

지구상의 물은 미래의 원천

엄 원 근 (상청 기상연구소 수문기상연구실장)

삶과 죽음에 직결되는 물

달이 없는 지구는 쉽게 상상할 수 있으나, 물이 없는 지구는 상상하기 힘들다. 생물체의 존재에 절대적인 물은 식수 뿐만 아니라 농업 및 공업용수 등 많은 용도로 이용된다. 지구의 문명은 물에서부터 비롯되었다. 왜냐하면 물은 목마른 도시와 메마른 농경지에 삶을 가져다 주었고, 수많은 생명체를 위한 거주지를 제공해 주는 요인이기 때문이다. 그렇지만 물은 죽음이나 파멸을 의미하기도 한다. 홍수는 최악의 자연 재해이고 지진이나 화산 폭발보다 더 많은 인명과 재산의 피해를 가져온다. 또한 오염된 물로 인해 인간은 질병에 고통 받을 수 있으며 새나 고기 등 동물의 경우는 생명을 잃기도 한다.

지구상의 담수의 양

지구상의 물은 다양한 형태로 존재한다. 즉, 바다, 해양, 호수, 강, 저수지 등에 액체 상태로 존재하는 것, 대기 중에 기체 상태의 수증기, 극지방이나 산 정상에 얼음, 지하에 저장된 물, 그리고 동물이나 식물 등 생물체가 보유한 물이 지구상의 물의 형태이다. 물의 순환 관점에서 볼 때 태양은 지표면에서 대기로 증발을 유도하고, 그 중 일부는 비나 눈으로 다시 되돌아온다. 지표면으로 돌아온 물의 일부는 하천을 통해 바다로 유입되고 나머지의 일부는 지층으로 침투되어 토양 수분이나 지하수의 형태로 보존된다. 자연 상태에서 지하수는 점차적으로 지표수로 돌아오며 하천수의 주된 공급원이 된다.

물의 순환은 지구에서의 물을 움직이게 하는 주된 과정이다. 이 운동중 일부는 급속히 진행된다. 즉, 물이 강에 머무르는 기간은 약 16일 정도이고 대기중에는 약 8일 정도이지만, 빙하의 경우에는 수세기가 소요되기도 한다.

지구상의 물 중 97.5%가 염수이고, 2.5%가 담수(淡水)이다. 그나마도 극지방과 그린랜드의 빙하가 대부분을 차지하기 때문에 사람이 이용할 수 있는 물은 매우 적다. 다시 말해 강, 호수, 지표층에 있는 매우 적은 양의 담수만을 이용할 수 있을 뿐이다.

세계 수자원의 주요 공급원은 강수이며 일부 지역에서는 빙하의 해빙이 주된 공급원이 되기도 한다. 또 안개와 이슬을 들 수 있다. 이렇게 지상으로 공급되는 물은 바다로의 유출을 줄이기 위하여 댐을 건설하여 물의 저장량을 증가시키기도 한다. 바다에 인접해 있는 토양층에는 염분이 감소된 해수가 담수의 형태로 저장되어 사용 가능한 물의 부분적인 원천이 되기도 한다.

물의 부존량

지구상의 물의 부존량을 추정하기 위하여 많은 수문 학자들은 세계 거의 모든 하천의 연평균 유량을 조사하고 있다. 물론 지표와 지하수 등의 전지구적 수자원 부존량을 추정하기 위함이다. 조사 결과에 의하면, 해마다 혹은 지역에 따라 변동이 크지만, 평균 유량은 연간 35 내지 50조톤으로 전지구 총 담수량의 1%도 채 안된다. 어떤 하천들은 연간 총유출량의 80% 정도가 해빙이나 호우로 인해 발생하는 홍수에 의해 일어

난다. 그후 6개월이 경과하면 유출량은 거의 없게 된다. 5,870,000km²의 유역 면적을 가진 아마존은 지구상의 총 담수 부존량의 4%에 이르는 물을 가지고 있어서 총 유출량의 거의 16%에 육박한다. 이에 비해 건조 또는 반건조 지역은 면적이 지구상의 40%임을 감안할 때 2% 정도의 유출량에 그친다.

또 다른 문제는 대부분의 큰 하천들과 주요 대수층(帶水層)이 대도시로부터 멀리 떨어져 있다는 점이다. 물을 수송하는데 막대한 비용이 소요되기 때문에 수요를 만족시키기가 어렵다. 더구나 이러한 많은 대도시에는 주변에 부분적으로 정화된 혹은 전혀 정화되지 않은 하수를 배출하고 있다. 산업 시설이나 가정에서의 오수 배출과 경작지에서의 농약 사용으로 인해 물의 오염 정도가 심화되고 있다. 그 결과 잠재 수자원의 1/3 가량인 12.5조톤만이 연간 인간에게 공급될 수 있지만 그나마 오염의 증가 추세에 따라 점점 감소하고 있는 실정이다. 이 정도가 전지구를 통틀어 활용 가능한 담수의 부존량이다.

수자원 평가의 현실

수자원을 지배하는 수문 요소를 정기적으로 측정하는 것은 얼마나 많은 물을 이용 가능한지를 결정하는데 필수적이다. 여기서 수문 요소란 강수량, 증발량, 하천 유량은 물론 토양이나 대수층, 저수지, 빙하에 저장된 물도 포함된다. 또한, 물의 양과 질, 그리고 생물학적 특성도 정기적으로 측정되어야 한다. 이러한 요소들을 관측할 수 있는 전지구적 수문 관측망 통계(WMO, 1997)에 의하면 강수량 관측 지점이 194,000개소, 증발량은 14,000개소, 유출량은 64,000개소, 침전물 유출량은 16,000개소, 수질은 44,000개소, 지하수는 146,000개소이다.

이와 같이 많은 관측 지점에도 불구하고 관측망의 분포는 그리 적절한 것 같지 않다. 특히, 개발도상국의 경우는 물에 대한 수요가 큰데도 불구하고 수문 관측망이 제대로 갖추어 있지 못한 실정이다. 개발도상국의 국가 관측망은 1967년에 비해 1997년에 와서 오히려 더 열악해지고 있다. 따라서, 전지구적 수문

데이터를 모으는데 어려움이 있게 된다. 몇몇 수문 관련 센터 즉, 독일 코블렌츠의 전지구 유출량 데이터 센터, 캐나다 버링턴에 있는 WMO 산하 지표수 및 지하수 센터 등은 이러한 상황을 개선하는데 노력하여 왔다. 그럼에도 불구하고, 많은 국가들이 아직 데이터를 이들 센터에 보내고 있지 않아 전지구적 수자원의 현황을 파악하는데 어려움을 겪고 있다.

많은 국가에서는 이러한 상황을 극복하기 위하여 막대한 예산을 들여 수문 관측을 실시하고

있다. 그러나 현재와 미래에 대처하기 위한 데이터 수집과 처리에는 상대적으로 허술한 편이다. 데이터를 수집할 시간이 없다는 것이 보통의 주장이지만 미래를 위한 데이터 수집을 시작할 바로 그 시점이 지금이 아닌가 한다.

물의 사용과 낭비

수자원이 감소되는 것과는 반대로 전지구상의 물 수요는 증가하고 있다. 물의 수요는 1900년과 1995년 사이의 인구 증가율의 2배가 넘는 6내지 7배 정도로 증가한 것으로 추정된다. 이러한 추세는 앞으로도 계속되어질 전망이다. 왜냐하면 세계 인구는 2025년에 83억, 2050년에는 100 내지 120억에 도달할 것으로 추정되기 때문이다. 세계기상기구에 의하면 현재 세계의 물 수요 추정량은 연간 4조톤이며, 이 중 80% 이상이 농업 용수이고 나머지가 생활 및 공업용수로 이용되고 있다. 그러나 아쉽게도 물 소비에 관한 자료는 수자원에 대한 자료보다 부족하거나 신빙성이 없는 실정이다.

인간은 물 수요에 대처하기 위하여 댐, 저수지, 지하수로, 지표수로, 배수 시설, 관개 시설 등을 구축하기 위한 연구를 거듭해 왔다. 각국의 정부는 이들 공공 시설을 발달시키고 유지하기 위하여 많은 돈을 지출하고 있다. 이런 노력들에도 불구하고 1995년 현재 세계 인구 57억중 20%가 물부족을 느끼며, 50% 이상은 하수 설비 없이 살고 있다. 이러한 공공 시설의 부족은 빈곤 때문이다.

최근 물수요의 폭발적인 증가는 세계 여러 곳에서

수자원 공급의 주요 문제점으로 부각되었다. 너무 많은 물을 하천에서 끌어다 쓰는 관계로 하천 유량이 감소하고 호수의 수위가 줄어 들고 있다. 건조기에는 많은 하천 유량의 대부분이 수질악화로 인해 그냥 버려지는 물이 되고 있다. 지나친 지하수의 개발로 인해 지하수의 깊이가 수십 m 정도 감소되어 더 이상의 물을 추출하는데 어려움을 겪고 있으며 이로 인해 지반 침하의 결과를 낳기도 한다. 지하수의 감소는 하천의 유량을 감소시키거나 아예 메말라 버리게 한다. 작은 섬에는 지하수의 고갈로 인해 바닷물이 육지로 역유입되어 문제가 되고 있으며, 특히 석회질을 포함한 대수층의 경우 더욱 심각한 결과는 가져온다. 이와 같은 물부족의 악순환이 현재의 기후 상태하에서는 자연적인 복구가 불가능하다는 것이 지배적인 의견이다.

더욱 상황을 어렵게 하는 것은 지면과 지하수에서 얻어진 물의 대부분이 낭비되거나 비효율적으로 쓰이고 있다는 사실이다. 예를 들면, 관개 시설인 경우 약 60%의 물이 수로로부터 누수되며 수로나 농경지 사이의 내대지에서의 증발때문에 아까운 물이 손실되기도 한다. 더욱 심각한 것은 이들 유출수들에 의해 농경지가 침수되거나 심지어는 염분이 섞이어 곡물의 수확량이 감소되는 원인이 되기도 한다. 또한 물의 누수는 넓고 관리가 잘되지 못하는 수도관에서도 일어난다. 개발도상국에서는 50% 가량의 물이 누수로 없어지고 선진국에서조차 25% 정도에 이른다.

물과 건강

인간의 건강은 풍부하고 깨끗한 물의 안정적 공급과 잘 설계된 하수시설에 의해 많은 영향을 받는다. 선진국에서는 이러한 시설이 대체로 잘 갖춰져 있으나, 후진국의 경우는 아직 미비하다. 개발 도상국가의 경우 인구의 절반 가량이 오염된 물에 직접 감염되거나 모기와 같이 물에서 성장하는 세균 매개체에 의해 간접적으로 전염되는 질병으로 고통 받고 있다. 한해 5백만이 넘는 인구가 오염된 물을 마시거나 또는 부적절한 하수시설과 관련된 각종 질병으로 인하여 사망하는 것으로 추정되고 있다. 반면에 선진국에서는 식

수에 녹아 있는 화학물질, 예를 들면 질산염의 함유량이 건강에 미치는 영향 등에 대해서 관심이 있다. 오염물질이 조개류에 침적되어 이것을 식용으로 하는 사람에게 해를 끼칠 수 있다. 예를 들면, 미나마타(Minamata) 병은 산업 폐기물인 수은을 함유한 어패류를 먹음으로써 발생할 수 있다.

오염이 야생 동물에 미치는 영향은 더 분명하다. 즉 오염에 의한 폐사, 알 껍질의 비정상적인 형성, 부화율의 저하, 기형 동물의 탄생 등을 야기시키며, 하천, 호수, 습지대에 서식하는 동물의 건강에 미치는 영향 또한 적지 않다. 물론 이러한 영향은 강어귀나 늪 그리고 해안가의 만(灣) 같은 곳에서 일어나기 쉽다. 또한 댐이나 운하의 건설이 원인이 되기도 한다. 인간 활동으로 야기되는 수생환경(水生環境)의 변화는 여기서 서식하는 여러 종류의 생명체에 위협을 주거나 심지어는 멸종에 이르게 할 수 있다.

소결론

수자원의 객관적인 평가, 유효 물 공급량의 결정, 미래 사용량의 계획, 수자원 개발의 발전적 제시와 물의 잠재적 영향 분석은 미래를 위한 지구 수자원의 지속적인 관리에 필수적이다. 그러나, 수자원 평가를 위한 세계 수문자료 수집망은 빈약한 실정이다. 세계기상기구(WMO)와 UNESCO의 자료에 의하면 수자원 평가에 필요한 설비와 데이터 베이스는 불행하게도 저개발 지역, 특히 아프리카와 남미 및 아시아의 일부 지역에서 상당히 부족한 실정이다. 수문자료 수집망의 확충과 재정비가 필요할 때이다.

이제 물에 대한 막연한 생각은 버려야 할 때가 온 것 같다. 우리는 물 없이는 지구상에서 아무 것도 할 수 없다는 단순한 진리를 심각하게 깨달아야 한다. 현재의 지역적 물 위기가 21세기에는 전지구적인 물 위기로 확대되어 물로 인한 국가간의 분쟁이 심심잡게 발생할 가능성이 높다. 따라서 이제는 수자원에 대한 긴급한 정부차원의 어떤 행동이 취해져야 하고, 개인 각자는 물의 중요성을 인식하여 물이 낭비되지 않도록 노력해야 한다. 물론 몇몇 국가가 애쓰다고 해결될

문제는 아니다.

분명한 것은, 현재는 물론 앞으로의 세대를 위해서 수자원은 잘 관리되어야 하고, 잘 보호되어야 하며, 또한 잘 보전되어야 한다. 수자원이 고갈되거나 오염

된 미래는 상상할 수 없기 때문에 더욱 그렇다. 그래도 다행스러운 것은 WMO와 UNESCO는 UN 기구 내에서 국제적인 수준의 이러한 노력을 기울이고 있다는 사실이다. ●

자기에게 대해서는 좋게도 나쁘게도 말하지 말라.

가령 좋게 말을 한댔자 믿지를 않을 것이다.

또 나쁘게 말하면, 사람들은 당신이 말한 이상으로 당신을 나쁘게 생각할 것이다.

제일 좋은 것은 자기에게 대해서는 아무 말도 하지 않는 그것이다.

나는 공손하다고 제 스스로 말하는 자는, 결코 공손하지 못하다.

나는 아무 것도 모릅니다 하고 말하는 자는 모든 것을 잘 알고 있는 자이다.

나는 무엇이나 다 잘 알고 있습니다 하고 말하는 자는 거짓말쟁이다.

그저 아무 말도 하지 않고 있는 자가, 제일 현명하고 제일 훌륭한 인간이다.

(웨타나)