

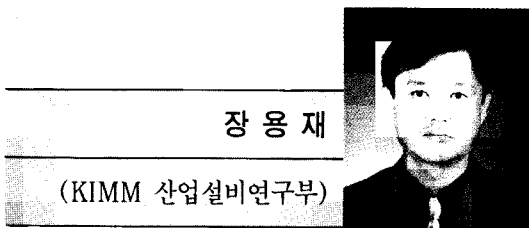
해수담수화의 필요성 및 지역적 타당성



김 병 덕

(KIMM 산업설비연구부장)

- '75. 2 한국해양대학교 기관공학(학사)
- '77-'81 동지상선 1등 기관사
- '83. 8 충남대학교 기계공학(석사)
- '94. 2 한국해양대학교 시스템공학(박사)
- '81-현재 한국기계연구원 책임연구원



장 용 재

(KIMM 산업설비연구부)

- '84-'88 대전산업대학교 기계공학과(학사)
- '94-'96 충남대학교 기계공학과(석사)
- '81-현재 한국기계연구원 선임기술원



이 유 환

(KIMM 산업설비연구부)

- '86-현재 한국기계연구원 기술기원

1. 물부족이 심하다.

최근들어 몇 년동안 우리의 주위에서도 물부족에 대한 우려의 목소리를 자주 들곤 한다. 예를들면 이렇다. "20세기의 국제간의 분쟁원인이 석유에 있었다면 21세기의 분쟁은 물부족으로 일어날 것이다." 1995년 8월에 열린 스웨덴 스톡홀름의 '국제 물 심포지움'에서 세계 물정책 연구소의 샌드러 포스텔 소장이 지적한 경고이다. 이 심포지움에서 보고된 바에 의하면 오늘날 80여 국가에서 세계인구의 40%인 20억명이 물부족을 겪고 있고 현재의 물소비 형태가 계속된다면 앞으로 30년 안에 세계 물기근이 발생할 것이라고 지적하고 있다. 사실 이러한 우려의 근거는 세계 도처에서 찾아볼 수 있다. 대표적인 예로서 요르단강을 둘러싼 이스라엘-요르단-레바논-시리아 간의 분쟁, 시리아-이라크-터키를 흐르는 티그리스강 분쟁 및 수단-이집트-우간다를 흐르는 나일강 분쟁, 인도-방글라데시의 갠지스강 분쟁 등을 들 수 있다. 또한 이스라엘과 팔레스타인 사이의 자치협상도 수자원 배분이 가장 큰 난제가 되고 있다. 이러한 예는 국내에서도 많이 볼 수 있다. 강원도 평창강을 둘러싼 강원도 영월군과 충청북도 제천시와의 분쟁, 소양강호를 둘러싼 춘천시와 수자원공사간의 문제, 길안댐을 둘러싼 대구광역시와 안동군간의 마찰, 경북 달성군의 위천공단건설과 관련된 부산시 및 경남과 대구 및 경북 사이의 마찰, 용담댐을 둘러싼 전북과 충남간의 문제, 영산강, 섬진강의 지역문제 등 그 예를 많이 찾아볼 수 있다. 예로부터 물은 생명선이라고 했고 이제 이 생명선을 확보하기 위해 그 갈등은 더욱더 심각해질 것이 확실하다. 이러한 문제들은 계속되는

세계적인 인구증가, 산업화, 자연환경의 오염, 기상이변 등으로 물 소비가 증가하는 것에 기인했을 뿐 아니라, 환경오염으로 인한 수질악화와 기상이변으로 강우량이 부족하게 되는 등으로 수자원 확보가 점점더 어려워지는데서 야기되고 있다.

이와 때를 같이하여 국내에서도 이제는 물부족에 대한 심각성이 국민들간에 널리 인식되어 가고 있는 추세이며 정부에서도 최근에 물부족에 대한 종합적이고 야심찬 계획을 내놓고 있다. 정부에서는 종합 물대책의 일환으로 2011년 까지 전국에 34개의 댐을 새로이 건설하고 98년 2월 까지 상수도 요금도 원가의 90% 수준까지 인상해서 관련 재원을 충당해갈 계획이라는 발표를 하고 있다. 이것은 다음과 같은 예측에 근거를 하고 있다. 94년 말 현재 수자원 예비율은 7% 이지 만 2000년에 들어서면 예비율이 2%로 떨어질 전망이다. 더욱이 2011년에는 약 25억톤의 물이 부족하게 될 것으로 예측되기 때문이다.

이러한 정부의 종합대책에는 물확보의 방향으로 다음과 같은 세부방법도 제시하고 있다. 물확보의 기본방향은 대형댐 건설과 상습가뭄지역을 중심으로 한 광역상수도 개발을 근간으로 하고 있으나 농업용수 등의 재활용을 비롯하여 인공강우와 해수담수화도 추진할 계획이라 한다.

이러한 시점에서 본 글에서는 해수담수화와 관련하여 기술개발의 기본방향과 그 타당성을 개괄적으로 제시하고자 한다. 특히 우리나라의 지형적 특성을 고려하여 우리 실정에 적합한 한국형 해수담수화 기술의 개발이 필요하기 때문이다.

2. 물부족에 의한 경제손실이 크다.

물부족에 의한 피해를 정확히 산정한다는 것은 매우 어려운 일이나 농업용수 부족시 울산에서 발생하는 경제손실의 예를보면 91년도 울산지역의 용수부족은 하루 65만7천톤으로 부족율이 15%(약 8만7천톤/일)에 이르렀고, 울산지역 공장의 가동율 측면에서 보면 연간 15%~30% 정도의 가동율이 저하되어 연간 2조4천억원~4조8천억원의 경제손실을 입었다고 한다. 93년의 경우 울산 지역 165개 제조업체를 대상으로 조사한 결과를

보면 68.9%가 농업용수 절대부족을 호소했으며 37%에 달하는 업체가 물부족으로 가동중단이나 조업중단을 경험한 것으로 나타나 있다. 울산지역의 경우 1일 15%의 가동율이 저하할 경우 84억원의 손실이 있고 1주일 동안 15%의 가동율이 저하하면 500억원의 손실이, 1개월 동안 15%의 가동율을 저하의 경우 2000억원의 경제손실을 입는 등 천문학적인 손실이 초래된다고 한다. 포항이나 부산에서도 사정은 비슷하다. 95년말 96년 초에 겪었던 가뭄의 예를 보더라도 우리나라에서의 가뭄이 거의 매년 반복되고 있음을 알 수 있다. 또한 농업손실은 어떤가? 1994년의 가뭄은 벼의 경우 고갈, 균열, 고사 등 총 175,190ha가 가뭄피해를 입었으며 쌀생산량은 3,513만섬이었다. 발작물의 경우 콩, 고추, 채소 등 총 78,190ha가 피해를 받았다. 가축피해는 닭 138만수, 돼지 12,800두, 소 353두가 폐사되었다.

1995년의 가뭄은 벼의 경우 총 20,370ha가 가뭄피해를 입었으며 쌀생산량은 3,260만섬으로 전년대비 250만섬이 감소되었다. 저수, 절수, 용수개발을 가뭄극복 3대 운동으로 전개하여 27ha의 모내기용수를 확보하였다. 1995년에는 가뭄대책비로 4,827억원이 지원되었다. 저수운동으로 저수지 물채우기 8.7만ha, 논물채우기 4.9만ha, 논물가두기 9.9만ha 등 23.4만ha의 모내기 용수를 확보하였다. 절수운동으로 건담직파 11.7만ha, 육묘상자 5천ha를 보급하였다. 용수개발로 암반관정 3천공, 소형관정 3만공으로 2.4만ha에 급수하였다. 하천굴착 783개소, 들샘 992개소, 간이보 73개소, 기타 833개소의 간이용수원을 개발하여 19,300ha에 급수하였으며 23.6만명의 인력이 동원되었고 양수기 15.9만대, 송수관 3,076km, 중장비 14.9만대가 지원되었다.

3. 21세기 초에는 담수화비용과 수도료가 같아진다.

현재 우리나라의 수도료는 지역별로, 종류별로 많은 차이를 보이고 있으며 적게는 톤당 100원대에서 크게는 톤당 900원대에 이르고 있다. 일반수도료의 평균가격이 톤당 340원대라고 하나, 이것

은 어디까지나 물생산비의 50% 정도밖에 반영하고 있지 않은 상황에서 징수되고 있는 가격이며, 앞으로 대폭적으로 인상될 것이 확실하다. 현재도 20~30%씩 물값이 인상되고 있으며, 정부의 물 종합대책에서도 천명하고 있듯이 지속적으로 대폭적인 인상을 계속하여 2000년대 초에는 1,000원대에 이를 것이 확실해지고 있다. 선진국의 물값이 톤당 900원대에서 부터 3,000원대 까지 되고 있음을 보아도 우리나라의 물값이 머지않아 1,000원대에 이를 것이라는 것을 쉽게 예측할 수 있다.

선진국의 예를보면 프랑스 파리의 경우 1,068원/톤, 독일 함부르크의 경우 2,360원/톤, 심지어 스위스 제네바의 경우도 3,140원/톤에 이르고 있다. 한편 현재의 기술로 해수담수화를 하는 경우 그 생산비용이 톤당 1,000원~1,500원 선으로 보고 있다. 따라서 향후 기술이 발전하고 시설이 대형화될 경우 오히려 담수화 비용은 1,000원/톤 이하로 될 것이라고 기술자들은 장담하고 있다. 이제 담수화에 의한 물값은 기존 수도료에 비하여 턱없이 비싸다는 인식을 불식시킬 단계가 되었다.

4. 해수담수화의 필요성

지구상의 전체 수자원의 97%가 해수이다. 정부의 종합대책에 있어서도 담수화 기술개발을 추진할 것임을 언급하고 있지만 아직도 그 절실함과 미래에서의 해수담수화의 역할에 대해서는 그 인식의 정도가 미흡한 듯 하다. 우리나라의 지형적인 특성상 삼면이 바다이며 또한 많은 섬을 가지고 있어 국토의 많은 부분이 바다와 자연스럽게 접하고 있으나 그 활용에 있어서는 매우 소극적이다. 지구상의 전체 수자원 현황을 살펴보다라도 담수는 겨우 3% 정도이며 그것도 이용가능한 담수는 1% 미만으로 97% 가까운 물이 전부 바다에 있다. 이것은 앞으로 인류가 물부족의 해결에 있어서 그 방향을 바다로 향하지 않을 수 없음을 암시한다고 할 수 있다.

5. 해수담수화는 이런 장점을 가지고 있다.

담수화 설비의 적부를 평가할 때는 무엇보다도

그것이 설치되는 지형적인 여건을 고려해야 된다. 우리나라의 경우 삼면이 해안과 접하고 있기 때문에 해수를 확보하는 것이 용이하다. 이것은 원수를 기상이변에 관계없이 안정적으로 무한히 많은 양을 확보할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 중요한 공단이 해안과 접하고 있어 공업용수를 필요로 하는 지역의 바로 곁에 무한히 많은 물을 가지고 있는 셈이다. 따라서 담수화를 할 경우 그 경비를 줄일 수 있을뿐만 아니라 설비공사가 간단하고 공사기간이 절약될 수 있는 잇점이 있다. 댐이나 광역상수도로부터 공단까지 수도관으로 물을 끌어올 경우 이것으로 부터 야기되는 제반 문제는 복잡하다. 우선 시설공사비가 막대하게 소요되며, 경우에 따라서는 환경문제도 심각하게 된다. 이뿐만 아니라 송수관이 통과되는 곳의 주민들의 동의를 이끌어내는 것이 쉽지 않으며 따라서 공사기간은 길어지고 경우에는 예측할 수 없는 경우가 있게된다. 댐건설비는 예를들면 지난 20년 사이 93배가 늘어났다고 하며 하나의 댐을 건설하는데 10년 가까운 세월이 소요된다고 한다.

담수화설비는 주로 해안가나 경우에 따라서는 해상부유물에 설치하게 되므로 공단으로 부터 가까울뿐만 아니라 민원도 대폭 줄일 수 있으며, 댐공사보다도 환경친화적이다. 또 필요에 따라서 즉각적으로 계획하고 건설할 수 있으며 건설소요시간은 보통 2~3년으로 보고 있다.

이와같이 담수화설비는 기존의 수도설비에 비해 우리나라의 경우 지형적인 특성때문에 많은 장점을 가지고 있다. 이뿐인가? 우리나라에 그 많은 섬에는 무슨방법으로 안정적인 물을 공급할 것인가? 경비문제를 떠나서 안정적이고 양질의 물을 공급하는데는 해수담수화 밖에는 별다른 길이 없을 것이다.

6. 작은 섬지방의 물해결에는 해수(염수)담수화가 적합하다.

우리나라에 있어서 만성적인 물부족으로 고통을 받고 있는 섬은 약 250여개에 달하고 있다. 일부의 섬에서는 관정을 파서 근근히 해결해 가고

있는 섬도 있으나 그 실상은 말이 아니다. 또한 예전에는 그런대로 저염분의 물이 나오던 관정도 사용량이 증가하거나 가뭄을 겪게되면 수질이 악화된다. 또한 섬에서의 관정이란 그 수질과 양이 일정하지 못하여 근본적인 해결이 되지 못하며 따라서 양질의 물을 필요한 양만큼 꾸준히 공급할 수 있는 대책이 필요하다. 섬에 관정을 팔 때 항상 충분한 물의 양이 확보된다고 보장할 수 없으며 오히려 성공하기가 매우 어렵다. 다행히 물의 양이 확보되더라도 그 수질이 열악한 경우가 대부분이다. 따라서 관정에 의해서 충분한 양을 확보할 수 있다면 이 수원을 이용하거나 수량이 부족할 경우에는 바닷물과 혼합하여 담수화를 할 수 있다. 또한 섬지역의 자연환경을 적절히 활용하면 충분히 경제성이 있는 담수화 시스템을 만들 수 있을 것으로 생각된다.

예를들면 해수온도차, 섬지역 대기기후조건, 밤낮의 온도차를 이용하면 적은 생산비용으로 물을 생산할 수 있을 것으로 생각된다. 특히 섬지역에서는 비교적 용이하게 필요한 용지를 확보할 수 있기 때문에 태양열을 이용할 수 있는 태양해수연못에 에너지를 저장하여 담수화하는 것도 매우 유용할 것으로 생각된다. 사실 섬지역의 물문제는 경제성의 차원을 넘어서 삶의 기본적인 질에 대한 문제로 주민복지 차원에서 해결해야 될 문제이다. 문제는 보다 질 좋은 그리고 안정적인 물공급이 필요하다.

7. 큰 섬에는 자연에너지와 폐기물 에너지에 의한 담수화가 적합하다.

제주도에는 해수담수화로 부족한 농업용수를 공급할 수 있는 타당성이 있다. 제주도는 비교적 강우량도 많고 섬도 크지만 섬 특성상 댐을 만들기 어렵다. 최근에 이르러서는 관광수요의 증가와 농업규모의 증대로 더욱 많은 물을 필요로 하고 있으나 수자원 확보는 지하수에 의존하고 있을 뿐이다. 따라서 가뭄시에 지하수의 고갈로 적기에 물을 공급하지 못하여 농작물에 많은 피해가 가고 있다. 제주도의 기후조건은 농업을 하기에 적합하나 물이 문제이다. 또한 제주도의 농지는 해

안에 가깝기 때문에 물공급 측면에서 보면 매우 적합하다. 해역은 여름철에는 수온차가 10~20도의 차이를 보이고 있으며 또한 비교적 해수가 맑기 때문에 근해에서 담수화하기가 용이하다. 특히 제주도와 같이 큰 섬에서는 폐타이어와 같은 폐기물의 처리가 문제가 된다. 이러한 폐기물 소각열과 해수온도차와 태양열을 적절히 이용하면 값싼 물을 생산할 수 있다. 경우에 따라서는 이러한 복합에너지를 활용하여 발전도 할 수 있다. 이와 같은 발전·담수화의 복합시스템은 그 경제적 타당성은 좀더 검토할 문제이나 기술적으로 가능한 문제이다. 특히 해수온도차를 이용할 수 있는 여건만 충분히 확보된다면 경제적인 타당성도 있을 것 같다.

참고로 그림 1에 자연에너지 및 폐열을 활용한 해수담수화 시스템의 일례를 나타내었다.

8. 대형 담수선을 운영하는 것도 우리 실정에 적합하다.

일년을 한 주기로 해서 볼 때 거의 매년 물부족을 겪는 지역이 있다. 일부지역에서는 홍수를 겪는 지역이 있는가 하면 그런 가운데에서도 몇몇 지방은 가뭄으로 공업용수가 부족하거나 농업용수가 부족한 등 물부족을 겪게 된다. 특히 공단지역에서의 물부족은 경제에 큰 손실을 가져온다. 금년 3월까지만 해도 약 78만명이 식수부족으로 고통을 겪은바 있다. 경북의성을 비롯하여 전남고흥, 남해 등 45개 지역에 급수제한을 받고 있었으며 포항, 울산, 부산, 창원, 여수 등지의 공단에서 공업용수 부족을 겪었다. 공업용수 부족으로 공장가동율이 저하할 경우 그 경제적 손실이 매우 크다. 울산지역에서의 91년도 물부족으로 인한 경제손실을 보면 가동율이 연간 15%~30% 정도 저하하였으며, 이로인한 경제손실은 연간 2조원~4조원에 이른다고 했다. 또한 93년 9월의 경우 울산지역 165개 제조업체를 대상으로 조사한 결과 68.9%가 공업용수 절대부족을 호소했으며, 37%에 달하는 업체는 물부족으로 인한 가동 중단이나 조업단축을 경험한 것으로 나타났다.

이러한 물부족 현상은 거의 매년 겪고 있으며,

이로 인한 경제적 손실은 실로 막대하다. 이에 대한 대안으로 대형 담수선 개발 및 관련된 소형 담수선을 개발하여 담수선단을 운영함이 장기적인 측면에서 이익이 될법하다. 특히 담수선을 운영할 경우 선박의 기동성을 이용하여 가장 적지에서 담수를 할 수 있는 지점을 찾아 경제적인 담수를 할 수 있을 것으로 생각된다. 우리 주변 해안의 특성을 볼 때 해수의 표층 심층부의 온도차가 한겨울에도 10~15℃가 되는 곳이 있으며 이러한 조건을 적극 활용하고 선박에서 대형 소각시스템을 갖춰 폐열을 활용하면 더욱더 경제성은 증대되리라 믿는다.

도시지방의 물공급에 있어서도 소형담수선을 활용하면 부족지역을 순회하면서 물공급을 할 수 있어 더욱 경제적이 될 것으로 생각된다. 이러한 담수선은 필요에 따라 해외에 용선해줄 수도 있어 그 활용성은 매우 클 것으로 기대할 수 있다.

9. 결 언

물부족 현상은 세계적이고 구조적인 현상이며, 인구증가, 산업화, 자연환경의 오염, 기상이변 등으로 이러한 현상은 앞으로도 더욱더 심화될 전망이다. 지금까지 물부족 현상의 심각성 및 국내의 경우 물부족이 경제에 얼마나 큰 손실을 주는가, 또한 왜 담수화를 해야되는지 등에 대하여 이야기를 하였으며, 우리나라의 지역적인 여건상 어떠한 방식의 담수화 시스템이 바람직할 것인지에 대해서도 언급하였다.

결국 담수화 기술개발의 방향은 에너지를 절약할 수 있는 기술개발이 될 것이며, 이것은 곧 그 지역의 특성에 알맞는 시스템의 개발과 직결된다. 따라서 어떤 지역에 알맞는 담수화 시스템 개발을 위해서는 그 지역의 특성을 사전에 충분히 조사해야 된다.

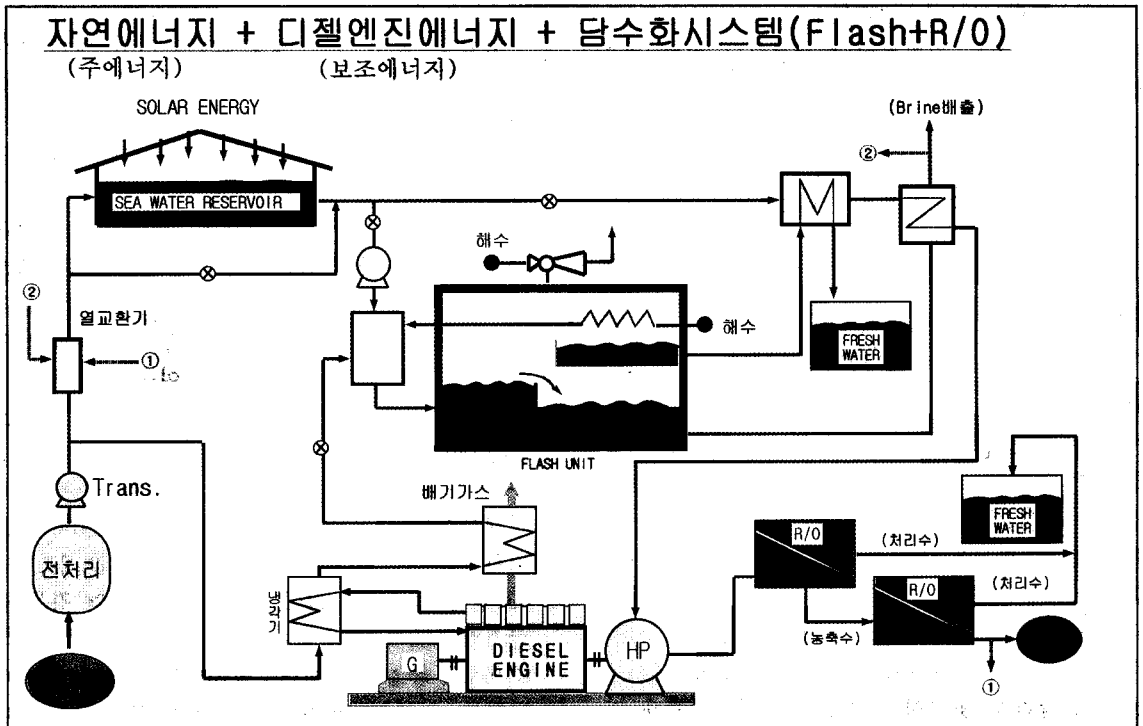


그림 1. 자연에너지 및 폐열을 활용한 해수담수화 시스템의 일례