



김추윤 | 이학박사 · 신홍대학교수
(cykimcy@naver.com)

물의 과학이야기 6

워터노믹스(Waternomics)

1. 들어가며

세계가 물의 위기에 처했다는 사실에는 누구나 동의한다. 전 세계의 하천, 호수, 대수층이 급속히 줄어들고 있다. 자연이 스스로 보충하는 속도보다 더 빨리 고갈되어 간다. 공장과 가정에서 배출되는 화학물질이 그 나머지 물마저 급속히 오염시키고 있다. 한편 전 세계의 인구는 급속히 증가하고 있다.

국제 투자은행이자 컨설팅 업체인 골드만삭스는 세계의 물 소비가 20년마다 두 배로 늘어난다고 추정했다. 유엔은 오는 2040년 물의 수요가 30% 이상 초과하리라 예상하고 있다. 곧 '물이 석유'인 'water is new oil' 시대가 도래할 지도 모른다.

수소원자 2개와 산소원자 1개가 결합된 물보다 더 간단한 화학식은 없을 것이다. 그러나 인간의 관점에서 보면 물 문제가 그렇게 간단하지가 않다. 물이 지구 표면의 대부분을 덮고 있지만, 그 가운데 97% 이상이 염수이고, 담수는 고작 3% 미만인데, 대부분 절반 이상이 눈이나 얼음 형태로 존재하기에 결국 인간이 사용할 수 있는 물은 1%도 채 안 된다. 인간이 이렇듯 위태로운 물 상황에 살고 있는데도 인간은 그 위험성을 인식 못하고 있다.

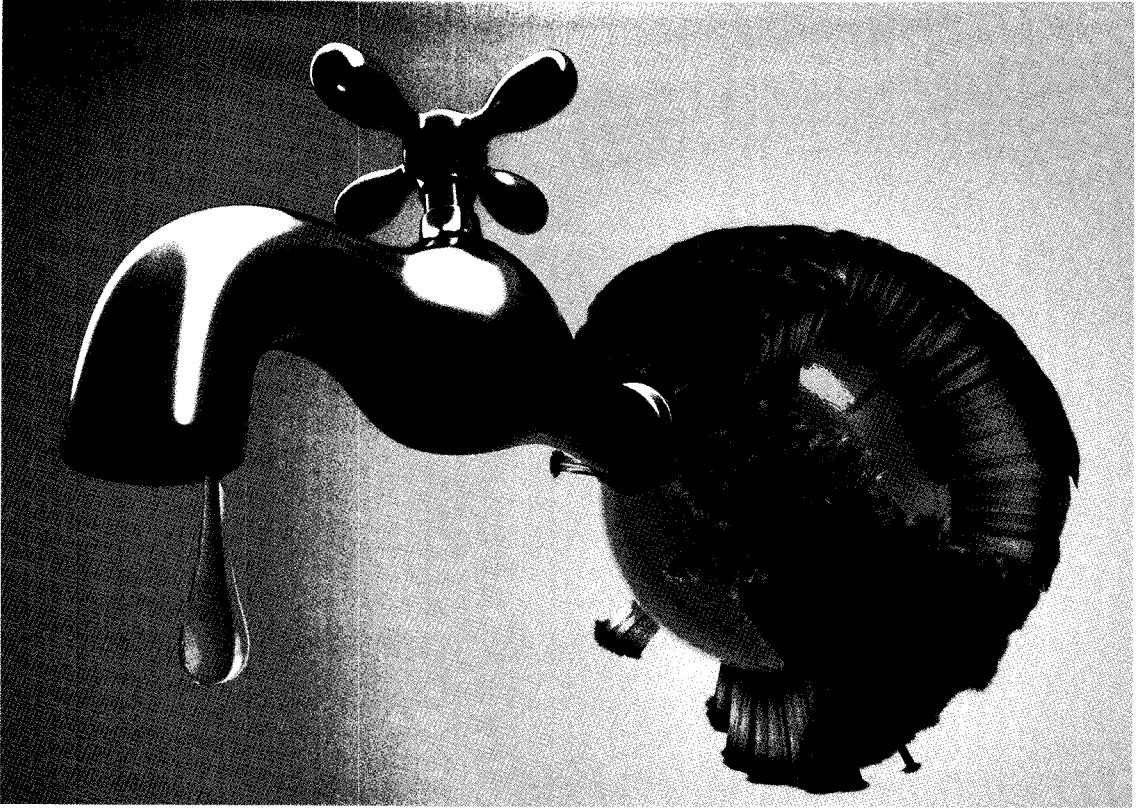
2025년경에는 18억 명이 물부족 지역에 살 것이다. 지구에 존재하는 수분의 양은 변하지 않고 늘 일정하다. 예를 들면 수

백만년 전 공룡들이 마시던 물이나 중국의 천하 미인 양귀비가 목욕했던 물이 오늘날 비가 되어 지구상에 다시 내리는 것이다. 그것을 우리들이 다시 마시는 것이다. 아이러니컬 하면 서도 지구의 대순환의 원리를 누구도 거역 할 수 없다.

세계 담수의 70%가 얼음 속에 갇혀있다. 나머지 담수의 대부분은 우리가 끌어다 쓰는 대수층에 존재한다. 자연적으로 채워지는 속도보다 더 빠르게 물이 줄어들고 있다. 그래서 물 문제가 발생하는 것이다. 인류가 사용하는 물의 2/3는 식량재배에 쓰인다. 해마다 지구상에 인구가 8,300만 명씩 늘고 있어 우리가 물 사용 방식을 바꾸지 않으면, 물은 앞으로 갈수록 더 부족해질 것이다.

물과 관련된 세계 각국의 정부, 기업, 학계, 국제기구 전문가 모임인 세계물위원회(WWW: World Water Council) 로이크 포송 위원장은 '앞으로 물 문제를 서둘러 해결하지 않으면, 앞으로 10-12년마다 세계 10억명의 사람들이 생활용수 부족을 겪을 수 있다'고 경고했다. 그러면서 일부 아프리카 사람들이 매일 매일 겪는 '물 스트레스(water stress)가 지구촌 전체에 일상화되는 날이 곧 올 것이다'라고 말했다.

더 늦기 전에 물의 유용한 재사용과 물에 대한 지식, 물을 사랑하는 친수의식, 물의 절약정신 그리고 물의 경제, 경영적 접근 방식인 워터노믹스에 대해서 관심을 가져야 할 때이다.



2. 물의 워터노믹스(Wateromics)

국가가 물을 하나의 수자원으로 취급하여 경제, 경영적 측면에서 접근하는 것은 전혀 새로운 사실이 아니다. 지금까지 물에 대해서 하드웨어 쪽의 토목공학적 접근이 주를 이루었다면, 이제는 우리나라 전력의 중심이 수력에서 원전으로 바뀌어 가고 있으므로, 오히려 댐 완공후의 물의 효율적인 경제적 관리에 더 관심을 가져야 할 때이다. 즉 소프트웨어 쪽의 물의 경제적 이용과 효율적 관리측면의 토목인 워터노믹스에 관심을 돌릴 필요가 있다. 이웃 일본에는 ‘수경제학(水經濟學)’이라는 학문이 수십년 전부터 있어 왔다.

최근에 동아일보 지역경쟁력센터와 글로벌 컨설팅 회사인 모니터그룹이 세계 20개국 물 경쟁력 선도국가(W20)를 대상으로 평가한 결과, 한국의 물 자원 경쟁력은 12위, 물산업 경쟁력은 14위로 판명되었다. 또 한국의 물관련 연구 성과는 상위권인 6위지만, 투자나 기술 항목 성과는 각각 13위에 머물러, 물산업 관련 기술의 산업화 역량은 좀 더 보완할 필요성이 있

는 것으로 나타났다.

이밖에 하천 청정도는 9위로 조사대상국가 20개 국가 중 중간 이상이지만, 수돗물 품질 만족도는 16위로 나타났다. 이것은 아직도 일부 시민들이 대구의 폐놀 사건 등으로 인하여 수돗물을 불신하는 것으로 나타났다. 그러나 평균적으로 우리나라 수돗물은 아주 양호한 편이다.

한국은 물을 이용한 교통여가활용도를 평가한 생활 풍요성은 10위, 수변환경 활용과 수자원 보전 노력에 대한 환경풍요성은 12위를 차지해 전체적인 물 풍요성 측면에서는 비교적 긍정적인 평가를 받았다.

한국의 물자원 경쟁력(15위)은 1인당 수자원 양이 한국보다 적은 싱가포르, 이스라엘, 아랍에미레이트보다 떨어졌다. 지리적 특성 등을 감안한 물리적인 물부족(physical scarcity) 외에 기반시설 격차에 따른 경제적 물부족(economic scarcity) 문제도 있는 것으로 나타났다.

사실 물은 같은 국가 내에서도 지역간, 계절별로 물수급의 불균형을 나타내는 경우가 많다. 특히 거대한 나라일수록 같

은 국토 안에 건조한 사막지역이 있는가 하면 아열대기후 지역이 있기도 하다. 또 도시와 시골은 급배수 시설의 인프라의 차이에 따라 물 수준에 차이가 생긴다.

요즘 지구촌의 급속한 기후변화, 인구급증 등으로 물 부족이 심화될 것으로 예상되는 가운데, 세계 각국은 2025년 8,650억 달러로 추산되는 세계 물시장을 장악하기 위해서 각 축전을 벌이고 있다.

한국도 2020년까지 약 3조 4,609억원을 투자해 물관련 산업의 기술개발과 전문가 육성에 나설 계획이다. 한국은 앞으로 물산업 클러스터 구축전략을 마련하고, 글로벌 경쟁력 확보를 위해서 물산업에 대한 종합적인 대책을 서둘러 세워야 한다.

물부족 문제를 근본적으로 해결해줄 수 있는 사업이 해수의 담수화 사업이다. 염수의 수돗물화 사업은 강물을 끌어다가 수돗물을 생산하는 것보다 값이 반 정도밖에 안 들고도 깨끗

한 물을 생산할 수 있다. 중동의 여러 나라에서는 이미 오래전부터 바닷물의 담수화 공장이 가동되고 있다.

우리나라도 2011년에 제주도 성산포 앞 우도에 실험적으로 스마트 그리드를 이용한 담수화 실험 설비를 설치할 계획이다. 즉 경원대 가천 벨연구소와 제주도청, 두산중공업이 공동으로 이 시험사업을 하기로 했다. 두산 18억, 경원 2억, 제주도가 부지를 대기로 합의한 것이다. 전기값이 싼 새벽시간대에 바닷물을 담수로 만들고, 전기 소비량이 많은 한 여름이나 한겨울에는 가동을 멈추어 생산비를 최저로 낮추는 방식이다.

지역간, 국가간 물의 편재성도 심각한 문제이지만 인구의 급증이나 환경오염, 가뭄화 현상, 삼림의 남벌 등으로 인하여 이미 심각한 물부족 현상에 직면한 나라가 많다. 또 한편 개도국의 많은 나라들은 물은 풍부하지만 하천, 호수, 지하대수층에서 물을 가져다 정수, 도수, 배수하는 시설이 없는 나라가 많다. 아프리카에서는 매일 7-8시간을 물 길인데 소비하기

〈표 1〉 물자원 경쟁력 순위

순위	국가	점수	순위	국가	점수
1	호주	3.89	11	프랑스	3.59
2	스페인	3.79	12	일본	3.51
3	싱가포르	3.79	13	스위스	3.49
4	핀란드	3.74	14	아랍에미레이트	3.39
5	오스트리아	3.73	15	한국	3.17
6	영국	3.72	16	사우디아라비아	3.15
7	이스라엘	3.70	17	브라질	3.14
8	독일	3.68	18	이탈리아	3.05
9	네덜란드	3.66	19	중국	3.01
10	미국	3.63	20	모로코	2.91

〈자료〉 동아일보, 2010.10.18

〈표 3〉 물 환경 경쟁력 순위

순위	국가	점수	순위	국가	점수
1	미국	4.27	11	일본	3.73
2	싱가포르	4.25	12	한국	3.46
3	핀란드	4.24	13	아랍에미레이트	3.43
4	영국	3.99	14	브라질	3.35
5	네덜란드	3.96	15	스페인	3.22
6	호주	3.86	16	이탈리아	3.08
7	프랑스	3.84	17	이스라엘	2.97
8	독일	3.84	18	중국	2.83
9	스위스	3.82	19	사우디아라비아	2.69
10	오스트리아	3.73	20	모로코	2.66

〈자료〉 동아일보, 2010.10.18

〈표 2〉 인구 1인당 깨끗한 물이 많은 10개 국가

순위	국가	인구 1인당 깨끗한 물량
1	아이슬란드	51만6,256km ³
2	가이아나	31만6,488km ³
3	수리남	23만2,657km ³
4	콩고	22만1,341km ³
5	부탄	13만4,080km ³
6	파푸아뉴기니	11만6,274km ³
7	기봉	10만9,234km ³
8	캐나다	9만7,368km ³
9	뉴질랜드	9만2,246km ³
10	솔로몬 제도	8만3,435km ³

〈자료〉 Newsweek, 2010.10.20

〈표 4〉 물산업 경쟁력 순위

순위	국가	점수	순위	국가	점수
1	미국	4.49	11	스위스	3.34
2	싱가포르	4.11	12	스페인	3.26
3	영국	3.93	13	오스트리아	3.21
4	독일	3.91	14	한국	3.20
5	일본	3.89	15	이탈리아	3.02
6	프랑스	3.89	16	핀란드	2.97
7	네덜란드	3.81	17	아랍에미레이트	2.68
8	호주	3.76	18	브라질	2.51
9	이스라엘	3.60	19	사우디아라비아	2.47
10	중국	3.40	20	모로코	2.09

〈자료〉 동아일보, 2010.10.18



에 하루 24시간을 활용하여 돈을 번다는 경제적인 사고가 발생되지 않는 것이다. 목숨과 관련된 원초적인 문제 해결에 하루 중 가장 많은 시간을 투자하기에 빈곤의 악순환이 계속되는 것이다.

그래서 이런 나라들은 물이 풍부함에도 취수나 도수 시설이 없어서 물부족 현상을 나타나기도 한다. 인구인당 깨끗한 물의 양이 많은 나라들을 살펴보면, 1위에서 10위권 안에 선진국으로는 캐나다와 뉴질랜드만 들어가고, 대부분이 가봉, 콩고, 부탄 등 가난한 개도국이 대부분을 차지한다. 이것은 개도국들이 아직까지는 개발이 안 되어 자연하천수가 풍부함을 보여주고 있다.

3. 새로운 대안

경기도 의왕시가 대통령직속 녹색성장위원회에서 개최한 2010년 생생도시공모전에 참가하여 “물순환” 부문에서 우수 자치단체로 선정되어 환경부 장관상을 받았다. 의왕시는 인간

과 자연의 생명 근원인 물순환을 위한 생명수, 환원수, 휴식수 구축으로 물에 의한 생생도시 창조 ‘Water-soulation city의 왕’이 주요 목적이다. 의왕시는 이번 수상을 계기로 물순환을 통한 저탄소 녹색성장 도시로서 하수처리수와 빗물을 재이용한 대체수자원 확보, 왕송호수 테마파크 조성, 안양천 가꾸기, 왕송호수와 백운호수간 건강생태회랑 ‘산들길’ 조성, 복개하천을 살리는 오전천 생태복원 사업 등을 하여 시민과 자연이 함께하는 저탄소 녹색도시 실현을 위해서 노력하고 있다. 이제 지방의 작은 도시들도 잠에서 깨어나 물을 통한 저탄소 녹색도시의 꿈을 꾸고 있다.

3.1 지구 밖의 물

과학이 발달되면서 지구 밖에서 속속 새로운 수자원이 발견되고 있다. 2009년 처음으로 달의 북극에 있는 어두운 크레이트 바닥에 물이 얼음상태로 존재하는 것이 발견된 것처럼 엄밀히 말하면 지구 행성에만 물이 있는 것은 아니다. 오히려 다른 행성의 위성들에 물이 더 많을지도 모른다. 토성의 위성인

엔켈라두스에는 증기를 뽑는 간헐천이 있어 갈라진 지표 가까이 액체가 있을 수 있음을 보여준다. 또 목성의 위성인 에우로파의 표면 얼음 층 밑에는 지구보다 2배 이상 많은 물을 수용할 수 있는 바다가 있을 수도 있다.

지구에 물이 존재하는 이유는 대기가 있어 물이 우주로 날아가 버리거나 물 분자가 태양광에 분해되는 걸 막아주기 때문이다. 화성이나 수성 등의 행성에서는 물이 대부분 얼음 형태로 존재한다. 하지만 그렇지 않은 곳도 있다. 토성의 위성 티탄처럼 암모니아 등의 화합물질이 있으면 어는점(빙점)이 낮아져 바다가 존재할지도 모른다.

머지않아 우주 여행을 하다가 지구 바깥에 존재하는 달의 얼음을 녹여서 마시고 이를 산소와 연료로 변환해서 화성 여행에 쓸 날도 올지도 모른다. 지구상에 존재하는 물의 총량을 약 14억㎤로 추정한다면 가니메데에는 지구의 약 36배, 티탄에는 지구의 29배, 칼리스토에는 지구의 27배가 물이나 얼음 상태로 존재한다. 그 밖의 달, 수성, 화성, 세레스에는 얼음 상태로만 존재하는데 지구에 비하면 그 양은 보잘 것 없다.

지구에 생명체가 사는 이유는 물 때문인데, 인간의 우주과학이 발달되면 될수록 UFO 속에 등장하는 외계인들이 태양계의 작은 별들 속에서 어느날 나올지도 모른다.

〈표 5〉 태양계에 존재하는 물과 얼음의 추정치

태양계	물과 얼음의 추정치	비고
지구	약 13억 8,600만㎤	물과 얼음으로 존재
가니메데	지구의 29배	"
티탄	지구의 36배	"
칼리스토	지구의 27배	"
에우로파	지구의 2.9배	"
엔켈라두스	지구의 0.02배	"
달	지구의 0.0000000002배	얼음만 존재
수성	지구의 0.0000002배	"
화성	지구의 0.003배	"
세레스	지구의 0.14배	"

〈자료〉 National geographic, 2010, 4월호

3.2 안개 뭇

강수량이 적은 남미 태평양연안 국가들인 칠레나 페루에서는 독특한 방법으로 물을 얻고 있다. 이곳에 사는 사람들 일부는 그물로 만들어진 안개 뭇을 이용하여 물을 채취하고 있다.

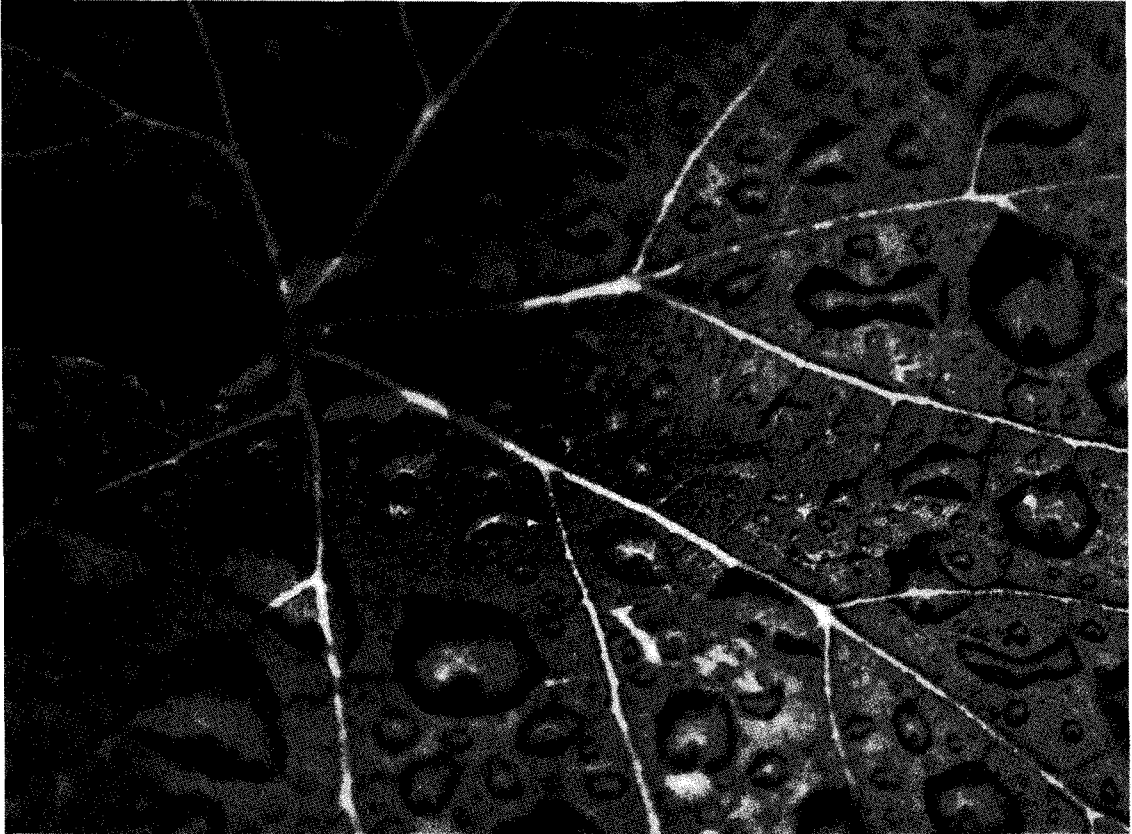
페루의 수도 리마 외곽은 겨울이면 태평양에서 밀려오는 안개를 활용하여 물을 얻는다. 마을 뒷산 언덕에 여러 개의 직사각형 형태의 그물망을 기둥 위에 펼쳐서 세워 놓으면 된다. 여러 개의 그물로 안개를 포착한 다음 미세한 물방울을 응축시켜 물을 얻는다. 그런데 그 양이 생각보다 아주 많다.

리마 근처의 벨라비스타 마을은 연간 강수량이 고작 10mm 정도로 사막보다도 강수량이 적는데, 2006년 마을 언덕에 안개 뭇을 설치하기 전에는 마을 사람들이 이웃도시 리마에서 물을 실어오는데 수입의 15%를 지출했다. 이제 안개 뭇 때문에 마을 사람들이 신선한 수십만 리터의 물을 얻게 되고 700그루의 묘목을 기르고, 사시사철 나무가 자라는 농원을 10곳을 운영하고 있다.

3.3 새춤

우리나라 제주도는 신생대 제4기에 새로 태어난 화산섬이다. 그래서 화산이 폭발할 때 생긴 다공질 현무암이 주류를 이루어서 비가 와도 저류되지 않고 대부분 지하에 침투되어 건천이 많다. 그래서 제주도 사람들은 식수를 얻기 위해서 독특한 방법을 사용한다. 우선 집을 해변가에 지어서 자연적으로 바닷물 밑에서 솟아 오른 용천을 이용한다. 이 용천(湧泉)은 해수와 담수의 비중 차에 의해서 그 지질 경계선에 자분정처럼 스스로 솟아나는 샘물이다.

그러나 산간지역에서는 용천을 사용할 수 없어서, 새춤을 사용하여 물을 얻는다. 새란 제주도에 자생하는 야생갈대 비슷한 것으로 지붕을 이는데 많이 사용한다. 큰 나무 줄기에 제주 자생의 갈대의 일종인 새를 피처럼 엮어서 큰 나무 줄기에 매달고, 그 밑에 총합 즉 큰 물 항아리를 놓으면, 강우시 이 새춤을 타고 빗물이 내려와 총합에 떨어지게 되어 있다. 그런 다음 총합에 있는 물을 퍼다가 쓰면 되는 것이다. 주민들은 덕분에 멀리까지 물을 길러가지 않아도 된다. 빗물은 이 새춤을 통해서 내려오는 동안 불순물이 제거되어 세계 최초의 자연 필터작용도 한 것이다. 전남 신안군 홍도섬도 물이 귀해서 집집마다 추녀 밑에 커다란 물 항아리를 놓아서 빗물을 받아서 재 활용하고 있다.



3.4 빗물 저금통

도시나 아파트 밀집지역에서는 건물을 지을 때 빗물 수집통인 빗물 저금통을 사용할 수도 있다. 대개 두 가지 방법이 있는데, 지하에 우수를 저장할 수 있는 빗물창고를 주택 신축시 동시에 만들거나, 간이 비닐봉투를 만들어 두었다가 강우시 펼쳐서 사용하는 방법이다.

건물 지붕면을 따라 설치된 흡통에서 흘러 내려온 빗물을 저축하는 접이식 빗물저장고를 만드는 것이다. 바람의 영향이 적은 건물 사이에 식수용 특수재료로 외부와 햇빛이 차단된 안전한 수질을 유지할 수 있는 커다란 비닐봉투 같은 것을 평평한 땅의 지면위에 설치한 후 건물 지붕면을 따라 설치된 흡통에서 흘러온 빗물을 관을 통해서 받으면 된다. 관속에 설치된 스크린필터를 통해서 낙엽 등 부유물질을 걸러준다. 조경용수, 자동차세차, 거리청소용 물로 사용하면 아주 훌륭하다. 아니면 신축 건물시 처음부터 지하차고처럼 빗물 저장탱크

를 만들어 강우시 이곳에 일단 받아 두었다가, 정화하거나 아니면 필터를 통하여 간이식 여과과정을 거쳐서 빗물을 재사용하는 것이다. 서울의 건대앞 스타시티 아파트 단지에는 1,000톤짜리 빗물 저장고가 지하3층 밑에 3개가 있다.

3.5 지하수

하와이, 제주도 같이 태평양 한가운데에 떠 있는 화산섬들은 적절한 지하수를 취수하여 식수나 농업용수로 이용하는 경우가 많다. 비중차에 의해서 염수 위에 담수가 렌즈상으로 떠있어 이것을 취수하면 민물이 된다. 그러나 문제는 장기간 과잉 취수하면 염수가 따라 올라올 수 있다는 것이다. 1930년대 극심한 가뭄이 미국 그레이트 플레인스 남부지역을 강타하자 캔자스주 해스켈 카운티의 농부들은 집과 농토를 버리고 떠났다. 농부들은 밭 밑 지하에 미국 최대 규모의 지하저수용량을 가진 하이플레인스 대수층이 있는 줄을 꿈에도 몰랐던 것이다.

그로부터 20년이 지난 다음 하이플레인스 대수층에서 물을 퍼 올려 농사를 지으면서 이 지역은 미국의 곡창지대로 변했다. 현재 해스켈 카운티에는 약 1,100개의 취수정이 있는데 이 우물에서 나는 물 덕분에 7억 달러 규모의 농가경제가 잘 굴러가고 있다. 대수층은 지하수를 함유하고 있는 지층으로 자갈, 모래, 또는 투과성 암반으로 이루어져 있다. 하이플레인스 대수층에 지하수가 고이기까지 수천년이 걸렸다.

4. 맺으며

세계는 지금 물을 둘러싼 주도권 싸움이 한창이다. 기후변화, 도시화, 산업화, 인구증가, 생활수준의 향상 등으로 물 부족이 심화될 것으로 예상되기 때문이다. 따라서 세계 각국은 물의 안정적인 확보와 물산업을 성장 동력화하기 위한 워터노믹스(Waternomics=Water Economics) 경쟁을 치열하게 벌이고 있다.

세계 최고의 물 경쟁력을 확보한 미국은 물을 국가안보와 직결시켰다. 미국 안전보장국은 물 부족 등 자연자원의 부족이 미래에 무력충동을 야기 시킬 수 있다고 경고했다. 최근 중국과 일본의 센카쿠열도를 둘러싼 영토 분쟁시 중국이 일본에 대해서 모든 전자제품의 주원료인 희토류 금속광물의 수출을 금지시켜서 일본을 항복시킨 경우가 있다.

세계 주요국가 가운데 미국, 일본, 네덜란드, 프랑스, 싱가포르, 영국, 핀란드 국가들은 이미 다른 나라보다 한발 앞서서 물 경쟁력 확보에 뛰어 들고 있다. 그 사례로 일본 미쓰비시상사는 호주의 물서비스 업체인 UUA를, 미쓰이물산은 멕시코 하수도 회사를 각각 인수했다. 싱가포르는 심각한 물부족 문제를 해결하기 위해서 빗물을 모으는 저수지를 확대하는 한편 독일 지멘스 등 글로벌 물 기업을 유치해 세계물중심지(글로벌 하이드로 허브)를 만들려고 노력하고 있다.

동아일보 지역경쟁력센터와 모니터그룹은 W20(Water group of 20) 물 경쟁력 평가를 통해 기상재해 등으로부터의 물의 안전한 확보로 생명에 대한 위험 최소화, 지역분쟁으로부터 안전성 확보, 지리적 및 시설 격차에 따른 물의 균등한

분배, 물을 이용한 생활 편의성 제고, 물산업의 육성, 물산업 중심지로 경제적 부가가치 창조 등 물자원 경쟁력 6가지 키워드를 정리했는데, 상당히 의미 있는 것으로 여기 소개한다.

첫째, Water safety

둘째, Water security

셋째, Water divide

넷째, Water richness

다섯째, Water industry

여섯째, Water hub

이다. ●