액 (생수+수도+시설)			90,357			7,545,334			72,747			63,139

다. 생산유발효과

생산유발계수는 최종수요 한 단위가 증가하였을 때 이를 충족시키기 위해 각 산업부문에서 직·간접으로 유발되는 생산액 수준을 나타내는 것이다. 본 연구에서는 수도, 생수 그리고 상하수도시설의 생산유발계수를 계산하였다. 2008년 생산유발계수를 보면 수도의 생산유발효과가 가장 큰 것으로 나타났으며, 다음으로 생수 그리고 상하수도시설 순으로 나타났다. 수도의 생산유발계수의 합은 1.3으로 수도에서 1원의 생산이 이루어질 때 국내총생산이 1.3원 증가하는 것으로 분석되었다. 생수 산업에서 1원의 생산증가는 국내총생산 1.01원의 증가를 초래하는 것으로 나타났다. 전체 산업의 평균 생산유발계수가 1.93 정도인 것에 비하면 수도, 생수 및 상하수도시설산업의 생산유발효과는 상대적으로 작은 것으로 분석되었다.

2005년 생산유발계수를 보면 상하수도시설의 생산유발효과가 가장 큰 것으로 나타났으며, 다음으로 생수 그리고 수도 순으로 나타났다. 상하수도시설의 생산유발계수의 합은 2.0으로 상하수도 시설에서 1원의 생산이 이루어질 때 국내총생산이 2.0원 증가하는 것으로 분석되었다. 생수 산업에서 1원의 생산증가는 국내총생산 1.97원의 증가를 초래하는 것으로 나타났다. 전체 산업의 평균 생산유발계수가 1.74 정도인 것에 비하면 상하수도시설의 생산유발효과와 생수산업의 생산유발효과가 작지 않은 것으로 분석되었다.

2003년 생산유발계수를 보면 상하수도시설의 생산유발효과가 가장 큰 것으로 나타났으며, 다음으로 수도 그리고 생수 순으로 나타났다. 상하수도시설의 생산유발계수의 합은 1.96으로 상하수도 시설에서 1원의 생산이 이루어질 때 국내총생산이 1.96원 증가하는 것으로 분석되었다. 수도산업에서 1원의 생산증가는 국내총생산 1.81원의 증가를 초래하는 것으로 나타났다. 전체 산업의 평균 생산유발계수가 1.87 정도인 것에 비하면 상하수도시설의 생산유발효과와 수도산업의 생산유발효과가 작지 않은 것으로 분석되었다.

2000년 생산유발계수 역시 상하수도시설의 생산유발효과가 가장 큰 것으로 나타났으며, 다음으로는 생수 그리고 수도 순으로 나타났다. 상하수도시설의 생산유발계수의

합은 1.99로 상하수도 시설에서 1원의 생산이 이루어질 때 국내총생산이 1.99원 증가하는 것으로 분석되었다. 수도산업에서 1원의 생산증가는 국내총생산 1.71원의 증가를 초래하는 것으로 나타났다. 전체 산업의 평균 생산유발계수가 1.86정도인 것에 비하면 상하수도시설의 생산유발효과가 작지 않은 것으로 분석되었다. 2000년부터 2008년까지 물산업의 생산유발효과를 보면 점진적으로 생산유발효과가 작아지고 있음을 알 수 있다.

〈표 3-15〉 수도, 생수, 상하수도 시설의 생산유발계수(2000~2008)

부문명칭	2008		2005		2003		2000		
	생수/일용	수도	생수/일용	수도	생수/일용	수도	생수/일용	수도	
농림수산물	0.00123	0.00061	0.00000	0.00325	0.00436	0.00380	0.00388	0.00443	0.00368
광산품	0.00013	0.00454	0.00000	0.00146	0.00952	0.00086	0.01076	0.00107	0.00223
음식료품	0.00044	0.00091	0.00000	0.00573	0.00681	0.00684	0.00624	0.00689	0.00603
주류/가죽제품	0.00009	0.00482	0.00000	0.00233	0.00425	0.00476	0.00437	0.00577	0.00276
목재/종이제품	0.00007	0.00094	0.00000	0.00313	0.01261	0.02493	0.00456	0.02907	0.00547
인쇄/출판/복제	0.00011	0.00088	0.00000	0.00301	0.00282	0.00749	0.00558	0.00639	0.00509
석유/석탄제품	0.00001	0.00016	0.00000	0.02142	0.06080	0.04324	0.03359	0.04282	0.02619
화학제품	0.00006	0.00061	0.00000	0.06378	0.03320	0.28659	0.08373	0.32032	0.10451
비금속광물제품	0.00007	0.00125	0.00000	0.00691	0.05345	0.00325	0.00953	0.00376	0.00129
금속제품	0.00005	0.00057	0.00000	0.03844	0.36140	0.1078	0.03923	0.11114	0.04286
기계/자동차	0.00008	0.00134	0.00000	0.00491	0.03827	0.01089	0.00461	0.01083	0.00462
일반기계	0.00007	0.00074	0.00000	0.01630	0.07289	0.01257	0.01696	0.01291	0.01898
전기/전자기기	0.00004	0.00058	0.00000	0.00873	0.01614	0.00516	0.00788	0.00561	0.00892
정밀기기	0.00007	0.00090	0.00000	0.00585	0.00584	0.00085	0.00408	0.00106	0.00451
수송장비	0.00005	0.00053	0.00000	0.00308	0.00775	0.00664	0.00256	0.00528	0.00230
가구/기타제조업제품	0.00007	0.00122	0.00000	0.00088	0.00141	0.00111	0.00106	0.00111	0.00104
전력가스/수도	0.00002	0.00024	0.00000	0.11622	0.02400	0.04007	0.13544	0.03547	0.14167
건설	0.00006	0.00069	0.00000	0.00923	0.00369	0.00659	0.01614	0.00651	0.01544
도소매	0.00013	0.00117	0.00000	0.01863	0.05598	0.01657	0.01400	0.02803	0.01609
음식점/숙박	0.00265	0.00514	0.00000	0.00995	0.01189	0.01416	0.01433	0.01302	0.01293
운수/보관	0.00004	0.00064	0.00000	0.01366	0.03474	0.04063	0.01513	0.01598	0.01146
통신/방송	0.00010	0.00140	0.00000	0.01958	0.01337	0.01739	0.01613	0.01834	0.01874
금융/보험	0.00009	0.00174	0.00000	0.03660	0.22225	0.03344	0.04578	0.04106	0.06056
부동산/사업서비스	0.00011	0.00221	0.00000	0.10483	0.05965	0.10119	0.06272	0.12777	0.09405
공공행정/국방	0.00019	0.00331	0.00000	0.00033	0.00051	0.00033	0.00033	0.00000	0.00000
교육/보건	0.00012	0.00319	0.00000	0.00449	0.00642	0.01041	0.01892	0.00971	0.01692
사회/기타서비스	0.00019	0.00454	0.00000	0.01647	0.01322	0.01041	0.00325	0.01118	0.00354
기타	0.00233	0.00368	0.00000	0.02079	0.02484	0.02738	0.02770	0.02837	0.02816
생수/일용	1.00008	0.01585	0.00000	1.00000	0.00006	1.00000	0.00007	1.00007	0.00007
수도	0.00005	1.21556	0.00000	0.02032	0.00072	0.00609	1.22234	0.01288	1.08307
상하수도시설	0.00006	0.00057	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000	1.00000
합계	1.00884	1.28035	1.00000	1.69981	2.00438	1.75449	1.81043	1.78323	1.71154

(단위: 원)

라. 부가가치 유발효과

부가가치 유발계수는 최종수요의 변동으로 생산 활동이 변함에 따라 발생하는 부가가치 창출효과를 의미한다. 2008년 물산업의 부가가치유발계수를 보면 수도산업, 생수 그리고 상하수도시설의 순으로 나타났다. 수도산업 100원의 생산증가는 75원의 부가가치를 발생시키는 것으로 분석되었다. 생수와 상하수도시설부문에서의 100원 생산증가는 각각 45원과 42원의 부가가치를 발생시키는 것으로 분석되었다. 전체 산업평균 부가가치유발계수가 0.676인 것에 비해 물산업의 부가가치유발효과는 비교적 낮은 것으로 분석되었다.

2005년 물산업의 부가가치유발계수를 보면 수도산업, 생수 그리고 상하수도시설의 순으로 나타났다. 수도산업의 100원의 생산증가는 90원의 부가가치를 발생시키는 것으로 분석되었다. 생수와 상하수도시설부문에서의 100원 생산증가는 각각 83원과 81원의 부가가치를 발생시키는 것으로 분석되었다. 전체 산업평균 부가가치유발계수가 0.750인 것에 비해 물산업의 부가가치유발효과는 비교적 높은 것으로 분석되었다.

2003년 물산업의 부가가치유발계수를 보면 수도산업, 생수 그리고 상하수도시설의 순으로 나타났다. 수도산업의 100원의 생산증가는 89원의 부가가치를 발생시키는 것으로 분석되었다. 생수와 상하수도시설부문에서의 100원 생산증가는 각각 86원과 84원의 부가가치를 발생시키는 것으로 분석되었다. 전체 산업평균 부가가치유발계수가 0.794인 것에 비해 물산업의 부가가치유발효과는 비교적 높은 것으로 분석되었다.

2000년 물산업의 부가가치유발계수 역시 수도산업, 생수 그리고 상하수도시설의 순으로 나타났다. 수도산업의 100원의 생산증가는 88원의 부가가치를 발생시키는 것으로 분석되었다. 생수와 상하수도시설부문에서의 100원 생산증가는 각각 86원과 84원의 부가가치를 발생시키는 것으로 분석되었다. 전체 산업평균 부가가치유발계수가 0.754인 것에 비해 물산업의 부가가치유발효과는 비교적 높은 것으로 분석되었다.

2000년부터 2008년까지의 물산업의 부가가치유발효과를 보면, 2005년이 예외적으로 높은 수준이었다고 볼 수 있다.

〈표 3-16〉 수도, 생수, 상하수도 시설의 부가기치 유발계수(2000-2008)

(단위: 원)

부품명칭	2008			2005			2003			2000		
	생수/염음	수도	상하수도시설	생수/염음	수도	상하수도시설	생수/염음	수도	상하수도시설	생수/염음	수도	상하수도시설
농림수산품	0.00055	0.00036	0.00000	0.00334	0.00188	0.00253	0.00226	0.00192	0.00114	0.00231	0.00277	0.00230
광산품	0.00006	0.00266	0.00000	0.00061	0.00085	0.00554	0.00056	0.00114	0.00697	0.00068	0.00142	0.00273
음식료품	0.00020	0.00053	0.00000	0.00281	0.00164	0.00195	0.00213	0.00188	0.00194	0.00188	0.00162	0.00171
섬유/기류제품	0.00004	0.00282	0.00000	0.00162	0.00071	0.00129	0.00151	0.00093	0.00139	0.00139	0.00082	0.00126
목재/종이제품	0.00003	0.00055	0.00000	0.00816	0.00086	0.00348	0.00718	0.00131	0.00435	0.00772	0.00145	0.00476
인쇄/출판/복제	0.00005	0.00052	0.00000	0.00236	0.00128	0.00118	0.00267	0.00198	0.00228	0.00199	0.00159	0.00199
석유/석탄제품	0.00000	0.00009	0.00000	0.01627	0.00647	0.01836	0.01512	0.00851	0.01175	0.01404	0.00859	0.01224
화학제품	0.00003	0.00036	0.00000	0.08405	0.01466	0.00763	0.07323	0.02139	0.00840	0.07876	0.02570	0.00937
비금속광물제품	0.00003	0.00073	0.00000	0.00113	0.00219	0.01695	0.00101	0.00297	0.01982	0.00128	0.00350	0.01736
제1차 금속	0.00002	0.00033	0.00000	0.00329	0.00741	0.06963	0.00218	0.00794	0.05960	0.00235	0.00904	0.06305
금속제품	0.00003	0.00079	0.00000	0.00487	0.00154	0.01199	0.00394	0.00166	0.01091	0.00373	0.00159	0.01900
일반기계	0.00003	0.00043	0.00000	0.00417	0.00453	0.02026	0.00386	0.00520	0.02100	0.00396	0.00583	0.01842
전기/전자기기	0.00002	0.00034	0.00000	0.00195	0.00217	0.00401	0.00146	0.00223	0.00363	0.00153	0.00244	0.00407
정밀기기	0.00003	0.00053	0.00000	0.00039	0.00166	0.00166	0.00025	0.00122	0.00173	0.00027	0.00116	0.00196
수송장비	0.00002	0.00031	0.00000	0.00260	0.00066	0.00167	0.00176	0.00068	0.00145	0.00126	0.00055	0.00111
가구/기타제조제품	0.00003	0.00072	0.00000	0.00044	0.00026	0.00042	0.00037	0.00036	0.00047	0.00038	0.00035	0.00052
전력가스/수도	0.00001	0.00014	0.00000	0.01588	0.04572	0.00944	0.01808	0.06112	0.01090	0.01585	0.06331	0.01130
건설	0.00003	0.00040	0.00000	0.00219	0.00417	0.00167	0.00297	0.00727	0.00324	0.00286	0.00678	0.00358
도소매	0.00006	0.00069	0.00000	0.02369	0.01109	0.03334	0.00596	0.00844	0.02072	0.01766	0.01014	0.02293
음식점/숙박	0.00119	0.00301	0.00000	0.00614	0.00399	0.00477	0.00596	0.00603	0.00627	0.00527	0.00523	0.00566
운수/모관	0.00002	0.00038	0.00000	0.03558	0.00585	0.01488	0.01819	0.00677	0.01503	0.00667	0.00478	0.00841
홍시/방송	0.00004	0.00082	0.00000	0.00954	0.00652	0.00770	0.01053	0.00977	0.00985	0.01072	0.01096	0.01690
금융/보험	0.00004	0.00102	0.00000	0.02295	0.01395	0.02431	0.02375	0.03251	0.03556	0.02824	0.04165	0.03699
부동산/사업서비스	0.00005	0.00129	0.00000	0.07164	0.04076	0.05618	0.06877	0.04263	0.08884	0.06702	0.03806	0.09652
공공행정/국방	0.00009	0.00194	0.00000	0.00063	0.00023	0.00035	0.00023	0.00023	0.00024	0.00000	0.00000	0.00000
교육/보건	0.00005	0.00187	0.00000	0.00308	0.00351	0.00440	0.00702	0.01276	0.01528	0.00651	0.01135	0.01364
사회/기타서비스	0.00008	0.00266	0.00000	0.00827	0.00248	0.00664	0.00537	0.00167	0.00325	0.00560	0.00177	0.00405
기타	0.00105	0.00215	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00160	0.00158	0.00171
생수/염음	0.44853	0.00916	0.00000	0.48062	0.00003	0.00003	0.56885	0.00004	0.00004	0.55750	0.00004	0.00004
수도	0.00002	0.71166	0.00000	0.01191	0.71290	0.00042	0.00319	0.64040	0.00035	0.00735	0.61817	0.00048
상하수도시설	0.00003	0.00034	0.42213	0.00000	0.00000	0.47268	0.00000	0.00000	0.48595	0.00000	0.00000	0.45725
합계	0.45246	0.74959	0.42213	0.83018	0.89996	0.80536	0.86239	0.89096	0.36367	0.85716	0.88177	0.38198

마. 고용유발효과

최종수요의 변화는 생산의 변화를 가져오고 이는 다시 노동에 대한 수요를 변화시키게 된다. 고용유발계수란 생산의 파급과정에서 직·간접적으로 유발되는 노동량을 계량적으로 표시한 것으로 노동계수와 생산유발계수를 기초로 하여 산출된다. 고용유발계수는 자영업자를 제외한 피용자수를 기준으로 계산된다. 2008년 수도산업의 고용유발효과는 다른 산업에 비해 비교적 작은 것으로 분석되었다. 다른 산업에서 10억 원의 생산증가가 발생할 때 평균 8.81명의 고용이 증가하는 것으로 나타났으나 수도산업은 5.61명 증가하는 것으로 분석되었다.

2005년 수도산업의 고용유발효과는 다른 산업에 비해 비교적 작은 것으로 분석되었다. 다른 산업에서 10억 원의 생산증가가 발생할 때 평균 10.13명의 고용이 증가하는 것으로 나타났으나 수도산업은 6.93명 증가하는 것으로 분석되었다.

2003년 수도산업의 고용유발효과는 다른 산업에 비해 비교적 작은 것으로 분석되었다. 다른 산업에서 10억 원의 생산증가가 발생할 때 평균 11.30명의 고용이 증가하는 것으로 나타났으나 수도산업은 9.96명 증가하는 것으로 분석되었다.

2000년 수도산업의 고용유발효과는 다른 산업에 비해 비교적 작은 것으로 분석되었다. 다른 산업에서 10억 원의 생산증가가 발생할 때 평균 13.00명의 고용이 증가하는 것으로 나타났으나 수도산업은 11.04명 증가하는 것으로 분석되었다.

물산업의 고용유발효과는 점점 낮아지고 있는 추세이다. 2000년이 가장 높았으며 2008년에는 2000년의 절반 수준인 5.61명으로 줄어들고 있는 추세이다.

〈표 3-17〉 수도의 고용유발계수(2000~2008)

(단위: 명/10억)

부문명칭	고용유발계수			
	2008	2005	2003	2000
농림수산물	7.0951	7.2236	7.08503	7.66649
광산품	7.1126	8.3102	8.04221	9.84685
음식료품	6.7850	7.9594	8.31592	9.47304
섬유/가죽제품	10.8302	13.2253	14.68406	17.02884
목재/종이제품	7.6710	9.4024	10.35996	11.19038
인쇄/출판/복제	12.9099	13.0267	15.24475	19.16651
석유/석탄제품	0.5796	0.7471	0.94716	1.05760
화학제품	4.8334	6.6487	8.13743	8.87264
비금속광물제품	7.0102	8.7984	10.08069	11.86165
제1차금속	3.1022	4.018	5.62107	6.20143
금속제품	8.0176	10.0272	12.40487	14.41770
일반기계	8.1148	9.9587	11.44414	13.07603
전기/전자기기	5.6218	6.8871	7.51720	8.12462
정밀기기	9.8791	11.5778	12.74075	15.62202
수송장비	6.4233	8.191	9.20067	11.54986
가구/기타제조업제품	10.0612	12.1752	13.04781	16.45415
전력가스/수도	2.2420	2.8686	3.45352	4.46209
건설	12.5768	14.8295	16.30861	17.86428
도소매	14.2729	15.1705	19.56611	20.18616
음식점/숙박	14.6231	16.4684	17.68439	19.81501
운수/보관	8.0484	10.7076	13.36419	13.88673
통신/방송	7.8015	7.524	6.90287	7.56263
금융/보험	8.9286	9.602	10.74347	14.61658
부동산/사업서비스	10.1268	9.8419	8.71679	8.48806
공공행정/국방	11.0641	12.9576	14.72973	18.69390
교육/보건	15.6036	17.3738	18.51521	22.59683
사회/기타서비스	13.7195	15.4596	17.99476	20.70648
기타	11.5035	12.5703	13.61136	13.61591
타 산업평균	8.8056	10.1268	82.35	83.95
수도	5.6148	6.9312	9.96010	11.04294

바. 가격파급효과

산업연관표를 열(세로)로 본 각 산업부문의 투입구성은 곧 각 산업부문의 생산 활동에 대한 비용구조를 나타내는 것으로 이를 이용하여 가격의 파급효과를 분석할 수 있다. 가격파급효과 분석은 임금 등 부가가치항목이나 투입된 원재료의 가격변동을 독립변수로 하여 그것이 각 산업부문의 생산물가격에 미치는 영향을 분석하는 것을 말한다.

2008년 물산업에서 각각 10% 가격이 상승할 때 다른 산업의 가격 상승효과를 분석한 결과 수도산업의 가격 파급효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 수돗물 가격이 10% 상승하였을 때 다른 산업의 가격은 평균적으로 0.12% 증가하는 것으로 분석되었다. 또한 생수의 가격이 10% 상승하였을 때 다른 산업의 가격은 평균 0.01% 상승하는 것으로 분석되었다. 상하수도시설은 중간재로 투입이 되지 않으므로 가격파급효과가 발생하지 않는다.

2005년 물산업에서 각각 10% 가격이 상승할 때 다른 산업의 가격 상승효과를 분석한 결과 세 산업 중 수도산업의 가격 파급효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 수돗물 가격이 10% 상승하였을 때 다른 산업의 가격은 평균적으로 0.16% 증가하는 것으로 분석되었다. 또한 생수의 가격이 10% 상승하였을 때 다른 산업의 가격은 평균 0.01% 상승하는 것으로 분석되었다.

2003년 물산업에서 각각 10% 가격이 상승할 때 다른 산업의 가격 상승효과를 분석한 결과 세 산업 중 수도산업의 가격파급효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 수돗물 가격이 10% 상승하였을 때 다른 산업의 가격은 평균적으로 0.15% 증가하는 것으로 분석되었다. 또한 생수의 가격이 10% 상승하였을 때 다른 산업의 가격은 평균 0.01% 상승하는 것으로 분석되었다.

2000년 물산업에서 각각 10% 가격이 상승할 때 다른 산업의 가격 상승효과를 분석한 결과 역시 세 산업 중 수도산업의 가격 파급효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 수돗물 가격이 10% 상승하였을 때 다른 산업의 가격은 평균적으로 0.08% 증가하는 것으로 분석되었다. 또한 생수의 가격이 10% 상승하였을 때 다른 산업의 가격은 평균 0.01% 상승하는 것으로 분석되었다. 수도산업의 가격상승효과는 2000년부터 지속적으로 감소하고 있는 실정이다.

〈표 3-18〉 생수와 수도의 물가파급효과(2000-2008)

(단위: %)

부문명칭	2008		2005		2003		2000	
	생수/ 얼음	수도	생수/ 얼음	수도	생수/ 얼음	수도	생수/ 얼음	수도
농림수산물	0.03503	0.08309	0.03529	0.13663	0.01011	0.13482	0.01258	0.08412
광산품	0.00799	0.21595	0.00923	0.32411	0.01141	0.14411	0.01248	0.10201
음식료품	0.01803	0.08096	0.02030	0.13587	0.00882	0.12649	0.01415	0.08480
섬유/가죽제품	0.00568	0.17004	0.00673	0.28936	0.00684	0.12722	0.00777	0.08549
목재/종이제품	0.00413	0.06206	0.00556	0.10377	0.00576	0.09446	0.00623	0.06433
인쇄/출판및복제	0.00723	0.09437	0.00886	0.14576	0.00987	0.14699	0.01056	0.07967
석유/석탄제품	0.00054	0.00919	0.00081	0.01753	0.00109	0.01764	0.00117	0.01155
화학제품	0.00316	0.04549	0.00473	0.08768	0.00553	0.09033	0.00632	0.05635
비금속광물제품	0.00472	0.08448	0.00630	0.14531	0.00781	0.11820	0.00917	0.08253
제1차금속	0.00263	0.04021	0.00354	0.06927	0.00455	0.07474	0.00490	0.04422
금속제품	0.00421	0.07143	0.00597	0.12477	0.00683	0.10116	0.00727	0.05897
일반기계	0.00470	0.06920	0.00604	0.11187	0.00670	0.10491	0.00710	0.05608
전기/전자기기	0.00349	0.05583	0.00436	0.08747	0.00417	0.07313	0.00461	0.03701
정밀기기	0.00523	0.08256	0.00598	0.11866	0.00638	0.12168	0.00726	0.06406
수송장비	0.00375	0.05774	0.00500	0.09782	0.00587	0.09711	0.00678	0.05371
가구/ 기타제조업제품	0.00480	0.08259	0.00626	0.14247	0.00735	0.11448	0.00766	0.07520
전력가스/수도	0.00142	0.02255	0.00270	0.05458	0.00345	0.05451	0.00428	0.03762
건설	0.00550	0.08425	0.00717	0.13849	0.00826	0.13058	0.00935	0.07552
도소매	0.01053	0.14767	0.01197	0.21747	0.01341	0.21150	0.01508	0.08732
음식점/숙박	0.05422	0.19908	0.05102	0.29293	0.05275	0.24963	0.05579	0.10163
운수/보관	0.00300	0.04878	0.00441	0.08806	0.00532	0.08995	0.00486	0.03547
통신/방송	0.00967	0.15631	0.01103	0.23018	0.01154	0.20464	0.01760	0.08532
금융/보험	0.01161	0.21095	0.01284	0.29719	0.01531	0.25941	0.01678	0.11793
부동산/사업서비스	0.01188	0.21812	0.01295	0.30085	0.01264	0.25080	0.01456	0.12214
공공행정/국방	0.01372	0.23050	0.01586	0.26942	0.01561	0.24541	0.01493	0.10597
교육/보건	0.01076	0.22978	0.01210	0.31553	0.01267	0.33631	0.01306	0.10229
사회/기타서비스	0.01161	0.23665	0.01317	0.32168	0.01385	0.30878	0.01473	0.12115
기타	0.04120	0.15737	0.04444	0.22341	0.04304	0.18564	0.04304	0.07869
평균	0.01	0.12	0.01	0.16	0.01	0.15	0.01	0.08

3. 물산업 경쟁력 진단

가. 상하수도

국내의 상하수도산업은 한국수자원공사의 상수도 분야 관련 건설 및 관리 노하우, 경제성장 및 도시인구 증가에 따른 생활하수처리시설의 발달 등을 활용한 국제경쟁력 확보가 가능하다. 또한 중동 및 북아프리카 지역에서 국내 기업의 해수담수화플랜트 사업 성과로 인해 국가 물산업의 이미지가 상승하였으며, 이는 해외 마케팅에서 유리한 요인으로 작용할 것으로 기대된다. 아프리카 국가들이 상수도사업을 확대하고 있고, 중국을 포함한 아시아를 중심으로 도시화가 급속하게 진행되면서 국내 상하수도기업이 진출할 수 있는 시장이 늘어나고 있다. 특히, 중국과 같이 지리적·문화적 접근이 상대적으로 용이한 시장이 늘어나고 있으며, 이는 국내 상하수도산업의 역량을 세계 시장에 알릴 수 있는 좋은 기회가 될 수 있다.

STRENGTH	WEAKNESS
<ul style="list-style-type: none"> · 댐 건설에서부터 용수공급까지 one stop 상수도 사업 노하우 보유 · 경제성장으로 인한 도시화에 따른 생활하수처리시설 발달 · 중국 등 아시아 시장에 대한 지리적·문화적 접근성 · 중동 지역의 해수담수화 진출에 따른 한국의 국가 이미지 상승 	<ul style="list-style-type: none"> · 낮은 수도요금 및 전국동일요금제로 인한 수도산업의 만성적 적자 · 기득물량인정으로 인한 한국수자원공사와 지자체 간의 과잉 경쟁체제 · 물 전문기업 부재 · 하수종말처리장의 운영기반 부실 · 내수 중심의 시장 구조 · 수처리 기술력 부족(예: RO막 가격 경쟁력)
<ul style="list-style-type: none"> · 개발도상국의 물 수요 급증 · 전 지구적으로 도시화 가속으로 인한 용수개발부터 공급까지의 시장 확대 · 아프리카 국가들의 상수도 개발사업 확대 · 정부주도의 물산업 육성 정책 공표 및 산업 육성 드라이브 강화 · 물값 현실화에 대한 요구 증대 	<ul style="list-style-type: none"> · 프랑스, 스페인 등 유럽의 물산업 관련기업들의 규모의 경제 · 미국, 일본, 호주, 싱가포르 등 신규업체들의 공격적인 시장진입 · 거대 외국기업의 국내시장 진출 본격화 · 다국적기업의 세계시장 지배구조 강화
OPPORTUNITY	THREAT

〈그림 3-7〉 국내 상하수도산업의 SWOT 분석

하지만 여전히 국내 상하수도산업은 국제 시장에서 우위를 선점하는 데 있어서 장애가 되는 요소들을 안고 있다. 우선 낮은 수도요금과 전국동일요금제로 인해 수도산업이 만성적 적자를 겪고 있고, 기득물량 인정으로 인해 한국수자원공사와 지자체간의 과잉 경쟁이 초래되고 있다. 또한 상하수도사업의 통합운영을 민간 기업에게 위탁하는 유럽의 물산업 선진국과 달리 민간 위탁경영이 하수도사업에만 국한되어 있어 물 전문기업이 부재하고, 급격히 성장하고 있는 분리막 활용의 수처리 기술에서 기술력과 경쟁력이 뒤처지고 있는 약점을 안고 있다. 이러한 상황에서 글로벌기업이 국내 시장에 진출하면서 국내 상하수도기업에게 위협을 가하고 있다. 하지만 정부주도의 물산업 육성정책과 물 가격의 현실화에 대한 요구가 증대되면서, 상하수도산업의 효율 향상을 통해 국내 상하수도산업의 수준이 선진국에 견줄 만한 수준으로 성장할 수 있는 계기가 마련되고 있다.

나. 해수담수화

전 세계적으로 산업화와 도시화로 인해 물 부족 현상이 악화될 가능성이 높고, 중국 및 ASEAN(Association of Southeast Asian Nations) 국가들의 물시장 규모가 급성장하고 있으며, 아시아 지역의 해수담수화 시장이 전체의 40%를 차지할 것으로 전망되면서, 해수담수화사업은 국내 해수담수화기업들에게 좋은 기회로 다가오고 있다. 반면 유럽의 물산업 관련 글로벌기업들이 규모의 경제를 통해 세계 시장을 지배하고 있고, 미국, 일본, 호주, 싱가포르 등의 신규업체들이 공격적으로 시장진입에 나서고 있다. 이러한 기회와 위협 속에서 국내 해수담수화산업은 MSF 방식의 담수화플랜트 건설과 관련하여 세계 시장 점유율 1위의 기업과 관련 노하우를 보유하고 있고, 해수담수화플랜트의 필수요건인 발전플랜트 건설 관련 화력 및 원자력에 대한 기술경쟁력과 세계 최고 수준의 IT기술을 확보한 강점을 가지고 있다. 또한 물 부족 국가들이 밀집해 있는 중동지역에서의 풍부한 사업수행 경험을 보유하고 있으며, 지리적인 특성으로 사계절 변화에 따르는 물 순환 사이클의 다양한 요구에 유연하게 대응할 수 있다. 하지만 두산중공업을

포함한 소수의 대기업 외에는 관련 사업을 수행할 만한 기업이 없다는 점, 선진국에 비해 원천기술 및 특허비용이 낮고 관련 기술개발과 연구에 대한 기업과 정부의 지원책이 열악한 점, 산업구조와 인프라가 취약한 점 등은 국내 해수담수화산업의 발전에서 주요한 약점이라고 할 수 있다.

STRENGTH	WEAKNESS
<ul style="list-style-type: none"> · MSF 방식의 플랜트 건설과 관련하여 세계 시장 점유율 1위의 기업과 관련 Know-How 보유 · 발전플랜트 건설과 관련하여 기술경쟁력 확보 · 최대 물 부족 국가들이 밀집해 있는 중동지역에서 풍부한 사업수행 경험 · 지리적 특성으로 4계절 변화에 따르는 물순환 사이클의 다양한 요청에 유연하게 대응 가능 · 세계 최고 수준의 IT기술 	<ul style="list-style-type: none"> · 두산중공업 및 소수의 대기업 외에 관련 사업을 수행할 만한 국내기업 부재 · 선진국에 비해 원천기술 및 특허비용이 낮으며 해수담수화 방법 중 RO 부분 및 기타 부분에 대한 기술·운영노하우 부족 및 연구개발 취약 · 해수담수화 관련 기술개발 및 연구 등에 대한 기업 및 정부의 지원책 및 지원자금 규모 열악 · 산업구조 및 인프라 취약
<ul style="list-style-type: none"> · 중국 및 ASEAN국가들의 물시장 규모 급성장 · 전세계적인 산업화와 도시화 진행으로 물 부족 현상은 더욱 악화될 전망 · 해수담수화 관련 기술 및 운영방식에서 IT기술 및 지식기반 서비스 비율 급증 · 최대 시장인 중동시장 내에서의 한국기업들의 인지도 및 서방기업 대비 문화적·정치적 경쟁력 확보 	<ul style="list-style-type: none"> · 프랑스, 스페인 등 유럽의 물산업 관련기업들의 규모의 경제 · 미국, 일본, 호주, 싱가포르 등 신규업체들의 공격적인 시장진입 · 거대 외국기업의 국내시장 진출 본격화 · 다국적기업의 세계시장 지배구조 강화
OPPORTUNITY	THREAT

〈그림 3-8〉 국내 해수담수화산업의 SWOT 분석

세계 해수담수화 시장 환경과 국내 해수담수화산업의 강점과 약점을 고려한 SWOT 분석에 근거하여 다음과 같은 전략을 도출할 수 있다. SO전략은 국내 해수담수화산업이 보유하고 있는 기술, 브랜드 파워, 발전소건설 기술과 유럽기업들보다 상대적으로 유리한 지리적 이점을 살려 경쟁력을 확보하는 것이다.

ST전략은 사계절 변화에 따른 물 순환 사이클에 대한 다양한 요구에 대한 해결 방안과, 해수담수화 사업의 최대시장인 중동과 향후 성장시장인 ASEAN에서 서방기업들에 비한 문화적·지리적 접근의 장점을 활용하여 위험요소를 최소화한다는 것이다. 또한 MSF 분야 시장점유율 1위 규모의 경쟁력과 세계 최고 수준인 IT기술을 활용한 플랜트 설치 및 운영방식 개발을 통해 다국적기업들과의 경쟁에서 위험요소를 최소화한다는 것이다.

WO 전략은 해수담수화 플랜트설치 및 운영이 가능한 글로벌수준의 기업 육성을 통해 선진기업들과의 경쟁력 확보 및 시장점유율 증가를 모색하고, 해수담수화 플랜트설치 및 운영과 관련된 핵심기술 및 노하우를 개발하는 다양한 규모의 벤처기업 육성(싱가포르 하이플렉스 벤치마킹) 및 지원을 통해 관련사업의 유기적인 발전을 도모하는 것이다. 또한 향후 해수담수화의 핵심기술로 전망되는 역삼투압 공정 기술 관련 인재육성 및 민관합동에 대한 지원을 마련하는 것을 포함하여, 해당기업 및 원천기술 개발회사들에 대해 규모와 깊이를 동반한 지속적인 지원정책을 마련하고 자금을 확보하는 것이다.

마지막으로 WT 전략은 제2, 제3의 두산중공업과 같은 기업을 육성하여 규모의 경제를 확보함과 함께 깊이 있고 광범위한 정부지원정책 및 지원 자금 확보를 통해 산업 내 다양한 벤처기업 및 핵심기술 보유기업들을 육성하는 유기적인 산업인프라를 구축하는 것이다. 또한 관련기술 연구개발(특히 RO처리방식 관련) 및 인재육성과, 해외 우수기술 및 운영노하우 보유기업과의 다양한 조인트벤처나 M&A와 관련된 민관합동 지원정책 및 지원자금을 확보하는 것이다.

SO STRATEGY	ST STRATEGY
<ul style="list-style-type: none"> · MSF방식 해수담수화플랜트 분야에서의 세계 1위 기술 및 브랜드 파워를 활용하여 현 중동시장의 지배력 강화 및 아시아지역의 신규시장(중국, ASEAN) 선점 · 해수담수화플랜트 설치에 필수적인 발전소(화력, 원자력) 건설기술을 활용하여 비교우위 경쟁력 확보 및 강화 · 시장변화에 부합하는 세계 최고 수준의 IT기술을 활용한 플랜트 설치 및 운영을 통해 경쟁력 강화 · 기존 유럽기업들에 비해 신규시장(중국 및 ASEAN)의 지리적 및 문화적 접근의 용이함을 활용한 경쟁력 강화 	<ul style="list-style-type: none"> · 사계절 변화에 따른 물순환 사이클에 대한 다양한 요구에 적합한 해결방안을 구비함으로써 위험요소 최소화 · 해수담수화사업의 최대시장인 중동과 향후 성장시장인 ASEAN에서 미국, 유럽 등 서방기업들보다 문화적 및 지리적 접근의 용이함을 활용하여 위험요소 최소화 · MSF 분야 시장점유율 1위의 경쟁력으로 다국적기업들의 경쟁에서 위험요소 최소화 · 세계 최고 수준의 IT기술을 활용한 플랜트 설치 및 운영방식 개발을 통해 다국적기업들과의 경쟁에서 위험요소 최소화
<ul style="list-style-type: none"> · 해수담수화플랜트 설치 및 운영이 가능한 글로벌수준의 기업 육성을 통해 선진기업들과의 경쟁력 확보 및 향후 성장이 예상되는 시장에서의 점유율 증가 · 해수담수화플랜트 설치 및 운영과 관련된 핵심 기술 및 노하우를 개발하는 다양한 규모와 범위의 벤처기업 육성(싱가포르 하이플렉스 벤처마킹) 및 지원을 통한 관련사업의 유기적인 발전 도모 · 해당기업 및 원천기술 개발회사들에 대한 정부의 규모와 깊이를 동반한 지속적인 지원정책 및 자금 확보 · 향후 해수담수화 핵심기술로 전망되는 RO방식 관련 기술에 대한 인재육성 및 민관합동 지원 	<ul style="list-style-type: none"> · 제2, 제3의 두산중공업과 같은 기업을 육성하여 규모의 경제 확보 · 깊이 있고 광범위한 정부지원정책 및 지원자금 확보를 통해 산업 내 다양한 벤처기업 및 핵심 기술 보유기업들을 육성하는 유기적인 산업인프라 구축 · 관련기술 연구개발(특히 RO처리방식 관련) 및 인재육성과 관련된 민관합동 지원정책과 지원자금 확보 · 해외 우수기술 및 운영노하우 보유기업과 다양한 조인트벤처와 M&A 활성화를 위한 민관 지원정책 및 자금마련
WO STRATEGY	WT STRATEGY

〈그림 3-9〉 국내 해수담수화산업 SWOT분석을 통한 전략 도출

다. 물 재이용

물 재이용산업은 상하수도사업과 연계되어 세계 상하수도사업의 특징인 광역화, 통합화, 글로벌화, 민영화로 특징지어지며, 관련 기업들은 가치사슬(value chain)의 수직계열화를 통해 물 순환 전반을 담당하고 이를 통해 규모와 범위의 경제를 달성하는 One Stop Total Solution을 제공하고 있다. 또한 적극적인 인수와 합병을 통해 새로운 물기업이 성장하고 있으며 금융자본을 통한 진출이 늘어나고 있다. 세계 물 재이용산업의 이러한 트렌드 가운데 국내 물 재이용산업 입장에서는, 현재 산업 내 IT 및 지식 기반 서비스업종의 비중이 증가하고 산업화/도시화로 인한 세계의 물 수요와 물 재이용 원수가 증가하며 국내기업이 상대적으로 접근이 용이한 중국 및 ASEAN 지역의 물시장 규모가 급성장하는 등의 기회가 주어지고 있다. 반면 거대 외국기업의 국내시장 진출, 미국, 일본, 싱가포르 등의 새로운 경쟁업체의 도약, 선진국을 중심으로 한 글로벌 규격 확립과 미국 및 유럽과의 FTA 등의 위협 또한 존재한다. 국내 물 재이용산업은 선진국 수준의 상하수도 보급률, 세계 최고 수준의 수질관리 노하우, 다양한 해외 공사 및 입찰 경험이 풍부한 건설 및 엔지니어링 기업의 풍부, 집중되어 있는 산업단지 시설들과 도심 지역 등의 강점을 가지고 있는 반면, 자본/기술력을 구비한 물 전문기업 부재, 지자체들 간 내수 중심의 산업구조로 규모의 경제 실현 어려움, 환경부, 건교부, 지자체, 공단, 공사 등의 많은 규제와 간섭, 관련 산업 전문인력 부족 및 교육인프라 부족, 협소한 국내시장 등의 약점을 가지고 있다.

STRENGTH	WEAKNESS
<ul style="list-style-type: none"> · 선진국 수준의 상하수도 보급률 · 세계 최고 수준의 수질관리 노하우 · 다양한 해외 공사와 입찰경험이 풍부한 건설 및 엔지니어링 기업 풍부 · 집중되어 있는 산업단지 시설들과 도심지역 · 전세계적으로 경쟁력을 보유하고 있는 IT 및 지식기반 서비스 산업 경쟁력 	<ul style="list-style-type: none"> · 자본/기술력을 구비한 물 전문기업 부재 · 지자체들 간 내수중심의 산업구조로 규모의 경제실현 어려움 · 환경부, 건교부, 지자체, 공단, 공사 등 많은 규제와 간섭 · 관련 산업과 전문인력 부족 및 교육인프라 부족 · 협소한 국내시장(IT시장 대비 1/150이며 GDP 기준 0.19%에 불과, 전세계평균은 1/2이며 GDP의 1~2%) · 열악한 정부지원정책 및 지원자금
<ul style="list-style-type: none"> · 아태지역 및 중국 등 주변국의 물시장 규모 급성장 · 산업 내 IT 및 지식기반 서비스업종 비중 증가 · 전 세계적으로 빠르게 진행 중인 산업화/도시화 및 지구온난화로 물 수요는 급증 · 산업화/도시화로 인해 국지적인 물수요 증가 및 물 재이용 원수의 증가 · 중국 및 ASEAN국가 지역에 대한 문화적·지리적 접근성 용이함 	<ul style="list-style-type: none"> · 거대 외국기업의 국내시장 진출 본격화 · 미국, 일본, 싱가포르 등 새로운 경쟁업체들의 도약 · 선진국을 중심으로 한 글로벌규격 확립 움직임 · 미국 및 유럽과의 FTA
OPPORTUNITY	THREAT

〈그림 3-10〉 국내 물 재이용산업의 SWOT 분석

이러한 국내 물 재이용산업의 환경과 강점 및 약점을 고려하여 다음과 같은 전략을 도출할 수 있다. SO 전략은 다음과 같다. 첫째, 1990년대 이후 빠른 상하수도 보급률을 통해 이루어낸 선진국 수준의 상하수도 보급망과 수질관리 노하우를 활용하여 ASEAN 지역 및 중국시장 진출의 경쟁력을 확보하는 것이다. 둘째, 다양한 규모의 해외건설 및 입찰경험을 보유하고 있는 다수의 건설회사 및 엔지니어링 회사들과 물 재이용 핵심기술 및 부품제조업체들 간의 컨소시엄을 구성함으로써 글로벌 시장경쟁력을 확보하는 것이다. 셋째, IT 및 지식기반서비스의 특화를 통해 경쟁력을 차별화하는 것이다.

ST전략에는 빠른 시간 내 선진국 수준의 상하수도 보급을 가능하게 한 상하수도 설치 기술력과 선진국 수준의 수질관리 노하우를 활용하여 국제기준에 부합하는 운영노하우 확보를 통해 미국, EU 간 FTA에 대응하고, 이미 글로벌 경쟁력을 확보하고 있는 건설회사 및 엔지니어링 회사들과 물 재이용 핵심기술 및 부품제조업체들 간의 컨소시엄구성으로 국내에 진출하는 글로벌 선진기업들에 대한 경쟁력을 확보하는 것이다.

WO전략은 관련부처 단일화 및 규제간소화와 정부지원정책 및 자금조성을 통해 단기간에 핵심기술개발 및 부품제조업체 육성과 인재육성을 이루고, FTA체결 전 GDP 대비 0.19%인 시장 규모를 GDP대비 1~2% 수준으로 육성하는 것이다. 또한 국내시장에서 민간업체간 경쟁구도를 통해 글로벌 경쟁력을 확보하고, 선택과 집중을 통해 수처리분야 핵심기술(막분리기술 등)을 확보하고, 다양한 규모의 부품제조업체 육성을 통해 팽창하는 시장에 대한 공급력을 확보하는 것이다.

마지막으로 WT전략은 지자체중심의 산업구조를 민간기업의 시장 경쟁체제로 전환하고 국내시장 규모를 OECD 기준으로 확장하여 산업 내 규모의 경제를 달성하여 글로벌 시장 경쟁력을 확보함과 함께, 관련부처 및 규제 단일화와 정부지원정책 및 지원 자금 확보를 통해 물 재이용 관련 글로벌 기준 수립 및 미국, EU 등과의 FTA에 대한 사전준비를 완료하는 것이다.

SO STRATEGY	ST STRATEGY
<ul style="list-style-type: none"> · 선진국 수준의 상수도 보급망과 수질관리 노하우를 활용한 ASEAN 지역 및 중국시장 진출의 경쟁력 확보 · 다양한 규모의 해외 건설 및 입찰 경험을 보유하고 있는 다수의 건설회사 및 엔지니어링 회사들과 물 재이용 핵심기술 및 부품 제조업체들 간의 컨소시엄 구성으로 글로벌 시장경쟁력 확보 · IT 및 지식기반 서비스의 특화를 통한 경쟁력 차별화 	<ul style="list-style-type: none"> · 미국, 유럽 간 FTA에 대응하기 위해 선진국 수준의 상수도 설치 기술력과 수질관리 노하우를 활용하여 국제 기준에 부합하는 운영노하우 확보 · 이미 글로벌 경쟁력을 확보하고 있는 건설회사 및 엔지니어링 회사들과 물 재이용 핵심기술 및 부품 제조업체들 간의 컨소시엄 구성으로 국내 진출하는 글로벌 선진기업들에 대한 대항경쟁력 확보
<ul style="list-style-type: none"> · 관련부처 단일화 및 규제 간소화, 정부 지원정책 및 자금조성을 통해 단기간에 핵심기술 개발 및 부품 제조업체와 인재 육성 · 국내시장에서 민간업체간 경쟁구도를 통해 글로벌 경쟁력 확보 · 수처리분야 핵심기술(분리막 기술 등)에 대한 선택과 집중을 통해 핵심기술을 확보하고 다양한 규모의 부품 제조업체 육성을 통해 팽창하는 시장에 대한 공급력 확보 	<ul style="list-style-type: none"> · 지자체 중심의 산업구조를 민간기업의 시장 경쟁체제로 전환하고 국내시장 규모를 OECD 기준으로 확장하여 산업 내 규모의 경제를 달성하여 글로벌 시장 경쟁력 확보 · 관련 부처 및 규제 단일화와 정부지원정책 및 지원자금 확보를 통해 물 재이용관련 글로벌 기준 수립 및 미국, EU 등과의 FTA에 대한 사전준비 완료
WO STRATEGY	WT STRATEGY

〈그림 3-11〉 국내 물 재이용산업 SWOT 분석을 통한 전략 도출

라. 먹는 샘물

국내 먹는 샘물산업은 상수도에 대한 불신의 영향으로 지속적으로 성장해오고 있다. 완전경쟁시장과 유사한 시장구조에 따라 공정한 경쟁이 가능하고 상대적으로 물 값이 저렴하며, 정부가 물산업 육성방안에 먹는 샘물산업의 경쟁력 강화를 위한 지원을 제시함으로써 국내 먹는 샘물산업의 성장이 예상된다. 하지만 국외 브랜드와 차별화될 수 있는 국내 브랜드가 없고 영세한 기업구조와 내수중심의 시장구조는 국내 먹는 샘물산업의 성장에 있어 걸림돌이 되고 있어, 규모의 경제를 통해 세계 시장의 대부분을 차지하고 있는 유럽 대기업에 비해 상대적인 열세에 놓여 있다. 또한 외국 대기업의 브랜드의 국내 시장 점유율이 점차 높아지고 있어 이에 대응할 전략이 필요하다.

STRENGTH	WEAKNESS
<ul style="list-style-type: none"> · 완전경쟁시장과 유사한 시장 구조를 가지고 있어 공정한 경쟁이 가능함 · 상수도를 음용수로 이용하는 비율이 낮아 먹는 샘물 시장이 커질 가능성이 높음 · 정부의 정책적 지원 	<ul style="list-style-type: none"> · 영세한 기업구조 · 내수 중심의 시장구조 · 차별화된 브랜드의 부재
<ul style="list-style-type: none"> · 먹는 샘물에 대한 수요 증대 · 기후변화로 인한 기온상승 등으로 먹는 샘물 판매 증대 가능성 · 먹는 샘물 경쟁력 강화에 대한 정부의 적극적 대응 증대 · 상대적으로 저렴한 물값 	<ul style="list-style-type: none"> · 프랑스, 스페인 등 유럽의 물산업 관련기업들의 규모의 경제 · 거대 외국기업의 국내시장 잠식 · 다국적기업의 세계시장 지배구조 강화
OPPORTUNITY	THREAT

〈그림 3-12〉 국내 먹는 샘물산업의 SWOT 분석

마. 소결

상하수도 분야의 경우 세계적인 거대기업의 시장점유율이 하락하는 추세를 보이고 있다. 2001년에 73%였던 이른바 ‘빅 5’의 비중이 2009년에는 34%로 절반 가까운 수준으로 하락하였다. 그럼에도 불구하고 민간 기업의 상하수도 시장점유율은 조금씩 상승하고 있으며, 동남아시아 같은 몇몇 지역에서는 이러한 경향이 뚜렷하다(〈표 3-19〉 참조). 이는 상대적으로 소규모 기업들의 시장 점유율이 높아지고 있다는 것을 의미하며, 그만큼 세계시장에서의 경쟁이 치열해지고 있음을 의미한다. 하지만 국내 기업들은 해외 시장 진출을 위한 기술이나 경험이 매우 취약한 상태이다.

해수담수화 분야의 경우 아직은 수요가 특정 지역에 한정되어 있지만, 상대적으로 시장 규모의 성장 속도가 빠른 편이며 기업들도 대형화의 추세를 보이고 있다. 우리나라의 경우 MSF 방식의 플랜트 건설에서 국제경쟁력을 갖고 있지만, RO 등 향후 유망분야의 원천기술 확보는 극히 빈약한 실정이다.

〈표 3-19〉 지역별 민간기업의 물시장 참여율 변화 추세

(단위: 백만 명, %)

지역	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010	
서유럽	175	45	179.1	45	180.1	46	176.8	44	177.1	44	181.4	45	181.8	45
중앙 및 동유럽	18	5	24.5	7	25	7	32.8	9	33.8	10	33.8	10	36	11
중동 및 아프리카	44	4	30.6	3	37	3	62.4	5	67.3	6	68.2	5	68.2	5
중앙 및 남아시아	2	0	3.3	0	3.9	0	7.6	1	10.1	1	10.1	1	21.1	1
동남아시아	130	6	146.7	7	214.5	10	249.4	12	250.7	12	314.6	15	328.2	16
오세아니아	4	10	4.6	18	8.1	32	9.6	36	8.4	25	8.4	25	9.5	28
북미	62	19	79.3	19	66	16	66	15	93.9	21	100.4	22	99.3	22
라틴 아메리카	110	21	94.5	17	97.5	18	102.1	19	79.9	17	85.1	18	100.1	21
세계	545	9	562.6	9	631.9	10	706.7	11	721.2	11	802	12	844.5	12

자료: Pinsent Masons Water Yearbook, 각 연도.

물 재이용 분야의 경우 기후변화로 인해 시장잠재력은 크지만 아직은 절대 규모 자체가 그다지 크지 않다. 또한 물 재이용은 상하수도 특히 하수처리와 밀접하게 연관되어 있다. 우리나라의 경우 이제 시작 단계에 있으며, 원천기술이나 경험이 취약한 상태이다.

먹는 샘물 분야의 경우 중국, 인도 등을 중심으로 꾸준히 시장이 확대되고 있으며, 이로 인해 지역 브랜드가 성장할 뿐만 아니라 세계적인 브랜드들의 진출 범위도 개도국으로 확대되고 있다. 먹는 샘물의 경우 가격 대비 무거운 제품이어서 운송 관련 비용이 높기 때문에, 차별화된 브랜드 파워를 갖고 있지 않으면, 세계시장에서 경쟁력을 갖기가 어렵다. 우리나라의 경우 현재에는 해외 브랜드에 대항하여 국내시장을 방어하는 것조차 쉽지 않은 양상을 보이고 있다.

〈표 3-20〉 국내 물산업의 경쟁력 분석

구분	경쟁력 분석	
	강점/기회	약점/위협
상하수도	One stop 상수도사업 노하우, 발달된 생활 하수 처리시설과 정부의 육성정책을 바탕으로 물 수요가 급증하고 있는 중국을 포함한 아시아 시장과 상수도 개발 사업을 확대하고 있는 아프리카 지역의 진출 모색 가능	낮은 수도요금, 한국수자원공사와 지자체 간의 과잉 경쟁, 하수종말처리장의 운영기반 부실, 물 전문 기업 부재와 수처리 기술 부족으로 인해 다국적 기업의 국내 시장 진출에 대한 대응 미약
해수담수화	MSF 방식의 플랜트 및 발전플랜트 건설노하우, 중동 지역에서의 사업수행 경험, IT 기술을 보유하고 있으며, 물 순환 사이클의 다양한 요청에 대한 대응 가능성을 바탕으로 확대되고 있는 중국 및 ASEAN국가들의 담수화 시장 공략 가능	소수 기업 외 관련사업 수행 가능한 기업이 없으며 R&D 지원이 열악. 선진국에 비해 원천기술 및 특허비율이 낮아 다국적 기업과의 상대적 경쟁력 취약
물 재이용	선진국 수준의 상하수도 보급률, 수질관리 노하우와 IT 및 지식기반 서비스산업 경쟁력을 바탕으로 아태지역 및 중국 등의 물시장 공략 가능	전문 기업이 없고 국내 시장이 협소하며 지자체 내수 중심의 산업구조로 규모의 경제 실현이 어려워 경쟁력 확보 쉽지 않음
먹는 샘물	공정한 경쟁 구조, 정부의 지원, 국내 시장의 성장이 지속	영세한 기업구조, 내수 중심의 시장구조와 차별화된 브랜드가 없으며 국외 브랜드의 시장 점유 증가

| 제4장 · 물산업 육성 정책방안 |

1. 물산업 육성 해외사례

가. 프랑스

프랑스는 19세기 중반 이후 지자체가 상하수도 시설을 소유하면서 규제업무를 담당하고 민간 기업에게 상하수도 서비스사업을 맡기는 위탁경영 모델을 발전시켰고, 이에 따라 경쟁을 통한 시장참여가 활성화되어 프랑스의 물산업이 발전하였다. 도시의 상수도 서비스 및 하수도서비스 공급 인구가 각각 전체 도시 인구의 99%와 95%에 이르렀다. 민간부문참여(PSP, Private Sector Participation)에 의한 상하수도서비스 공급은 1930년 이후로 연 1%의 성장률을 보이면서 확장되어 서비스 공급 인구 비율이 1933년 17%에서 1986년에는 69%에 이르렀다. 1980년대에 이미 프랑스의 민간 물기업은 50여 개에 이르렀다(Pinsent Masons, 2009).²³⁾ 하지만 상하수도사업이 확장되면서 경쟁을 통한 시장참여는 더욱 치열해졌고, 그 결과 해외시장 진출이 가능한 정도의 재정적·인적 자원을 가지고 있는 기업들만이 M&A를 통해 세력을 확장하였다. 현재 프랑스에서는 3대 물기업(베올리아, 수에즈, 소어)이 13,000개 도시의 상하수도 서비스 계약을 맡아 전체 도시 인구의 78%에게 서비스를 공급하고 있다. 공공 부문은 23,000개 지방자치단체의 상하수도 계약을 맡고 있으며, 서비스 공급 인구는 전체의 22%에 해당된다(Pinsent Masons, 2009).

프랑스는 상하수도사업의 효율성을 높이기 위해 많은 노력을 해왔다. 운영의 효율성을 높이기 위한 수단으로 지방자치단체 연합에 의한 지리적 통합의 방법이 이용되었다. 이는 상하수도 서비스사업의 네트워크산업적 특성에 의해 기업들이 매몰비용(sunk costs)을 공유하고 가뭄 시 물 공급 부족의 위험을 줄이는 효과를 가능케 하였다(Elnaboulsi, 2001). 달리 말하면, 상하수도 서비스산업의 규모의 경제에 의한 이익이

23) 대표적인 예로 1991년 수에즈의 SDEI 인수와 브이그(소어의 모회사)의 CISE 인수를 들 수 있다. Pinsent Masons(2009).

프랑스의 물산업 성장에 크게 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

프랑스 정부는 또한 시장 경쟁에서의 투명성을 높이기 위해 노력해왔으며 자국 기업을 보호하는 정책을 펴왔다. 프랑스 정부는 상하수도시설의 민간 위탁운영에 대한 계약 입찰에서 기술 및 재정적 능력이 뒷받침되는 기업의 선발을 위한 공정한 경쟁을 유도해왔다(Elnaboulsi, 2001). 또한 프랑스는 외국기업의 자국 내 상하수도산업 계약입찰 경쟁 참여를 허용하지 않으면서, 민간부문과 공공부문이 맡은 모든 상하수도사업 프로젝트에 대해 보조금을 지원하였다(Dore et al, 2004). 한편 민간 위탁운영으로 인한 민간 자본투자의 유도와 그에 동반한 가격 상승은 정부의 자국 기업에 대한 보호정책과 더불어 프랑스의 민간 물기업들의 성장을 촉진하였다.

나. 스페인

스페인과 같이 지방자치단체 주도의 민간 위탁운영을 통해 자국 내 물산업을 발전시켰다. 물 부족 문제를 겪어 오던 스페인은 1997년 자국 내 물시장을 발전시키기 위해 정부의 역할은 제한하고 외부에서의 투자와 민간 부문 참여를 장려하여 1999년에는 물을 사고 팔 수 있는 권리를 인정하면서 물시장을 형성하였다. 이에 2009년 기준으로 도시 상하수도서비스 공급인구는 각각 전체 도시 인구의 97%와 95%에 이르게 되었다(Pinsent Masons, 2009). 민간 기업의 상하수도사업 참여 확대 정책은 세계적인 물기업을 성장시켰다. <표 4-1>은 스페인의 민간 기업 현황을 나타낸 것으로 FCC와 Agbar가 세계 10위권 내 규모를 가지고 있다. 1985년까지 스페인의 민간 물기업은 FCC와 Aguas de Barcelona(Agbar)뿐이었으나, 1991년 Aguas de Barcelona(Agbar)가 상하수도사업 계약의 50%를 점유하면서 유효경쟁이 생겨났다. 이후 여러 기업들의 시장 참여로 2010년에는 스페인의 상하수도 서비스 공급의 75%가 민간 기업에 의해 이루어질 것으로 예상되었다(Pinsent Masons, 2009).

〈표 4-1〉 스페인의 민간 기업 상하수도사업 운영 현황

(단위: 명)

기업명	모회사(국가)	서비스 공급 인구		
		상수도	하수도	전체
FCC	FCC (스페인)	7,200,000	9,500,000	9,500,000
Aguas de Barcelona	Agbar (스페인)	12,172,000	13,380,000	15,000,000
Aguas de Valencia	AgVal / Suez (프랑스)	2,040,000	700,000	2,040,000
Sacyr	Sacyr (스페인)	834,000	225,000	837,000
Urbaser	Grupo ACS (스페인)	3,000,000	6,600,000	6,600,000
Ferrosfer	Ferrovial (스페인)	350,000	100,000	350,000
Iberner	Acciona (스페인)	270,000	270,000	270,000
Bridesa - Ondagua	Acciona (스페인)	677,000	6,862,000	6,862,000
OHL	OHL (스페인)	300,000	350,000	650,000

자료: Pinsent Masons(2009).

다. 영국

영국은 스페인이나 프랑스와 달리 중앙정부 주도 하에 물산업의 완전 민영화로 물산업 구조개편을 이루었다. 1989년 영국 정부는 상하수도산업의 완전 민영화를 통해 시장 경쟁을 통한 효율 극대화, 민간 자본투자 유치, 유럽연합(EU)이 요구하는 수질 기준을 충족하는 물 생산을 이룰 수 있다고 판단하여, 10개의 지역 상하수도기업에게 25년 동안 소속 지역에 상하수도서비스를 공급할 수 있는 권리를 주었다(Dore et al., 2004). 그러다 정부는 1992년 Competition and Services(Utilities) Act 1992를 제정하여 상하수도사업에서 경쟁을 통한 효율화를 유도하였다. 이러한 물시장의 경쟁은 1990년대 상수도기업간의 합병을 야기하거나 상수도기업이 상하수도기업에 포함되도록 이끌어, 영국의 상수도기업은 29개(10개의 상수도 기업 제외)에서 2008년 12개로 줄어들었다(GWI, 2010). 영국 또한 민영화를 통해 세계적인 민간 물기업을 육성하려고 노력하였으나, 현재 세계적인 기업으로 인정받고 있는 곳은 유나이티드 유틸리티즈(United Utilities) 하나뿐이다.

〈표 4-2〉 영국의 민간 기업 상하수도사업 운영 현황

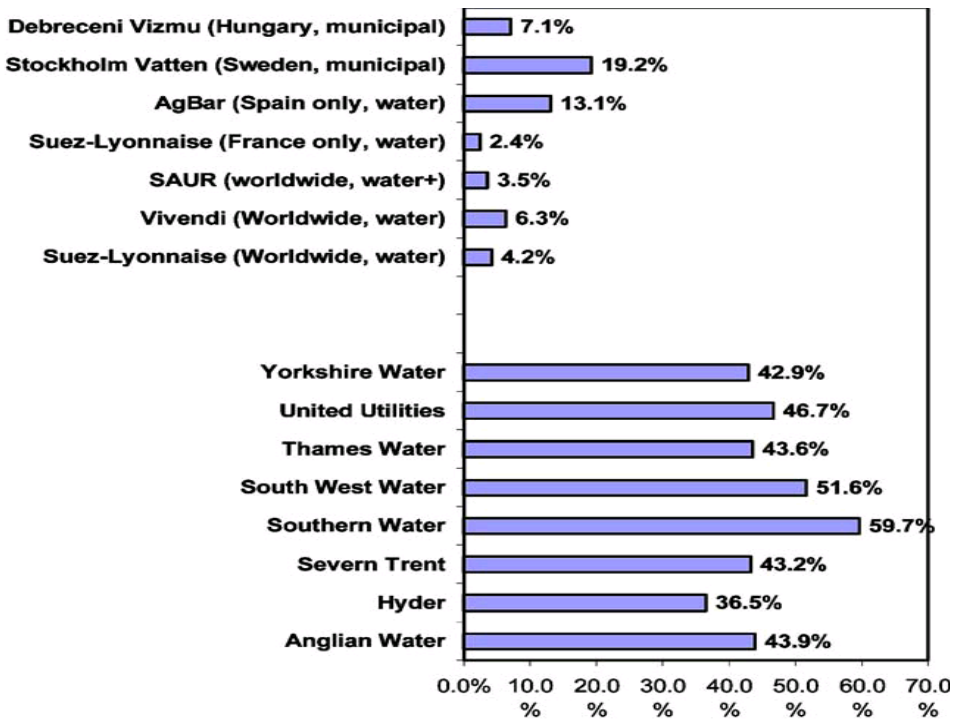
(단위: 천 명)

기업명	모회사(국가)	서비스 공급 인구		
		상수도	하수도	전체
Anglian Water	AWG/Osprey (Canada/Aus/UK)	4,075	5,700	5,792
Dŵr Cymru	Glas Cymru (UK)	2,788	3,043	3,043
Northumbrian Water	Northumbrian Water (UK)	4,185	2,547	5,406
United Utilities	United Utilities (UK)	6,840	7,230	7,230
Severn Trent Water	Severn Trent (UK)	7,280	8,280	8,280
Southern Water	First Aqua (Aus/USA/UK)	2,200	4,170	4,170
South West Water	Pennon Group (UK)	1,516	1,394	1,516
Thames Water	Macquarie (Australia)	7,360	12,400	12,400
Wessex Water	YTL Holdings (Malaysia)	1,162	2,397	2,397
Yorkshire Water	Kelda/Saltaire (USA/UK/Sing)	5,325	5,093	5,258
Bournemouth	Cascal/Biwater (UK)	430	0	430
Bristol Water	Aguas de Barcelona (Spain)	1,066	0	1,066
Cambridge Water	CKI (China)	290	0	290
Cholderton Water	Cholderton Water (UK)	3	0	3
Dee Valley	Dee Valley Group (UK)	258	0	258
Veolia Water UK	VE (France)	3,518	585	4,101
East Surrey	Kellen/Terra Firma (UK)	645	0	645
Portsmouth Water	South Downs (UK)	652	0	652

자료: Pinsent Masons(2009).

영국 정부는 상하수도사업의 민영화와 함께 OFWAT(Office of Water Services), DWI(Drinking Water Inspectorate), EA(Environmental Agency)와 같은 규제기구를 설치하여 민간 기업에 의한 상하수도사업 운영이 원활히 이루어지도록 노력하였다. OFWAT는 상하수도요금의 5개년 상한을 설정한 후 민영화 이후 상승하는 요금을 억제하였다. EA와 DWI는 수질 관련 규제 기구로서, EA는 민간 물기업에 의한 물 오염을 방지하고 적절한 양의 물이 사용되도록 감시하였고, DWI는 수질기준에 대한 책임을 맡으면서 하수도 기업으로 인해 발생하는 오염사건을 줄이고 먹는 물의 수질을 개선하는

역할을 담당하였다(Dore et al., 2004). 수질 개선 노력(투자)과 민영화는 상수도요금의 상승을 야기하였고, 이를 통해 영국의 민간 물기업은 프랑스와 스페인의 기업들보다 높은 수익률을 냈다(〈그림 4-1〉 참조). 이는 영국의 민간 물기업의 성장에는 긍정적인 영향을 미쳤을 수 있으나, 상하수도사업의 효율성 극대화에서는 오히려 저해요인으로 작용했을 수 있다.



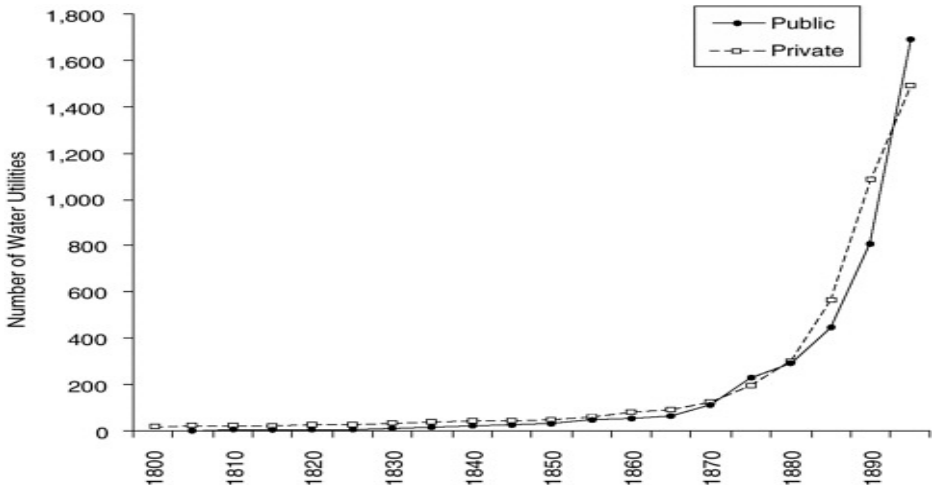
〈그림 4-1〉 영국의 물기업과 타 국가의 물기업 간 이윤율 비교(1998년)

자료: Lobina and Hall(2001).

라. 미국

미국의 물산업은 19세기 중반 깨끗한 물의 공급을 위한 정부의 상하수도 설비투자의 확대에 의해 발전되기 시작하였다. 1880년에 600여 개에 불과했던 상수도시설은 1895년에 3,000개로 늘어났고, 비슷한 수준이었던 공공 부문 소유 시설과 민간 부문 소유

시설은 1900년 이후 공공 부문 소유의 설비가 민간 부문 설비보다 많아지기 시작했다 (<그림 4-2> 참조). 이러한 상수도사업의 확장과 함께 정부에 의한 하수도설비 확장이 이루어졌으며, 대부분의 상하수도 시설은 지자체와 같은 공공 부문이 소유하고 있었다.



〈그림 4-2〉 소유구조별 미국 상하수도 시설 수 변화 추세(1800-1896)

자료: Committee on Privatization of Water Services in the United States et al.(2002).

1990년대에 들어서면서 정부가 물산업에 대한 민간 부문의 참여를 확대하면서, 지자체가 상하수도 시설을 소유하고 관리하던 기존의 체제와 함께 여러 가지 방식의 민간 부문의 참여가 공존하게 되었다.²⁴⁾ 그 결과, 미국의 상하수도서비스 공급은 공공 부문 또는 민간 기업에 의해 소유/운영되거나, 공공 부문이 소유하고 운영관리계약이나 서비스 계약을 통해 민간 기업에게 운영 및 관리를 맡기는 위탁경영이 공존하게 되었다. 미국의 지역상수도시스템(CWS, Community Water Systems)²⁵⁾은 2008년 기준으로 51,988개에 이르며, 이의 83%가 공급하는 서비스인구는 전체 인구의 9%에 불과한 것으로 작은 규모의 상수도 설비가 상대적으로 많다. 하수도 시설의 경우 16,024개의 공공부

24) 민간 부문 참여 확대는 연방·주·지방 환경기준 준수, 시설의 생산능력 개선, 운영비용의 감소 등을 위해 민간 부문에 의한 자본투자를 끌어들이기 필요에 의해 이루어졌다. 문현주(1999).

25) 소유형태와 상관없이 25명 이상의 인구에게 상수도서비스를 공급하는 설비를 일컫는다.

문 소유 하수처리장이 미국 전체 인구의 73%에게 서비스를 공급하고 있으며, 이의 71%는 10,000명 이하의 인구 거주하는 작은 범위의 지역에서 서비스를 공급하고 있다 (Committee on Privatization of Water Services in the United States et al.(2002) 참고).

미국의 상수도 시설에서 큰 규모설비는 대부분 공공 부문이 소유하고 있으며, 민간부문의 상하수도서비스 공급설비는 상대적으로 작은 것으로 나타났다. <표 4-4>는 규모와 소유권에 따른 미국 지역상수도시스템을 나타낸 것으로, 서비스공급 인구가 500명 이하인 시설은 민간 부문에 의한 소유 시설이 공공 부문에 의한 소유보다 많이 나타난 반면 500명 이상에게 서비스를 공급하는 시설의 경우에는 공공 부문에 의해 소유가 더 많은 것으로 나타났다. 이는 연방·주 정부 건설보조금 프로그램이 지자체와 하수도국에게만 주어지 민간 기업은 공공 부문과의 경쟁에서 뒤쳐졌고 이로 인해 많은 시설이 공공 부문의 소유로 넘어간 결과로 보인다(Committee on Privatization of Water Services in the United States et al., 2002). 민간 물기업에 대한 지원의 부재는 미국 물기업의 통합적인 상하수도서비스 공급 능력의 발전을 저해하면서 이 분야의 세계적인 물기업이 성장하는 데에 한계 요소로 작용한 것으로 판단된다.

<표 4-3> 규모 및 소유 구조에 따른 미국 지역상수도시스템의 구분

(단위: 명)

소유권	서비스공급 인구 기준 지역상수도시스템 규모					시스템 수(개)	퍼센트 (%)
	100 이하	101 ~500	501 ~3,300	3,300 ~10,000	10,000 이상		
공공 부문	7.7	34.8	68.6	78.1	87.7	23,187	43
개인 부문	39.5	34.6	26.6	21.4	12.2	17,795	33
보조시스템	52.8	30.6	4.8	0.5	0.1	12,942	24
시스템 수(개)		31,904	14,040	4,356	3,2763,276	53,924	100

주: 보조시스템은 부가적인 시스템으로 공원, 이동주택 등에 먹는 물을 공급하는 것을 이른다.
 자료: Committee on Privatization of Water Services in the United States et al.(2002).

마. 일본

일본의 물산업은 전반적으로 유럽 국가들의 물산업과 달리 상하수도사업의 민영화를 인정하지 않으며 자연독점성을 배제하는 공영화를 선호해왔다. 최근 일본 정부는 상하수도사업에 대한 민간 기업의 참여를 확대하는 정책들을 통해 상하수도산업의 효율성을 향상시키려는 노력을 펼치고 있다. 상하수도사업에 대한 민간 기업의 참여를 유도하기 위해 일본 정부는 2001년에 하수처리장의 장기위탁 경영을 유인하는 지침을 시달하고 2002년에는 수도법을 개정하여 수도서비스에 대한 위탁근거의 마련과 이의 광역화를 추진하였다(양기현, 2006). 유럽 국가들과는 달리 상하수도사업 민영화에 대한 일본 정부의 소극적인 자세로 인해 민간 물기업이 상하수도서비스 사업역량을 강화하는 데 정부가 별다른 도움이 되지 못하였다.

그런데 일본의 상하수도 기업들이 세계 최대 물기업인 프랑스의 베올리아와 수에즈에게 경쟁력을 잃어가면서 일본의 물산업 시장은 비상체제에 돌입하였다. 2008년 1월 세계경제포럼(WEF) 연차 총회에서 후쿠다 전 총리가 “물 문제도 온난화가 진행되는 가운데 국제적으로 논의해야 할 과제이다”라고 하며 물관리의 활성화를 위한 국제적인 협력 추진에 관해 언급하였다. 2008년 7월 ‘물 비즈니스 · 물 관련 기술의 해외진출을 위하여’라는 제목의 물안정보장연구회의 보고서를 계기로 물산업 국가전략 수립에 대한 논의가 진행되어, 2009년에는 물산업을 ‘4대 신성장전략’의 핵심 분야로 선정하였다. 최근에는 자국의 물산업 보호와 함께 수자원 인프라 기술을 세계 시장에서 판매하고 다른 나라의 물관련 회사를 인수하는 등 적극적인 자세를 취하고 있다.

2009년 7월에 일본 경제산업성은 물 관련 산업의 해외진출을 지원하기 위한 전담 부서로 제조산업국에 ‘물 비즈니스 국제 인프라 시스템 추진실’을 설치하였다. 또한 같은 해 10월에는 ‘물 비즈니스 해외진출 연구회’를 설치하여 일본 물산업의 세계진출에 필요한 구체적인 방안에 대한 논의를 진행하고 있다. 2010년 4월에 동 연구회는 일본 물 관련 산업의 해외진출을 위한 보고서인 ‘물 비즈니스의 해외진출을 위한 과제와 구체적 방안’을 마련하였다.

이 보고서는 일본의 물산업 해외시장 진출을 위한 전략 수립과 현황을 조사한 내용으

로 물산업의 현재와 미래의 산업시장 전망을 지역별·사업분야별·업부분야별로 분석하였다. 이 보고서는 2007년에 36조 엔 규모였던 세계 물시장이 2025년에는 87조 엔으로 성장할 것으로 예상하고, 2025년 민영화된 해외 물 비즈니스 시장 중 일본 물 관련 산업이 1.8조 엔(민영화된 해외 물 비즈니스 시장의 약 6%)을 획득하는 것을 목표로 일본기업의 물산업 해외진출 육성 방안을 제시하고 있다. 그 중에서 일본의 물 비즈니스 해외진출을 위한 정부 및 관련기관(지방공공단체)의 지원정책은 다음과 같다(물비즈니스해외진출연구회, 2010).

■ 일본기업에 의한 컨소시엄 형성 지원

해외 물사업에 일본 기업이 참가하는 경우, 상대국 프로젝트의 내용, 현지의 조건, 외국 경쟁 업체의 유무 등에 따라 상호 협력하여 사업을 실시하고 구성원의 구성(특수 목적회사를 설립하는 등)을 다르게 한다. 또한 국가 및 지역이 직면하는 물 순환체계를 중점적으로 다루고 있는 과제에 대해 포괄적인 솔루션을 줄 수 있는 사업을 실시하는 경우, 정보 공유 도모를 위해 컨소시엄의 구축을 지원한다. 현재 2009~2010년 기간 동안 약 8억 엔의 예산을 투자하여 물사업 분야의 국제 산업 경쟁력 분석 로드맵 수립, 솔루션 형식 물사업 이슈 발굴, 솔루션 사업 제안 및 최적의 일본기업 회원 구성 검토, FS 조사, 컨소시엄으로 얻어지는 솔루션 검토, 일본기업을 중심으로 하는 컨소시엄이 제공하는 기술과 노하우가 어떤 형태로 해당국가에 도움을 주고 있는가를 설명하기 위한 보고서 등을 포함한 물산업 분야의 저탄소형 친환경 인프라 및 시스템 형식 사업의 컨소시엄 형성 지원 사업을 진행 중에 있다.

■ 민관 연계의 추진

일본 기업이 장기적이고 안정적인 해외의 물사업을 전개하기 위해서 그 기반이 되는 국내 물산업의 정비가 필요하다. 지금까지 지방자치단체가 해왔던 물 관련 사업의 운영 관리, 내진화, 위기관리 등의 노하우와 민간 기업이 가지고 있는 사업 경영 효율화 노하우를 결합하여 시너지 효과를 창출하여야 한다. 지금까지 일본의 지방자치단체는 일본국

제협력단(JICA) 전문가 파견 연수생 유치 사업을 중심으로 해외 물 사업자에 대한 물사업 운영 관리 기술 이전과 인재 육성 등을 통해 물관리 기술 노하우를 활용한 국제 공헌 사업을 전개하여 왔다. 이러한 지방자치단체의 노력이 해외 사업과 일체적인 협력으로 활용하고 안정적이고 지속적인 사업 수익을 확보하기 위해 국내에서 축적하고 있는 노하우를 해외 진출 기업 등의 활동에 활용함으로써 대가를 얻는 길을 모색하는 등 수익원의 다양화를 위한 노력을 검토하고 있다.

■ 전략 국가와의 물 정책 대화

일본기업이 해외의 물 관련 사업권을 확보하기 위해서는 각국의 물 관련 정책, 수자원, 물 사용 환경에 대한 지식을 습득한 다음 필요한 협력을 추진하는 것이 중요하다. 따라서 일본은 물산업 전략 주요 국가들과 정부 간 대화의 틀인 ‘물 정책 대화’를 설치, 물 분야에 대한 의견 교환을 정기적으로 하여 일본기업의 물산업 진출 활성화를 지원한다.

■ 국제협력은행 · 일본무역보험 · 일본국제협력기구 · 산업 혁신기구를 통한 금융 지원 등의 강화

프로젝트의 운영 관리에 충분한 질적 참여를 실시하는 형태로 출자 등을 행하는 기업에 대하여 정책금융(국제협력은행(JBIC), 일본 무역보험(NEXI), 일본 국제협력기구(JICA), 산업혁신기구)을 집중적으로 지원한다.

■ 기술개발 · 실증 지원(NEDO)

일본의 물 관련 산업 중 강점을 가지고 있는 혁신적인 기술 개발과, 이러한 기술을 활용한 FS조사 및 실용화가 검증되는 실증 연구(시범 사업)를 강화한다. 현재 신에너지 산업기술종합개발기구(NEDO)에서는 2009년부터 5년 간 약 9,627백만 엔 정도의 예산을 들여 ‘환경친화형 물 순환 프로젝트’ 사업을 실시하고 있다.

■ 일본무역진흥기구(JETRO) 등을 통한 정보수집 강화

물사업의 해외진출에 있어서는 상대 국가의 중앙 및 지방 정부와 국영 기업 등 공공기관과의 관계가 중요한 역할을 한다. 일본무역진흥기구(JETRO)는 55개국 71곳의 해외 네트워크를 형성해온 공공기관으로서 해외 물사업 관계자와 일본 기업 사이의 연계역할을 수행한다.

■ 재단 법인 중동 협력 센터(JCCME)에 의한 정보 수집 및 기업 지원

JCCME 주재원 사무소의 네트워크를 활용하여 JCCME센터의 물 데스크에서 사우디아라비아의 물 관련 기관이 발표하는 입찰 안전에 대해 정기적으로 정보를 발신한다. 또한 리야드 등 주재 사무소를 통해 현지의 요구를 발굴하는 동시에 일본의 기술 정보를 현지 기업 및 관계 기관에 발신함으로써 일본 기업의 비즈니스 기회를 확대한다.

■ 인재육성 사업 확충·강화

해외의 물산업 관리를 장기적으로 실시하기 위한 비용의 절감을 위해 현지 직원의 지속적인 확보 육성이 필요하며, 이러한 인재육성 사업시행에는 정부의 지원이 필요하다. 따라서 인재 육성 등에 대해 관계 부처 및 정부 기관이 긴밀하게 협력하여 아래의 사항들을 실시한다.

- 연수생 수용 해외 연수 사업 및 모기지 전문가 파견 제도의 적극적 활용
- JICA 제도를 활용하여 호스트 연수생 활용
- 지방자치단체 등이 소유하는 연수 시설의 활용 등

■ 국제표준화(ISO)에 대한 대처 강화

2016년에 예정되어 있는 ISO 총회에서 상하수도 서비스 분야에서 일본이 가진 기술을 ISO 24500s 개정안에 포함하기 위해 필요한 국내 체제를 구축하고 검토를 시작한다.²⁶⁾

26) ISO 24500s 중에서 ISO 24500은 사용자 서비스의 평가 및 향상에 관한 지침, ISO 24511은 하수도 사업 관리 지침, ISO 24512은 식수 사업 관리 지침을 의미한다.

구체적으로, 후생노동성 및 국토교통성과 협력하여 2010년 안에 위의 국내 검토 작업반 위원으로 민간 기업의 참가를 얻어, 현재 ISO/TC224의 검토해야 할 항목(새로 추가해야 할 사항 포함) 검토에 착수한다. 또한 이미 합의되고 있는 표준에 대해 즉시 일본공업규격(JIS)화를 실시한다.

바. 소결

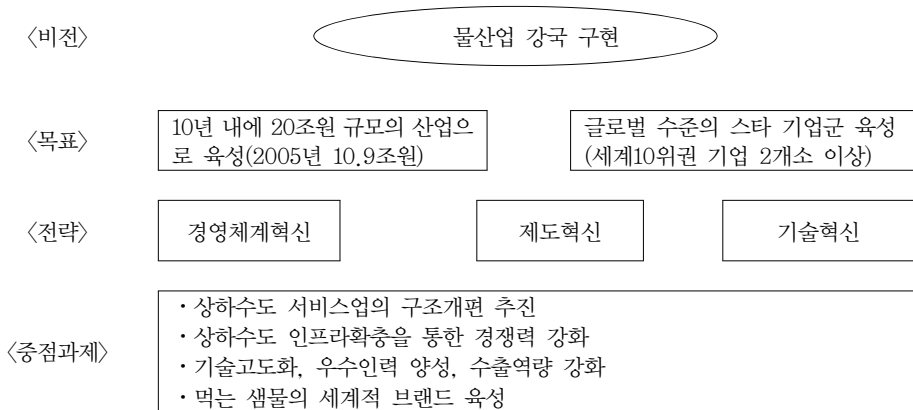
세계적 물기업의 성장은 자국 정부의 적극적인 지원에 의해 가능했다. 하지만 이것이 반드시 민영화를 수반하는 것은 아니었다. 이른바 세계 10대 물기업을 보유한 나라 중 브라질(Sabesp은 해외사업을 하지 않음)을 제외하더라도, 영국이나 프랑스는 민간참여율이 높은 편이지만 독일과 미국은 민간참여율이 상대적으로 낮은 편이며(RWE를 보유한 독일은 민간참여율이 20% 정도), 스페인은 그 중간 수준이다. 한편 후발 주자이면서 여러 측면에서 우리나라와 비슷한 여건에 있는 일본은 최근 들어 물산업 육성(특히 해외 진출) 정책을 적극적으로 추진하고 있다. 일본의 정책은 자국의 강점(소재 기술 등)을 활용한 선택과 집중 전략이라고 할 수 있는데, 이러한 일본의 전략은 우리가 주시할 필요가 있다.

〈표 4-4〉 국가별 물산업 정책 사례

국가	도시 상하수도 보급률		민간 참여율(2009)		물산업 정책
	상수도 (%)	하수도 (%)	상수도 (%)	하수도 (%)	
프랑스	99	95	74	55	· 지자체, 연합체에 의한 운영 및 민간 위탁운영 · 상하수도사업 프로젝트에 대한 재정 지원 · 공정 경쟁 유도 · 외국기업 계약입찰 참여 제한
스페인	97	95	43	50	· 지자체 주도 민간 위탁운영 · 물의 상업화
영국	99.6	94	88	90	· 정부주도 하 완전 민영화 · 규제기구를 통한 요금 상승 억제 및 수질 관련 규제 시행
미국	98	80	16	7	· 공공소유/민영소유/위탁운영 등의 다양한 운영 방식 · 정부의 제한적 재정 지원(민간 부문 제외)
일본	96.3 (2001)	63.5 (2001)	-	-	· 공영 성격 매우 강함 · 하수도시설 위탁경영과 물 재이용사업 촉진을 통한 물산업 관련 부품 및 재료분야 기술 우위

2. 국내 물산업 육성정책 추진 현황

2006년 2월 14일 지식경제부, 환경부, 국토해양부가 공동으로 「물산업 육성방안」을 수립하였고, 환경부는 「물산업육성 5개년 세부추진계획」(2007년)을 통해 「물산업 육성방안」에서 내세운 중점과제에 따른 세부추진방안을 발표하였다. 「물산업 육성방안」은 공공서비스 특성이 강한 수도사업 구조개편 중심의 이전 정책과는 달리 물산업의 개념을 상·하수도, 폐수, 생수, 정수기 등을 포괄하는 산업으로 정의하면서 산업적 요소를 반영한 물산업 육성 정책을 제시하였다



〈그림 4-3〉 물산업 육성방안(2006년)

자료: 산업자원부, 환경부, 건설교통부(2006).

국내 물산업은 상하수도 보급률이 각각 90%와 80%를 넘어 선진국 수준에 도달했지만, 물산업의 기술이나 서비스 수준은 아직 선진국 수준에 미치지 못하고 있다. 「물산업 육성방안」은 서비스시장 개방과 상하수도 서비스의 국제 표준화와 같은 세계 물시장의 여건 속에서 전문 물기업을 주체로 국내 상하수도서비스사업의 발전을 통해 국내 물산업의 경쟁력을 높여서 다국적 기업으로부터 국내시장을 보호하고 국내 기업이 세계 물시장으로 진출할 수 있는 환경을 만들어 나가기 위해 수립되었다. 물산업 육성방안은 물산업 강국 구현이라는 비전 하에 한국수자원공사, 한국환경공단, 7개 특·광역시 같은 공공부

문 대형 사업자들을 활용하고 민간 기업이 사업에 참여할 수 있도록 유도하면서, 물산업 뿐만 아니라 엔지니어링 산업, 먹는 샘물 산업과 같은 물산업 관련 분야의 발전을 통해 2015년까지 국내 물산업 규모를 20조 원에 이르게 하며, 2개소 이상의 국내기업을 세계 10위권 안에 드는 수준으로 성장시킨다는 목표를 세우고 있다. 이러한 목표를 달성하기 위한 중점과제로 ‘상하수도 서비스업의 구조개편 추진’, ‘상하수도 인프라확충을 통한 경쟁력 강화’, ‘핵심기술의 고도화 및 우수인력 양성’, ‘물산업의 수출역량 강화’ 및 ‘먹는 샘물의 세계적 브랜드 육성’이 설정되었다.

「물산업육성 5개년 세부추진계획」은 중점과제 실행을 위한 추진계획을 6개 분야로 나누고 총 24개의 방안을 세부추진과제로 포함하였다(〈표 4-5〉 참조). 이는 물산업 육성에서 정부, 기업, 소비자 간의 역할 분담을 조정하고 상하수도사업의 운영기반과 국내 물산업의 역량을 강화하여 해외시장을 개척한다는 방향 아래 제언되었다.

‘상하수도 서비스업의 구조 개편추진’ 분야는 상하수도 서비스업에서 지자체와 공기업 중심의 운영으로 인한 비효율성 개선을 목적으로 하며, ‘물순환을 바탕으로 한 유역단위 관리체계 마련’, ‘자율적·점진적 구조개편 추진’ 및 ‘전문사업자, 지자체, 국가 간 역할 분담’의 방안들을 포함한다. ‘물순환을 바탕으로 한 유역단위 관리체계 마련’ 방안은 광역화 등을 통해 규모의 경제 단위체제로 전환하는 것으로, 164개의 지자체 사업자를 30개 이내로 통합하는 계획을 포함하며, 물 순환에 의한 수자원 이용 및 관리에서의 효율성을 극대화하기 위한 상하수도의 통합 추진을 포함한다. ‘자율적·점진적 구조개편 추진’ 방안은 지자체를 구조개편의 주체로 세우고 자율적인 결정에 의해 진행하도록 함으로써 구조개편을 유도한다는 내용을 포함한다. ‘전문사업자, 지자체, 국가 간 역할 분담’ 방안은 전문 상하수도사업자, 지자체, 국가 간의 역할을 분담하는 것으로, 전문 상하수도사업자는 상하수도서비스를 공급하고 지자체는 사업자를 관리·감독하며 국가는 서비스평가기준 설정과 같은 법적·제도적 지원을 하는 것으로 명시하였다.

〈표 4-5〉 물산업 육성 분야별 세부추진과제

분야	세부추진과제	기간	소관부처
	세부추진과제		
1. 상하수도 서비스업 구조개편 추진	<ul style="list-style-type: none"> 상하수도공공기관의 구조개편 추진 적정범위설정 및 역할 분담체계 마련 지자체(또는 사업자) 참여 유도 	'08- '09	환경부/건설교통부/행정자치부
	<ul style="list-style-type: none"> 서비스 평가체계 마련 서비스품질기준 설정 사업자와 소비자 간 분쟁조정기준 제정 	'08 ~ '12	환경부/건설교통부/행정자치부
2. 지속적인 시설투자 및 제도 개선	<ul style="list-style-type: none"> 공공투자의 지속적 확대/수행 상하수도 분야 투자 확대 	'08 ~ '12	환경부/기획예산처/건설교통부
	<ul style="list-style-type: none"> 농어촌/도서지역 급수사업 지원 확대 	'08 ~ '12	환경부/기획예산처
	<ul style="list-style-type: none"> 선진 물 관리시스템 도입으로 신규시장 조성 물 순환이용을 고려한 신규 물산업 육성 	'08 ~ '12	환경부/재정경제부
	<ul style="list-style-type: none"> 공정한 경쟁 환경조성을 위한 제도 개선 	'08 ~ '09	환경부/재정경제부
	<ul style="list-style-type: none"> 상하수도 요금 합리화 	'08 ~ '12	환경부/행정자치부
	<ul style="list-style-type: none"> 상하수도 서비스의 민간사업화 확대 전문기업의 투자 확대 유도 	'08 ~ '12	환경부/건설교통부
3. 핵심기술 고도화 및 우수인력 양성	<ul style="list-style-type: none"> 유망핵심기술 중점개발 및 상용화 지원 기술개발체계신진화 및 실용화 확대 상하수도 기술 정보시스템 구축 	'08 ~ '10	환경부/과기부
	<ul style="list-style-type: none"> 기술교육/훈련의 내실화 방안 	'08 ~ '12	환경부/건설교통부
4. 물산업의 수출역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> 물산업 해외마케팅 지원체계 구축 	'08 ~ '12	환경부/산업자원부/건설교통부
	<ul style="list-style-type: none"> 공적개발원조(ODA)를 통한 해외진출 지원 	'08 ~ '12	환경부/재정경제부
	<ul style="list-style-type: none"> 해외수주사업에 대한 금융 지원 	'08 ~ '12	환경부/기획예산처
	<ul style="list-style-type: none"> 효과적인 물기업의 해외진출 유도 	'08 ~ '12	환경부/산업자원부/건설교통부
5. 기타 물산업 육성	<ul style="list-style-type: none"> 기술 중심 계약제도 활성화 	'08 ~ '10	환경부/건설교통부
	<ul style="list-style-type: none"> 물 분야 엔지니어링산업 육성 	'08 ~ '10	환경부/과학기술부
	<ul style="list-style-type: none"> 상하수도용 기자재 산업 육성 	'08 ~ '10	환경부/산업자원부
	<ul style="list-style-type: none"> 상하수도용 계측기기 관리제도 도입 	'08 ~ '10	환경부/산업자원부
	<ul style="list-style-type: none"> 먹는 샘물 경쟁력 강화 	'08 ~ '12	환경부
	<ul style="list-style-type: none"> 해양심층수의 조기 산업화 지원 	'08 ~ '12	환경부/해양수산부/과학기술부
6. 물산업 육성 기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> 물산업육성 정책의 법제화 	'08	환경부/산업자원부/건설교통부
	<ul style="list-style-type: none"> 물산업육성위원회 설치/운영 연도별 추진성과 평가 총괄 	'09 ~ '12	환경부
	<ul style="list-style-type: none"> 국가 물산업정보센터 운영 	'09 ~ '12	환경부
	<ul style="list-style-type: none"> 물산업 통계관리 강화 	'09 ~ '12	환경부/통계청

자료: 환경부(2007a).

현재 환경부는 예전의 계획을 조정하여 164개 지자체 사업자를 39개 권역으로 통합하기로 하고 지방상수도 통합운영 시범사업을 추진하고 있다. 2008년부터 환경부는 전남 남서부, 경북 동부, 강원 남동부 등의 지자체들과 지방상수도 통합운영 시범사업 MOU를 체결 후 기본계획을 수립하고 실무협의를 진행하였다. 그리고 상하수도서비스의 평가체계를 마련하기 위해 상하수도서비스 평가지표를 개발한 후 시범평가를 실시하고 시범대상을 늘려 오고 있다.

‘지속적인 시설투자 및 제도 개선’ 분야는 도시지역보다 상대적으로 낮은 농촌 지역의 상하수도 보급률을 높이고 민자 유치를 활성화한다는 목표로 ‘상하수도 분야 투자 확대’, ‘물순환이용을 촉진하여 신규 물산업 수요 창출’, ‘민간사업자의 투자확대 유도’, ‘공정한 경쟁 환경 조성’ 및 ‘상하수도 요금 합리화’ 방안을 포함한다. ‘상하수도 분야 투자 확대’방안은 상하수도 미보급 지역과 노후시설 및 관망 등에 우선적으로 투자하고, 강변 여과수, 해수담수화 등의 대체수자원 개발에 투자하면서 장래 물 부족에 대비하며, 선진정수처리 공정 도입 확대로 먹는 물의 수질을 개선하는 계획을 포함한다. ‘물순환이용을 촉진하여 신규 물산업 수요 창출’ 방안은 하수처리수를 공업용수, 농업용수, 생활용수로 재이용하는 하수처리수 재이용사업을 적극 추진하는 계획이다. ‘민간사업자의 투자확대 유도’, ‘공정한 경쟁 환경 조성’ 및 ‘상하수도 요금 합리화’ 방안들은 민간기업에 대한 부가가치세를 감면하고 상하수도요금 현실화, 수도사업의 장기위탁경영 유도를 통해 민간사업자의 상하수도 사업에 대한 투자를 확대하도록 유도하기 위한 방안들이다.

현재 상하수도 분야에 대한 시설투자는 지속적으로 이루어지고 있다. 중소도시를 위해서 상수도 보급 확충 사업, 하수관거정비사업, 다목적댐 상류지역의 하수도시설 확충 사업이 이루어지고 있으며 면단위의 하수처리장 설치사업이 진행되고 있다. 또한 환경부는 농어촌과 도서지역의 신규 상수도 수요를 반영한 농어촌 및 도서지역 상수도 확충 수정계획을 발표하였고 중소도시의 상수도 확충을 위한 국고 유지 및 지원을 확충하였다. 상수도사업에 대한 민간 사업자의 투자확대를 유도하기 위해 2007년 1월에 ‘수도시

설 운영·관리업무 위탁에 관한 규정'을 제정하였고, 2008년 11월에는 '상하수도사업 구조개편 관련 세제 지원방안'을 수립하였다. 선진정수처리 공정 도입 확대를 위해 2008년에 '막여과 정수시설 설치 기준'을 마련하고 영등포 정수장에 막여과 시범설치사업을 추진하면서 평가사업이 진행되고 있으며, 대체수자원 확보를 위해 강변여과수 개발을 지원하고 있다.

「물산업 육성방안」이 제정되기 전부터 실시되던 하수처리수 재이용사업은 육성법의 제정 이후 사업의 확대를 위한 기반들이 만들어지고 있다. 환경부는 2009년 1월 '하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획'을 발표하면서 민간기업의 공업용수용 재이용사업 참여를 통해 재이용사업을 제3의 물산업으로 육성하는 것을 목표로 삼았다. '하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획'은 총 1조 4천억 원 규모의 BTO방식 민간투자사업을 통해 하수처리장 19개소에서 122만 m^3 /일(연간 4.4억 톤)의 하수처리수를 재이용하는 사업에 대한 시행 계획을 명시하였다.²⁷⁾

정부는 또한 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」을 2010년 5월 25일에 공포·시행하면서 물 재이용의 활성화를 뒷받침하기 위한 법적 기반을 마련하였다. 이 법안은 국가 및 지방자치단체 등이 물 재이용시설 설치 및 운영에 대한 재정 및 기술과 같은 물 재이용 촉진을 위한 시책을 수립 및 시행함과 함께 10년마다 물 재이용 기본계획을 수립할 것을 명하였다. 또한 신축 건물에 빗물이용시설과 중수도 설치 및 운영을 의무화하고 공공하수도관리청의 하·폐수처리수 재이용을 의무화하며 재이용사업의 인·허가에 대한 규정을 명시하였다. 물의 재이용 관련 기술 개발이나 시범사업, 물 재이용 홍보 및 교육에 대한 사업에 대해서는 비용을 지원하거나 빗물이용시설과 중수도 설치 시설물 소유자 및 관리자 또는 하·폐수처리수 재처리수를 공급받는 자에 대해서는 수도요금이나 하수도사용료를 경감하기로 하는 등의 지원도 규정하였다.

27) 이후 환경부는 지속적으로 민간투자사업 설명회 및 간담회와 수요조사를 토대로 2010년 사업기간과 사업대상 및 사업 개소수를 조정하였다. 조정된 시행계획은 1단계로 2011~2013년까지 총 2,887억 원을 투자하여 4개소에서 22.8만 톤의 하수처리수 재이용을 실시하고, 2단계로 2012~2014년까지 3,576억 원을 투자하여 35.8만 톤의 하수처리수 재이용을 실시하는 것이다. 마지막 3단계는 2013~2016년까지 7,293억 원을 투자하여 14개소에서 63.4만 톤의 하수처리수 재이용을 실현한다는 것이다.

‘핵심기술 고도화 및 우수인력 양성’ 분야는 물산업 분야의 우수인력 양성을 위한 프로그램 및 전문교육기관과 기술개발 계획이 부재한 여건을 개선하기 위해 ‘물산업 연구개발(R&D)체계 선진화’, ‘개발기술에 대한 실용화 확대’, ‘상하수도 기술 정보시스템 구축’ 및 ‘우수인력 양성을 위한 교육·훈련시스템 강화’ 방안들을 포함한다. ‘물산업 연구개발(R&D)체계 선진화’, ‘개발기술에 대한 실용화 확대’와 ‘상하수도 기술 정보시스템 구축’ 방안은 물산업 장기종합기술개발계획을 수립하고 물산업 신기술 인증을 도입하며 연구 성과를 DB화하는 등 기술개발과 실용화에서의 체계성과 효율성을 높이려는 계획을 포함하고 있다. ‘우수인력 양성을 위한 교육·훈련시스템 강화’ 방안은 물산업 인력육성 로드맵을 마련하고 산·학·연 연계 전문교육 프로그램을 개발하며 물산업 분야 우수시범대학을 선정하여 지원 검토하는 계획을 포함한다.

‘핵심기술 고도화 및 우수인력 양성’을 위해 이루어지고 있는 대표적인 사업은 환경부의 ECO-STAR 프로젝트와 국토해양부의 VC-R 과제 중의 하나인 해수담수화 기술개발 사업을 들 수 있다. ECO-STAR 프로젝트를 통해 결성된 수처리선진화사업단은 수처리기술의 고도화를 위한 기술개발을 진행해왔다. 또한 환경부는 2011년부터 진행할 Eco-Innovation 기술개발사업을 준비 중이다.

국토해양부가 추진하고 있는 ‘건설교통 R&D 혁신로드맵의 미래가치 창출이 가능한 10대(VC-R) 과제’ 중의 하나인 해수담수화플랜트 사업은 해수담수화플랜트사업단을 2006년 12월 29일 발족하여 연구비 약 1,600억 원을 지원하고 있다. 해수담수화플랜트 사업단은 대형화, 저에너지, 저막오염의 3대 기술전략을 기반으로 한 4개의 핵심 과제를 5년 동안 수행하면서 세계 해수담수화 시장에서 단가는 낮고 생산효율은 높은 국산 해수담수화 플랜트 기술을 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 해수담수화플랜트 사업단은 2008년과 2009년에 8인치 및 16인치 해수담수용 역삼투막을 개발하고 상용화하였으며, 2010년에 1,000 톤/일 용량의 파일럿플랜트를 구축하였다.

‘물산업의 수출역량 강화’ 분야는 국내 기업의 해외진출 경험이 부족하고 자본 및 기술력에서 외국기업에 비해 상대적으로 미흡한 점을 개선한다는 것을 목표로 ‘물산업 해외마케팅 지원체계 구축’, ‘해외시장 진출을 위한 다양한 방안 강구’, ‘물산업 해외진

출 통합정보망(Portal Site) 구축' 방안들을 포함한다. '물산업 해외마케팅 지원체계 구축' 방안은 물산업 해외진출 지원계획을 수립하여 단계별/기관별 지원체계를 수립하여 진출을 희망하는 업체들에게 주요한 정보를 제공한다는 계획이다. '해외시장 진출을 위한 다양한 방안 강구'는 대외경제협력기금(EDCF) 지원을 확대하고 보험료 해외수주 사업에 대한 보험료를 용자하는 등의 지원 대책 마련을 포함한다. '물산업 해외진출 통합정보망(Portal Site) 구축' 방안은 기존의 물산업 해외정보 제공기능을 연계 및 통합한다는 것이다.

'물산업 연관산업 육성' 분야는 물산업의 경쟁력을 갖추는 데 있어 필요한 상하수도 기자재와 엔지니어링 등의 연관산업의 성장을 유도하기 위해 '물분야 엔지니어링 산업 육성', '기자재 및 계측기기 산업 육성', '먹는 샘물 경쟁력 강화' 및 '해양심층수의 조기 산업화 지원' 방안들을 포함한다. '물분야 엔지니어링 산업 육성' 방안은 협상에 의한 계약체결 방식 적용을 유도하기 위해 기술력 평가기준 및 계약절차 등을 마련하며 일정규모 이상의 성과품에 대해서는 외부전문기관에 검토하도록 하는 등의 내용을 포함한다. '기자재 및 계측기기 산업 육성' 방안은 기자재와 계측기의 기술개발을 위한 지원과 품질기준 강화 및 품질인증제 도입을 실행한다는 계획이다. '먹는 샘물 경쟁력 강화' 방안은 부담금을 개선하고 품질인증시스템을 도입한다는 것과 국내 브랜드의 홍보를 강화한다는 추진방안을 포함한다. '해양심층수의 조기 산업화 지원' 방안은 해양심층수에 대한 별도의 수질 기준을 마련하고 기능성과 안전성에 대한 조사와 연구를 실행하여 핵심부품과 시스템기술의 개발 및 고도화를 지원한다는 계획을 포함한다.

이 분야에서 지속적으로 진행되고 있는 대표적인 사업은 먹는 샘물 산업 육성과 해양심층수의 산업화이다. 정부는 먹는 샘물의 소비자를 보호하고 먹는 샘물의 수질을 높임과 동시에 먹는 샘물 산업을 육성하기 위한 정책의 일환으로 '먹는 샘물 품질인증제도' 도입을 추진하였다. 2007년 10월 환경부, (사)한국소비생활연구원, (사)한국샘물협회 간의 협약 체결을 시작으로 '먹는 샘물 품질인증제도'를 추진하여, 2009년 5월에는 「먹는물 관리법」 개정안을 통해 '먹는 샘물 품질인증제도'의 추진 근거를 법률에 갖추었으나 품질인증제도는 2010년 들어 무산되었다.

한편 해양심층수의 산업화를 위해 해양수산부는 2008년 2월에 「해양심층수의 개발 및 관리에 관한 법률」을 제정하였다. 이는 해양심층수의 개발과 사업화에 필요한 사항을 담은 해양심층수기본계획을 5년마다 수립할 것을 명하며, 해양심층수의 개발 및 제조와 관련하여 취수해역 지정, 면허 및 인·허가 등의 사항에 대한 기준을 제시하였다. 또한 해양심층수의 수질관리와 해양심층수의 사용료 및 부담금에 관한 요율 등을 명시하였다. 이 외에 기자재사업 육성을 위한 기반으로 ‘상하수도용 기자재 기준의 합리적 개선(안)’이 마련된 상태이다.

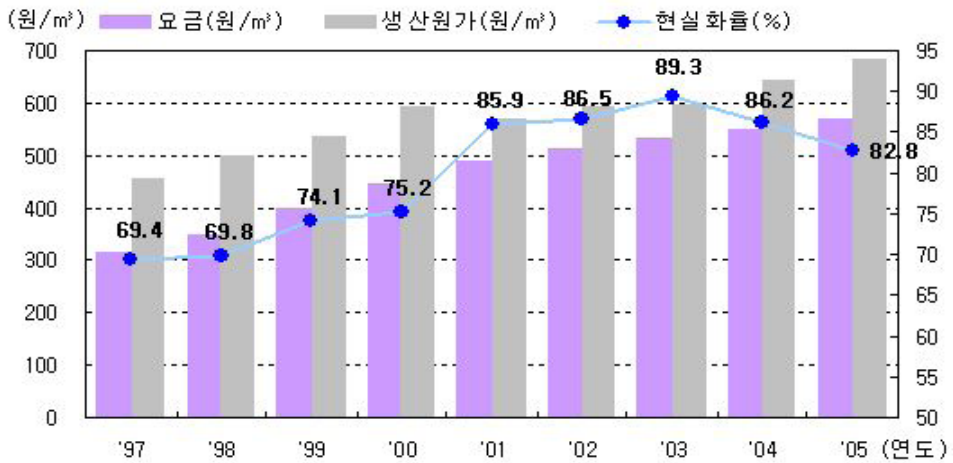
‘물산업 육성 기반 구축’ 분야는 국내 물산업 육성을 위한 법적·제도적 지원 체계를 마련하기 위한 방안으로, ‘물산업 육성정책의 법제화’, ‘물산업 육성을 위한 기구 설치·운영’, ‘물산업 정보·통계관리 강화’가 이에 해당된다. ‘물산업 육성정책의 법제화’ 방안은 「물산업육성법」을 제정하여 물산업 육성에 필요한 규정들을 마련한다는 계획을 포함한다. ‘물산업 육성을 위한 기구 설치·운영’ 방안은 물산업 관계자 모두가 참여하는 물산업 육성위원회의 운영을 통해 물산업육성정책에 대한 추진상황을 종합점검하고 사업자 및 소비자를 보호하기 위한 규정의 심의를 수행하는 계획이다. ‘물산업 정보·통계관리 강화’ 방안은 국가 물산업정보센터 운영과 물산업에 대한 통계 특수 분류 체계를 마련하는 계획을 포함한다.

3. 물산업 육성을 위한 정책 과제

가. 시장기반 조성

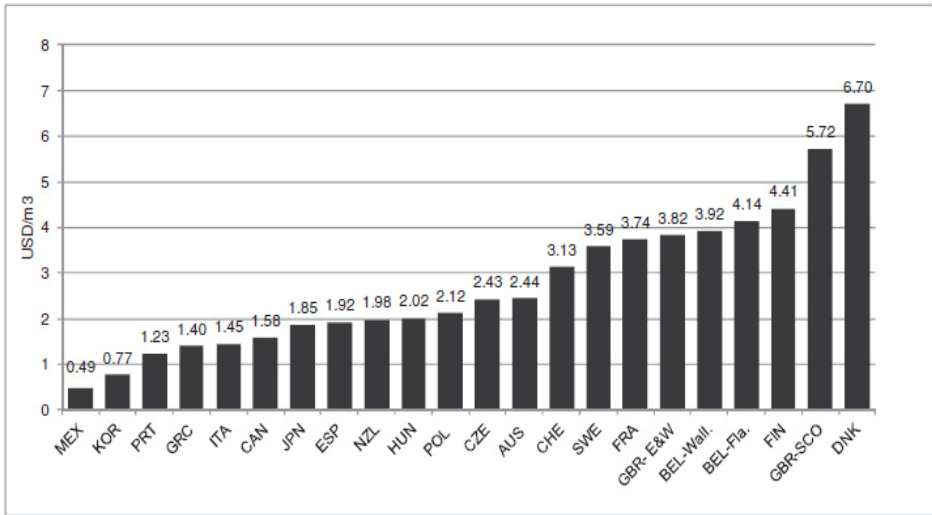
전기의 경우와 마찬가지로 물도 공공성이 매우 강하다. 이 때문에 많은 나라에서 전기나 물은 공공 부문이 공급을 담당하고 있다. 그런데 이러한 공공 부문의 경우 가격에 대한 정부의 규제가 시행되는 경우가 많이 있다.

우리나라의 경우 수도가격이 원가에 미치지 못한다는 점은 많이 지적된 바 있다. 최근에 발표된 OECD 자료에 의하면, 우리나라의 상하수도 서비스의 가격은 OECD 국가 중 멕시코 다음으로 낮은 수준인 것으로 조사되었다.



〈그림 4-4〉 한국의 수도요금 현실화율

자료: 환경부(2007b).



〈그림 4-5〉 OECD 국가의 상하수도 서비스 요금 비교

자료: OECD(2010).

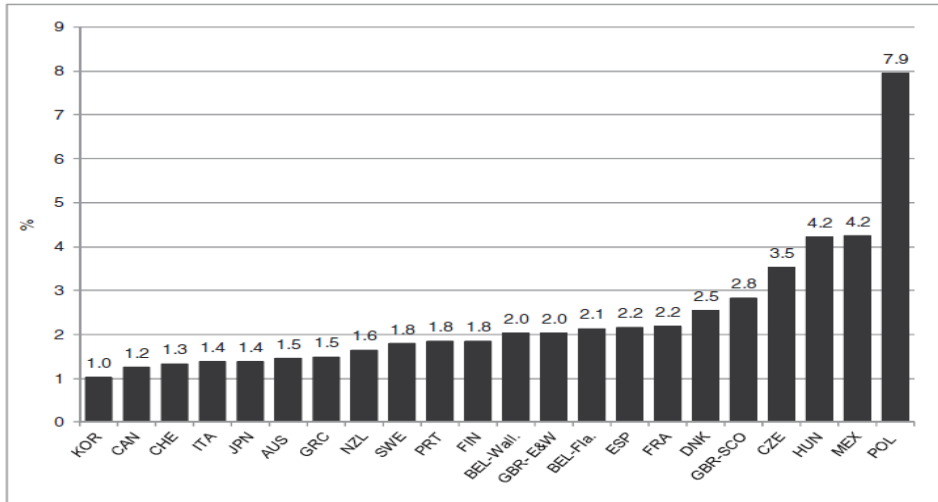
상하수도뿐만 아니라 이와 관련되는 분야들이 하나의 산업 부문으로 발전하기 위해서는 시장이 기능할 수 있는 여건이 조성되어야 하며, 이러한 여건 중에서 가장 기본이 되는 것 중의 하나가 제품 가격이라고 할 수 있다.

사실 물 가격 현실화에 대해서는 이미 많은 논자들이 주장한 바 있다. 물 가격 현실화가 제대로 추진되지 못하고 있는 것은 물가 상승 유발에 대한 우려와 저소득층에 대한 배려라는 두 가지 이유 때문이라고 할 수 있다.

먼저 물가 상승효과에 대해 보자. 앞에서 살펴본 산업연관분석에 따르면, 수도가격이 10% 상승할 때 다른 산업의 가격은 평균 0.12% 정도 상승하는 것으로 나타났다. 따라서 물 가격 상승으로 인한 물가상승은 그다지 우려할 만한 수준은 아니라고 할 수 있다.

다음으로 OECD의 분석 자료에 따르면, 우리나라는 가처분소득에서 상하수도 요금이 차지하는 비중이 OECD 회원국 중 최하위 국가이다. 또한 최하위층의 가처분소득에서 상하수도 요금이 차지하는 비중 역시 우리나라가 OECD 국가 중 최하위를 기록하고 있다. 따라서 수도가격 상승이 소득분배 측면에서 역진적이기는 하지만 그 효과는 그다

지 크지 않다. 나아가 저소득층에 대한 보조를 통해 역진성을 완화하는 정책도 충분히 가능하다.



〈그림 4-6〉 10분위 최하위층의 가처분소득 대비 상하수도 요금 비중

자료: OECD(2010).

요컨대, 물이라는 상품을 생산, 수송, 관리하는 일이 하나의 독자적인 산업으로 성장하기 위해서는 물이라는 상품의 가격이 최소한 비용을 충당할 수 있어야 하며, 나아가 시장 원리에 의해 가격이 결정될 수 있도록 해야 한다. 현 단계에서 이러한 방향으로 나아가는 데에서 가장 우선적으로 해결해야 하는 것이 수도가격의 현실화라고 할 수 있다. 다행히 수도가격 상승으로 인해 초래될 수 있는 물가 상승이나 소득분배 악화라는 부정적 효과도 크지 않은 것으로 분석되는 만큼, 시장원리에 의한 물 가격의 결정이라는 장기적인 목표와 그 첫 단계로 수도가격의 현실화를 적극적으로 추진하는 것이 필요하다.

나. 구조개편

물산업 육성과 관련하여 언제나 주요한 이슈로 부각되는 것이 구조개편이다. 구조개편

문제는 광역화(수평적 통합), 상하수도 통합(수직적 통합), 전문화, 민영화 등의 몇 가지 쟁점을 포함하고 있다.

우리나라는 상수도 업무와 하수도 업무가 지자체별로 독립적으로 운영되는 체계이다. 이로 인해 많은 경우 소규모 영세성으로 인한 비효율이 나타나고 있으며, 이러한 문제의 해결을 위해 상하수도 사업 범위를 광역화(수평적 통합)해야 한다는 것은 이미 오래 전부터 지적되어 왔다. 최근 들어 환경부는 전남 남서부, 경북 동부, 강원 남동부 등의 지자체들과 통합운영 시범사업 MOU를 체결하여 지방상수도 광역화를 본격적으로 추진하고 있다. 한편 하수도 사업의 경우에도 현재 하수처리장별로 소규모 위탁 형태로 운영되고 있는 것을 유역단위로 대형 민간사업자가 통합운영하는 방식으로 전환할 것을 계획하고 있다.

한편 상하수도 통합 문제와 관련하여 우리나라의 상하수도 분리 운영 체제가 세계적인 통합 운영 추세와 어긋난다는 지적은 많이 있었다. 하지만 이 문제에 대해서는 수평적 통합이 이루어진 후에 단계적으로 접근하는 것으로 계획된 바 있으며(환경부, 2007a), 최근에 녹색성장위원회, 환경부, 국토해양부가 합동으로 발표한 「물산업 육성 전략」(2010년 10월 13일)에도 이러한 기조는 그대로 유지되고 있다.

수평적 통합은 소규모 운영 단위로 인한 비효율을 해소하고 규모의 경제(economy of scale)를 실현하기 위해 반드시 필요한 것이라고 할 수 있다. 반면 수직적 통합의 경우 규모의 경제보다는 범위의 경제(economy of scope)와 관련된다. 규모의 경제를 실현하기 위한 수평적 통합과 범위의 경제를 실현하기 위한 수직적 통합은 기본적인 정책 추진 방향이라고 할 수 있다. 다만 우리나라의 경우 상하수도 투자 및 운영과 관련하여 중앙정부(환경부-국토해양부), 지자체, 공기업(한국수자원공사, 한국환경공단), 민간기업 등의 관계가 얽혀 있는 만큼, 수평적·수직적 통합에 상당한 시간이 소요될 것으로 전망된다.

전문화는 ‘전문민간기업의 육성’으로 이해되어 민영화와 혼용되어 사용되는 경우가 많이 있다. 예컨대, 미래기획위원회(2009)는 수도사업의 전문화가 필요하다고 제안하면서 “현행 수도사업은 공공부분 위주의 독점적인 사업형태로 크게 비효율적이고, 지자체의 경우는 공무원 순환보직제 등으로 전문성이 크게 떨어지는 등 구조적인 문제를 가지고

있으며”, “수도사업을 민간전문수도사업자에 전문 위탁하여 시설투자는 물론 선진경영과 기술력을 바탕으로 운영효율을 높여야 함. 이를 통해 수도요금을 낮추고 한차원 높은 수도서비스를 제공해야”한다고 주장한다. 이러한 맥락에서 ‘규제와 사업의 분리’를 전문화의 핵심이라고 주장한다.

민간 기업의 참여를 의미하는 것으로 이해되고 있는 민영화의 필요성이 계속 제기되고 있는 근거에는 공공 부문이 민간 부문보다 비효율적이라는 암묵적인 전제가 있다. 실제로 1992년-2005년 사이의 유럽, 남미, 중앙아시아의 국가소유기업(SOE, State-Owned Enterprise)과 민간부문참여(PSP, Private Sector Participation) 사업의 성과를 비교한 세계은행의 연구에 의하면, 민간부문참여 사업이 국가소유기업에 비해 상수도 보급은 평균 12%, 하수도 보급은 평균 19% 더 확대된 것으로 평가되었다 (Gassner et al., 2009).

규제와 사업의 분리가 필요하며 전문기업의 육성이 필요하다는 것에는 특별한 이견을 달기 어렵다. 하지만 물 분야 전문기업이 반드시 민간기업의 형태여야 하는 것은 아니다. 브라질의 사베습의 경우처럼 공사 형태의 전문기업도 가능하다. 그리고 무엇보다도 물산업 육성의 관점에서 볼 때, 그리고 글로벌기업으로부터 국내 물산업의 보호라는 관점에서 볼 때, 현 단계에서 중요한 것은 민영화 여부의 문제가 아니다. 물 가격 현실화를 통해 국내 시장 기반을 구축하고, 수평적 통합과 수직적 통합의 추진을 통해 규모의 경제와 범위의 경제를 실현하는 것이 훨씬 시급한 문제이다. 민영화는 문제는 이러한 문제들이 해결된 이후의 문제이며, 따라서 당분간은 물 분야 전문 공공기관(한국수자원공사, 한국환경공단)과 민간 전문기업들이 효과적으로 경쟁하고 협력하는 체계를 만들어 가는 것이 필요하다.

다. 해외진출

국내 물산업의 해외진출은 건설사 및 중공업 회사를 주체로 한 시설 및 건설 부문에 집중되어 있으며 운영 및 관리 부문의 진출은 상당히 미미하다. 국내 물산업의 부문별 해외진출은 2007년부터 2009년 7월까지의 해외진출 계약액의 88.5%가 시설 및 건설

부문에 해당되고 운영 및 관리 서비스 부문은 10.7%에 불과한 것으로 나타났다(현대경제연구원, 2010). 시설 및 건설 부문의 경우 세계 시장에서 경쟁력은 갖추고 있으나, 미래 물산업의 주요 수출 부문인 운영 및 관리를 포함한 서비스 부문에서는 아직 경쟁력을 갖추지 못한 상태이다. 또한 해외 진출 지역에 있어서는 중동 및 아시아 지역에 대한 해외 수출 의존도가 상대적으로 높은 것으로 나타난다. 계약 건수 기준으로는 중동 지역으로의 진출이 22건으로 가장 많았고 그 다음은 동남아시아 지역으로의 진출(18건)이었다. 계약액 기준으로는 중동 지역으로부터 25억 8천만 달러, 오세아니아 지역으로부터 5억 3천만 달러 순으로 나타났다(현대경제연구원, 2010). 국내 물산업의 해외 진출은 시설 및 건설 부문 이외에도 수처리 부품 및 재료 부문에서도 이루어지고 있으며 막여과 제품의 경우 꾸준한 성장세를 보이고 있는 것으로 나타난다.

세계시장의 경쟁체제는 분야별로 차이를 보이고 있다. 상하수도 분야의 경우 소수의 글로벌기업의 과점이 심화되던 경향이 최근에는 역전되어 다국 경쟁구도로 급속하게 변화하고 있다. 이른바 10대 물기업의 경우 서비스 공급 절대 인구 자체가 감소 또는 정체하는 모습을 보이고 있다(〈표 4-6〉 참조).

〈표 4-6〉 세계 10대 물기업(2006년 기준)의 상하수도서비스 공급인구

(단위: 백만 명)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Suez	119	117	120	114	123	111	111	117
Veolia	114	108	117	119	134	131	122	124
SAUR	34	34	14	13	14	13	13	13
Agbar	35	35	35	26	22	30	30	30
RWE	70	69	75	63	36	38	18	18
Sabesp	20	25	26	23	23	26	26	23
United Utilities	22	22	24	22	24	24	24	7
FCC	15	15	17	18	23	23	27	27
ACEA	13	14	15	16	15	14	15	15
SEVERN TRENT	14	14	14	14	11	14	11	12
합계	457	454	458	429	423	425	398	387

자료: Pinsen Masons Water Yearbook, 각 연도.

해수담수화 분야의 경우 역삼투압방식의 확산 및 기술혁신 경쟁으로 인해 글로벌 경쟁이 치열해지고 있으며, 새로운 시장의 강자들의 등장으로 기존의 강자들과 신규 업체들 간의 역동적인 경쟁이 이루어지고 있다. 이는 단기간에 담수화 시장의 10대 기업에 진입한 싱가포르 기업 하이플럭스(Hyflux)의 사례에서도 드러난다. 담수화 시장은 증발법, 박막법(삼투법), 전기투석법 등으로 구분되어 있지만 이들 간에는 일정한 대체 관계가 있으며, 에너지 소비 등과 관련하여 역삼투압방식의 비중이 더 커질 것으로 전망되고 있다.

먹는 샘물 시장의 경우 지역에 따라 세분화되어 있어 지역 브랜드가 각각의 지역 시장 점유에 있어서 큰 영향력을 행사하고 있지만, 세계적인 브랜드들의 점진적인 시장 확장으로 인해 지역별 시장 점유율 판도에 변화가 생기고 있다.

다른 산업의 경우도 마찬가지이지만, 물산업의 경우에도 아직은 세계적인 경쟁력을 갖추지 못하고 있기 때문에 해외진출을 위해서는 결국 선택과 집중 전략을 채택할 수밖에 없다. 무리한 해외진출은 결국 실패를 가져올 뿐이며, 이러한 실패는 이미 베올리아, 수에즈, 알베에 같은 세계적인 물기업들도 경험한 바 있다. 물산업의 시장실패율은 30% 내외 수준인 것으로 평가되고 있다(통신이나 전기의 경우 10% 이내임; Pinstent Masons, 각 연도).

선택과 집중 전략과 관련하여 지역, 분야, 부문을 구분하여 검토할 필요가 있다. 지역의 경우 중동과 동남아시아(그리고 장기적으로는 아프리카)가 해외진출의 주된 대상 국가라는 점에 대해서는 크게 이견이 없다고 할 수 있다. 이 지역은 지리적 이점, 기존의 진출 경험 등과 더불어 향후 상하수도 서비스의 민간 기업 참여 비중이 크게 증가할 것으로 예상되는 지역이라는 점에서 우리 입장에서 가장 중요한 해외진출 대상 지역이라고 할 수 있다.

한편 분야별로 보면 상하수도의 경우 세계시장의 경쟁이 매우 치열할 뿐만 아니라 우리나라의 경쟁력도 상대적으로 낮은 분야이다. 해수담수화의 경우 증발법에서는 두산중공업이 세계 1위의 점유율을 보이고 있지만, 시장비중이 높아지고 있는 역삼투압 방식 분야에서는 국제경쟁력을 보유한 기업이 없는 실정이다. 물 재이용 분야는 이제 국내

기반을 구축해 나가는 단계이며, 먹는 샘물 분야 역시 해외진출을 위해서는 규모의 경제를 실현할 수 있는 대형화가 우선적으로 이루어져야 하는 수준이다. 요컨대, 분야별로만 본다면, 증발법 공정의 해수담수화 분야를 제외하면 세계시장에서 경쟁력이 매우 낮은 수준이라고 할 수 있다.

하지만 물산업을 제조, 건설, 운영(서비스) 등과 같은 산업 부문별로 구분하여 보면, 우리가 가진 강점과 약점을 다른 관점에서 좀 더 효과적으로 이해할 수 있다. 최근 세계 물시장에서는 상수도 공급에서 하수처리까지 전과정을 단일 업체에게 맡기는 사례가 증가하고 있으며, 나아가 설계, 시공, 운영 등을 일괄해서 통합 발주하는 경향이 커지고 있다. 더욱이 파이낸싱, 보험 등의 분야까지 요구하는 경우도 있다. 베올리아와 수에즈 등은 이러한 점에서 볼 때 매우 유리한 위치를 선점하고 있다.

우리나라는 세계적인 수준의 건설 능력을 보유하고 있지만, 상수도와 하수도가 분리되어 있고 민간기업의 운영·관리 경험은 매우 취약하다. 따라서 통합솔루션에 대한 해외 시장의 요구에 맞추기 위해서는 물산업 관련 민간기업과 관련 공공기관(한국수자원공사, 한국환경공단)의 적극적인 협력체계 구축이 필수적이다. 한편 세계시장에서의 경쟁력 제고를 위해 기존 물산업의 범위를 확장하여 ‘수량-수질-생태환경-친수-도시 통합관리’를 아우르는 통합 물관리의 개념과 연계하는 것(남영현, 2010)은 개도국 진출 과정에서 차별성을 갖는 전략이 될 수 있다. 그 외 KOTRA, KOCIA 등과 같은 기관들의 지원 기능 강화나 물관련 ODA의 적극적 활용 등에 대한 기존의 제안들은 모두 적극적으로 수용할 필요가 있다.

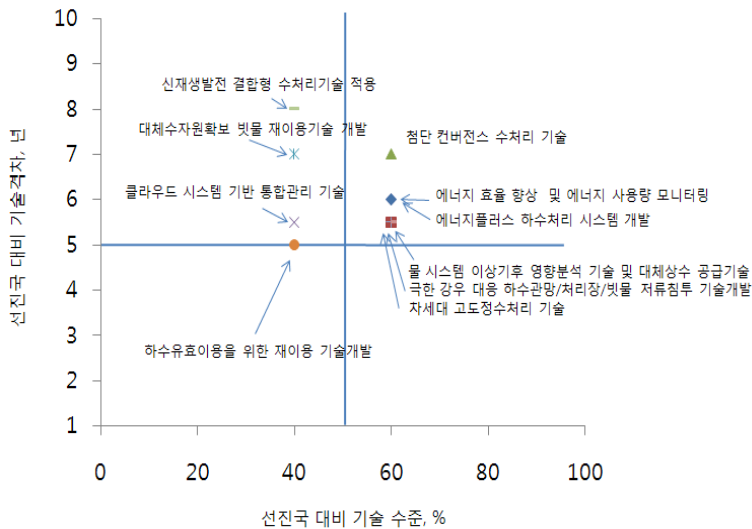
그런데 해외진출 전략이 보다 효과적으로 추진되기 위해서는 무엇보다 물 관련 기관간의 협조가 우선적이며, 특히 국토해양부와 환경부의 체계적인 협력이 필수적이다. 해외 진출 전략을 제시할 때, 국토해양부는 한국수자원공사 주도의 컨소시엄 구성을 강조하고(예컨대, 박재현(2010) 참조), 환경부는 환경산업기술원 및 한국환경공단 주도의 컨소시엄을 구성을 제시한다(예컨대, 조희송(2010) 참조). 현재와 같이 물관리 업무가 분할되어 있는 상황에서 이러한 문제는 쉽게 극복되기 어렵다. 따라서 단기적으로는 협의회 형태의 추진 조직을 구성하는 것이 불가피하지만(남영현, 2010), 결국 장기적으로는 해외진

출 전략의 효과적 추진을 위해서는 물관리 업무의 일원화가 필요하다고 할 수 있다.

라. 기술개발

수처리 선진기술 분야 중 세계 최고 수준의 기술을 가장 많이 확보하고 있는 국가는 미국과 일본이고, 최고 기술선진국 대비 우리나라의 현재 기술 수준은 52% 정도이며, 기술 격차는 6.1년 정도로 평가되고 있다(이석현 외, 2009).

「물산업육성 5개년 세부추진계획」에는 물산업 육성을 위한 6대 추진과제 중의 하나로 ‘핵심기술의 고도화 및 우수인력 양성’이 포함되어 있다. 핵심기술 고도화와 관련해서 물산업 연구개발체계 선진화(수처리선진화사업 등을 통한 핵심기술개발), 개발기술에 대한 실용화 확대, 상하수도 기술 정보시스템 구축 등이 제시되어 있는데, 모두 일반적이고 추상적인 과제라고 볼 수 있다.



〈그림 4-7〉 기술 분야별 최고선진국 대비 기술수준 및 기술격차

자료: 이석현 외(2009).

한편 2010년에 발표된 「물산업 육성 전략」에도 4대 핵심전략 중의 하나로 ‘원천기술

개발을 통한 경쟁력 강화'가 포함되어 있다. 이 전략은 크게 블루골드 시장 주도 기술(중점기술) 개발과 상용화 촉진으로 구분된다. 중점기술로는 IT 기반 에코스마트 상수도 시스템, 신소재 막모듈과 공정·운영 기술, 역삼투압 해수담수화 기술의 세 가지가 포함된다. 그리고 상용화 촉진과 관련하여 기술개발과 실증경험(reference) 확보를 동시에 추진할 수 있는 실증공간(test bed)의 확보를 강조하고 있는데, 이는 기존에 많은 논자들이 제안했던 물산업 클러스터의 조성 과 맥을 같이하는 것이다.

「물산업 육성 전략」에서 제시된 기술개발 추진 방향은 2007년의 추진계획보다 훨씬 구체적이고 진일보한 내용이라고 할 수 있다. 여기에서 제시된 세 가지 중점기술은 우리의 장점(제조기술, 해수담수화, IT기술)을 살려 세계적인 추세를 따라잡기 위해 필요한 기술들이며, 실증공간의 확보도 기술개발 및 상용화 촉진에서 중요한 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 기술개발과 관련해서는 현재 수립된 전략의 일관되고 지속적인 추진(예산 확보, 부처간 협조) 여부가 중요한 문제라고 할 수 있다.

| 제5장 · 요약 및 결론 |

제2장에서는 기후변화와 세계 물시장의 관계를 살펴보았다.

기후변화는 물 공급의 괴리를 심화시킬 것으로 전망된다. IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 4차 보고서에 따르면 극심한 가뭄으로 인한 물 부족이 심화되는 지역이 완화되는 지역의 2배 이상으로 확대되는 한편 빙하와 적설량이 감소되어 물 부족 현상이 심화될 전망이다. 또한 강우패턴의 변화와 기온상승으로 인하여 물 공급 안정성이 저하될 뿐만 아니라 탁도 부하 증가 등으로 인하여 정수처리 부하가 가중될 수 있다. 나아가 기후변화는 물 수요량에도 영향을 미친다. 기후변화에 따른 기온상승으로 전세계 농업용수 수요가 2070년 2~7% 증가할 것으로 전망되고 있다. 기후변화는 물 공급의 감소, 물 수요의 증가, 수질악화 등을 통해 물의 수요와 공급의 괴리를 심화시키는 중요한 요인으로 작용할 것으로 전망되고 있다.

이와 같이 지구상의 물 위기에 크게 영향을 미치는 기후변화는 물을 무한한 자원이 아닌 경제재로 인식하는 물산업에 오히려 긍정적인 요인으로 작용하고 있다. 선진국들은 이러한 추세를 예견하고 기후변화로 인한 물 부족 사태를 역설적으로 자국의 물산업 발전의 기회로 만들려는 노력을 기울이고 있다.

세계의 물산업은 19세기 말 상하수도 보급을 통해 형성된 것을 시작으로 인구 증가와 도시화 및 산업화로 인해 세계적으로 지속적인 성장세를 보이고 있다. 1980년대 중반 이후 베를리나나 수에즈와 같은 민간 기업들이 위탁경영방식을 통해 국가나 지자체 대신 상하수도 서비스를 공급하면서 유럽에 물시장이 형성되었고, 이러한 민간 부문의 위탁경영 또는 민영화 추세가 세계적으로 퍼지면서 지역마다 물시장이 형성되었다. 이후 상하수도산업 중심으로 지속적으로 성장한 물산업의 규모는 2007년에 3,630억 달러에 이르렀다. 세계 물시장은 서유럽, 북미 등 선진국 중심으로 성장해 왔으나 이제는 동아시아, 남미, 동유럽 지역에서의 성장이 두드러질 것으로 예상된다.

세계 물산업의 대부분을 차지하는 상하수도 시장은 다국적 물 전문기업들을 중심으로

성장해 왔다(세계 상하수도 시장의 80% 정도를 세계 10대 기업이 점유). 세계 주요 물 전문기업들은 상수원, 상수도, 하수도, 폐수 등을 통합하여 관리할 수 있는 역량을 갖추면서 경쟁력을 확보하고, 시장개방이 활발해지면서 현지 기업 인수를 통해 세계 시장에서의 영역을 확대해 왔다. 하지만 국제적인 경쟁이 치열해지면서 이러한 독과점 체제에 변화의 조짐이 보이고 있다(다국적 물 전문기업의 시장 점유율 하락).

해수를 이용한 담수 생산은 대부분 중동 지역에서 식수공급을 위해 사용되어 왔으나, 담수화 기술의 발달로 인해 에너지효율이 높아지면서 전 세계적으로 미래의 물 수요를 맞추기 위한 수단으로 인식이 되고 있다. 1970년대 이후 세계 담수화 시장이 급속하게 성장하고 있으며, 기후변화 영향 등으로 인해 이러한 경향은 더 심화될 것으로 전망된다. 세계 담수화 시장에서 담수화플랜트의 크기는 점점 대형화의 추세를 보이고 있으며, 이러한 경향은 해수담수화플랜트의 경우 더욱 두드러진다. 또한 역삼투압 방식의 확산으로 인한 글로벌 기술혁신 경쟁으로 인해 새로운 시장의 강자들이 등장하여, 현재 해수담수화 산업은 기존의 강자들과 신규 업체들 간의 역동적인 경쟁이 이루어지고 있다.

물 재이용은 해수담수화와 같이 물 부족에 대한 대안으로 세계의 여러 지역에서 이용되고 있다. 물 재이용 시장은 세계 전 지역에 설립된 하수처리시설의 용량이 연 10~12%의 성장률을 보이며 2015년의 시설 규모는 2005년의 규모보다 3배 증가한 5500만 m^3 /일로 예상되는 등 큰 잠재력을 가진 시장이다. 물 재이용의 용도는 농경 관개용, 도시용, 공업용, 또는 이들의 복합적 사용으로 크게 나뉜다. 이러한 용도별 재이용률은 지역별로 다른 특색을 나타낸다. 북미, 오세아니아와 유럽 지역에서는 농업용수뿐만 아니라 도시 생활용수로도 재이용수를 많이 사용하고 있는 반면, 라틴 아메리카와 중동 및 지중해 지역은 재이용수의 대부분을 농업용수로 사용하고 있으며, 일본은 재이용수의 대부분을 도시 생활용수로 사용하고 있다. 아프리카 지역에서의 농업용 재이용수 사용보다는 도시생활용과 공업용으로 더 많이 사용하고 있다.

전세계 먹는 샘물 소비량은 약 53억 갤런(2008년)에 이르는 것으로 추정되며, 2003년 이후 6.7%의 연평균성장률을 나타내고 있다. 미국이나 캐나다 같은 선진국에서는 건강과 웰빙에 대한 인식이 높아지면서 탄산음료나 주스 대신 먹는 샘물의 소비가 증가하는

경향을 보이고 있으며, 개발도상국에서는 물의 불안정성이라는 문제점에 대한 부분적인 해결책으로 먹는 샘물 소비의 증가가 나타나고 있다. 세계의 먹는 샘물 시장은 지역에 따라 세분화되어 있다. 일반적으로 지역 브랜드가 각각의 지역 시장 점유에서 큰 영향력을 행사하고 있지만, 점점 세계적인 브랜드들의 시장 확장은 지역별 시장 점유율 판도에 영향을 미치고 있다.

한편 수처리 기술은 기술 특성에 따라 크게 세 가지 종류로 구분되는데, 해수담수화와 하수처리수 재이용의 증가 추세에 따라 분리막의 사용이 증가하면서 세계 분리막 모듈 산업은 점진적으로 성장세를 보일 것으로 추정된다. 세계의 분리막 관련 산업 규모는 2003년의 52억 달러에서 점진적으로 증가하여 2008년에는 약 77억 달러에 이를 것으로 전망된다. 분리막을 활용한 물산업의 성장으로 인해 분리막 기술의 경제성 및 효율성 보유 여부는 세계 물시장에서의 시장 점유에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

제3장에서는 국내 물산업 현황을 살펴보고 물산업 분야별로 경쟁력을 분석하였다.

국내 물산업은 상하수도, 폐수, 생수, 정수기 등으로 크게 나누어지며 2008년 기준으로 13조 6천억 원 규모에 이른다. 국내의 물산업에서 가장 많은 비중을 차지하는 것은 상하수도 부문으로 전체의 80% 이상(약 11조 7천억 원 규모)을 차지하며 다음으로 폐수, 정수기, 생수 순으로 나타난다. 이외에 해수담수화 기술, 공법 및 플랜트 설비나 수처리 관련 기기 및 제품 산업은 물산업의 하부 또는 연관산업으로 분류되고 있으며, 이들의 경우에는 내수보다는 해외수출이 상대적으로 두드러지고 있다.

국내 상하수도사업은 광역상수도, 지방상수도, 하수도사업으로 크게 나뉘며 164개의 지자체가 주체가 되어 상하수도 시설 확충 중심으로 발전하고 있다. 국내 상하수도사업에 참여하고 있는 기업으로는 공공부문의 한국수자원공사, 한국환경공단, 서울시 상수도사업본부, 부산시 상수도사업본부가 있으며 민간부문의 코오롱 그룹, 삼성엔지니어링, 현대엔지니어링, 효성에바라, 태영건설, 한화건설 등이 있다. 민간 기업들은 국내 하수처리장 건설 및 운영사업에서 큰 비중을 차지하고 있다.

국내 해수담수화 시장은 80년대 후반부터 기업체의 공업용수 공급과 연안·도서지역

같이 상수원 공급이 어려운 지역에 생활용수를 공급하기 위해 시작되었다. 그러나 시설의 운영 및 관리에 드는 비용 부담으로 이용률이 낮아 가동이 중단되는 등 비효율적인 관리의 문제가 드러나고 있다.

국내의 물 재이용 산업은, 하·폐수처리수 재이용이 공공수역으로 배출되는 오염부하량을 줄이고 기존 수자원에 대한 의존도를 줄이면서 증가하고 있는 물 수요를 충족하기 위한 대안으로 떠오르면서 점차 성장하고 있다. 하수처리수를 재이용하고 있는 공공하수처리장의 비율과 하수처리수 재이용률은 증가 추세에 있기는 하지만 여전히 미미한 수준이며, 이는 국내 물 재이용 산업의 발전 잠재력이 크다는 것을 보여준다.

국내 샘물 시장은 2000년 1,630억 원 규모에서 2005년에 3,000억 원대를 넘어서면서 꾸준한 상승세를 보여 왔다. 국내의 먹는 샘물 제조업체는 70곳으로 시중에 유통되는 먹는 샘물 브랜드는 100여 개에 이른다. 국내 대기업 위주인 국내 샘물 시장은 진로, 하이트, 농심, 롯데, 동원 풀무원 등의 대기업 브랜드가 시장 전체의 50%를 점유하고 있다. 국내의 먹는 샘물 시장은 수입 생수의 점유율이 지속적으로 높아지고 있으나 아직까지는 국내 브랜드가 절대 우위를 점하고 있다.

한편 산업연관분석을 이용하면 우리나라 물산업의 현 주소를 알아보고 물산업의 산업 전반에 대한 파급효과를 알아볼 수 있다. 본 연구에서는 분석을 위해서 산업연관표에서 물산업에 포함될 수 있는 산업을 404여 개의 기본부문을 이용하여 재분류하였다. 산업연관표에서 재분류된 물산업은 음식료품의 생수, 전력 및 가스의 수도, 그리고 건설의 상하수도시설로 구성된다. 산업연관표는 2000년, 2003년, 2005년, 2008년 기준 데이터를 이용하였다. 28개 부문과 물산업에 포함된 3개 부문을 포함하는 31개 부문의 산업연관표를 재작성하여 물산업의 경제적 파급효과를 분석하였다.

우선 세 가지 산업 부문별로 투입구조와 수요구조를 살펴보았다. 그리고 생산 유발효과, 부가가치 유발효과, 고용 유발효과를 분석하였다. 세 가지 유발효과 모두 다른 산업의 평균에 비해 낮은 것으로 분석되었다. 한편 가격 파급효과 분석을 통해 수도가격이 10% 상승할 때 다른 산업의 가격은 평균적으로 0.12% 상승하는 것으로 분석되었다.

국내 물산업의 경쟁력 분석은 SWOT 기법을 통해 이루어졌다. 상하수도 분야의 경우

세계적인 거대기업의 시장점유율이 하락하는 추세를 보이고 있다. 2001년에 73%였던 이른바 ‘빅 5’의 비중이 2009년에는 34%로 절반 가까운 수준으로 하락하였다. 반면 민간기업의 상하수도 시장 점유율은 조금씩 상승하고 있으며, 동남아시아 같은 몇몇 지역에서는 이러한 경향이 뚜렷하다. 이는 상대적으로 소규모의 국내 또는 지역 규모의 기업들의 시장 점유율이 높아지고 있으며, 그만큼 세계시장에서의 경쟁이 더욱 치열해지고 있음을 의미한다. 반면 국내 기업들은 해외시장 진출을 위한 기술이나 경험이 매우 취약한 상태이다.

해수담수화 분야의 경우 아직은 수요가 특정 지역에 한정되어 있지만 상대적으로 시장 규모의 성장 속도가 빠른 편이며, 기업들도 대형화의 추세를 보이고 있다. 우리나라의 경우 MSF 방식의 플랜트 건설에서 국제경쟁력을 갖고 있지만, RO 등 향후 유망분야의 원천기술 확보는 극히 빈약한 실정이다.

물 재이용 분야의 경우 기후변화로 인해 시장잠재력은 크지만 아직은 절대 규모 자체가 그다지 크지 않다. 또한 물 재이용은 상하수도 특히 하수처리와 밀접하게 연관되어 있다. 우리나라의 경우 이제 시작 단계에 있으며, 원천기술이나 경험이 매우 부족한 상태이다.

먹는 샘물 분야의 경우 중국, 인도 등을 중심으로 꾸준히 시장이 확대되고 있으며, 이로 인해 지역 브랜드가 성장할 뿐만 아니라 세계적인 브랜드들의 진출 범위도 개도국으로 확대되고 있다. 먹는 샘물의 경우 가격 대비 무거운 제품이어서 운송 관련 비용이 높기 때문에, 차별화된 브랜드 파워를 갖고 있지 않으면 세계시장에서 경쟁력을 갖기가 어렵다. 우리나라의 경우 현재에는 해외 브랜드에 대항하여 국내시장을 방어하는 데에도 쉽지 않은 양상을 보이고 있다.

제4장에서는 물산업 육성 정책방안을 제시하였다.

우선 물산업 육성과 관련된 해외사례를 살펴보았다. 세계적 물기업의 성장은 자국 정부의 적극적인 지원에 의해 가능했다. 하지만 이것이 반드시 민영화를 수반하는 것은 아니었다. 이른바 세계 10대 물기업을 보유한 나라 중 브라질(Sabesp은 해외사업을

하지 않음)을 제외하더라도, 영국이나 프랑스는 민간참여율이 높은 편이지만 독일과 미국은 민간참여율이 상대적으로 낮은 편이며(RWE를 보유한 독일은 민간참여율이 20% 정도), 스페인은 그 중간 수준이다. 한편 후발 주자이면서 여러 측면에서 우리나라와 비슷한 여건에 있는 일본은 최근 들어 물산업 육성(특히 대외진출) 정책을 적극적으로 추진하고 있다. 일본의 정책은 자국의 강점(소재 기술 등)을 활용한 선택과 집중 전략이라고 할 수 있는데, 이러한 일본의 전략은 우리가 주시할 필요가 있다.

우리나라도 2006년에 관련부처 공동으로 「물산업 육성 방안」을 마련하고, 2007년에는 「물산업육성 5개년 세부추진계획」을 수립하여 관련 정책을 추진해오고 있다. 「물산업 육성방안」은 서비스시장 개방과 상하수도 서비스의 국제 표준화와 같은 세계 물시장의 여건 속에서 전문 물기업을 주체로 국내 상하수도서비스사업의 발전을 통해 국내 물산업의 경쟁력을 높여서 다국적 기업으로부터 국내시장을 보호하고 국내 기업이 세계 물시장으로 진출할 수 있는 환경을 만들어 나가기 위해 수립되었다. 그리고 이러한 목표를 달성하기 위한 중점과제로 ‘상하수도 서비스업의 구조개편 추진’, ‘상하수도 인프라 확충을 통한 경쟁력 강화’, ‘핵심기술의 고도화 및 우수인력 양성’, ‘물산업의 수출역량 강화’ 및 ‘먹는 샘물의 세계적 브랜드 육성’이 제시되었다. 하지만 상하수도 관리 외에 물산업 육성과 직결되는 대부분의 계획들이 지금까지도 제대로 추진되지 못하고 있다.

향후 국내 물산업의 육성과 관련하여 핵심적인 정책적 문제는 시장기반 조성, 구조개편, 해외진출, 기술개발 등으로 구분하여 접근할 수 있다.

시장기반 조성과 관련하여 핵심적인 문제는 물 가격이다. 우리나라의 경우 수도가격이 월가에 미치지 못한다는 점은 많이 지적된 바 있다. 최근에 발표된 OECD 자료에 의하면, 우리나라의 상하수도 서비스의 가격은 OECD 국가 중 멕시코 다음으로 낮은 수준인 것으로 조사되었다. 물이라는 상품을 생산, 수송, 관리하는 일이 하나의 독자적인 산업으로 성장하기 위해서는 물이라는 상품의 가격이 최소한 비용을 충당할 수 있어야 하며, 나아가 시장원리에 의해 가격이 결정될 수 있도록 해야 한다. 현 단계에서 이러한 방향으로 나아가는 데에서 가장 우선적으로 해결해야 하는 것이 수도가격의 현실화라고 할 수 있다. 다행히 수도가격 상승으로 인해 초래될 수 있는 물가 상승이나 소득분배 악화라

는 부정적 효과도 크지 않은 것으로 분석되는 만큼, 시장원리에 의한 물 가격의 결정이라는 장기적인 목표와 그 첫 단계로서 수도가격의 현실화를 적극적으로 추진하는 것이 필요하다.

한편 물산업 육성과 관련하여 논란이 많았던 이슈가 구조개편이다. 구조개편 문제는 광역화(수평적 통합), 상하수도 통합(수직적 통합), 전문화, 민영화 등의 몇 가지 쟁점을 포함하고 있다. 규모의 경제를 실현하기 위한 수평적 통합(광역화)과 범위의 경제를 실현하기 위한 수직적 통합(상하수도 통합)은 기본적으로 올바른 정책 추진 방향이라고 할 수 있다. 한편 규제와 사업의 분리, 물 분야 전문기업의 육성은 필요하지만, 물 분야 전문기업이 반드시 민간 기업의 형태여야 하는 것은 아니다. 그리고 현 단계에서 중요한 것은 민영화 여부가 아니라, 물 가격 현실화를 통해 국내 시장 기반을 구축하고 수평적 통합과 수직적 통합의 추진을 통해 규모의 경제와 범위의 경제를 실현하는 것이다. 민영화는 문제는 이러한 문제들이 해결된 이후의 문제이며, 따라서 당분간은 물분야 전문 공공기관(한국수자원공사, 한국환경공단)과 민간 전문기업들이 효과적으로 경쟁하고 협력하는 체계를 만들어 가는 것이 필요하다.

해외진출과 관련해서 통신이나 전기에 비해 물산업의 시장실패율이 훨씬 높으며(30% 수준), 실제로 세계적인 물기업들도 실패를 경험한 바 있다는 점에 유의해야 한다. 국내 물산업의 경우 아직은 세계적인 경쟁력을 갖추지 못하고 있기 때문에 해외진출을 위해서는 효과적인 선택과 집중 전략을 채택해야 한다. 최근 세계 물시장에서는 상수도 공급에서 하수처리까지 전 과정을 단일 업체에게 맡기는 사례가 증가하고 있으며, 나아가 설계, 시공, 운영 등을 일괄해서 통합 발주하는 경향이 커지고 있다. 우리나라는 세계적인 수준의 건설 능력을 보유하고 있지만, 상수도와 하수도가 분리되어 있고 민간기업의 운영·관리 경험은 매우 취약하다. 따라서 통합솔루션에 대한 해외시장의 요구에 맞추기 위해서는 물산업 관련 민간기업과 관련 공공기관(한국수자원공사, 한국환경공단)의 적극적인 협력체계 구축이 필수적이다. 나아가 세계시장에서의 경쟁력 제고를 위해 기존 물산업의 범위를 확장하여 ‘수량-수질-생태환경-친수-도시 통합관리’를 아우르는 통합 물관리의 개념과 연계하는 것은 개도국 진출 과정에서 차별성을 갖는 전략이 될 수

있다.

마지막으로 기술개발과 관련하여, 우리나라의 현재 기술 수준은 최고 기술선진국 대비 52% 정도이며, 기술 격차는 6.1년 정도로 평가되고 있다. 2010년에 발표된 「물산업육성 전략」에서 제시된 기술개발 추진 방향은 예전의 추진계획보다 훨씬 구체적이고 진일보한 내용이라고 할 수 있다. 여기에서 제시된 세 가지 중점기술(IT 기반 에코스마트 상수도 시스템, 신소재 막모듈과 공정·운영 기술, 역삼투압 해수담수화 기술)은 우리의 장점(제조기술, 해수담수화, IT기술)을 살려 세계적인 추세를 따라잡기 위해 필요한 기술들이며, 실증공간의 확보도 기술개발 및 상용화 촉진에서 중요한 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 기술개발과 관련해서는 현재 수립된 전략이 일관되고 지속적으로 추진될 수 있도록 충분한 예산을 확보하고 부처간 원만한 협조체계를 구축하는 것이 중요한 문제라고 할 수 있다.

| 참고 문헌 |

- 김길복. 2009. 11. 12. “기후변화와 물산업 경쟁력 강화방안”. 「2009년 한국물학술단체연합회 물산업 심포지움». 서울 과학기술회관.
- 김언경. 2009. “먹는 샘물 시장 동향”. 「식품세계», 10(4): 48-53.
- 김인수·오병수. 2009. “떠오르는 물산업-해수담수화”. 「대한토목학회지», 57(8).
- 김인수·오병수. 2008a. “국내외 해수담수화플랜트 기술의 현황”. 「設備:공조·냉동·위생», 25(7).
- _____. 2008b. “물 부족 해결을 위한 해수담수화와 물 재이용 기술”. 「대한환경공학회지», 30(12).
- 김철희. 2009. “물산업 클러스터 육성정책의 해외사례와 시사점”. 「한국콘텐츠학회논문지», 9(12).
- 김충환. 2009. “역삼투법 해수담수화기술의 현황과 향후전망”. 「환경정보», 31(383).
- 남영현. 2010. “세계 물시장 동향 및 대응방향”, 「저널 물 정책·경제», Vol. 14.
- 두산중공업. 2009. 「2008 연차보고서」.
- 문현주. 2003. 「환경산업의 경쟁력 강화 방안연구-상하수도 산업을 중심으로». 환경정책평가연구원.
- _____. 1999. 「수도사업 민간참여 모델개발 및 적용방안 연구」 환경정책평가연구원.
- 물비즈니스해외진출연구회. 2010. 「水ビジネスの国際展開に向けた課題と具体的方策」.
- 미래기획위원회. 2009. 「기후변화 대응 물관리 전략구축 방안 연구」.
- 박광규. 2008. “담수화 기술의 현황 및 기술개발 동향”. 「한국수자원학회지: 물과 미래», 41(6).
- 박재현. 2010. “해외 물 인프라 시장 진출 및 부가가치 향상 전략”. 「저널 물 정책·경제», Vol. 14.
- 산업자원부·환경부·건설교통부. 2006. 「물산업 육성방안」.
- 삼성경제연구소. 2008. 「수처리 기술의 진화와 시사점」.
- 산은경제연구소. 2010. 「물 산업 현황과 발전방안」.
- 손진식 외. 2008. “해외 해수담수화플랜트 수주현황 분석 및 연구”. 「상하수도학회지», 22(3).
- 양기현. 2006.11. 12. “세계 물 산업 동향과 시사점”. 「춘천 물 포럼 2006」. 춘천 두산리조트.
- 윤호현. 2009. “물 산업의 물길이 바뀌고 있다”. 「LG Business Insight», 7(22).

- 이석현 외. 2009. “수처리 선진기술”. 「미래주도형 녹색기술 연구개발 세부추진전략 마련 연구」.
- 이경옥. 2008. “먹는 샘물 시장 동향”. 「식품세계」, 9(3).
- 이동현 외. 2006. “폴무원 샘물의 경쟁전략”. 「전략경영연구」, 9(2).
- 이승복. 2006. 「대체수자원 확보에 관한 연구」. 국토연구원.
- 이주동. 2009. “비멤브레인(Non-Membrane) 방식의 해수담수화 장치 개발”. 「기계산업」, 39(8).
- 일본경제산업성. 2008. 「我が国水ビジネス・水関連技術の国際展開に向けて:水資源政策研究会 取りまとめ」.
- 일본협력은행. 2009. “日本企業の総合的な水インフラ事業への参画に向けて”. 국제협력은행 회보지. Vol.3.
- 장현숙. 2010. 「블루골드 물산업, 유망 사업 분야 및 진출전략」. 국제무역연구원.
- 정형호. 2008. “증발법에 의한 해수담수화”. 「설비저널」, 37(1).
- 조형모·윤형호. 2010. 「물재생 및 관리산업의 활성화 방안 연구」. 서울시정개발연구원.
- 조희승. 2010. “정부의 물산업 해외진출 지원방향-환경부 정책을 중심으로”. 「저널 물 정책·경제」, Vol. 14.
- 한국수자원공사. 2009. 「먹는 샘물 시장 현황과 전망」.
- 한국수자원공사. 2010. 「해수담수화 사업」.
- 현대경제연구원. 2010. 「아시아 물 시장 전망과 시사점, 글로벌 산업구조 재편과 우리의 대응전략 VIP Report」.
- 환경부·한국환경공단. 2009. 「하수처리수 재이용 가이드북」.
- 환경부. 2006. 「물산업 육성 5개년 추진계획 수립 연구」.
- _____. 2007a. 「물산업육성 5개년 세부추진계획」.
- _____. 2007b. 「상수도 요금제도의 합리적인 개선방안 마련을 위한 연구」.
- _____. 2008. 「(2007) 하수도통계」.
- _____. 2009a. 「하수처리수 재이용 민간투자사업 추진계획」.
- _____. 2009b. 「(2008) 상수도통계(상)」.
- _____. 2009c. 「(2008) 하수도통계(상)」.
- _____. 2009d. 「(2009) 환경백서」.

- Agbar, 2009. 「Corporate responsibility report 2008」.
- Alcamo, J. et al. (2007). “Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic changes”. *Hydrological Sciences Journal*, 52(2).
- Anderson, J. et al. 2008. “Water reuse in Australia and New Zealand”. *Water reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs*. Jiménez, B. and T. Asano eds. London, UK: IWA Publishing.
- Arnell, N.W. 2004. “Climate change and global water resources: SRES emissions and socio economic scenarios”. *Global Environmental Change*, 14.
- Asano, T. et al. 2007. *Water reuse: issues, technologies, and applications*, McGraw-Hill Professional.
- Bahri, A. 2008. “Water reuse in Middle Eastern and North African countries”. *Water reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs*. Jiménez, B. and T. Asano eds. London, UK: IWA Publishing.
- Bates, B. C., Z. W. Kundzewicz, S. Wu and J. P. Palutikof, Eds. 2008. “Climate Change and Water, Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, *IPCC Secretariat*, Geneva.
- Bixio, D. et al. 2005. “Municipal wastewater reclamation: Where do we stand? An overview of treatment technology and management practice”. *Water science and technology: water supply*, 5(1).
- Bou-Zeid, E. and M. El-Fadel. 2002. “Climate change and water resources in Lebanon and the Middle East”. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 128.
- Brissaud, B. 2008. “Criteria for water recycling and reuse in the Mediterranean countries”. *Dessalination*, 218.
- Committee on Privatization of Water Services in the United States et al. 2002. *Privatization of water Services in the United States: An Assessment of Issues and Experience*, National Academy Press.
- Cornel, P. and A. Meda. 2008. “Water reuse in Central Europe”. *Water reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs*. Jiménez, B. and T.

- Asano eds. London, UK: IWA Publishing.
- Dore, M. et al. 2004. "Privatization of water in the UK and France—What can we learn?". *Utilities Policy*, 12.
- Elnaboulsi, J.C. 2001. "Organization, management and delegation in the French water industry". *Annals of Public and Cooperative Economics*, 72(4).
- Exall, K. et al. 2008. "Water reuse in the United States and Canada". *Water reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs*. Jiménez, B. and T. Asano eds. London, UK: IWA Publishing.
- FAO. 2008. 「AQUASTAT Information System on Water and Agriculture: Online database」. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html>. [2010. 10. 1].
- Funamizu, N. et al. 2008. "Water reuse in Asia". *Water reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs*. Jiménez, B. and T. Asano eds. London, UK: IWA Publishing.
- Hatori, S. et al. 2008. "Water reuse in Japan". *Water reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs*. Jiménez, B. and T. Asano eds. London, UK: IWA Publishing.
- Gassner, K., A. Popov and N. Pushak. 2009. *Does Private Sector Participation Improve Performance in Electricity and Water Distribution?* The World Bank-PPIAF.
- GWl. 2010. *Global Water Market 2011*.
- IDA. 2008. *Desalination Yearbook 2008–2009 Water Desalination Report*.
- IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007a. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller, Eds., Cambridge University Press, Cambridge.
- _____ . 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the*

- Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge.
- Jiménez, B. and Asano, T. 2008. “Water reclamation and reuse around the world”. *Water reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs*. Jiménez, B. and T. Asano eds. London, UK: IWA Publishing.
- Juanico, M. and Salgot, M. 2008. “Water reuse in the Northern Mediterranean region”. *Water reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs*. Jiménez, B. and T. Asano eds. London, UK: IWA Publishing.
- Kim, Changwon. 2009.9.9. “Current status of seawater desalination industry in the world”. 「Green Korea 2009 International conference」.
- Lattemann, S. et al. 2010. “Global Desalination Situation”. *Sustainability Science and Engineering*, 2.
- Lobina, E. and D. Hall. 2001. *UK Water Privatization – A Briefing*. Public Services International Research Unit(PSIRU).
- Miller, W. 2006. “Integrated concepts in water reuse: managing global water needs”. *Desalination*, 187.
- OECD. 2010. *Pricing Water Resources and Water and Sanitation Services*.
- Pearce, G. 2007. “Introduction to membranes: Manufacturers’ comparison: part 1”. *Filtration & separation* 44(8).
- Pinsent Masons. 2009. *Pinsent Masons Water Yearbook 2009–2010*.
 _____ . 2008. *Pinsent Masons Water Yearbook 2008–2009*.
 _____ . 2007. *Pinsent Masons Water Yearbook 2007–2008*.
 _____ . 2006. *Pinsent Masons Water Yearbook 2006–2007*.
 _____ . 2005. *Pinsent Masons Water Yearbook 2005–2006*.
 _____ . 2004. *Pinsent Masons Water Yearbook 2004–2005*.
 _____ . 2003. *Pinsent Masons Water Yearbook 2003–2004*.
- Rodwan, Jr. J. 2009. *Confronting Challenges: U.S. and International Bottled Water*

- Developments and Statistics for 2008*, International Bottled Water Association,
- Sabesp, 2009. *Sustainability report*.
- Schutte, F. 2008, "Water reuse in Central and Southern Regions of Africa". *Water reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs*, Jiménez, B. and T. Asano eds, London, UK: IWA Publishing.
- Shiklomanov, Igor A. 1999. WORLD WATER RESOURCES AND THEIR USE a joint SHI/UNESCO product, <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/> [2010, October 11].
- Suez Environment, 2010. *Reference document 2009*.
- Suez Environment, 2008. *Management of water resources: From Milan to the Camargue, SUZE Environment is developing projects to reuse wastewater*.
- Sutherland, K. 2004. *Profile of the international membrane industry: market prospects to 2008*, Elsevier Science Ltd.
- Thoeye, C. et al. 2008. "Water reclamation and reuse: implementation and management issues". *Desalination*, 218.
- UNEP, 2005. *Water and Wastewater Reuse: An Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Water Management*.
- U.S. EPA, 2004. *Guidelines for water reuse*, EPA 625-R-04-108.
- Van der Bruggen, B. 2010. "The Global Water Recycling Situation". *Sustainability Science and Engineering*, 2.
- Veolia Environment, 2010. *Veolia Environment Reference document 2009*.
- Veolia Water, 2010. *2009 Business overview*.
- Victorian Government Department of Sustainability and Environment, 2004. *Securing our water future together*.
- Wintgens, T. and T. Melin, 2006. *Integrated concepts for reuse of upgraded wastewater*. www.aquarec.org. [2010, 5 14].
- Wintgens, T. et al, 2005. "The role of membrane processes in municipal wastewater reclamation and reuse". *Desalination*, 178.

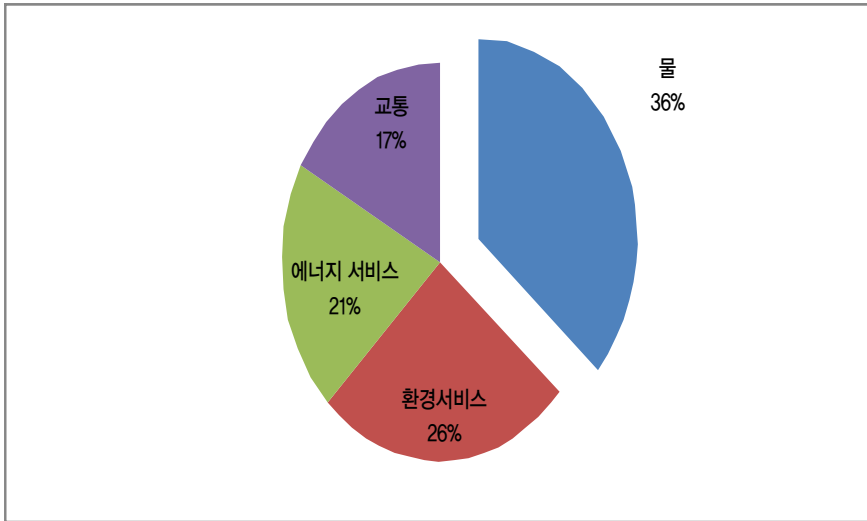
- Zhou, Y. and R. S. Tol. 2004. "Implications of desalination for water resources in China – an economic perspective". *Desalination*, 165.
- 2030 Water Resources Group. 2009. *Charting Our Water Future: Economic frameworks to inform decision-making*.

〈부록 1〉 주요 물기업 소개

1. 베올리아 환경그룹(Veolia Environment)

프랑스의 베올리아 환경그룹은 상하수도관리 서비스, 에너지 서비스(전기 생산, 판매 무역 제외) 및 운송서비스를 포함하는 환경관리서비스 공급업체이다. 베올리아는 각 분야마다 담당 전문 계열사를 두어 전문화된 서비스를 공급하고 있다. 이 중에서도 베올리아환경의 주력사업은 물 관련 사업으로 2009년 총 수입 약 345억 유로 중 물 관련 사업의 수익이 36%로 다른 사업의 수익보다 크게 나타났다. 베올리아의 물 관련 사업 담당 계열사인 베올리아워터(Veolia Water)는 VWO(Veolia Water Operations), VWS(Veolia Water Solutions & Technologies), SADE로 세분화되어 있으며, 이들을 통해 지하수, 지표수, 기수, 해수, 하·폐수와 정제된 슬러지까지 정화가 가능한 물리, 화학, 생물학적 수처리 기술²⁸⁾을 보유하고 있다. 전 세계 66개국의 공공부문 및 민간부문의 파트너십을 통해 상하수도관 인프라 구축에서부터 하수처리장, 슬러지 처리설비, 정수장의 디자인 및 건설과 오·폐수 처리와 재생에 이르는 상하수도서비스와 담수화 관련 서비스를 제공하고 있다.

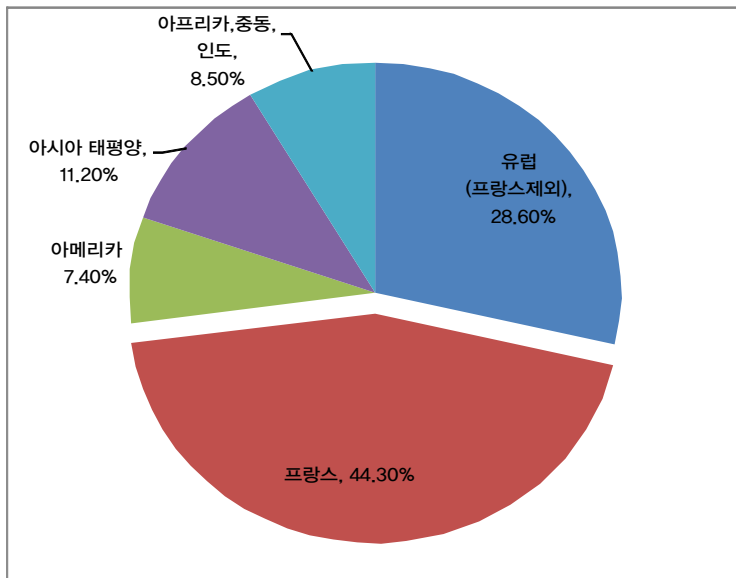
28) VWS는 현재 물리학적 공정(응집조, 플록형성지, 최적화된 수력 날개를 장착한 침전탱크, Actiflo® Turbo, Continuous Electro-Deionisation), 생물학적 공정(Biostyr™, AnoxKaldnes MBBR), 가열처리공정 등을 합쳐 250개 이상의 수처리기술 포트폴리오를 보유하고 있다. 이 중 Biostyr™공정은 인천 송도 하수처리장의 1, 2차 생물반응조 과정에, Actiflo® Turbo 시스템은 3차 고도처리에 사용되고 있다.



〈부록 그림 1〉 베올리아 환경그룹 계열사별 2009년 수입현황

자료: Veolia Environment(2010).

베올리아워터는 프랑스를 포함한 유럽 지역에서 가장 두드러진 활동을 벌이고 있으며 아시아, 아메리카, 아프리카, 인도 및 중동지역에도 사업 영역을 넓혀가고 있다(〈부록 그림 2〉 참조). 베올리아워터는 2009년 프랑스 정부로부터의 재계약률이 92%에 이르고 프랑스에서 전체 수입의 44%를 얻을 정도로 전폭적인 자국 정부의 지원을 받고 있다 (Veolia Environment, 2010). 현재 베올리아는 아시아 태평양 지역에서 호주와 중국 시장에 활발히 진출하고 있으며, 상하수도 설비와 서비스 외에도 담수화플랜트와 물 재생플랜트 건설 등을 담당하고 있다.



〈부록 그림 2〉 Veolia Water의 2009년 지역별 수입 분포

주: 아메리카 지역의 수입은 베올리아 환경과 FCC의 합작투자인 프로액티바 회사의 수입을 포함.
자료: Veolia Water(2010).

〈부록 표 1〉은 베올리아 워터의 2009년 주요 계약 현황을 나타낸 것이다. 베올리아워터가 수주하는 계약은 아웃소싱 계약, 공-사 파트너십, BOT(Build, Operate & Transfer) 계약, DBO(Design, Build & Operate) 계약 등 다양한 형태로 이루어지고 있다. 계약기간은 공공기관으로부터 수주한 계약일 경우에는 대부분 20~50년에 이르며, 민간부문으로부터 수주한 계약은 대개 3~10년 정도이다(Veolia Environment, 2010).

〈부록 표 1〉 베올리아워터의 2009년 주요 계약현황

공공기관 및 기업/지역	계약 형태	계약 기간	서비스
프랑스			
Chartres	신규계약	20년	하수처리장 건설 및 운영 계약 협의
Roquebrune Cap Martin	신규계약	20년	하수처리장 건설 및 운영 계약 협의
유럽(프랑스 제외)			
Burg(독일)	신규 계약	15년	상하수도서비스 관리
마드리드(스페인)	신규 계약	4년	하수처리장 운영
아시아			
Chiba(일본)	신규 계약	3년	하수처리장 운영
Sydney(호주)	재계약	4년	관망 관리
남미			
Petrobras(브라질)	신규 계약	2년	하수처리장과 재이용플랜트 디자인 및 건설 (Ipojuca)
중동			
Doha-Ashghal(카타르)	신규 계약	7년	두 하수처리장 운영 및 관리
Tyr Sour(레바논)	신규 계약	5년	하수처리장 건설 및 운영
북미			
Duke Energy(미국)	신규 계약	3년	발전소용 폐수처리장 건설

자료: Veolia Environment(2010).

베올리아는 1890년 첫 담수화플랜트 건설을 시작으로 담수화플랜트 시장에서 영향력을 넓혀 왔고 현재 세계 담수화플랜트 시장에서 1위를 차지하고 있다. 베올리아는 자신들이 보유하고 있는 전문적 지식과 경험을 지역의 자원과 독립체와 결합하는 전략을 통해 담수화시장에서의 영향력을 넓히고 있다(IDA, 2008). 베올리아는 담수화 공정에 따라 전문기술 개발을 담당하는 지역 독립체를 두거나 지역에 따라 담수화플랜트 규모 또는 용도에 따른 전문화된 지역 독립체와 결합하고 있다(〈부록 표 2〉 참조).

〈부록 표 2〉 베올리아 워터 솔루션&테크놀로지 전략 구성요소

전략 구성요소	소개
OTV's Major Project Group(MPG) & SIDEM	MPG는 대규모의 RO 공정 담수화플랜트 프로젝트를 개발하고 있으며 SIDEM은 대규모의 MED 공정 담수화플랜트 프로젝트를 개발하고 있다. 또한, 이들은 함께 하이브리드 RO/MED 공정을 적용한 담수화플랜트를 담당하기도 한다.
Bekox	식수용 또는 재이용과 공업용을 위한 소형 조립식 RO 담수화플랜트를 담당한다.
Elga-Berkefeld	발전소나 다른 공업용으로 중·소규모(10,000m ³ /일 이하)의 조립식 RO 공정 담수화플랜트를 컨테이너 수송방식으로 공급하고 있다.
VWS-Metito	사우디아라비아와 다른 걸프 국가들을 대상으로 RO 담수화플랜트 시스템 제공을 전문화하고 있다.
VWS-Westgarth	대규모 공업용 담수화플랜트를 담당하고 있으며 중동, 유럽, 남아메리카 지역에 40개 이상의 레퍼런스를 보유하고 있다.
Sidem-Entropie	MED 공정의 해수담수화에 있어서 최고로 알려지고 있다.

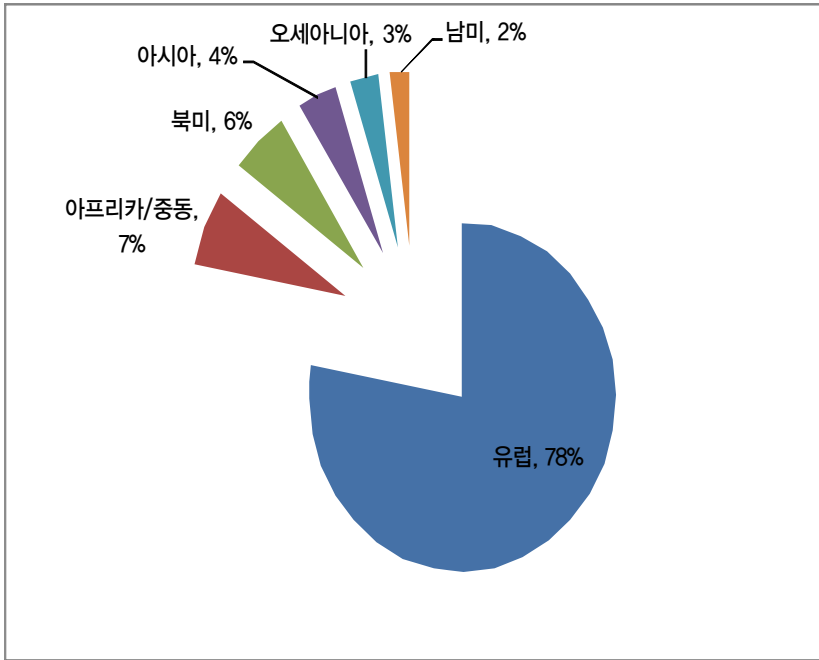
자료: IDA(2008).

2. 수에즈 환경그룹(Suez Environment)

수에즈환경은 프랑스에서 물과 폐기물 관련 사업을 다루는 회사이며 이와 관련 하여 해외로 사업 영역을 확장하고 있다. 물 관련 사업에서는 베올리아에 이어 세계에서 두 번째로 크며, 상하수도 설비와 담수화플랜트 등의 디자인, 건설 운영서비스에서부터 도시 및 공업폐수 처리와 수거 등을 담당한다. 수에즈환경은 수처리전문 계열사 온데오 드그레몽(Ondeo Degremont)을 통해 70개국의 공공 부문 및 민간 부문으로부터 물과 하수처리 공정 디자인 및 설비 프로젝트 계약을 성사시켜 왔으며 현재는 40개국에서 프로젝트를 수행하고 있다. 2009년 수에즈환경의 총 수익은 약 123억 유로에 이르며, 이 중 52%가 물 관련 사업으로부터 얻은 것이다.

수에즈환경은 유럽을 중심으로 성장해왔으며 북미, 인도, 중국 등으로 사업 영역을 확장하고 있다. 수에즈환경은 잘 알려진 Lynnaise des Eaux, United Water, Degremont, Ondeo Industrial Solutions를 통해 국제적 활동을 벌이고 있다. 특히, 중국에 Sino-French Holdings를 설립하여 중국에서의 활동영역을 넓히고 있으며,

2010년 스페인의 물기업 아그바를 인수함으로써 아그바의 모든 물 관련 사업을 이어 받게 되었다.



〈부록 그림 3〉 수에즈환경의 2009년 지역별 수입 분포

자료: Suez Environment(2010).

수에즈환경은 또한 담수화플랜트와 물 재이용 시장에서의 사업영역을 넓히고 있다. 수에즈는 2006년 스페인의 20만 m³/일 용량의 역삼투압 공정 담수화플랜트를 수주함으로써, 역삼투압 공정 담수화플랜트 사업에서 아랍에미리트의 푸자이라(Fujairah), 호주의 퍼스(Perth), 스페인의 엘 알타발(El Atabal) 등을 포함한 시장에서의 레퍼런스를 강화했다. 물 재이용 부문에서는 총 240만 m³/일 용량의 재생수를 생산하는 50개 이상의 하수재생플랜트를 건설하였으며, 이를 통해 생산용량 기준으로 시장점유율이 10%에 이르렀다. 수에즈는 한외여과막을 사용할 수 있는 공정을 실현시키면서 농업용과 공업용 재이용수를 만들 수 있게 되었으며, 영국과 스페인을 포함한 유럽, 카타르, 호주, 중국

등 세계 여러 지역에 걸쳐 활동하고 있다(〈부록 표 3〉 참조). 최근에는 130만 명이 거주하는 멕시코의 산루이스포토시 주(San Luis Potosi)에 8만 m³의 하수를 재생할 수 있는 하수처리시설을 설립하였고, 이 시설에서 생산되는 하수처리수는 농경 관개와 빌라 디레이에스(Villa deReyes) 지역의 화력발전소에 쓰이던 지하수 대신 쓰이고 있다. 카타르의 도하지역에 공사 중인 플랜트 설비는 13만 5천 m³/일의 하수처리수가 농업용수로 쓰일 수 있도록 할 것이다(Suez Environment, 2008).

〈부록 표 3〉 수에즈 환경의 하수재생플랜트 수주 예

(단위: m³/일)

지역	플랜트 용량
영국(Langford)	940,964
스페인(El Pinedo)	250,000
포르투갈(Chelas)	110,000
카타르(Lusail)	60,000
미국(West Basin)	114,000
베네수엘라(Marazen)	40,000
카타르(Doha West)	135,000
이탈리아(Milan San Rocco)	345,600
호주(Australia)	17,000
중국(Hefei)	100,000

자료: Suez Environment(2008).

3. 아그바(Agbar)

아그바는 스페인 기업으로 물, 환경, 건강 부문 서비스 및 이와 관련된 기술을 제공하는 업체로서, 현재 스페인을 비롯한 칠레, 영국, 중국, 콜롬비아, 알제리, 쿠바 및 멕시코에 거주하는 2억 7,000만 명 이상에게 서비스를 공급하고 있다. 아그바의 계열사인 아그바 워터(Agbar Water)는 집수, 운송, 정수처리와 식수 공급, 하수 수집, 하수처리 및 재이용 관련 서비스를 스페인 카탈로니아(Catalonia) 지방의 Aigües de Barcelona

와 Sorea, 무르시아(Murcia)에 위치한 Emuasa, 그라나다의 Emasagra, 영국의 브리스톨 워터(Bristol Water), 칠레의 Aguas Andians 등을 통해 각 지역에 제공하고 있다(〈부록 표 4〉 참조).

〈부록 표 4〉 아그바 워터 2008년 서비스 공급현황

서비스 공급	스페인	칠레	영국	멕시코	콜롬비아	쿠바	알제리
총 서비스 도시 수	1,256	53	9	1	1	11	NA
총 서비스 인구 (주민)	12,658,013	5,941,116	1,092,000	711,188	943,758	1,272,414	1,630,000
망(network)으로 수집되는 양(hm ³ /년)	1,315	1,593,966	499,312	188,586	165,133	376,167	NA
운영 중인 정수장 수	204	665.8	103.1	48.8	83.9	372.1	NA
총 처리용량 (m ³ /day)	2,477,691	17	18	0	1	0	NA
관망	58,968	2,457,216	558,000	0	270,000	0	NA
총 길이(km)		12,070	6,785	2,200	1,488	2,033	NA
하수 처리							
하수관거							
하수관거 서비스 총 도시	381	49	NA	1	1	11	NA
하수관 서비스 총 인구	8,377,872	5,818,873	NA	711,188	943,758	1,272,414	NA
하수관과 하수수집관 길이	20,645	10,117	NA	1,672	992	1,222	NA
하수처리							
하수처리 공급받는 도시 수	442	53	NA	0	0	11	NA
운영 중인 하수처리장 수	426	15	NA	0	0	15	NA
총폐수처리용량 (m ³ /일)	2,626,473	1,218,577	NA	ND	ND	ND	NA

자료: Agbar(2009).

아그바 워터는 스페인의 1,200개 이상의 도시에 거주하는 약 1,260만 명에게 수자원 관리 서비스를 공급하고 있다. 아그바 워터는 아그바 환경(Agbar Environment)과 함께 스페인 전체에 공급되는 식수의 50% 하수처리의 30%를 관리하고 있을 만큼 스페인 시장에서 우위를 차지하고 있으며, 2008년에는 재계약률 99%를 달성했다. 바르셀로나 도시의 200만 거주자에게 식수 서비스를 공급하고 있는 Aigües de barcelona는 바르셀로나 대도시에 해수담수화플랜트를 건설 중이며, the Sant Joan Despi plant에서는 정밀여과와 역삼투압법을 수처리에 적용하여 식수 공급을 위한 수준으로 수처리를 향상시키고 있다. 2008년에는 Torrelles de Liobregat 시의회로부터 상수도 서비스 확대에

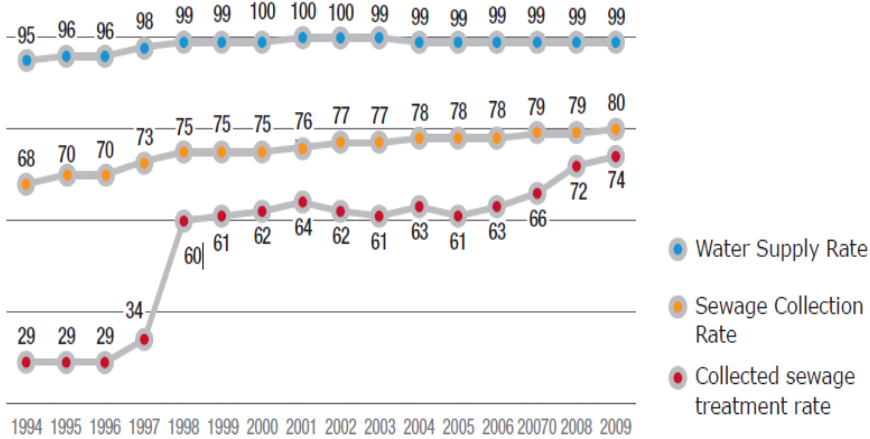
대한 합의를 이끌어냈다. 카탈루냐 지방의 또 하나의 식수 공급업체인 Sorea는 바르셀로나, 지로나(Girona), 알프(Alp) 및 Ullastret 지역의 식수공급과 하수관거 관리를 담당하고 있다. 아그바는 카탈로니아 지방 외에도 스페인의 자치지방인 카스티야이레온(Castilla Y Leon), 무르시아(Murcia), 가스피야라 만차(Castilla La Mancha)와 카나리아제도(Canary islands)로 사업을 확장하여 이 지역들의 식수 공급과 하수관거 관리 사업을 담당하고 있다.

아그바는 서비스 공급을 전세계로 확대하여, 현재 칠레, 영국, 중국, 알제리, 콜롬비아, 쿠바 및 멕시코에 거주하는 900만 명 이상에게 물 관련 서비스를 공급하고 있다. 칠레에서는 Aguas Andians를 통해 Gran Santiago Wasterwater Treatment Plan에 참여함으로써 2개의 하수처리장을 설치하고 발생한 하수의 73%를 처리하고 있다. 산티아고를 가로질러 흐르는 강물은 21개의 하수 유출구(wastewater outlet)에서 수처리하기 위한 Mapocho Urban Clean Project가 시작되면서 2012년에는 발생한 하수의 100%를 처리할 수 있을 것으로 기대된다. 아그바는 중국의 징수 워터(Jingsu Water)에 6,200만 유로를 투자하여 난진의 수도에서 발생하는 30만 m³/일 용량의 하수를 처리하고, 타이저우(Taizhou) 도시에서는 3개의 정수장을 운영하여 총 345만m³/일의 식수를 공급하는 등 중국의 물산업에 관여하고 있다.

4. 사베습(Sabesp)

사베습은 브라질의 광역상하수도 공사로 1973년 국가차원의 위생계획에 따라 브라질 정부의 자본투자 프로그램을 통해 설립된 후 다른 상하수도 관련 공공 부문과 합병되면서 상파울루 주 전체의 상하수도 서비스 공급을 담당하게 되었다. 사베습은 현재 상파울루(São Paulo) 주에 위치한 366개 시에 도시 상하수도서비스 공급하고 있는데, 서비스 공급 인구는 2,670만 명으로 세계 5위 수준이며 지속적인 시설 투자와 함께 지역 서비스 공급을 통해 성장하고 있다.²⁹⁾ 그 결과, 사베습은 2009년에 201,000개의

새로운 수도관과 184,000개의 하수도관을 완공하면서, 상수도 서비스율은 99%에 이르고 하수수집 및 하수처리 서비스율은 각각 80%와 74%에 이르렀다.



〈부록 그림 4〉 사베습의 상하수도 서비스 공급률

자료: Sabesp(2009).

사베습은 상하수도의 서비스 부문과 운영 부문에서 지속적으로 사업역량을 확대하고 있으며 이 외에 물 재이용사업을 통해 수익을 올리고 있다. 사베습의 2009년 보고서에 따르면 사베습은 2009년 상하수도사업을 통해 올린 수익은 지난해보다 5.8% 증가한 72억 레알(약 4.8조 원)이며 이 중 상수도 사업 부문에 의한 수익은 31억 레알(약 2.07조 원)에 이른다. 사베습의 장비 냉각용, 제조 공정과 여러 다른 비식수용의 재생수 판매는 지속적으로 늘어나 2009년 약 135만m³에 이르는 것으로 나타났다.

29) 사베습은 지난 5년 간 상하수도 인프라 구축을 위해 560억 레알(약 37.8조 원)을 투자하였으며 2009~2013년까지 하수수집 및 하수처리 서비스 공급을 확장하기 위해 86억 레알(약 5.7조 원)을 투자할 계획이다. 사베습 웹사이트(<http://www.sabesp.com.br>) 및 Sabesp(2009).

<부록 표 5> 사베습의 물 관련 서비스 및 운영현황

구분	단위	2009	2008	2007	2006	2005	2004
서비스 부문							
수도 공급률		99% 이상					
하수 수집 서비스율	%	80	79	79	78	78	78
먹는 물 공급 인구	천 명	74	72	66	63	61	63
하수 수집 서비스 공급 인구	천 명	23,363	23,162	22,959	22,700	22,570	22,335
보편적 서비스 공급 도시	유닛	112	110	108	104	-	-
긍정적 고객 만족도	%	76	80	78	-	-	-
운영 부문							
수도관	천 개	7,188	6,945	6,767	6,609	6,489	6,358
하수도관	천 개	5,520	5,336	5,167	5,002	4,878	4,747
수도 시스템 확장	km	63,732	62,582	62,318	61,469	57,999	57,320
하수도 시스템 확장	km	42,896	41,312	40,608	39,126	37,181	36,435
정수장	유닛	208	206	198	197	201	195
하수처리장	유닛	475	464	461	446	440	431
물 생산량	백만m ³	2,845	2,853	2,874	2,887	2,830	2,770
환경 부문							
재생수 판매량(장내 사용 제외)	천 m ³	1,347	1,188	1,118	1,050	1,025	955
하수처리수 양 대비 재생수 판매량	%	0.27	0.27	0.29	0.30	0.31	0.29
공급력 대비 재생수 판매량	%	30.10	26.56	34.62	32.50	31.72	29.57

주: 보편적 서비스는 95%의 상수도 서비스, 90%의 하수수집 서비스, 97%의 하수처리 서비스를 의미한다.
 자료: Sabesp(2009).

사베습은 자국 내에서는 다른 공공부문 및 민간기업과의 파트너십을 통해 프로젝트 수행을 늘리기 위해 노력하면서, 이러한 지역서비스를 통한 성장을 바탕으로 해외진출의 기회를 모색하고 있다. 사베습보고서에 따르면 사베습은 2009년 하수처리서비스 공급 확대를 위해 공-사 파트너십 아래 민간 부문의 자본 투자를 받아들였다. 또한 2009년 1월 코스타리카의 수도 및 하수 관리청(Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados)과의 첫 국제협력협정을 시작으로 스페인의 물기업 아그바, 이스라엘의 물기업 메코로트(Mekorot)와 기술협력협정을 체결하는 등 국제 교류를 통해 R&D를 이끌면서 더 큰 성장의 기반을 마련하고 있다.

〈부록 2〉 산업연관분석 방법론

산업연관분석은 생산 활동을 통하여 각 산업 간에 이루어지는 원재료 등의 매매거래를 토대로 하게 되는데, 일정기간 (일반적으로 1년 동안) 한 나라에서 생산되는 모든 재화와 서비스의 산업간 거래관계를 일정한 원칙과 형식에 따라 체계적으로 기록한 종합적인 통계표인 산업연관표의 작성으로부터 출발한다. 우리나라의 경우, 한국은행에서 2000년 이후 4회에 걸쳐 산업연관표를 발표하였다. 산업연관분석은 최종수요가 생산·고용·소득 등 국민경제에 미치는 각종 파급효과를 산업부문별로 나누어서 분석할 수 있는 장점이 있을 뿐만 아니라 거시적 분석이 미치지 못하는 산업과 산업 간의 상호연관관계까지 분석이 가능하기 때문에 구체적인 경제구조를 분석하는 데 유리하다. 또한 최종수요에 의한 각종 파급효과를 산업부문별로 나누어서 분석할 수 있기 때문에 경제계획의 수립과 예측 그리고 산업구조 정책방향 설정이나 조정 등에 유용한 분석도구로 활용될 수 있다.

산업연관분석의 기본가정은 다음과 같다. 첫째, 결합생산이 존재하지 않는다는 가정으로 한 산업은 한 상품만 생산한다. 즉, 각 상품과 각 산업 부문은 1대1 대응관계에 있다고 가정한다. 둘째, 대체생산방법이 존재하지 않는다는 가정으로 각 상품에 대하여 하나의 생산방법만 존재한다고 가정한다. 셋째, 규모의 경제가 존재하지 않는다는 가정으로 각 부문이 사용한 투입량은 그 부문의 생산수준에 비례한다. 즉 각 투입물의 증가율 만큼 생산수준이 높아진다는 가정이다. 넷째, 외부경제가 존재하지 않는다는 가정으로 각 부문이 개별적으로 행한 생산 활동 결과의 총계는 각 부문이 동시에 행한 결과와 같다는 가정이다. 이는 산업연관분석의 파라미터인 투입계수가 고정적이라는 것, 즉 각 산업마다 하나의 생산함수를 상징하는 것이다.

이러한 4가지 기본 가정을 바탕으로 산업연관분석은 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 고용유발효과, 물가파급효과 등을 계산할 수 있다.

먼저 생산유발계수는 최종수요가 한 단위 증가하였을 때 이를 충족시키기 위하여 각

산업부문에 직·간접적으로 유발되는 생산액 수준을 나타내는 것으로 도출과정에서 역행렬이라고 하는 수학적 방법이 이용되므로 역행렬계수라고도 한다.

〈부록 표 6〉 산업연관분석 예시

		중 간 수 요					최 종 수 요	수 입 (공 제)	총 산 출 액	
		1	2	...	<i>j</i>	...				<i>n</i>
중 간 투 입	1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	Y_1	M_1	X_1
	2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2n}	Y_2	M_2	X_2
	·	·	·		·		·	·	·	·
	·	·	·		·		·	·	·	·
	·	·	·		·		·	·	·	·
	<i>i</i>	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{in}	Y_i	M_i	X_i
	·	·	·		·		·	·	·	·
	·	·	·		·		·	·	·	·
	·	·	·		·		·	·	·	·
n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nj}	...	x_{nn}	Y_n	M_n	X_n	
부 가 가 치		V_1	V_2	...	V_j	...	V_n			
총 투 입 액		X_1	X_2	...	X_j	...	X_n			

각 산업 부문 생산물의 수급관계를 보면 중간수요와 최종수요의 합계에서 수입을 차감하면 총산출액과 일치하므로 다음과 같은 방정식을 만들 수 있다.

$$\begin{aligned}
 a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 - M_1 &= X_1 \\
 &\vdots \\
 a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n + Y_i - M_i &= X_i \\
 &\vdots \\
 a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nn}X_n + Y_n - M_n &= X_n
 \end{aligned}$$

단, a_{ij} : 투입계수

X_i : i 부문의 산출액

Y_i : i 부문의 최종수요

M_i : i 부문의 수입

이 방정식을 행렬로 표시하면

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & & & & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & & & & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nj} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_i \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} M_1 \\ \vdots \\ M_i \\ \vdots \\ M_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}$$

이 되고 이를 행렬식으로 표현하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$AX + Y - M = X \dots\dots\dots(1)$$

여기에서 A 는 투입계수행렬, X 는 총 산출액 벡터(vector), Y 는 최종수요 벡터, 그리고 M 은 수입액 벡터를 나타낸다. 이 식을 전개하여 X 에 대해 풀면

$$\begin{aligned} X - AX &= Y - M \\ (I - A)X &= Y - M \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

$$X = (I - A)^{-1}(Y - M)$$

이 되는데 여기서 $(I - A)^{-1}$ 행렬을 생산유발계수라고 한다. I 는 주대각요소가 모두 1이고 그 밖의 요소는 모두 0인 단위행렬을 가리킨다.

생산유발계수를 미리 계산해 두면 최종수요(Y)와 수입(M)의 변동에 따라 각 산업부문에서 직·간접적으로 유발되는 총 산출액(X)을 구할 수 있게 된다. (2)식의 좌우변을 보면 국내 최종수요($Y - M$)와 국내 총산출이 투입계수에서 도출되는 생산유발계수를 매개로 연결되는 것을 알 수 있다. 이는 특정기간을 대상으로 작성된 산업연관표

의 총 산출액은 당해 기간 동안의 해당 경제의 최종수요를 충족하기 위한 직·간접 생산액의 합계이며, 동 구조 하에서 최종수요의 변동($\Delta(Y - M)$)에 대하여 생산유발계수($(I - A)^{-1}$)에 따라 국내 총산출(ΔX)이 변동하게 됨을 나타낸다.

다음으로 부가가치유발계수는 어떤 산업부문의 국내생산물에 대한 최종수요가 한 단위 발생할 경우 국민경제전체에서 직·간접으로 유발되는 부가가치 단위를 나타낸다.

〈부록 표 7〉 부가가치 유발계수

	X_1	X_2	X_3	Total
X_1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	X_1
X_2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	X_2
X_3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	X_3
VA	V_1	V_2	V_3	

$$\widehat{A}^v = \begin{bmatrix} \frac{V_1}{X_1} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{V_2}{X_2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{V_3}{X_3} \end{bmatrix}$$

여기서 부가가치 벡터를 V , 부가가치계수의 대각행렬을 \widehat{A}^v 라고 하면 $V = \widehat{A}^v X$ 의 관계가 성립한다.

$$\begin{aligned}
 V = \widehat{A}^v X &= \begin{bmatrix} \frac{V_1}{X_1} & 0 \\ 0 & \frac{V_2}{X_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} \frac{V_1}{X_1} & 0 \\ 0 & \frac{V_2}{X_2} \end{bmatrix} \left[\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} x_{13} \\ x_{23} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

따라서 이 식에 생산유발관계식 $X = (I - A^d)^{-1} Y^d$ 를 대입하면

$V = \widehat{A}^v (I - A^d)^{-1} Y^d$ 의 식을 얻게 되는데 이 식에서

$$V = \widehat{A}^v (I - A)^{-1} \begin{bmatrix} x_{13} \\ x_{23} \end{bmatrix}$$

을 부가가치유발계수라고 한다. 이 부가가치유발계수는 어떤 산업부문의 국내생산물에 대한 최종수요가 한 단위 발생할 경우 국민경제 전체에서 직·간접으로 유발되는 부가가치 단위를 나타낸다.

고용유발효과를 포함하여 노동의 산업부문간 파급구조를 파악하는 데는 산업간 상호 의존관계를 집약적으로 잘 나타내 주고 있는 산업연관표가 주로 이용된다. 즉 최종수요의 발생이 생산을 유발하고 생산이 다시 노동수요를 유발하는 파급 메커니즘에 기초하여 최종수요와 노동유발을 연결시킴으로써 노동유발효과 분석은 물론 생산 활동이 노동수요에 미치는 영향과 그 변동요인 등의 계측이 가능하며 산업부문별 노동생산성 등을 분석할 수 있다. 고용유발계수는 다음의 방정식을 통해 구해진다.

$$X = (I - A^d)^{-1} Y^d$$

(X : 총 산출액 A^d : 국산투입계수 Y^d : 국산제품에 대한 최종수요)

이 방정식의 양변에 고용계수의 대각행렬($\hat{l} = L/X$)를 곱하면

$L = \hat{l}(I - A^d)^{-1} Y^d$ 이 성립한다. 고용계수의 정의에 의한 $L = \hat{l}X$ ($\hat{l} = L/X$)의 우변에 $X = (I - A^d)^{-1} Y^d$ 를 대입하여도 된다. 즉 국산제품에 대한 최종수요(Y^d)가 외생변수로 주어졌을 때 이를 충족하기 위해 필요한 노동량을 구할 수 있다.

한편 산업연관표를 열(세로)로 본 각 산업부문의 투입구성은 곧 각 산업부문의 생산 활동에 대한 비용구조를 나타내는 것이므로 이를 이용하면 물가파급효과도 분석할 수 있게 된다. 가격파급효과분석은 임금 등 부가가치 항목이나 투입된 원재료의 가격변동을 독립변수로 하여 그것이 각 산업부문의 생산물 가격에 미치는 영향을 파악하려는 것이다. 생산물의 단위가격은 생산물 한 단위당 비용과 이윤의 합계가 되므로 산업연관표에서 보면 다른 산업으로부터의 중간재투입과 부가가치로 구성된다. 즉 생산물 한 단위 가격은 생산물 단위당 중간재 투입액에 생산물 단위당 부가가치액을 더한 것과 같다. 생산물 단위당 중간재 투입액은 그 산업부문의 물량적 투입계수에 투입되는 상품의 가격을 곱하여 표시하고 부가가치액은 부가가치계수(율)에 부가가치의 단위당 가격을 곱하여 표시할 수 있으므로 생산물이 3가지인 경우 다음과 같이 가격에 관한 균형방정식을 세울 수 있다.

$$a_{11}p_1 + a_{21}p_2 + a_{31}p_3 + a_1 \check{p}_1 = p_1$$

$$a_{12}p_1 + a_{22}p_2 + a_{32}p_3 + a_2 \check{p}_2 = p_2$$

$$a_{13}p_1 + a_{23}p_2 + a_{33}p_3 + a_3 \check{p}_3 = p_3$$

위 식을 다시 행렬기호로 나타내면

$$\begin{array}{c}
 \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \tilde{a}_1 & 0 & 0 \\ 0 & \tilde{a}_2 & 0 \\ 0 & 0 & \tilde{a}_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{p}_1 \\ \tilde{p}_2 \\ \tilde{p}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix} \\
 A' \quad P \quad \widehat{A}^v \quad P^v \quad P
 \end{array}$$

가 된다. 여기에서 A' 는 물량투입계수행렬의 전치행렬, P 는 생산물가격 벡터, \widehat{A}^v 는 부가가치 계수(율)의 대각행렬, P^v 는 부가가치의 단위가격 벡터를 표시한다.

이 가격균형 식을 P 에 대하여 풀면 다음과 같이 다부문간의 가격파급효과를 나타내는 역행렬을 구할 수 있게 된다.

$$A'P + \widehat{A}^v P^v = P$$

$$P - A'P = \widehat{A}^v P^v$$

$$(I - A')P = \widehat{A}^v P^v$$

$$P = (I - A')^{-1} \widehat{A}^v P^v$$

위 식이 임금 등 부가가치항목의 단위가격을 독립변수로 하여 그것이 산업부문별 생산물 가격에 파급되는 효과를 계측할 수 있는 산업연관의 가격모형이다. 이 가격모형을 보면 앞에서 본 물량파급모형과 형식상으로는 차이가 없으며 다만 투입계수행렬의 전치행렬 A' 을 사용하는 점이 다를 뿐이다.

Abstract

Policy for Development of Water Industry: Response to Climate Change

The Global water industry, which was formed after provision of water and sewage services, has shown continuous growth since the late 19th century because of population growth, urbanization, and industrialization. As private companies, such as Veolia Environment and Suez Environment, began to participate in the water and wastewater sector in mid-1980s, it led to form a water market in Europe. In recent years, private sector participation scheme in the water and wastewater sector has become widespread in other regions and regional water markets have been formed. The water industry is growing, driven by growth of the water and wastewater industry, worth an estimated US\$ 3,630 in 2007. Countries in East Asia, Latin America and Eastern Europe are expected to be key water markets, accompanied by continuously growing water markets in Western Europe and North America.

Ten major multinational water companies were dominant in the water and sewage industry, a major part of the water industry, as they had a 80 percent market share. They became competitive through strengthening their abilities to deliver integrated water and wastewater services. They expanded their business through acquisition of local companies with having more open markets. However, the market share they enjoyed has declined due to global competition intensified by the emerging water companies, which represents a shift away from a monopolistic structure of the water industry.

The Korean water industry mainly involves multi-regional water supply, municipal water supply and wastewater treatment, which 164 municipalities have primarily focused on expansion of infrastructure for those. There are

public companies, such as Korea water resource corporation, Korea Environment corporation, the office of water works of Seoul metropolitan government, and the Busan water authority, in the water sector. Private In the water sector, private companies, such as Samsung Engineering, Hyundai Engineering, Hyosung Ebara Engineering, Taeyoung Engineering & Construction, and Hanwha Engineering & Construction, mostly provides construction and operation of domestic wastewater treatment plants.

In the late 1980's, the desalination market in Korea emerged to supply industrial water as well as domestic water for islands and costal areas having lack of water resources. However, high operation and maintenance costs of facilities made low utilization of them or facility shutdowns.

In Korea, the water reuse system has been developed not only to reduce pollutions caused by wastewater discharges into water bodies, but to satisfy an increasing demand for water. There is increasing trends in the amount of reclaimed wastewater and the number of treating wastewater plant producing treated wastewater are increasing, but the potential for water reuse is still huge.

The bottled water industry in Korea has been growing steadily, from worth estimated 163 billion Won to worth an estimated 300 billion Won. There are about 70 domestic manufacturers of bottled water and about 100 bottled water brands sold in the domestic market. Large firms, such as Jinro, Hite, Nongshim, Lotte, Donwon, and Pulmuone, are having a 50% market share. Although foreign brands of bottled water have increasing market shares in the domestic market, domestic brands are dominant.

A key issue related to the water market structure is the price of water. It has been pointed out that the price of water in Korea is quite lower than the production cost of water. According to the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), prices of water and sewage services in Korea are relatively lower than other OECD member countries, except for Mexico. In order to develop the water industry, the price of water should be able to cover at least the production cost of water, further be determined by the market mechanism, which requires to set up a rational water pricing system. Since reflecting concerns about price inflation and a deterioration in wealth distribution are not significant, bringing a price mechanism into the water

market should be set up as a long-term goal. Setting up a rational water pricing system should be the first step for achieving the goal.

The industrial restructuring is another key issue related to development of the water industry, which involves several options, such as integration of municipal water facilities (horizontal integration), integration of water and sewage services (vertical integration), specialization, privatization, etc. Integration of municipal water facilities for economies of scale, and of water and sewage services for economies of scope are right for the water industry's progress. Promoting water companies is required as well, but companies do not have to be private companies. That is, the most important thing for now is not privatization, but bringing a price mechanism into the water market through setting up a rational pricing system as well as achieving economies of scale and of scope through vertical and horizontal integrations. After those options are achieved, privatization can be considered. Therefore, there should be efforts to make effective competitions and cooperations between public and private water companies at this moment.

Regarding to overseas expansion, industry failure rates of the water industry (about 30%) are higher than them of both the electricity and communication sectors. It should be considered that some of multinational companies have experienced failures of overseas expansion as well. Since the domestic water industry has lack of global competitiveness, it needs to adopt effective strategies for overseas expansion. Recently, there is an increase in number of cases that a single company provides construction, design, operation and maintenance of facilities, related to water and sewage services. Korean construction & engineering companies have shown competitiveness in the construction sector, but have not met global standards for operation and maintenance due to separated water and wastewater services in Korea. Therefore, private and public water companies need to build cooperation systems in order to meet the global demand for integrated solutions for water and wastewater services. As expanding the scope of water industry, Korean water companies can enhance their competitiveness by having a strategy of integrated management, which covers water quantity, water quality, waterfront, ecological environment and Urban areas.

In terms of technology, a Korea's level of technological achievement is still lower than them of advanced countries, which represents that Korea needs about 6.1 years to catch up advanced countries' levels of technological achievement. The report, "Strategy for Development of the Water Industry" published in 2010, proposes detailed and advanced plans for technology development. The plans involve technological developments for IT-based eco-smart water systems, advanced membrane materials, operation and maintenance, and reverse osmosis technology of seawater desalination. The Korean water industry could satisfy global needs for technology through those technological developments as well as utilizations of its manufacturing technology, seawater desalination technology, and Information technology. Securing test beds for new technologies will contribute to the technological developments and to commercialization of new technologies. Therefore, in order for the plans to be pursued, adequate budget and cooperations between authorities will be in need.

| KETI 연구보고서 목록 | 2005~2010

기본연구

- 2005년 RE-01 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 I (한화진 외)
RE-02 Greenhouse Gas Emissions Trading Schemes – Recent Development and Policy Recommendations for Korea (김용건, Erik F. Haites)
RE-03 지속가능한 하구역 관리방안(II) (이창희 외)
RE-04 농촌의 경관가치평가와 관리 방안 (김광임 외)
RE-05 신재생에너지전력 시장활성화 방안 연구 (이창훈 외)
RE-06 에너지부문의 환경세 도입이 환경 및 경제에 미치는 영향 (강만옥 외)
RE-07 The Impact Analysis of Urban Growth on Environment Using the Econometric Regional Impact Model (여준호 외)
RE-08 도시토지이용의 생태 효율 제고방안 연구 (박창석 외)
RE-09 지방단위 지속가능발전지표 연구 (정희성 외)
RE-10 총량관리체계 하에서의 지역환경관리 (문현주, 황석준)
RE-11 배출허가체계 개선 방안 연구 (이병국 외)
RE-12 Pharmaceuticals in the Environment and Management Approaches in Korea (박정임)
RE-13 멸종위기 야생동·식물종의 선정 평가기법 연구 (방상원, 안선영)
RE-14 GIS-based Wildlife Habitat Management Strategies in Korea (노백호 외)
RE-15 녹지의 대기환경영향에 관한 연구 – 도심지역에서의 녹지와 국지적 대기환경영향과의 상관관계를 중심으로 (주현수 외)
RE-16 An Econometric Analysis on the Costs of Carbon Sequestration in Korea (안소은)
RE-17 동북아 환경협력체계 효율화 방안 연구 (추장민 외)
RE-18 보호대상 식물종에 대한 환경영향평가기법 개선방안 연구 (이현우 외)
RE-19 환경영향평가지 대기확신모델의 적용에 관한 연구 (문난경 외)
RE-20 터널로 인한 지하수 영향 저감방안 연구 (이정호 외)
RE-21 해양매립사업으로 인한 환경영향의 효율적인 저감방안에 관한 연구 (맹준호 외)
RE-22 지형·지질을 고려한 개발사업의 입지선정에 관한 연구 – 골프장 및 석산개발 입지에 관하여 (김지영 외)
- 2006년 RE-01 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 II (한화진 외)
RE-02 지속가능한 하구역 관리방안 III (노백호 외)
RE-03 통합적 환경관리체계 구축을 위한 정책방안 연구 I (정희성 외)

- RE-04 도시지역에서의 바람길과 대기질 영향에 관한 연구 (주현수 외)
- RE-05 An Approach for Developing Aquatic Environmental Risk Assessment Framework for Pharmaceuticals in Korea (박정임 외)
- RE-06 지속가능한 물질관리를 위한 자원순환정책 방안 (김광임 외)
- RE-07 Job Creation and Environment (황욱 외)
- RE-08 An Application of Benefit Transfer to Outdoor Recreation Values in Korea (안소은 외)
- RE-09 Estimating Climate Change Damage Using PAGE Model (채여라 외)
- RE-10 A Study on the Endogenous Process of Implementing International Environmental Standards (황욱 외)
- RE-11 Air Quality Modeling System I - Development of Emissions Preparation System with the CAPSS (문난경 외)
- RE-12 수생태계 복원을 위한 제도정비 방안과 추진전략 (이병국, 노태호)
- RE-13 습지보전을 위한 정책방안 연구 - 습지은행제도(Wetland Banking)를 중심으로 (방상원 외)
- RE-14 Improving Coherence between Soil and Groundwater Quality Standards (황상일 외)
- RE-15 유해화학물질 함유 제품의 소비자노출기법 적용 방안 (신용승 외)
- RE-16 지방자치단체 환경예산제도의 발전방향 연구 (이창훈, 김영미)
- RE-17 산업 클러스터 구축정책과 환경관리 (최진석)
- RE-18 환경평가에 있어 생물다양성 항목의 도입 방안 (권영한 외)
- RE-19 항공기소음의 영향예측기법 개선방안 (선효성, 박영민)
- RE-20 고압송전선로 전자파에 대한 노출범위 설정 방안 (전인수, 김하나)
- RE-21 해안개발사업에 따른 해안침식영향 저감방안 연구 (조광우 외)
- RE-22 대기업과 중소기업의 환경관리 양극화 현황과 정책과제 (이창훈, 이윤미)

- 2007년**
- RE-01 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축 III (한화진 외)
 - RE-02 도시지역 저소득계층 보호를 위한 환경정책연구 (추장민 외)
 - RE-03 에너지·전력부문 보조금의 환경친화적 개편방안과 파급효과 연구 I (강만옥 외)
 - RE-04 통합적 환경관리체계 구축을 위한 방안 연구 II - 「배출시설규제에관한법률(가칭)」 제정안을 중심으로 (한상운 외)
 - RE-05 도시생태네트워크 구축을 위한 토지이용계획 연구 (박창석, 오규식)
 - RE-06 Environmental Risk Assessment of Pharmaceuticals - Model Application for Estimating Pharmaceutical Exposures in the Han River Basin (박정임 외)
 - RE-07 축차 동태형 환경경제 통합 모형 연구 (강상인, 김재준)
 - RE-08 환경평가와 지속가능발전지표 연계운용방안에 관한 연구 (김호석 외)
 - RE-09 제품군별 대기 및 수질 오염물질 배출량 추정 (공성용 외)
 - RE-10 환경자원의 가치평가체계 구축 I - 조건부 가치 평가법의 가상편의 검증 및 개선 방안 (이진권, 임영아)
 - RE-11 수생태계 보호를 위한 토사 관리 방안 (김익재 외)
 - RE-12 Risk Management of Hazardous Chemicals Considering Interaction between Indoor and

Outdoor Sources (신용승 외)

- RE-13 해안지역 지하수 수자원 통합관리방안 연구 I (이정호 외)
- RE-14 Development of a Methodology Assessing Rice Production Vulnerability to Climate Change (유가영, 김정은)
- RE-15 Estimation of Costs and Impacts for Various Options of Post-Kyoto Climate Regime (채여라 외)
- RE-16 지하수자원의 합리적 이용·관리를 위한 정책방향 (문현주)
- RE-17 생태축 분석을 위한 경관생태학적 방법론 연구 (이상범)
- RE-18 갯벌매립사업 환경평가 개선방안에 관한 연구 (맹준호 외)
- RE-19 Air Quality Modeling System II (문난경 외)
- RE-20 자연친화적인 자연재난완화정책(Hazard Mitigation Policy)에 관한 연구 - 토지이용계획 및 관리를 통한 홍수피해완화 방안 (정주철 외)

- 2008년**
- RE-01 도시지역 저소득계층 보호를 위한 환경정책연구 II (추장민 외)
 - RE-02 통합적 환경관리체계 구축을 위한 정책방안 연구 III (한상운 외)
 - RE-03 지속가능한 생태문화도시의 방향설정 및 추진방안 (진중헌 외)
 - RE-04 기후변화 대응 온실가스 감축을 위한 국가할당방안 연구 (이상엽, 이정인)
 - RE-05 기후변화 취약성 평가 지표의 개발 및 도입방안 (유가영, 김인애)
 - RE-06 에너지·전력부문 보조금의 환경친화적 개편방안과 파급효과 연구 II (강만옥, 이상용)
 - RE-07 국토연안생태네트워크 구축과 계획적 관리방안 (박창석 외)
 - RE-08 수질오염총량관리를 위한 배출권거래제 도입방안 (문현주)
 - RE-09 수생태계 보호를 위한 소하천 관리 방안 (김익재, 한대호)
 - RE-10 해안지역 지하수 수자원 통합관리방안 연구 II (문유리 외)
 - RE-11 국제 온실가스 배출권 거래제도의 파급효과 분석 (김용건, 장기복)
 - RE-12 환경평가제도 30년의 성과분석과 발전방향 (조공장 외)
 - RE-13 도시개발사업에서 환경생태계획의 체계적 도입방안 (최희선 외)
 - RE-14 한국의 지질유산 정보구축과 관리방안 (이수재 외)
 - RE-15 동북아 생태네트워크 추진체계 구축을 위한 연구 (전성우 외)
 - RE-16 북한의 자연재해 취약지 추정 및 남북협력 방안 연구 (명수정 외)

- 2009년**
- 2009-01 도시지역 저소득계층 보호를 위한 환경정책연구 III (추장민 외)
 - 2009-02 해양 유류유출사고의 중장기적 영향분석 및 제도개선 방안 (신용승 외)
 - 2009-03 환경가치를 고려한 통합정책평가 연구 I (안소은)
 - 2009-04 수질오염총량관리를 위한 배출권거래제 적용방안 연구 (문현주)
 - 2009-05 하천 건전성 평가모델 LOCOPEM을 적용한 환경평가 예측기법 (노태호 외)
 - 2009-06 환경평가를 활용한 토지이용계획 수립방안에 관한 연구 - 도시 및 택지개발을 중심으로 (정주철 외)
 - 2009-07 관광개발 다양화에 따른 친환경적 계획수립 및 평가방안에 관한 연구 (사공희 외)

- 2009-08 Noise map을 활용한 환경소음의 관리방안 마련 (선효성 외)
- 2009-09 제품분류에 따른 대기오염물질 직·간접 배출량 추정과 변화요인 분석 (공성용 외)
- 2009-10 기후변화 대응 온실가스 감축을 위한 국가할당방안 연구 II (이상엽 외)
- 2009-11 식생과 토양의 역할을 고려한 저탄소 토지이용계획 수립방안 I (황상일 외)
- 2009-12 북한의 가뭄재해 취약지 분석 및 대응에 관한 연구 (명수정 외)
- 2009-13 기후변화 대응을 위한 물환경 관리 전략 및 정책방향 I (김익재 외)
- 2009-14 지구온난화에 따른 지역규모 대기질 영향평가 I (문난경 외)
- 2009-15 미래 녹색도시 구현을 위한 복합기능 도시습지의 복원 및 조성 방안 연구 I (방상원 외)
- 2009-16 국토연안생태네트워크 구축과 계획적 관리방안 II (박창석 외)
- 2009-17 환경시장의 구조 변화와 정책 과제 (김종호 외)
- 2009-18 그린화학제도 활성화 및 산업체 지원방안 (박정규)

- 2010년**
- 2010-01 기후변화 대응을 위한 물산업 육성 정책방안 (김종호 외)
 - 2010-02 기후변화 통합영향평가모형 체계 개발 : 정책연계모형개발을 중심으로 (전성우 외)
 - 2010-03 녹색 생활양식 확산을 통한 온실가스 감축방안 연구 (명수정 외)
 - 2010-04 택지 및 산업단지 개발사업의 환경평가 단계별 성과분석 (신경희 외)
 - 2010-05 온실가스 감축을 위한 폐기물 관리방안 연구 - 폐기물 부문의 온실가스 전과정 평가 (주현수 외)
 - 2010-06 기후변화와 대기오염이 환경 관련 질화에 미치는 영향 - 기온상승과 오존농도 증가의 상호작용을 중심으로 (배현주 외)
 - 2010-07 공유하천 물안보 체계 구축을 위한 협력방안 (김익재 외)
 - 2010-08 도서지역의 친환경적 용수공급계획 수립방안 (문유리 외)
 - 2010-09 도시기본계획의 전략환경평가 방법론 연구 (조공장 외)
 - 2010-10 폐금속자원 재활용 촉진을 위한 제도·기술적 방안 : 폐전자제품을 중심으로 (김광민 외)
 - 2010-11 미래 녹색도시 구현을 위한 복합기능 도시습지의 복원 및 조성 방안 연구 II (방상원 외)
 - 2010-12 물환경 거버넌스를 위한 의사결정체제 구축 I (이진희 외)
 - 2010-13 법정보호 야생조류의 서식환경 평가방안 (노백호 외)
 - 2010-14 식생과 토양의 역할을 고려한 저탄소 토지이용계획 수립 방안 II (황상일 외)
 - 2010-15 세대간 생체전이성 화학물질 현황 및 관리방향 (박정규, 김용성)
 - 2010-16 수변지역 도시재생에 있어 저영향개발기법(LID)의 적용 방안 및 효과 (최희선 외)
 - 2010-17 대기 중 이산화탄소 분포에 대한 이해 : 위성관측과 GEOS-Chem 결과를 중심으로 (심창섭)
 - 2010-18 온실가스 배출권 초기할당 방식에 관한 연구 (김용건 외)
 - 2010-19 저소득계층의 기후변화 적응역량 강화를 위한 정책방안 연구 I (추장민 외)
 - 2010-20 지구온난화에 따른 지역규모 대기질 영향평가 II (문난경 외)
 - 2010-21 환경가치를 고려한 통합정책평가연구 II (안소은 외)
 - 2010-22 환경책임과 환경피해보험제도의 제도화방안에 관한 연구 (한상운, 박시원)

- 2010-23 해양유류유출사고의 중장기적 영향분석 및 제도개선 방안 II (신용승 외)
- 2010-24 개발사업의 종합환경영향 평가지수 산정에 관한 연구 (유현석 외)

수시연구

- 2005년** WO-01 Joint Pilot Studies between Korea and Mongolia on Assessment of Environmental Management System in Gold Mining Industry of Mongolia II (Jeongho LEE 외)
- WO-02 유역관리를 통한 다목적댐 저수지의 효율적인 탁수관리방안 (최지용 외)
- WO-03 휴 · 폐금속광산지역의 토양오염관리방안 (박용하, 서경원)
- WO-04 녹색구매 대상제품의 화학적 안전성 제고를 위한 정책연구 (신용승, 김효정)
- WO-05 A Study on the Integrated Product Policy of EU and Corresponding Tasks (공성용, 최형진)
- WO-06 Korea Environmental Policy Bulletin III (이병국, 송영일)

- 2006년** WO-01 Joint research between Korea and Mongolia on water quality and contamination of transboundary watershed in Northern Mongolia (이영준 외)
- WO-02 A National CGE modeling for Resource Circular Economy (강상인 외)
- WO-03 OECD의 환경유해보조금 개혁 논의동향과 국내 정책과제 (강만옥, 이상용)
- WO-04 산지를 활용한 친환경적 골프장 조성에 관한 연구 (권영한, 김지용)
- WO-05 Leaf Area Index (LAI) Analysis of Landsat Satellite Images for Monitoring of the Future CDM Afforestation/Reforestation Project in North Korea (이상범, 홍현정)
- WO-06 주요 지질별 지하수개발이용 특성 및 수질관리실태 비교연구 (문유리, 유은혜)
- WO-07 다목적 댐 저수지의 비점오염실태 및 친환경적 관리방안 연구 (최지용 외)
- WO-08 Korea Environmental Policy Bulletin IV (이병국)
- WO-09 누적영향평가를 위한 평가범위 산정에 대한 연구 - 생활환경분야 (이영수, 김영하)
- WO-10 수자원 계획 관련 거버넌스와 환경갈등관리 방안 (정희성 외)
- WO-11 국방 · 군사시설에 대한 환경영향평가 개선 방향 - 군사훈련장 사업을 중심으로 (최준규, 강재구)
- WO-14 소수력발전소 개발사업의 환경적 고찰 (권영한, 김지영)

- 2007년** WO-01 지역커뮤니티의 지속가능한 발전을 위한 환경평가 방법론 연구 - 주민참여의 개선방안을 중심으로 (조공장)
- WO-02 연구효율성 향상을 위한 원시자료 공유체계 구축 - KEI 연구보고서를 중심으로 (전성우, 하종식)
- WO-03 지하수 수질기준 및 정화기준 재설정에 대한 정책방향 (이정호, 김훈미)
- WO-04 편익이전 방법을 이용한 습지가치 추정: 메타회귀분석을 중심으로 (안소은, 노백호)
- WO-05 골프장 조성사업의 합리적 환경평가 방안 (황상일 외)

- WO-06 저수지 비점오염원 저감을 위한 인공습지의 설치효과 및 개선방안 (최지용, 반양진)
- WO-07 Comparative Study on Environmental Impact Assessment between Korea and China (유현석)

- 2008년**
- WO-01 부처별 비점오염원 관리사업의 효율적 추진 방안 (최지용)
 - WO-02 환경성을 고려한 태양광, 풍력발전소 입지선정 가이드라인 (권영한 외)
 - WO-03 허베이 스피리트호 원유유출사고의 정책적 진단 및 향후과제 (신용승, 임혜숙)
 - WO-04 다목적댐 상류 소유역 관리 방안 연구 (최지용, 박인상)
 - WO-05 상하수도 부문 전략적 재정계획 - 한국의 사례 (문현주)
 - WO-06 해양 유류유출사고 방제종료기준 설정 방안 (황상일, 신용승)

- 2009년**
- 2009-01 저탄소·자원순환형 사회 구축을 위한 환경정책 (장기복 외)
 - 2009-02 Integrated Water Management Model on the Selenge River Basin II (추장민 외)
 - 2009-03 4대강 살리기 사업지역의 하천 환경현황 분석 방안 연구 (이수재)
 - 2009-04 합리적인 수리권 및 수자원에의 기여와 보상체계 연구 (문현주)
 - 2009-05 지속가능발전 관점에서의 녹색성장 의미와 평가방안에 관한 연구 (김호석 외)
 - 2009-06 남·북한 공유하천의 관리 현황과 물안보 확보방향 (김익재 외)
 - 2009-07 미세먼지의 농도 변화를 이용한 다중 이용시설의 흡연으로 인한 실내공기질 관리 정책 평가 (김성렬 외)
 - 2009-08 유네스코 지질공원의 특성과 시사점 연구 (이수재 외)
 - 2009-09 4대강 살리기 사업을 위한 필요 전문기술인력 추정 (안종호 외)

- 2010년**
- 2010-01 기후변화에 대한 생물종의 민감성 평가방안 연구 (이현우)
 - 2010-02 Integrated Water Management Model on the Selenge River Basin Phase III (추장민 외)
 - 2010-03 녹색생활 지표 개발 및 활용방안 (명수정, 강민수)
 - 2010-04 지하수자원의 합리적 이용·관리를 위한 비용 부담체계 및 지하수재정 운영방안 연구 (문현주)
 - 2010-05 낙동강 조류발생 특성분석 및 관리 정책방안 (정유진 외)
 - 2010-06 지자체 기후변화 적응능력 평가를 위한 지표체계 개발 및 시범적용 (이정호 외)
 - 2010-07 수용성 향상을 위한 조력발전의 환경친화적 건설방안 (이희선 외)
 - 2010-08 환경성평가에 있어서 서식지 조사 및 보전방안 (노백호, 이현우)
 - 2010-09 기후변화와 사회통합에 관한 정책과제 개발 연구 (추장민 외)
 - 2010-10 하천·호소 퇴적물 관리 및 준설물질 활용방안 (김익재 외)
 - 2010-11 국가 온실가스 배출정보 작성 및 관리체계 개선방안 (김호석)
 - 2010-12 외국의 배출권거래제 시행에 따른 법적 쟁점 분석 (한상운, 박시원)
 - 2010-13 상수원지역의 친환경 토지관리방안 (최지용)
 - 2010-14 기후변화 취약성 지수분석을 통한 국가적응역량 제고방안 모색 (김연주 외)

- 2010-15 도시농업의 온실가스 저감효과 및 정책방안 (이현우 외)
- 2010-16 물자원 이용과 관리를 위한 비용분담체계와 가격정책 연구 (문현주)
- 2010-17 대기질개선 특별대책 추진 경험 및 성과 평가 (강광규 외)

기초연구

- 2007년** 2007-01 교통소음의 건강영향에 대한 환경적 고찰 (선효성)
- 2007-02 국토개발사업의 지속가능성 평가 - 평가체계 정립과 녹지총량관점에서의 실험 평가 (이현우, 이관규)
- 2007-03 남북한의 환경법제에 관한 비교 연구 (한상운 외)
- 2007-04 2008년도 기본연구사업 추진을 위한 기획 연구 (이병국, 이현우)
- 2007-05 식물사회학적 이론에 의한 생태모델숲 조성기법 (정흥락 외)
- 2007-06 기후변화협약 신축성 메커니즘의 경제적 파급효과 비교 연구 (황욱)

- 2008년** 2008-01 도시기본계획의 환경부문 계획수립 실태 및 개선방안에 관한 연구 (최준규, 주용준)
- 2008-02 지방자치단체의 환경분야 자주재원 확충방안 연구 - 지방환경세 도입을 중심으로 (이청훈 외)
- 2008-03 지하수관리 관점에서의 노로바이러스 질병 발생에 관한 고찰 (방상원, 조미경)
- 2008-04 환경 친화적인 노동조합 활동 동향과 정책적 시사점 연구 (황욱, 이상용)
- 2008-05 사업단계 전략환경평가를 위한 환경가치 활용방안 (안소은)
- 2008-06 식생분석을 위한 고분광영상(Hyperspectral Image) 활용방안 (이상범)
- 2008-07 환경정책연구사업 추진 5개년('08-'12) 계획 (노태호 외)

- 2009년** 2009-01 다목적댐 상류 폐광산 등 비점오염원 관리방안 (최지용 외)
- 2009-02 도서지역 용수공급체계에 관한 고찰 (문유리 외)
- 2009-03 폐기물 재활용 규제 선진화 방안 - 포장 및 가전폐기물을 중심으로 (김광임)
- 2009-04 유해물질 관리를 위한 SFA(물질흐름분석) 방법론 적용 연구 (주현수)
- 2009-05 녹색정화(Green Remediation) 최적관리기법 도입을 위한 기초연구 (황상일, 조한나)
- 2009-06 물환경 기준의 통합적 관리방안에 관한 연구 (한대호, 최지용)
- 2009-07 기후변화가 생태계에 미치는 영향 고찰 - 습지식물상을 중심으로 (권영한, 최홍근)
- 2009-08 도시지역의 기후변화 적응을 위한 열섬효과 완화방안 연구 (명수정)
- 2009-09 4대강 관련 법률 및 제도의 현황분석과 효율적 개선방안 (김태형 외)
- 2009-10 지역단위 하수재이용 활성화를 위한 기초연구 (조을생)
- 2009-11 기후변화 관련 환경보건 통합 데이터베이스 구축 (김성렬)
- 2009-12 환경책임과 환경피해보험제도의 제도화방안에 관한 기초 연구 (한상운)
- 2009-13 실시간 수질 모니터링 및 모델링 체계에 관한 고찰 (정유진)
- 2009-14 수질보전을 위한 새만금호 배수갑문 운영 대안에 관한 연구 (이진희)
- 2009-15 식물생태계가 대기 중 오존농도에 미치는 영향 - 기후변화와 관련하여 (심창섭)

- 2009-16 풍력발전시설에서 발생하는 환경소음 및 저주파음의 영향 (박영민, 정태량)
- 2009-17 신도시의 물순환 건전화를 위한 그린인프라 조성 기준에 대한 연구 (장수환)
- 2009-18 저탄소 생태관광지표 개발 및 평가 (배민기, 박창석)
- 2009-19 기후변화에 따른 연안역의 해역-육역 통합 범람 예측 방안에 관한 기초 연구 - 해석 모형 비교·분석을 중심으로 (김경준 외)
- 2009-20 기업 환경보호지출과 오염배출량의 상관관계 분석 - 대기분야를 중심으로 (하중식 외)

Working Paper

- 2010년 2010-01 주요 교역국의 화학물질 규제동향 분석 (박정규, 김용성)
- 2010-02 국내 자원순환지표 변화 추이 (김광임 외)
- 2010-03 나노물질의 안전한 사용을 위한 환경·사회안전망 구축방안 연구 (홍용석)
- 2010-04 수문·식생 모사를 위한 지표모델의 동아시아 적용 타당성 분석 (김연주)
- 2010-05 어류의 물리서식처 적합도 지수 산정 방안 고찰 (강형식 외)
- 2010-06 북한의 탄소시장 잠재력 추정 연구 - 에너지부문을 중심으로 (강광규, 이우평)
- 2010-07 야간조명으로 인한 생태계 영향 평가 방안에 관한 연구 : 해외사례를 중심으로 (이상범)
- 2010-08 고령화 사회의 생활패턴 변화 및 환경이슈 조사 연구 (공성용)
- 2010-09 고온으로 인한 사망 누적효과 분석 방법론 연구 (하중식, 신용승)
- 2010-10 CMAQ을 적용한 환경영향평가서 작성에 대한 매뉴얼 (문난경 외)
- 2010-11 해안개발사업 환경평가 영향예측 결과에 근거한 해양동식물상 조사정점 선정방안 (맹준호, 조범준)
- 2010-12 산업단지 사업에서의 수질오염 영향범위 설정방안 (조한나, 송영일)
- 2010-13 개발사업 생태계훼손사고 대응 매뉴얼 구축 (박하늘, 전동준)
- 2010-14 지형 특성을 고려한 지형변화의 적정량 평가방안 (사공희, 정재현)
- 2010-15 소음지도를 활용한 소음평가 개선 방안 연구 : 택지개발사업을 중심으로 (선효성)
- 2010-16 CCS 관련 해외 환경관리 제도 및 연구동향 분석 (신경희)

녹색성장연구

- 2009년 2009-01 국내 대기오염규제의 온실가스 저감효과 제고방안 (김호석 외)
- 2009-02 환경정보와 가이드라인 제공에 의한 자율적 환경평가 지원 (이영준 외)
- 2009-03 환경정보체계에 기반한 공간환경계획 수립 가이드라인 마련 (최희선 외)
- 2009-04 환경평가 절차 효율화를 위한 스크리닝의 단계별 도입방안 (신경희 외)
- 2009-05 환경가치 DB 구축 및 원단위 추정 I (안소은 외)
- 2009-06 국토자연자원의 현명한 이용전략 수립 I (박창석 외)
- 2009-07 온실가스 감축의무 협상동향 및 대응방향 연구 I (김용건 외)
- 2009-08 온실가스 저감잠재성 분석 및 감축정책 연구 - 수송 및 건물부문 (강만옥 외)

- 2009-09 재생에너지의 환경성 평가 및 환경친화적 개발 | - 태양광 및 풍력에너지를 중심으로 (이희선 외)
- 2009-10 기후변화 적응 강화를 위한 사회기반시설의 취약성 분석 및 대응방안 연구 | (명수정 외)
- 2009-11 물관리 취약성과 물안보 전략 | (안종호 외)
- 2009-12 해수면 상승에 따른 취약성 분석 및 효과적인 대응정책 수립 | - 해안침식 영향평가 (조광우 외)
- 2009-13 기후변화 대응을 위한 적정 하천공간 확보방안 연구 (정주철 외)
- 2009-14 기후변화 연동 4대강 유역 지하수 함양 및 이용가능량 산정 기법 개발 | (이정호 외)

- 2010년 2010-01 녹색성장 촉진을 위한 환경규제 선진화 방안 | (김중호 외)
- 2010-02 녹색성장 평가를 위한 지표체계 개발 및 활용방안 연구 (김중호 외)
- 2010-03 환경정보체계에 기반한 공간환경계획 수립 가이드라인 마련 II (최희선 외)
- 2010-04 연접개발에 대한 사전환경성검토 개선 방안 (선효성 외)
- 2010-05 환경가치 DB 구축 및 원단위 추정 II (안소은 외)
- 2010-06 국토자연자원의 현명한 이용전략 수립 II (박창석 외)
- 2010-07 환경문제를 둘러싼 지역갈등 해소 및 거버넌스 강화 방안 (이정석 외)
- 2010-08 온실가스 감축의무 협상동향 및 대응방향 연구 II (박시원 외)
- 2010-09 국제 탄소시장 동향 및 전망 (이윤, 손원익)
- 2010-10 국내 에너지 시장구조를 고려한 온실가스 배출권 거래제 설계 방안-발전부문 참여방안을 중심으로 (신상철 외)
- 2010-11 기후변화 대응을 위한 탄소세 도입방안 (신상철 외)
- 2010-12 재생에너지의 환경성 평가 및 활성화 방안 - 폐자원을 중심으로 (이희선 외)
- 2010-13 기후변화 적응 강화를 위한 사회기반시설의 취약성 분석 및 대응방안 연구(II) (명수정 외)
- 2010-14 물관리 취약성과 물안보 전략 II (김익재 외)
- 2010-15 해수면 상승에 따른 취약성 분석 및 효과적인 대응정책 수립 II : 연안역 범람평가 및 대응방향 (조광우 외)
- 2010-16 기후변화 대응을 위한 적정 하천공간 확보방안 II (강형식 외)
- 2010-17 기후변화 대응을 위한 수자원 네트워크 구축 방안 I (이진희 외)
- 2010-18 기후변화 연동 4대강 유역 지하수 함양량 예측 및 이용 가능량 산정 II (이정호 외)
- 2010-19 기후변화 대응을 위한 수질 제어 및 관리방안 I (안종호 외)

※ KDI 설립 이후 현재까지의 보고서 원문은 KDI 홈페이지(www.kei.re.kr)에서 보실 수 있습니다.