

# 중수도의 WHO 권고치와 각 국가 기준치 설정

역저 : 최 홍 복(한양대, KIST 박사과정)

원제 : WHO Guidelines National Standards for Reuse and Water Quality.

## 1. 권고치와 기준치

공중보건과 관련된 법규나 규칙이 단지 독성이나 역학적인 측면만 규제하는 것은 아니다 공중보건에 관련된 법 제정시 경제, 사회-문화적 특징, 위생학적인 측면, 대중의 의식 및 반응정도, 그리고 기술개발 정도가 과학적인 증거 만큼이나 중요하다.

법 제정의 목적은 손실을 최소화한 범위내에서 추구하고자 하는 최소한의 한계치를 설정하는데 있다. 이러한 한계치는 절대적인 값이 아니며 정확하게 설정할 수도 없다. 세계보건기구(WHO)의 여러 기능중에 하나는 "법규제정을 제한하고 국제보건문제를 권고"하는데 있다. WHO에서 제정된 권고치는 환경보건과 공중보건 예방에 관련해서 위해서 결정시는 각국에 대한 지표와 기준자료를 제공하게 되는데 가끔씩 관련전문가, 결정입안자, 공무원 등에게 잘못 이해되고 있다. 그 결과 WHO 권고치는 특정한 나라에 적용해서 너무 보편적인 측면이 강하게 만들어졌고, 지역적인 조건, 필요성, 경향을 고려하지 않았다고 말하고 있다. 권고치의 의미를 정확히 해석한다면 권고치가 모든 나라에 절대적으로 적합하지 않은 것은 당연하다. 그 권고치는 단지 보편적인 보건학적 위해

성을 기초로하여 만들었다.

따라서 각나라가 지역적인 기준치를 설정할 수 있는 공통기초 자료가 된다.

단지 권고치는 과학적인 조사와 역학적인 것을 기초로 한 것이므로 법적기준과 혼동해서는 안된다. 기준치는 그 나라의 경제적, 기술적, 사회·문화·정치적인 상황을 고려하여 그 나라 실정에 적합할때 법률로 정해진 권고치이다. 또한 제정된 법규이지만 국가의 관심사에 따라 새로운 과학적인 사실이 입증되면 언제든지 변할 수 있다.

## 2. 음용수 기준

음용수에 대한 WHO 권고치는 개발도상국가의 음용수 기준의 기초가 되는 권고치이다. 이것은 지형적인 것, 사회·경제적인것, 음식물산업, 산업상황 등을 고려할 필요가 있다. 다른 권고치와는 다르게 국가기준이 설정될 수 있다.

음용수 기준중 최근 수단정부에 의해서 제안된 것으로 WHO의 권고치에 대한 지역적인 상황을 고려한 많은 예 중에 하나다. NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, F, TDS(Total Dissolved Solids)등은 WHO에서 설정한 권고치 이상의 최대허용치로 되어 있다. 수단에서 행한 역학조사에서 226mg/l정도 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 농도에서는 아

무런 해가 없었다고 조사되었다. 수단 어린이들은 최소한 18개월동안 우유나 염소젖을 먹는다, 이런 특이한 문화권에서 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>가 값비싼 이온 교환수지를 통해서 제거되어야만 하는지 생각해 볼 일이다. 그래서 수단 정부는 기준치로 50mg/l(질소로 환산해서) 선택하게 되었고 반면에 WHO는 10mg/l를 권고치로 제안하여 왔다.

불소의 경우 수단에서 최대허용치를 7mg/l로 설정하였다.

반면에 WHO의 기준치는 1.5mg/l였다. 임상적 조사에 의하면 불소의 농도 3-7mg/l이 적합하다. 만약 해로운 영향이 발견되었다면 그 원인을 찾아야만 할 것이다.

높은 TDS에서 부적합한 물리적인 반응이 일어난다는 증거는 없다. 그러나 물은 불쾌한 냄새로 변하게 되고 물공급과정에서 부식이나 침식 등의 원인이 될 수 있다.

이런 이유 때문에 TDS의 WHO의 권고치는 1000mg/l로 설정되었다. 그러나 낮은 염분도의 원인을 찾기가 어렵고 염분을 제거하는 것도 어렵다. 수단 정부에서는 TDS를 5000mg/l로 기준치를 설정하였다. 최대 기준치가 높게 설정되므로 수질은 점차로 악화되어 가고 있다. Tanzania 역시 음용수 수질기준을 똑같은 기준에 맞추어 설정하였다. 몇가지 고려요소(Cd, Cu, F, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl, 탁도)는 WHO에서 설정한 권고치 이상이였다.

한편으로 많은 산업국가들은 위해성이 증가함에 따라 WHO 권고치보다 엄격하게 국가 음용수 기준을 채택하고 있다. 그들은 최대 허용값을 낮추기 위해서 실험을 통한 조사, 자료분석 등을 연구했을 뿐만 아니라 WHO에서 고려하지 않은 항목(THM)까지 추가해서 고도처리를 시행하였다.

### 3. 중수도의 국가기준치의 설정

서부권에서는 농업관계 수로용수의 사용은 고

대 아테네까지 거슬러 올라간다. 19C의 후반세기 동안 유럽에서 물의 재사용이 상당히 증가하였고 많은 강물의 오염이 이러한 현상을 더욱 촉진시키게 되었다. 육상에서 폐수의 처분은 곧 그 자체를 이용할 수 있는 방안이 필요하다. 이에 따르는 법이 1985년에 영국에서 하수처리에 관한 Royal Commission이 처음으로 승인 되었다. 폐수 자체를 아무리 규제해도 강의 오염을 피하기 어려웠던 것이 지금까지의 현상이었다. 그러나 도시의 성장에 따라 폐수의 양이 증가하고 폐수처리법이 발달함에 따라 관개용으로 폐수를 사용하는 경우가 줄어들었다. 일부 관개용수로 사용할 경우 유기물질이 토양에 유입되므로 불투수층이 증가하고 미생물 오염등이 야기되었다.

위생학자들은 인간의 환경으로부터 전체 병원균의 제거에 대한 필요성을 강조하고 있다. 그러나 이것은 실질적으로 불가능하다. 한편으로는 물을 재사용하므로 오는 경제적인 이익이 위생학적인 위해성과 균형을 이루지 못하고 있다. 과거 20년간 관개용수의 재사용은 농업용으로 물이 부족한 건조 혹은 반건조 지역에서 다시 재개되고 있다. 법은 단지 폐수의 병원균이 있다고 해도 재사용으로 인하여 병원균의 전염이 없다는 확실한 역학조사나 병원균과 숙주와의 관계가 없다는 전제하에서 토양관개용으로 부분적으로 규정하고 있다.

1918년에 캘리포니아주 보건부에서는 관개용수질기준을 설정하였다. 몇년을 걸쳐서 교정된 것이 오늘날 가장 완벽한 법규중의 하나가 되었다. (1968년의 캘리포니아주 보건부서). 불행히도 많은 나라들은 각 나라의 상황을 고려하지 않은 상태에서 같은 기준을 설정하였다. 1971년 물의 재사용에 대한 WHO전문가 회의에서 물의 재사용에 따른 캘리포니아의 엄격한 기준은 역학조사에 의해서 보면 타당하지 않으며 100ml당 100미만의 대장균이 나와 엄격한 기준을 요하지 않는 관개용

(식용채소 재배용)미생물 권고치로 적당하다고 했다. 그 회의에서 보다 합리적인 역학적인 방법으로 폐수관개용 권고치가 필요하다는 것을 느끼게 되었고 이 문제는 충분히 검토되어야 한다는 결론을 내렸다. 그 이후 WHO 세계유엔환경 programme 등에 의해 많은 노력이 있었다. 그래서 광범위한 새로운 역학조사 조사증거들이 누적되었고 초창기의 연구와 보고서에 대한 평가가 있었다.

이런 자료를 관찰한 역학자들과 공중보건 전문가들의 공통된 견해는 처리된 폐수로 관개에 관련된 실질적인 위해성은 과거에 평가된 것보다 훨씬 낮다는 것이다.

재사용 물을 채소류의 관개수나 비식용 샐러드 곡류에 사용되는데에 따른 미생물 기준치와 권고치는 엄격하게 설정되어 있으나 설득력이 부족하다. 특별히 박테리아 병원균의 측면에서 그러한

현상이 두드러진다. 농업용수에서 불충분하게 처리된 폐수에 대한 위해성을 잘못 판단했다는 것을 알게되었다.

새로운 증거를 기초로 해서 Ergelberg보고서가 과거의 대장균에 대해 덜 엄격했던 권고치를 포함해서 새로운 권고치로 추천되었다. 그러나 그것은 과거의 기생충 알까지 고려한 권고치보다 엄격하다. 기생충알은 기생충 질환이 있는 지역에서 폐수 관개로 인한 공중위생의 위해성을 초래할 수 있다는 것을 인식시켰다.

1987년 폐수 사용을 위한 보건 권고치에 대한 것을 과학단체에서 여러가지 연구(사전조사 연구, 역학적인 증거, 보건적인 위해성 기준 등)을 기초로 하여 아래 표1과 같은 권고치를 추천하게 되었다.

이것은 곡류 생산시 재사용물로 인한 오염에 관한 것을 언급하였다.

표 1. 농업용으로 폐수 사용시 미생물의 상태에 대한 권고치

분류	재사용조건	접촉자	선충류 <sup>1)</sup> (산술 평균)개체수 /100ml <sup>2)</sup>	대장균수 (기하평균)	효율적인 수처리법
A	비식용 곡류 운동장 공원	노동자 소비자	< 1	< 1000	연속안전조설치, 평형조
B	곡류 관개수 나무류	노동자	< 1	해당없음	안전조에서 8-10일체류 기생충 대장균 처리
C	노동자와 대중에 노출되지 않으면 분류 B에 속함	없음	해당없음	해당없음	전처리 요구

\* 특별한 경우에 지역 역학적인 조사, 사회·문화 환경적 요인들이 고려되어야 한다.  
권고치에 따라 변경되어야 한다.

1) Ascoris, Trichuris and hookworms

2) 관개기관 동안 보다 엄격한 권고치(<200 대장균/100ml)

공공잔디, 호텔잔디 같은 공공장소는 직접 접촉하는 장소로 적용.

과일나무의 경우 과일을 따기 2주일 전에 멈추어야하고 땅에 떨어져있는 과일을 줍지말고 스프링클러를 사용하지 말것.

권고치는 과거에 실행되었던 미생물학적 기준 보다는 역학적인 증거에 의해서 설정된다. 처음으로 내장선충류에 대한 권고치가 독일에서 연구된 역학조사에 의해서 설정되었다. 인디아와 이스라엘은 곡물류 소비자와 현장근로자에 있어서 회충 증 이병률을 고려해서 폐수를 관개하였다. 실질적으로 내장선충은 폐수에서 높은 위해성을 내포하고 있다. 이유는 그 세균은 토양에서 오랫동안 살아남을 수 있고, 환경에서 장시간 저항능력이 있으며 낮은 농도에서도 감염이 될 수 있으며 가정에서 숙주없이도 전염될 수 있다.

지금까지 잠재적인 위해성을 바탕으로 연구(하수등에 의해서 질병이 발생되었다는 것을 검지하지 않은 상태에서 폐수, 토양, 곡류에 병원균이 존재한다고 본다)는 많은 나라에서 매우 엄격한 기준치를 개발하도록 유도하게 되었다. 그것은 실행과 법집행에 어려움을 더해지게 되었다. 기존의 2차, 3차 처리 시스템(활성 슬러지법, 화학적인 침전법, 급속 모래여과와 멸균)은 그러한 기준을 충족시키는데 필요하다. 높은 비용과 운영문제를 제외하고 이런 공정은 대부분의 humus같은 유기물과 영양분을 제거하게 되고 반면에 곡류 생산증가에 기여하게 될 것이고 합성비료의 필요성을 감소시켜 줄 것이다. 폐수의 사용에 대한 국가기준치 설정은 경제적인면과 보건의 측면에서 서로 상충된 상태에서 행해졌다. 식품을 수출하는 많은 나라에서는 폐수로 관개하고 수입국의 보건 정책에 반영되는 기준을 설정하거나 역학적인 혹은 보건학적인 측면에서 판단없이 국제무역법규에 맞추어 가고 있다.

기타 공공 공원이거나 잔디의 관개용으로 폐수를 사용하는 경우에 관광개발 측면이나 이미지를 흐리게할 가능성 때문에 극히 제한하여 왔다. 예외 없이 관개용으로 폐수처리를 위한 발전된 기술을 이용하려고 노력하는 산업국가들 혹은 물의 재사용에 관련된 보건의 문제에 대단히 민감한 나라

들은 제한과 제한되지 않은 관계에서 매우 보편적인 측면만 받아들이고 있다. 그러나 새롭게 제안된 많은 국가기준치는 내장 선충류에 권고치를 도입하는 과정에서 WHO 권고치를 기초로 하였고 적절한 폐수처리시스템도 채택하였다.

이어서 1989년 WHO 권고치의 발간전후 Jordan은 식용곡물류 관개용으로 물의 재사용을 허용하는 법규를 채택하였다. 처리 유출수는 1000mg이하의 대장균과 내장 선충난자 1개/1미만이였다. 조르단도 역시 도입하여 WHO 권고치를 확정지었다.

대장균의 기준치(200마리/100ml이하)와 내장 선충 기준치(1마리/1이하)가 설정되었다. 대중이 직접 접촉할 수도 있는 공원과 잔디밭의 관개를 위한 것이다. 음용수로 사용되지 않는 관개용으로 내장 선충 난자의 기준치 (1/1미만이 1989년에 제정되어서 Tunisia의 정부에 의해서 제안되었다. 관개용으로 사용 처리된 가정하수 유출수의 기준치는 최근에 Cyprus의 정부에 의해서 제안되었는데 BOD, SS, 대장균, 내장 선충이 포함되어 있다.

재사용되는 물의 질은 곡물류의 4가지 분류에 따라 다양하다. 쾌적한 지역은 50마리 대장균/100ml 매달 분석한 사료의 80%를 넘지 않고 허용최대 값은 100마리/100ml로 장내 선충은 있어서는 안된다. 이런 유출수의 질을 얻으려면 소독이 동반된 2차 3차 처리가 요구된다.

곡류산업에서 3000마리 대장균/100ml가 사료의 80%를 초과해서는 안되고 최대 10,000/100ml가 허용된다. 무역의 목적 곡류와 장식용 나무에 대한 관개는 적용되지 않는다. 기준치는 처리기술, 곡류의 관개방법, 작동과 유지에 대한 전문가의 선택기준, 안전성 측정에 의해서 보완될 수 있다.

프랑스는 국가의 기준치로 관개용 폐수 사용에 대한 WHO 미생물 권고치를 받아들인 최초 유럽 국가가 되었다. 유출 수질과 관개 방법에 따라 3가지 방법의 위생적 분류로 나누었다. 내장 선충

기준치(1마리미만/1)이 WHO 권고치에 따라 그룹 C(대중에 공개되지 않은 녹지대, 사료용 곡물류)를 제외한 모든 곡류 그룹에 적용해도 된다.

대장균 1000마리 미만/100ml는 생식하는 곡물류에 적합하고 또 일반 대중에 공개된 녹지대 같은데 적용할 수 있다. 이런 측면에서 제안된 기준치는 일반대중이 직접 접촉을 하는 공공 잔디의 관개에 대해서 200마리 대장균/100ml가 권고치로 추천할 만한 것으로 WHO 권고치보다 약간 덜 엄격하다.

많은 나라들은 현재 WHO에서 제공된 건강보호 권고치를 기초로한 그들 자신의 기준치를 개발하고 있는 중이다. 그밖에 기타의 나라들은 미생물학적인 권고치를 받아들이지 않고 그들 국가의 상황을 고려한 법규를 제정하고 있다. 이러한 나라중에 하나가 멕시코이다.

멕시코는 세계에서 관개용으로 가장 많은 폐수를 사용하고 있다. 폐수처리시 내장 선모층의 침전과 대장균의 감소를 위하여 천연 저수지에 폐수를 저장한다. 멕시코에서는 첨가되는 폐수 곡류 관개용으로 80 m<sup>3</sup>/sec로 폐수처리 비용이 절감된다.

생식이 아닌 곡류나 땅에서 자라는 사료용곡류(alfalfa, maize와 곡류)등에 엄격히 제한하여 실시한다.

이렇게 보전적인 측면을 강조하고 고려하여 강행하므로 해서 멕시코는 지역 상황을 고려하여 법을 제정하는 뛰어난 예를 보여준 것이다.

#### 4. 결 론

건강과 건강의 위해성은 권고치에 의해서 적절하게 설정될 수 있고 적절한 기준치는 수질 관리를 위한 국가법에 고려되어야 한다. 음용 수질에 대한 권고치는 엄격히 지켜야만 하는 특별한 권고치 설정보다는 오히려 소비자 건강을 보호할 수

있는 골격을 설정하는 것이 그 목적이라고 할 수 있다. 국가 음용수질기준은 가능한 권고치에 가깝게 설정된다고 할 수 있다. 그러나 만약 국부적인 조건이 권고수치 채택을 허용하지 않는다면 다른 제어 방법이 건강에 해를 주지 않는 방법으로 선택해야 할 것이다.

실질적으로 평가해 볼때 관개용으로 폐수의 사용은 이익의 증가를 가져오고 특히 강이나 호수에 방출량이 감소하므로 해서 수자원이 절약되고 개선된 식품공급을 통해서 좀더 나은 영양원의 공급으로 건강을 개선하게 되어 하수를 통해서 건조 및 반건조지역을 이용하게 된다. 물이 곡류생산의 제한요소로 되는 지역은 어디든지 관개용으로 질이 낮은 수질을 이용하는 방법이 개발되고 있다. 비슷하게 기준치와 과정을 지역적인 특성을 고려하지 않았을 때 안전하게 물을 재이용하는 체계를 충분히 이행하기 어렵다.

과거에는 재사용물은 위해성이 있다는 가정하에서 기준이 설정되었다. 기준치가 그 나라의 여러가지 상황을 반영하고 난 다음부터는 허용기준에 대한 우려가 없어졌고 거기에서는 물론 위해성과 이익적인 측면이 동시에 고려되었다. 이런 연구에 따라 결정입안자들은 집단의 의견을 수렴해야 하고 그 나라의 필요성, 보전에 대한 인식, 경제적인 상황, 사회적인면, 지속가능한 건강보호를 고려해서 기준치가 설정되는데 사용자들이 받아들일 수 있는 것보다 약간 높게 책정되는 것이 보통이다.