

중수도의 현황과 시설의 유지·관리

〈중〉



崔勝一

(고려대 환경공학과 교수)

목 차

- I. 중수도의 필요성 및 현황
- II. 일본의 중수도 현황
- III. 세계 각국의 중수도 현황
- IV. 우리나라의 중수도 현황
- V. 중수도 시설의 유지·관리
- VI. 결론

III. 세계 각국의 중수도 현황

우리나라와 상황이 유사하고 처리수 재활용의 개념도 비슷한 일본의 중수도 현황은 전술한 바와 같다. 그런데 처리수 재활용은 비록 적용방식과 용도는 다르나 미국을 비롯하여 세계의 여러나라들이 각기 나름대로 하수를 처리하여 재활용하고 있으므로 이들 국가의 상황을 개략적으로나마 살펴보는 것이 장차 우리에게도 도움이 되리라 사료된다.

1. 미국

1.1 개요

미국에서는 아직 연방정부가 직접적으로 물의 재사용을 관장하는 규칙이나 기준은 제정하지 않고 있다. 그러나 남부 캘리포니아 주 Metro politan water District는 2010년에 이르르면 매년 약 12억³m³의 물이 부족할 것으로 예상하며 용수 재활용 계획을 포함한 각종 대

책을 세우고 있으며 1990년 당시 MWD는 1년에 약 3억 3천³m³의 재활용수를 사용하였고 2010년 까지는 약 7억 2천³m³의 재활용수를 사용할 것으로 예측하고 있다. 남부 캘리포니아처럼 건조한 지역이 아닌 플로리다주도 강우시기와 용수필요시기의 불일치로 주거지역의 관상용 관개용수, 골프장, 공원, 학교용지의 관개 및 농업지역의 관개를 위하여 하수종말처리장의 방류수를 재처리하여 활용하고 있다. 이외에도 전역을 통하여 34개 주에서 1900여건의 처리수 재활용이 행해지고 있는 바, 1990년의 USGS의 보고에 의하면 당시 미국 전역에서 1년 약 12억4천³m³의 처리수가 재활용되고 있다고 추정하였다. 이와 같이 현재 미국의 처리수 재활용은 각 주마다 다른 상황에 따라 나름대로 기준을 설정하여 활용하고 있는 바, 사용용도는 주로 농업관개, 도시 관상용 관개, 산업용수, 지하수 재충전 등으로 나뉘어 지고 있다. 미국 각 주의 물의 재활용 용도에 따른 규제 및 기준의 유무를 참고로 표1에 나타내었다.

미국의 처리수 재사용은 주로 하수처리장 방류수를 여과, 소독한 후에 관개용수로 사용함이 주를 이루고 있으므로 재활용수 생산공정은 일반적으로 그림1에 보이는 것과 같은 Los Angeles County Sanitation District의 Reclamation공장의 처리공정과 유사하며 처리수질은 대부분의 유사한 공장에서 BOD₅, SS 공히 20mg/l이하로 나타나고 있다. 이에 비하여 비록 연방정부의 기준은 아니나 U.S. EPA가 추천하고 있는 재활용수의 용도에 따른 수질기준을 표2에 정리하였다. 경우에 따라서는 생활에 근접한 용도를 위하여는 표3

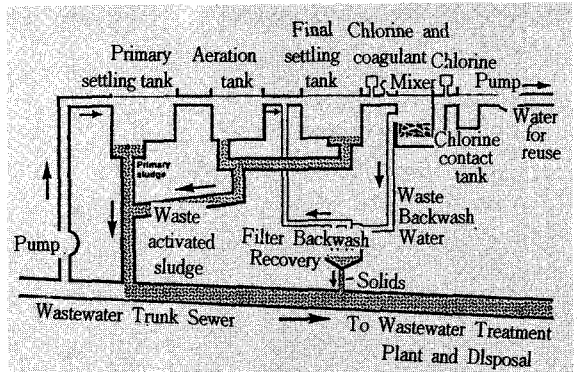
〈표 1〉 미국 각 주의 기준 유·무현황

| STATE | Regulators | Chlorine | No Regulators or Guidelines (Under 1000 Users) | Public Health Policies | Primary Settling Tank | Secondary Treatment | Food Cages or Canteens | Non-Food Cages | University Campuses | Recreation Facilities | Environmental Policies | Municipal Policies |
|----------------|------------|----------|---|---------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Alabama | | • | | | | | | | | | | |
| Alaska | | | • | | | | | | | | | |
| Arizona | • | | | | | | | | | | | |
| Arkansas | | • | | | | | | | | | | |
| California | • | | | | | | | | | | | |
| Colorado | | • | | | | | | | | | | |
| Connecticut | | | • | | | | | | | | | |
| Delaware | | • | | | | | | | | | | |
| Florida | • | | | | | | | | | | | |
| Georgia | | • | | | | | | | | | | |
| Hawaii | | •(1) | | | | | | | | | | • |
| Idaho | • | | | | | | | | | | | |
| Illinois | •(1) | | | | | | | | | | | |
| Indiana | | • | | | | | | | | | | |
| Iowa | | • | | | | | | | | | | |
| Kansas | | • | | | | | | | | | | |
| Kentucky | | • | | | | | | | | | | |
| Louisiana | | • | | | | | | | | | | |
| Maine | | • | | | | | | | | | | |
| Maryland | | • | | | | | | | | | | |
| Massachusetts | | • | | | | | | | | | | |
| Michigan | • | | | | | | | | | | | |
| Minnesota | | • | | | | | | | | | | |
| Mississippi | | • | | | | | | | | | | |
| Missouri | • | | | | | | | | | | | |
| Montana | | • | | | | | | | | | | |
| Nebraska | | • | | | | | | | | | | |
| Nevada | | •(1) | | | | | | | | | | |
| New Hampshire | | • | | | | | | | • | • | | • |
| New Jersey | • | | | | | | | | | | | |
| New Mexico | | • | | | | | | | | | | |
| New York | | • | | | | | | | | | | |
| North Carolina | • | | | | | | | | | | | |
| North Dakota | | • | | | | | | | | | | |
| Ohio | | • | | | | | | | | | | |
| Oklahoma | | • | | | | | | | | | | |
| Oregon | • | | | | | | | | • | • | | • |
| Pennsylvania | | • | | | | | | | | | | |
| Rhode Island | | • | | | | | | | | | | |
| South Carolina | | • | | | | | | | | | | • |
| South Dakota | | • | | | | | | | | | | |
| Tennessee | | • | | | | | | | | | | |
| Texas | • | | | | | | | | | | | • |
| Utah | | • | | | | | | | | | | • |
| Vermont | • | | | | | | | | | | | |
| Virginia | | • | | | | | | | | | | |
| Washington | | • | | | | | | | | | | |
| West Virginia | • | | | | | | | | | | | |
| Wisconsin | • | | | | | | | | | | | |
| Wyoming | • | | | | | | | | | | | |

과 같은 강화된 수질에 준할 것을 주장하는 사람들도 있다. 워낙 다양한 미국의 처리수 재활용 현황이나 대표적인 몇가지 예를 살펴보면 다음과 같다.

1.2. 농업관개용수

남부 캘리포니아 주의 Los Angeles 시와 San Diego 시 사이의 Irvine Ranch Water District은 현재 인구 100,000명이나 서기 2000년 까지는 급수인구가 300,000명으로 늘어날 것으로 예상하고 있으나 이 지역의



〈그림 1〉 LA County Sanitation District Reclamation Plant의 처리과정

〈표 2〉 용도에 따른 EPA의 추천 수질 기준

| 용도 | 항목 | 기준 | | | | | |
|--------------------|-------------|---------|----------|-------------------------|-----------|------------------------|------------|
| | | pH | 탁도 (NTU) | BOD ₅ (mg/ℓ) | SS (mg/ℓ) | Fecal Coli (CFU/100ml) | 중금속 (mg/ℓ) |
| 도시내 활동 | | 6-9 | 2이하 | 10이하 | - | 0 | 1 |
| 제한 접근지역 관개 | | 6-9 | - | 30이하 | 30이하 | 200이하 | 1 |
| 농업관개-식용곡류, 비상업용 | | 6-9 | 2이하 | 10이하 | - | 0 | 1 |
| 농업관개-식용, 상업용 | | 6-9 | | 30이하 | 30이하 | 200이하 | 1 |
| 농업관개-비식용 | | 6-9 | | 30이하 | 30이하 | 200이하 | 1 |
| 여가선용-간헐적피부접촉 | | 6-9 | 2이하 | 10이하 | - | 0 | 1 |
| 조경용수 | | - | - | 30이하 | 30이하 | 200이하 | 1 |
| 건설공사용수 | | - | - | 30이하 | 30이하 | 200이하 | 1 |
| 지하수재충전-음용수로 내직접 주입 | | 6.5-8.5 | 2이하 | - | - | 0 | 1 |
| 기 타 | 현장 필요에 따를 것 | | | | | | |

〈표 3〉 생활근접용 수질기준 예

| 항목 | 단위 | 기준 |
|------------------|------|-----------------------------------|
| BOD ₅ | mg/ℓ | 5 |
| 탁도 | NTU | 2 |
| 암모니아성질소 | mg/ℓ | 2 |
| 질산성 질소 | mg/ℓ | 20(유량 11300m ³ /일 이하) |
| | mg/ℓ | 10(유량 11300m ³ /일 이상) |
| 총 인 | mg/ℓ | 2.0(유량 11300m ³ /일 이하) |
| | mg/ℓ | 0.2(유량 11300m ³ /일 이상) |
| 용존산소 | mg/ℓ | 5.0 |

연 평균 강수량은 300~350mm에 불과하다. 따라서 Irvine Ranch Water District은 현재 부족한 수량을 충족시키기 위하여 1일 처리수량 57,000m³의 Michelson

Water Reclamation Plant로 부터 1일 약 27,000~30,000m³의 재처리수를 도시관개용수로, 10,000~13,500m³를 농업용 관개용수로 받아 활용하고 있다.

Irvine Ranch의 그중 배관망은 171km의 직경 50mm로 부터 1350mm의 관으로 구성되어 있으며 도시관개 지역은 약 8.3km² 농업관개지역은 약 4.05km²에 달하고 있다. Irvine Ranch 외에도 몇몇의 대표적인 재활용수 관개지역을 표4에 정리하였다.

〈표 4〉 재활용수 사용 농업관개 예

| 구 | 분 | 개 | 요 |
|----------------|---------|-------------------------|---|
| Leesburg, Fla. | 최대재활용수량 | 11,500m ³ /일 | |
| | 관개면적 | 1.33km ² | |
| | 관개수로 연장 | 13.4km | |
| Maui, Hawaii | 최대재활용수량 | 15,000m ³ /일 | |
| | 관개면적 | 1.62km ² | |
| Sonora, Calif. | 관개면적 | 5.26km ² | |
| | 관개수로 | 14.4km | |

1.3. 도시관개용수

플로리다 주의 St. Petersburg시는 수원이 50~80km 떨어진 우물군으로 항상 수량의 부족을 겪어오다 1970년 중반부터 골프장, 공원, 학교 잔디밭, 상업지역, 주거지역, 도로의 중앙 분리대 등지의 관개에 하수처리장 방류수를 여과, 소독한 물을 사용하였다. 결과 1982년과 1983년에 생활용수 사용량의 10~15%인 1일 약 50,000m³의 물이 절약되었다. St. Petersburg 및 몇몇 도시의 관개에 활용된 재활용수 수량이 표5에 보여지고 있다.

〈표 5〉 도시관개에 활용된 예

| 구 | 분 | 공급수량(m ³ /일) | 비 | 고 |
|----------------------|---|-------------------------|---|---|
| St. Petersburg, Fla. | | 260,000 | | |
| Tucson, Ariz. | | 118,000 | | |
| Colorado Springs, Co | | 38,000 | | |
| Aurora, Co. | | 1,000 | | |

1.4. 지하수 재충전

1975년에 California 주의 Orange County Water district은 음용수를 얻기 위하여 사용한 지하수를 보충하고, 해수의 침투를 막기 위해 Water Factory 21이라는 수처리 공장을 가동하기 시작하였다. 이 처리공장은 1일 약 57,000m³의 하수 2차 처리수를 재처리하여 해변

가의 지하대수층에 주입한다. 이 처리장의 공정은 현실적으로 가능한 거의 모든 수처리 공정을 동원하고 있는 바, 이들은 Line 침전, 암모니아 탈기시설, 불연속점 염소처리, 복합여과, 활성탄 흡착, 후염소처리, 역삼투압 막분리, 탈이온 시설 등이다. 이러한 공정을 통하여 처리된 하수의 2차 처리수는 해수를 탈이온화 한 물과 최소한 1:1로 희석하여 지하수 층에 재충전 한다. Water Factory 21의 원수와 처리후 희석수의 수질과 요구되는 처리수질의 기준을 표6에 정리하였다.

〈표 6〉 Water Factory 21의 수질 및 요구수질기준

| 항 | 목 | 단 | 위 | 2차 처리수 (원수) | 희석후 주입수 | 수질기준 |
|----------|---|-----------|---|--------------------|------------|------|
| COD | | mg / ℓ | | 130 | 10 | 30 |
| MBAS | | " | | 2.7 | 0.08 | 0.05 |
| 암모니아성 질소 | | " | | 45 | 0.9 | 1.0 |
| E. Coli | | MPN/100ml | | 41×10 ⁶ | 2 | 2 |
| 탁 도 | | NTU | | 36 | 0.4 | 1.0 |

2. 쿠웨이트

인구 약 200만의 쿠웨이트는 하수보급율이 약 85%에 이르고 있다. 지표수원은 없으며 기후도 매우 건조하여 연 평균 강수량이 125mm에 불과하다. 물은 주로 지하에서 1일 약 2300m³ 가량 채수하여 식수로 판매하고 있는 실정이며 따라서 물 수요량은 모두 해수담수화 공장에서 처리하여 충족시켜주고 있다. 물이 부족한 쿠웨이트에서는 하수처리수의 재활용에 많은 관심을 기울여서 하수를 활성오니 처리후 여과, 소독의 단계를 거쳐 농업용 관개용수를 생산하는데 재활용수의 수질기준은 표7에 보여지고 있다. 현재 3개의 재활

〈표 7〉 쿠웨이트의 재활용관개용수

| 수 질 항 목 | 날 것으로 먹지 않는 작물류 관개 | 날 것으로 먹는 곡물류의 관개 |
|-------------------------------|--------------------|------------------|
| 처리수준 | 고도처리 | 고도처리 |
| SS(mg / ℓ) | 10 | 10 |
| BOD(mg / ℓ) | 10 | 10 |
| COD(mg / ℓ) | 40 | 40 |
| 진류염소(mg / ℓ) (20에서 12시간 후) | 1 | 1 |
| 대장균군(개 / 100ml) | 10,000 | 100 |

용 처리장은 1일 약 300,000m³의 시설용량을 가지고 있으며 쿠웨이트는 이들 전량을 농업용 관개와 조경용 관개에 활용할 계획이다.

3. 남아프리카 공화국

남아프리카 공화국은 미국과 유사한 재활용수 수질 기준을 가지고 있으며 비록 실제로 적용한 경우는 없으나 연구기관에서는 오랫동안 처리수로 부터 음용수를 생산하기 위한 연구를 행해오고 있다. 남아프리카 공화국은 비음용용도인 운동장 잔디밭 관개, 젓소와 양의 목축 화장실 세척용수, 제진살수 등에는 3차 처리수를 활용하되 일반세균이 검출되지 않도록 규제하고 있다.

그러나 주거지역 잔디밭의 관개, 날것으로 먹는 채소류의 관개, 어린이 놀이공원의 용수등에는 음용수 수질기준에 준하는 수질로 처리할 것을 정하고 있다. 남아프리카 공화국의 재활용수 처리방식을 표 8에 정리하였다.

〈표 8〉 남아프리카 공화국의 재활용수 용도별 처리방법

| 적용용도 | 처리방식 | 최대세균수(개/100ml) |
|--|--------------------|----------------|
| 건조지역 관개, 공원등 | 1차, 2차처리 | 1000이하 |
| 날 것으로 먹지 않는 곡물류, 포도밭, 화원, 운동장, 공원 | 1차, 2차 및 3차 처리 | 1000이하 |
| 운동장, 목축, 학교(주민들과 접촉가능성이 큼) | 1차, 2차, 3차처리 | 0 |
| 날 것으로 먹는 곡물류, 잔디밭, 놀이동산, 운동장(주민접촉가능성이 큼) | 고도처리(음용수 수질기준 정도) | 0 |
| 산업용수 | 1차, 2차, 3차처리 산화지 | 1000이하 |
| 화장실 세정용 | 1차, 2차, 3차처리 | 0 |
| 목욕 등 세정용수 | 고도처리(음용수 수질기준에 준함) | 0 |

4. 사우디 아라비아

사우디 아라비아는 처리수를 100% 재활용 하려는 정책을 추구하고 있다. 1978년에 처리수 재활용은 1일 약 95,000m³에 달하였으며 2000년에는 약 190만m³에 이를 것으로 예상하고 있다. 이것은 총 물 사용량의 약 10%에 이르는 것이다. 사우디 아라비아의 처리수 재활용은 Riyadh, Jeddah, Mecca와, Jubail 시를 중심으로 환경관리인. 1993. 10

로 이루어 지고 있다. Riyadh에서는 살수여상 방법으로 1일 약 113,000m³의 물을 처리하는데 이중에서 약 15%가 석유산업에 쓰여지고 나머지는 약 3100ha의 농토를 관개하는 데 활용되고 있다. Jeddah에는 1일 38,000m³의 활성오니법을 쓰는 처리시설이 있는데 WHO의 음용수 수질기준을 능가하는 처리수를 생산하고 있다. 이 처리장은 역삼투압 막분리 공정, 담수화 공정, 여과 및 소독의 공정을 채택하고 있으며 인근 국가들의 음용수 수질기준에 버금가도록 처리되고 있는 최초의 시설이다. Jeddah와 Mecca의 다른 공장들도 계획되고 있다. 양 도시의 재활용수는 도시용수, 산업용수, 그리고 농업관개용수로 쓰이게 된다. Jubail에서는 1992년에 1일 약 113,000m³의 처리공장이 준공되는데 이것은 비음용 산업용수, 도시관개용수 등으로 활용될 예정이다. 사우디 아라비아에서 가동중인 22개의 처리장 중에서 10개가 안정지(Stabilization Pond)이며 현재는 대부분의 유출수를 바다로 방류하고 있으나 계속적으로 재활용을 증가시킬 계획을 가지고 있다.

사우디 아라비아에서는 농업용 관개에 3차처리수를 쓰는 것으로 정하고 있으며 이들의 수질기준은 표9에 나타나 있다.

5. 싱가포르

싱가포르는 도시국가로서 거의 300만에 달하는 인구가 거주하고 있으며 연 평균 강수량은 2500mm에 달하고 있으나 워낙 국토 면적이 540km²로 협소하여 수자원이 한정되어 있다. 싱가포르의 수 개의 2차처리수를 바다로 방류하고 있는데 1966년에 Jurong 공업단지 근처의 Ulu Pandan 하수처리장으로 부터 1일 약 38,000m³의 처리수를 공단지역에 재활용하고 있다. 처리공정은 전염소처리, 화학적 응집·침전, 모래여과, 폭기, 후염소처리를 거치고 있으며, 생산된 재활용수는 공단 근처의 언덕에 밀폐된 배수지에 보내진 후 공단으로 공급된다. 이 재활용수는 공단지역에서 25,000명 이상의 주거시설을 건설할 경우 화장실 세척용수로 쓰여지도록 되어 있다. 재활용시설은 최초에는 공단에서 운영하였으나 몇가지 난점이 발견되어서 지금은 싱가포르의 하수처리를 관장하는 Singapore Public Utilities Board가 운영 및 유지관리를 맡고 있다. Jurong 공단의 재활용수 수질기준은 표10에 나타내었다.

〈표 9〉 사우디 아라비아의 농업용수 수질기준

| Parameter(a) | Maximum Contaminant Level |
|-------------------------|---------------------------|
| BOD | 10.0 |
| TSS | 10.0 |
| pH | 6-8.4 |
| Coliform(count / 100mL) | 2.2 |
| Turbidity(NTU) | 1.0 |
| Aluminum | 5.0 |
| Arsenic | 0.1 |
| Beryllium | 0.1 |
| Boron | 0.5 |
| Cadmium | 0.01 |
| Chloride | 280 |
| Chromium | 0.1 |
| Cobalt | 0.05 |
| Copper | 0.4 |
| Cyanide | 0.05 |
| Fluoride | 2.0 |
| Iron | 5.0 |
| Lead | 0.1 |
| Lithium | 0.07 |
| Manganese | 0.2 |
| Mercury | 0.001 |
| Molybdenum | 0.01 |
| Nickel | 0.02 |
| Nitrate | 10.0 |
| Selenium | 0.02 |
| Zinc | 4.0 |
| Oil & Grease | Absent |
| Phenol | 0.002 |

〈표 10〉 Jurong공단 재활용수의 수질

| | | |
|----|---|-------------|
| 1 | Colour(HU) | 7-12 |
| 2 | Turbidity(NTU) | 1-3 |
| 3 | BOD(5 days 20°C) | less than 5 |
| 4 | COD | 22-44 |
| 5 | Dissolved Oxygen | 3.5-7.3 |
| 6 | Free Ammonia(as N) | 13-23 |
| 7 | Total Kjeldahl Nitrogen | 14-24 |
| 8 | Nitrite Nitrogen(as N) | 0.1-0.3 |
| 9 | Nitrate Nitrogen(as N) | 5-8 |
| 10 | pH value | 6.8-7.3 |
| 11 | Suspended Solids | less than 5 |
| 12 | Total Solids | 300-1100 |
| 13 | Chloride as Cl | 100-420 |
| 14 | Total Hardness as CaCO ₃ | 80-220 |
| 15 | Sulphate as SO ₄ ²⁻ | 78-102 |
| 16 | Detergent as LAS | 0.1-0.4 |
| 17 | Phosphate as P | 1-4 |
| 18 | Alkalinity as CaCO ₃ | 80-140 |

하며 농업용 관개용수로 활용되는 경우 보건성이 정한 수질기준에 합당하여야 한다. 현재 이스라엘에서 재활용수의 용도는 점점 더 많은 종류의 곡물 재배에 제한없이 활용되는 추세이므로 갈수록 처리수 수질기준이 강화될 것이며 이에 따라 고도의 처리와 오랜 저장기간을 거칠 것으로 예상되고 있다. 흥미로운 것은 처리수 수질을 음용수 수질에 유사하게 되도록 요구하는 사람들은 외국시장에 농산물을 수출하는 농부들이라는 점이다.

6. 이스라엘

1987년에 약 230건의 처리수 재활용이 400만 인구의 하수로 부터 1일 약 265,000m³의 재활용 처리수를 생산하였다. 하수는 약 92%가 수집처리되어 약 42%가 관개용으로, 30여%가 지하수 재충전용으로 활용되었다. 현재 이스라엘에서는 총 물 공급량의 약 10%를 재활용수로 충당하고 있는데 2010년까지는 총 공급량의 20%이며 농업용 관개용수의 1/3에 해당하는 물을 재활용수로 공급할 계획이다. 이스라엘의 처리수 재활용방식은 대부분 겨울철에 물을 저수지에 저장하였다가 여름의 관개기간 동안에 쓰는 것으로서 현재 이스라엘에는 1천2백만m³로 부터 500억m³의 용량을 가지는 약 120개 이상의 저수지가 있다. 재활용수의 사용은 반드시 지방, 지역 또는 국가기관의 승인을 얻어야

7. 튀니지아

대부분의 북 아프리카 국가들이 처리수 재활용에 관심을 가지고 있으나 튀니지가 처리수 재활용을 국가 우선 정책 중의 하나로 설정하면서 가장 앞서가고 있다. Tunis 근방에서는 약 600ha의 오렌지와 올리브 농장이 1960년 이래 지하수로 관개를 하여 왔다. 그러나 과도한 채수와 이에 따른 해수의 침투로 인하여 현재는 봄과 여름에 하수처리장 2차 처리수의 일부가 관개용수로 활용되고 있다. 현재 4개의 처리장으로 부터 1일 총 246,000m³의 처리수가 약 4,500ha의 농장, 골프장, 잔디밭, 목화밭 등에 관개되고 있는데 Tunis 근방의 농토의 약 70%가 사용가능한 재활용수의 60%를 쓰고 있다. Tunisia에서는 재활용수의 비료적 가치에

Tunisia에서는 재활용수의 비료적 가치에 대하여 여러가지로 연구하였는 바, 재활용수로 관개를 한 경우가 지하수로 관개를 한 경우보다 수확량이 증가하였다. 또한 재활용수가 토양, 곡물 그리고 지하수에 미치는 오염정도를 조사한 결과 재활용수의 사용이 토양이나, 곡물 및 지하수를 오염시키고 있다고 할 수 없음이 밝혀졌다.

〈표 11〉 Tunisia의 농업용 관개용수 수질기준

| Parameters (a) | Maximum Concentration |
|---|-----------------------|
| pH | 6.5-8.5 |
| Electrical Conductivity(US/cm) | 7000(b) |
| Chemical Oxygen Demand | 90 |
| Biochemical Oxygen Demand | 30b) |
| Suspended Matters | 30b) |
| Chloride | 2000 |
| Fluoride | 3 |
| Halogenated Hydrocarbons | 0.001 |
| Arsenic | 0.1 |
| Boron | 3 |
| Cadmium | 0.01 |
| Cobalt | 0.1 |
| Chromium | 0.1 |
| Copper | 0.5 |
| Fluoride | 3 |
| Iron | 5 |
| Manganese | 0.5 |
| Mercury | 0.001 |
| Nickel | 0.2 |
| Lead | 1 |
| Selenium | 0.05 |
| Zinc | 5 |
| Intestinal nematodes (Arithmetic mean no. of eggs / L) | <1/1 |

대하여 여러가지로 연구하였는 바, 재활용수로 관개를 한 경우가 지하수로 관개를 한 경우보다 수확량이 증가하였다. 또한 재활용수가 토양, 곡물 그리고 지하수에 미치는 오염정도를 조사한 결과 재활용수의 사용이 토양이나, 곡물 및 지하수를 오염시키고 있다고 할 수 없음이 밝혀졌다. Tunisia에서는 National Sewerage and Sanitation Agency가 대도시의 하수시설 건설과 운영을 맡아보고 있는데 처리수가 농업용 관개에 활용되는 경우는 재활용에 관련되는 펌프장, 저수지, 배수관망 등의 모든 시설의 건설과 운영은 농무성에서 맡아서 하고 있다. 1975년에 설정된 수질기준은 처리되지 않는 하수를 날 것으로 먹는 채소류에 쓰지 못하도록 규정하고 있는데 표11에 농업용 관개용수에 적용되는 수질기준이 정리되어 있다.

8. 아랍 에미리트 연합국

1976년 이래 Abu Dhabi에서는 처리수를 비 음용으로 재활용 하고 있다. 1일 약 190,000m³의 재활용 시스템은 그중 배관망을 갖추고 공원과 거리의 가로수 관개에 활용되고 있다. 처리시설은 모래여과와 염소소독 및 오존처리의 3차 처리시설을 갖추고 있으며 재활용수의 송·급수에는 음용수보다 낮은 압력을 쓰고 있으며 재활용수 관망은 오절을 피하기 위하여 표식이 되어있다.

9. 멕시코

Mexico City의 하수의 90%는 Mezquital Valley의 농업용 관개용수로 활용되고 있으며 나머지 10%는 녹지대 관개에 사용되고 있다. 1일 약 4,540,000m³의 총 관개용수 중 약 80%에 이르는 3,410,000m³가 Mexico City의 하수와 강우 재활용으로 충당되어지고 있다. 관개용수의 일반세균의 농도는 10⁶~10⁸/100ml로 높은 편인 바, 농부들은 간혹 여러가지 질병에 시달리기도 한다. 재활용수 농업관개지역의 재배 작물은 제한을 받고 있으나 콩, 칠리, 토마토, 알파파 등의 재배에는 제한을 두지 않고 있다. Mexico의 장기적인 National Water Development Program에 따르면 재활용수의 농업관개 지역은 50,000ha로 확장될 것이며 산업용수는 1일 약 380,000m³로 부터 1,136,000m³로 증가될 전망이다.