



1 충분한 빗물 공급을 위해 포장을 하지 않은 가로수길.
2 빗물이 나무 뿌리에 스며들도록 공간을 확보한 인도.
3 싱가포르 건물 주변에서는 재활용수를 이용한 분수대를 흔히 볼 수 있다. 분수대 뒤로 보이는 것이 싱가포르 대표적인 랜드마크인 마리나베이 샌즈호텔 전경.
4 5 재활용수를 이용한 분수대. 고대르기자

물 부족했던 도시... 불리한 조건 극복 통합물관리 중심지로

2020 제주 세계환경수도 가는 길 (12) 지하수-싱가포르에서 배운다 ① 물 순환체계 구축

싱가포르는 강이나 호수 등 수자원이 부족하며 토지면적이 좁고 지층의 특성상 충분한 양의 물을 보유하기에 불리한 구조이다. 연간 강수량은 2300mm로 풍부하지만 빗물을 저장할 공간이 부족해 절반 이상을 바다로 흘려보냈다. 이같은 열악한 환경으로 인해 물 부족위기에 봉착한 싱가포르는 물 보유를 최대화하기 위한 노력이 필요했다. 이에 수자원 시스템 재활용에 막대한 예산을 투입하고 연구에 매진해 획기적인 물 재활용시스템을 구축, 현재 수자원 재활용 선진국으로 급부상했다. 통합된 물 관리를 위한 세계적인 모범도시인 싱가포르의 물관리 정책을 5회에 걸쳐 게재한다.



싱가포르의 물 부족 원인과 개발. 그림=환경부 제공

PUB, 한 방울 물도 활용·재사용·해수 담수화 등 3개 전략 수립
빗물·원수 수입·하수 재이용 등 '4가지 수도꼭지' 공급원 개발
전 세계에 수처리 기술분야의 비즈니스 기회·전문지식도 제공

싱가포르는 지리적으로 말레이반도 끝자락에 위치한 도시국가로 대표적인 물 부족 국가로 알려져 있다. 면적은 719km²로 서울시(면적 605.5km²)와 비슷하지만 제주도(면적 1845km²) 절반 크기의 작은 나라이다. 인구는 2019년 기준 570만명이다.

이처럼 싱가포르는 서울시와 비슷한 면적의 영토를 가진 세계에서 두 번째로 인구밀도가 높은 도시이지만 이렇다 할 만한 취수원이 없다. 싱가포르의 물 자급률은 60%수준으로 1인당 가용수 자원량은 연간 121㎥로 세계평균(6383㎥/년)의 53분의 1 수준에 불과하다.

싱가포르 역사는 '물과의 전쟁'으로 요약된다.

1961년과 1963년에는 극심한 가뭄으로 담수가 모두 말라 바닷물을 공급하는 사태가 벌어지기도 했다. 강수량이 연평균 2300mm로

풍부함에도 불구하고 국토 내에 강과 호수, 하천이 많지 않고 빗물 집수 공간이 적어 자체적으로 빗물을 모아 확보할 수 있는 수자원량은 전체 물수요의 20%에 불과하다.

물 공급을 두고 벌어진 외교적 문제도 싱가포르의 물 부족 문제를 더욱 어려운 난관에 봉착하게 만들었다.

싱가포르는 지난 1960년대 싱가포르 자치령 시절부터 말레이시아 독립 연맹에 수도요금을 지불하며 살아왔다. 이후 말레이시아와 분리되며 외교적으로 갈등이 있을 때마다 말레이시아 정부는 싱가포르를 감싸고 있는 조호르(Johor)지역의 물 공급을 중단한다는 협박을 하기도 했다.

싱가포르 정부는 만성적인 식수 부족이라는 악조건을 극복하기 위해 1970년대부터 국가적인 차원에서 물자원 확보 방안을 연구했다.

그 결과 싱가포르 수자원공사인 PUB

(Public Utilities Board)는 한 방울의 물도 활용, 물을 끝까지 재사용, 해수 담수화란 물 관리 등 3개 전략을 수립했다. 현재 빗물 집수(20%), 말레이시아로부터 원수 수입(40%), 하수처리수 재이용(30%), 해수담수화(10%) 등 '4가지의 수도꼭지(Four Taps)'라고 불리는 수자원 공급원을 개발했다.

▶ 빗물 집수=빗물은 지속가능한 물 공급의 원천이다. 2011년 이후 마리나, 풍광 및 세랑군 저수지가 완공됨에 따라 집수하는 물의 면적이 싱가포르 지표면의 절반에서 2/3로 증가했다. PUB는 빗물 수집량을 극대화하는 방법을 계속 모색하고 있으며 싱가포르에 떨어지는 모든 물방울 한방울이라도 더 수집하기 위해 노력하고 있다. 20년 전 싱가포르 총리 리관유(Lee Kuan Yew)총리의 비전인 마리나 베라지(Marina Barrage)는 싱가포르의 15번째 저수지이다. 이달 현재 싱가포르 저수지는 17개이다.

▶ 수입수=말레이시아 조호르 주정부와 싱가포르 사이의 1961년 체결된 물협정은 지난 2011년 8월 31일에 만료됐다. 싱가포르는 1962년 물 협약에 따라 조호르에서 물을 계속 수입해 2061년까지 조호강에서 최대 250mgd(Million gallon per day)를 끌어 올릴 수 있다.

▶ 뉴워터(NEWater)=싱가포르의 성공사례이자 물 지속가능성의 또 하나의 중요한 체계

인 뉴워터는 고급막 기술과 자외선 소독을 사용, 폐수를 추가로 정제해 생산된 재생수이다. 매우 깨끗하고 안전하게 마실 수 있다. 현재 싱가포르의 5개 뉴워터공장은 현재 물 수요의 최대 30%를 충족시킬 수 있다. 2060년까지 뉴워터는 싱가포르의 물 수요의 최대 55%를 충족할 수 있을 것으로 예상하고 있다.

▶ 탈염수(Desalinated Water)=현재 싱가포르의 물 수요의 최대 30%를 충족할 수 있는 용량 130 갤런(MGD) 규모의 3개의 담수화 설비가 있다. 2020년까지 2개의 담수화 시설이 추가로 건설할 예정이다. 탈염수는 2060년까지 싱가포르의 향후 물 수요의 최대 30%를 충족할 것으로 예상하고 있다.

싱가포르의 물 수요는 현재 하루 약 4억 3000만 갤런으로 78개의 올림픽 규모의 수영장 물을 채우기에 충분하다. 가정에서 45%를 소비하고 나머지는 산업용 등 부문에서 소비되고 있다.

싱가포르는 지난 50년 동안 '4개의 국가수 체계'로 다양한 공급시스템을 구축해 수자원 부족과 좁은 토지 면적, 충분한 양의 물을 보유하기에 불리한 조건을 극복해 통합된 물 관리를 위한 모범도시이자 수처리 기술분야의 비즈니스 기회와 전문 지식을 제공하는 세계적인 글로벌 하이드로버브(Global Hydrohub)의 중심지로 도약했다.

고대르기자 bigroad@ihalla.com

2019년 제주에너지공사 태양광보급사업 **고객선호도 1위!** 도민 여러분의 뜨거운 성원에 감사드립니다.

태양광 발전

한 우물만 파온 **제주의 전문기업**과 함께 하십시오

▶ 과수원, 밭, 유흥부지 소유자

▶ 옥상/지붕이 넓은 건축물 소유자

▶ 30년간 안정적 소득 희망자

▶ 장기간 "임대료 수입" 희망자

하나라도 해당되시면 꼭 상담을 받아보세요

연금같은 수익 보장의 대명사!

태양광 발전소

30년 동안 일정하고 "안정적인 소득" 보장
장기간 지금이 보장되는 "임대료 수입"

부담되는 사업장 전기요금 "뚝"

일반용 태양광

"일반용" 또는 "산업용" 전기를 사용하는 사업장
전기요금 절감 후 추가 50% 할인혜택 적용

태양광발전 전문기업 제주에너지공사 참여기업

제주솔라에너지

742-5775

제주시 노형로 356 벽상빌딩 2층 www.jeju-solar.co.kr