

이스라엘의 폐수정화 재이용 계획

이 논문은 월간지 "World Construction"의 1969년 8월호에 실린 "Israel's Wastewater Reclamation Scheme"을 번역한 것임.

이스라엘은 천연 수자원량의 거의 전부를 개발 이용하고 있는 상태이므로 지금은 폐수를 정화하여 비교적 염분이 적은 물을 생산함으로써 용수공급 증대에 대처한 방안을 모색하고 있다. 폐수는 염분이 거의 없는 지표수나 지하수 또는 광물질을 제거한 태수로 회석하여 정화하면 이스라엘의 전체 물 수요에 12%에 해당하는 농업용수를 공급하게 된다. 폐수 정화에는 오이지(汚泥池)처리(treatment lagcons) 및 인공 재주입(artificial recharge) 기술이 이용되며 한편 회석용수는 발전과 태수 담수화의 이원목적(二元目的) 공장에서 지중해수를 회석하여 공급하게 된다.

현 황

이스라엘은 반 불모의 나라다. 북부지방은 영국과 같은 양의 많은 강우가 있으나 짧은 겨울철에 편재하여 내리고 남부지방은 매우 건조하며 작은 양의 비도 이따끔 내린다.

이스라엘은 독립 직후 TAHAL이라고 불리는 국립용수계획기관을 창설하여 전국을 통괄하는 용수공급체제를 계획 설계하였다. 이 체제는 현재 그 기능을 십분 발휘하게 되었으며 전국에 걸쳐 전력망의 통괄체제와 마찬가지로 이스라엘의 수자원 및 물 수요자를 거의 전부 통괄하고 있다.

이스라엘은 현재 연간 약 13억 m^3 의 물을 소비하고 있는데 이중 2/3는 지하수이고 1/3은 지표수이다. 이 전체의 물 소비량은 이스라엘의 수자원 부존 총량의 약 90%에 해당한다.

이 나라는 현재 그들이 보유하고 있는 수자원량 보다 더 많은 물을 이용할 수 있는 여력을

가지고 있다.

현재 생활, 공공산업 및 공업용수의 수요만으로도 이미 수자원 부존량의 한계점에 달하였으므로 관개경작하면 산업 및 수출용 미곡을 수확할 수 있는 비옥한 토지를 버려둔채로 있는 상태이다. 이스라엘은 앞으로 새로운 관개지역을 더 이상 확장하지 않는다 하더라도 십년 후에는 용수 수요가 현재의 20~30% 가량 증가할 것으로 예상된다.

용수공급 확장사업

체계적인 연구를 통하여 농산물의 수확을 크게 증대시킨 반면 용수 소비량은 절감하는 결과를 가져왔다. 인공 강우실험이 성공되어 실용하기에 이르렀으며 수면증발을 감소시키는 실험연구에도 진전을 보였다. 용수의 낭비를 방지하기 위하여 계몽과 제량수단을 총 동원하여 적극적인 용수절약책(用水節約策)을 강구하고 있다.

가까운 장래 당면하게 될 이스라엘의 용수 부족량을 해결하기 위한 가장 효과적인 방안으로 현재 국내 주요 도시지역에 폐수 정화 재이용을 위한 거대한 계획사업을 추진중에 있다. 이 사업은 Tel Aviv, Joffa 및 기타 인근지방을 포함하는 Dan 지역에 위치하는데 이 지역의 현재 인구는 82만명이고 1990년에는 125만명으로 증가할 것으로 예상된다.

여러 곳에 산재해 있는 부체조(septic tank)나 여과시설을 이 지역의 단일 공공 폐수 처리계통에 통합하는 작업을 현재 진행중에 있다. 아직까지는 이 지역에 적절한 폐수처리 시설이 없었으므로 폐수를 그대로 해안에 방류하고 있었다. 따라서 이로 인한 해안 수질오염을 절감하기 위

하여 차수거(intercepting sewer)를 해안 근처의 폐수관 끝에 연결 설치하였다. 폐수는 여기서 양수장 및 분쇄공장을 거쳐 해안에서 약 0.5mile 떨어진 해중으로 폐수 유출구를 통하여 방류시키고 있다.

이 방법은 임시변통에 불과하다. 현재 건설중인 폐수처리 사업이 완성되면 바다에 방류되던 폐수가 정화, 처리되어 재이용할 수 있게 된다.

계획 개요

이스라엘의 기후는 폐수를 오이지 또는 산화지를 이용하여 처리하기에 특히 적합하다. 그렇다고 이 오이지에서 처리된 물을 직접 이용할 수 있는 것은 아니다. 이 물은 살수지(散水池)를 거쳐서 지하로 침투하는 여과 및 정화과정을 한번 더 거쳐야 한다. 약 1년동안 순수한 지하수와 완전히 혼합되는 과정을 거친 후에야 정화처리된 물이 양수되어 재이용할 수 있게 된다. 이렇게 하여 얻은 물은 염분이 다소 과다할지 모르나 그런 경우에는 저염질(低鹽質), 또는 저염소 함유질의 물로 희석 처리하면 된다.

특별한 긴급사태를 제외 하고는 해중 유출구는 그 기능이 정지되고 폐수관로의 흐름은 반대로 거슬러 흘러서 차수거 및 간선폐수관로를 통해서 남쪽으로 11mile 떨어진 거리에 있는 폐수처리장까지 이르게 된다.

간선폐수관로는 북쪽에서 남쪽으로 여러 종류의 서로 다른 단면이 연결되어 설치되어 있다. 처음 2.5mile 구간은 직경 72inch의 터널부분과 직경 63inch의 압력수로부분이고, 다음 1.5mile 구간은 직경 81inch의 중력수로부분, 그 다음 3mile 구간은 직경 63inch의 압력수로부분, 마지막 5.2mile 구간은 81inch의 중력수로부분으로 연결되어 있다.

폐수는 북쪽 끝에 있는 주립조장과 기타 보조 펌프장을 가동시키면 다시 반대편으로 역류하게 되고 해안면에 설치한 차수거로 유입하게 된다.

TAHAL의 계획 담당자들은 Dan 지역 남쪽의 해안에 있는 넓은 모래평원을 이용할 수 있었다. 이 평원지역의 일부는 지하층이 불투수성 점토대를 이루고 있으며 나머지 부분은 모래와 사암대수층에 직결되어 있다. 이 대수층은 이스라엘

의 지하수의 으뜸이 되는 저장고 중의 하나이기도 하다. 이때 오이지군의 안정처리장이 이 불투수성지대에 설치되면 폐수가 직접 지하수 대수층에 혼합되는 것을 피할 수 있고 살수지는 오이지처리장 뒷편 동쪽에 역시 지하침투가 어려운 지층 위에 설치되게 된다.

오이지 계통 시설

폐수는 1970년대의 중반기까지 연간 7천만^m³가 이 처리장에 도달할 것인데 이 처리장의 최대용량은 1억2천만^m³이다. 이 처리장은 5종의 오이지를 조합 구성되었으며, 각 오이지는 세균 및 섭생물질에 의한 독특한 정화처리를 하도록 설계되어 있다. 이 오이지군은 고차차에는 별관계없이 모래평원 위에 설치될 것이며, 각개의 오이지는 토제(土提)로서 분리된다.

제일단계로 폐수는 혐기성 오이지를 통과하게 된다. 여기서 혐기성 세균은 안정한 무기복합물질과 유기물질을 분해하여 메탄, 이산화탄소, 암모니아, 인산염 등을 만든다.

다음 단계에서 폐수는 통성(通性) 오이지(facultative lagoons)를 통과하게 된다. 여기서 폐수하층부는 혐기성 처리과정이 계속되나 상층부 30cm 가량의 일광의 침투영향권내에 있는 구간에서는 정화처리기능이 호기성 세균이나 많은 해초군에 의한 것으로 옮겨지게 된다.

해초와 호기성 세균은 다음 단계의 두 오이지(호기성 제1 및 제2지)에서 최대의 기능을 발휘하게 된다. 여기서 해초는 광합성 용량을 증대시키고 이산화탄소, 암모니아 및 인산염 등에 의한 섭생을 계속하면서 한편 호기성 세균을 위한 산소를 공급한다. 세균은 유기합성물질을 이산화탄소로 변환하여 해초에 영양분 공급을 증대시킨다. 이와 같은 공생효과로 수질의 PH 값은 8.5에 이른다.

암모니아는 대기 속으로 발산되거나 별다른 악취는 없을 것이다. 마지막 단계인 종말오이지에서 폐수의 유기물질 함유 농도는 낮아지고 용존산소량은 증가하게 된다. 효과를 배가하기 위하여 식회처리를 부가하면 잔존 해초나 기타 유기물질을 제거하게 되고 종말오이지에서 흘러나오는 물은 살수(散水)하기에 적합하게 된다. 폐

수가 이상과 같이 오이지처리 계통을 통과하는 시간은 평균 27일이 걸린다.

안정화 오이지(stabilization lagoon)군주 위에는 환경을 정결히 하기 위하여 수목지대를 두고 악취예방을 위한 특별한 측정기구를 설치한다.

종말오이지를 통과한 물은 양수하여 살수지에 보내면 여기서 지하로 침투하여 대수층에 이르게 된다.

여러개의 살수지는 순차로 번갈아 운영될것인데 이것은 폐색(閉塞)에 의한 기능 마비사태가 없는 지속적인 동작을 위한 건조기간을 두어야 하기 때문이다. 조작방법은 하루 급수하고 하루 중단하고 또 하루 급수한다. 그리고 다음 7일동안을 건조기간으로 하는 것이다. 오랜 조작시험을 통하여 침투율은 매우 크다는것을 알았다. 그러나 실지 설계에는 건조기간 및 급수중단 기간을 고려하여 평균15 cm/day의 침투율(滲透率)을 전체적인 순환계획에 적용하였다.

인공 침투수가 대수층에 도달하면 순수한 지하수에 혼합되고 본연의 지하수 동수구배를 변동시키게 된다.

만일 침투율이 2m/day에 달하면 양수정의 양수 영향권에 도달하는데 약 1년 또는 그 이상의 시간이 걸리게 된다. 이러한 양수정을 통하여 물은 지표에 다시 회수(回收) 되는데 이때 염도는 약 300 p.p.m.으로 추정되며 이 값은 아직 염도가 다소 과다한 상태이다. 이스라엘의 농림부

는 남부지방에 공급, 이용할 관개용수의 수질을 염도 250 p.p.m으로 한정하였다. 이유는 과다한 염소이온은 굴나무등 기타 염분에 예민한 작물에 해롭기 때문이다. 따라서 이상과 같은 과정을 거쳐 정화 처리된 물을 관개용수로 이용하려면 회석용수의 사용이 불가피 하다.

회석처리용수로는 대수층 심부(深部)의 지하수나 재래식 방법으로 공급되는 저염분 함유수가 이용된다. 70년대 초에 폐수처리 계획사업이 완성되면 회석용수가 부족하게 될것이므로 이 부족한 회석용수를 생산공급할 공장을 동시에 건설하지 않으면 안되게되었다. 즉 지중해 연안에 발전과 광물을 제거한 물생산을 동시에 할수 있는 복합공장을 건설하여야 한다는 것이다.

TAHAL기술진은 Dan지구의 폐수 처리장에서 재생된 물 1,000 gallon을 염해도 1100 300 p.p.m에서 200 p.p.m.으로 회석처리하는데 회석용수 500 gallon 이 소요되리라고 추산하였다. 따라서 1990년에 이 지역의 폐수 정화시설 용량이 최대로 가동할때 총회석용수의 공장 생산량은 40mgd가 되어야 하고 기타 얼마 안되는 부족량은 재래식 방식에 의하여 보충하는 것으로 추산 하였다.

이 사업으로 이스라엘의 용수수요 문제를 근본적으로 해결할수는 없으나 폐수를 정화하는 사업은 이스라엘의 현재의 용수수요량의 12%에 해당하는 연간 1,600만m³의 물을 재생, 공급하게 될것이다.

☆

☆

☆

새 땅을 열자

〈國土擴張〉

食糧不足보다 深刻한 苦悶은 없다. 해마다 幾何級數的으로 붙어나는 人口 每年 40~50萬噸의 外國糧穀을 導入하지 않으면 안되는 實情……

이러한 難境을 解消 시킬 方案은?

우리는 西南海岸一帶에 좋은 干潟地를 가지

고 있다.

干拓可能面積은 180餘地區에 26萬餘町步, 이곳에 防潮堤를 築造하여 새로운 農土를 얻는 한편 工業團地造成 都市擴張등에 뜻있게 使用하자는 게 干拓事業의 基本目的이다.

史實에 의하면 干拓事業의 始初는 李朝時代 仁朝21年, (1643年)부터 비롯되었다는 것.

國土가 넓어져서 地圖모양이 달라지고 새로 얻은 땅에 豐饒한 穀食을 바라다 보며 끊임없는 來日의 비약을 게을리 할순 없다.