

## 농업용수 수질관리



윤 경 섭

농어촌진흥공사 담수호연구실장

### 1. 필요성

물은 인간의 생명과 생활에 없어서는 안될 귀중한 자원인 동시에 토지, 삼림 등과 함께 국토를 형성하고 있는 중요한 자원이다. 더욱이 물은 경제, 산업 등 각종 활동을 지원해 주는 기본재이기 때문에 물을 안정적으로 공급하고 수질을 확보하는 것은 미래의 우리 나라 농업토목이 해결해야 할 중요한 과제이다.

70년대 이후 농촌지역의 도시화와 산업화에 따른 생활하수 및 공장폐수의 발생량 증가, 생활폐기물의 투기, 축산시설의 증가, 각종 위락시설의 증설, 농어민 소득향상을 위한 농공단지조성, 농촌취락의 하수종말처리 및 분뇨처리 등 환경기초시설의 미비 등에 의하여 농촌 수질환경이 오염되고 있으며, 과학기술의 발달에 따른 오염물질의 다양화도 오염을 가중시키는 원인이 되고 있다.

농어촌 수질환경 오염의 특징은 오염원이 산재하고 배출이 간헐적이고 불특정 다수에 의한 오염물질의 배출이 많다는 것이며, 이에 따라 오염개선도

어려움이 따른다. 이리하여 적극적인 농업용수 수질관리 및 수질개선대책의 필요성이 강조된다.

### 2. 농업용수 수질현황

#### 가. 농업용수 수질조사

과거 우리 나라 농업용수원의 수질 조사·연구는 오염물질별 오염피해 경감방법, 농작물 생육관계, 토양 중 중금속류에 의한 작물피해 연구 등 극히 한정적인 연구활동에 그쳤다.

수질조사는 1966년 한강, 낙동강, 금강, 섬진강 등 농업용수개발사업계획이 추진 중에 있는 주요 하천(12개 수계)을 대상으로 수질조사를 실시한 것이 전국 규모의 농업용수와 관련한 수질조사의 효시이다. 그 후 1968~1972년까지 대단위 농업종합개발사업 지구를 포함한 하천과 경기도내 주요 저수지(12개소) 및 서남해안 주요 저수지(7개소) 그리고 지하수 관정(6개소)을 대상으로 갈수기, 홍수기, 평수기로 구분하여 3회/년에 걸쳐 조사를 실시하였으며 이는 주로 용수원의 수질조성

성분 즉 영양소의 천연공급능력, 식물영양생리에 미치는 무기영양염류의 함유량, 감조수역(感潮水域)에서 염해 등의 파악에 주안점을 두었다.

1978년 이후 정부의 계속사업으로 농업용수 수질조사가 이루어지고 있으며 그 내용을 요약하면 수계별 오염현황조사, 하구담수호(아산호, 남양호, 삼교호, 영산호 및 대호 등 5개 담수호)의 담수호화 과정 및 부영양화 평가분석조사, 저수지(50개소) 수질오염 현황조사, 지하수오염(관정 20개소) 개략조사, 수리시설 수질오염 표본조사(시군시설, 농조시설) 등을 실시하였다. 1990년부터는 농업용수원의 수질감시를 강화하기 위한 농업용수 수질측정망 제도가 도입되어 대표 수리시설에 대한 정기적 수질조사·평가분석이 이루어지고 있어 종합적이고 체계적으로 수질변화추이를 파악하여 농업용수 수질관리 정책 기초자료를 확보하고 있다.

나. '97 농업용수 수질측정망 조사 결과

1) 조사시험 및 평가방법

농업용수 수질조사시험 및 평가방법은 현장조사 시험 및 실내시험, 환경·자료조사, 종합평가분석으로 구성되었으며 수질환경보전법 제7조 규정에 의한 수질오염공정시험방법과 농업용수 수질관리지침의 수질조사에 의하여 COD등 18개 항목에 대하여 동일지점에서 상·하반기로 나누어 2회/년 조사 분석 하였다.

한편 수질오염정도의 표현은 물의 용도에 따라 방법이 다르겠으나 오염물질의 농도로 표현하는 경우가 많다. 그러나 수질오염상태를 각각의 오염물질 농도로 표현하는 것은 그 의미가 제한적이며 전문가 이외에는 알기 어렵다. 따라서 수질오염평가지수(water quality index)가 개발되어 활용되고 있다. 여기서는 Prati's Implict of Pollution를

활용하여 측정망 수질조사결과를 평가하였다.

2) 측정망 지정·운영 대상 시설

담수호	저수지	양수장	보	계	비 고
7	130	16	8	161	· 담수호 -대상 : 남양호, 아산호, 삼교호, 대호, 간월호, 부남호, 영산호 -조사위치 : 상류, 중류, 하류

3) '97 조사결과 및 분석평가

농업용수원의 수질이 오염된 것으로 간주될 수 있는 “아주 나쁨(heavily polluted)”과 “나쁨(polluted)” 등급이 조사대상 161개 수리시설 중 14.9%에 해당하는 24개 용수원이다. 전년대비 약간 증가한 것으로 나타났다.

연도	등급					
	계	우수	양호	보통	나쁨	아주 나쁨
'96	150 (100.0%)	24 (16.0)	43 (28.7)	63 (42.0)	19 (12.7)	1 (0.6)
'97	161 (100.0)	28 (17.4)	55 (34.2)	54 (33.5)	22 (13.7)	2 (1.2)

3. 농업용수 수질관리 대책

가. 환경보전적 농업용수원 개발 및 합리적인 물 관리 체계 구축

농촌지역의 수질관리는 농촌의 생활하수, 축산폐수 및 공장폐수 등의 산업폐수를 관리하지 않고는 이루어질 수 없다. 농업 소유역의 수자원, 자연자원, 농지자원, 부락관리 등의 농촌지역 종합관리를 맡아 농업은 물론 자연 생태계를 보전하고 이미 훼손된 생태계를 복원하는 정책까지 개발하고 시행해야 한다. 또한 수자원의 활용도를 높이고, 물의 절약을 위해서는 수계내 수자원 관리기관간의 유기적인 업무 협조와 함께 물의 이용과 관리에 있어서 상호 정보교환, 의사결정과정의 협조체계 확보 등을

통하여 일관된 물관리가 이루어 지도록 하며, 특히, 치수관리를 위해 수계별로 수문자료의 수집과 분배, 해석, 의사결정 등을 일관되게 실시할 수 있는 협조가 필요하다. 이를 위해 각 수계별로 주요 수자원 시설간의 연계 운영이 가능하도록 하는 수계단위의 물관리 통합시스템 등 현대적인 관리기법이 필요하다. 농업기반시설의 관리주체는 농어촌정비법에 근거하여 농어촌진흥공사, 지방자치단체, 농지개량조합으로 나누어져 있으며 시설관리자는 농어촌진흥공사장, 시장·군수·구청장, 농지개량조합장으로 지정하였다. 한편 농업기반시설 관리규정 제6조에 의하면 시설의 물관리는 시설관리자가 저수지 담수호 등 수원의 수량, 수질 등을 상시 파악하고 가뭄에는 절수대책을 수립하여 용수를 공급하며, 홍수시에는 시설물의 피해우려 및 사전방류 등을 면밀히검토한 후 재해 미연방지, 오염물질이 유입되어 수질이 악화되지 않도록 주의하고 필요시 적절한 대책강구와 조치를 취하도록 하고 있으나, 수면(水面)에서 청소, 준설, 조류제거, 수초제거 등의 일반적인 관리사업을 시행하고 있으나 유역에서 오염물질 발생원에 대한 관리는 공단지역인 경우 지방환경관리청, 기타지역인 경우 자치단체가 맡고 있다. 이렇게 기능이 여러기관에 분산되어 목적에 따라 독자적인 계획수립 및 집행을 하고 있어서 체계적인 관리가 미흡하다.

#### 나. 수질오염 방지기술

##### 1) 지역적 농업용수 수질관리 기술

농촌지역에서는 수질오염은 지역의 물질순환 시스템의 붕괴에 있으므로 이를 재구축하는 방법이 모색되어야 한다. 농촌지역의 공간특성에 알맞은 오염방지시설과 농업수리시스템을 구성하는 논, 용배수로 등의 자연정화기능을 유기적으로 종합하여

야 한다. 이를 위해서는 농촌의 광역적인 수질해석에 대한 조사·연구를 발전시켜 농촌만이 가지는 자연정화 처리기능을 처리시스템에 도입하여 효과적인 수질관리가 될 수 있도록 해야 할 것이다.

##### 2) 오염물질 발생원 대책

수질오염을 근본적으로 방지하기 위해서는 오폐수 발생량을 줄이고, 환경기초시설을 확보하며, 오염원 관리를 철저히 하여야 한다. 수질오염의 사전 예방기능을 강화하기 위하여 필요시는 토지이용을 규제하여야 한다. 특정오염물질의 오염을 예방하기 위해서는 그 물질의 제조·수입단계에서부터 규제토록 하여야 한다.

현행 수질환경보전법은 배출원 관리에 중점을 두고 있으며 유역의 점오염원 및 비점오염원을 총체적으로 관리하는 체계를 갖추지 못하였다. 특히 농촌지역 용수원의 대부분은 축산폐수에 의하여 오염이 가중되고 있으며 이를 개선하기 위해서는 축산농가에 대한 각종 지원 체계를 갖추어야 한다. 이렇게 점오염원에 대한 규제 및 관리제도는 어느 정도 발전되어 왔으나 비점오염원의 처리 및 관리기술은 아직 미미한 수준이다. 폐쇄성 수역에서 비점오염원 수질에 미치는 영향이 점차 증대되고 있어 이에 대한 대책이 보완되어야 할 것이다. 강우시 유출되는 비점오염원 부하가 수질에 끼치는 영향은 하수처리율이 향상되고 경제활동 수준이 높아질수록 증가하고 있으며, 토지이용의 고밀도화로 미국유역의 경우 총수질오염 부하의 50% 정도가 비점오염원에 의한 것으로 조사되고 있다. 특히 도시지역 하천의 경우, 각종 유성 독성물질 및 중금속의 주요 오염원이 비점오염원으로 밝혀지고 있으며, 폐쇄성 수역의 경우 영양물질의 80% 이상이 비점오염원에 의한 것으로 계산되고 있다.

최근 우리 나라의 수질오염 특징도 과거의 대량

발생원의 비점오염원에 의한 수질오염에서 도시강우 유출수, 농지 등에 의한 저농도 발생원의 비점오염원에 의한 광역적 수질오염이 갈수록 문제가 되고 있다. 특히 일부 비점오염원 농도는 점오염원보다 높은 항목도 있으며, 강우시 유입량도 막대하여 수질환경에 큰 영향을 미친다. 비점오염물질은 대부분 강우시 유출되며 강우와 비점오염원 유출과의 관계는 비례관계로 강우량이 많아지면 총침식량의 양도 많아지며 이에 따라 각종 오염물의 양도 증가한다.

### 3) 농촌지역에 적합한 환경기초시설 확충

현재 환경기초시설(하수종말처리장, 분뇨종말처리장, 축산폐수정화시설, 하수관망, 정화조 등) 대도시나 상수원보호지역에만 집중되었고 기술개발도 이들 시설을 중심으로 이루어졌으며 상대적으로 농어촌지역의 환경기초시설은 등한시 된 것이 사실이다. 또한 농촌현실에 적합한 처리기술의 연구개발과 관리기법에 대한 경험과 기술이 축적되어 있지 않은 실정이다.

농촌에서 적용 가능한 오폐수처리시스템은 자연정화시스템(natural wastewater treatment system)으로 토양(=여과+흡착+미생물에 의한 분해), 식물 또는 미생물과 같은 자연 요소들의 자정능력을 이용하여 처리하는 자연정화 시스템이 가장 합리적이다. 이러한 시스템은 인공적으로 건설한 종합적인 오폐수처리시설에 비하여 에너지소모가 적고 유지관리가 용이하여 소요경비가 낮으며 오니발생량이 적어서 2차오염의 우려가 적다. 농촌지역과 같이 이용가능한 공간이 상대적으로 넓은 지역에 유리하며 과거부터 사용해오던 방법으로는 침출지(leach field), 안정지(stabilization pond), 지면살포처리(land treatment) 등이 있다. 근래에 개발되고 있는 처리방법으로는 부생식물(float-

ing plant)을 이용한 수중처리(aquatic system)와 정수식물(emergent plants)을 이용한 저습지(늪지)처리(wetland system) 등이 있는데 Aquatic system에 이용되는 식물들은 안정지의 성능향상과 영양염의 제거기능 때문에 관심을 받고 있으며 이들을 사용한 처리기술들이 독특한 영역으로 부각되고 있다(WPCF, 1990). Wetland system은 자연습지의 자정능력에 대한 관찰, 수중처리와 지면살포 등의 경험들이 혼합된 효과적인 시스템이다.

농촌지역에 적합한 처리시설들은 최소한 수질 기준치를 만족시키는 것, 유지관리가 간편해야 하는 것, 그리고 오염 부하량의 변동에 크게 지장을 받지 않을 것 등이 고려되어야 한다. 이러한 시스템이 널리 보급되기 위해서는 표준화된 설계기준 등이 제정되어야 하고, 질소나 인산 등의 제거기능 강화, 사용하는 수중식물과 오염 부하량 그리고 수중 생태계간의 관계에 대한 보다 구체적인 연구가 요구되며 소규모 부락단위 하·폐수처리시설 설치에 대한 재정적, 기술적 지원이 이루어져야 한다.

### 4) 수질감시 기능 강화 및 연구지원의 확대

현재 농업용수 수질측정망은 수질평가와 수질보전 계획수립을 위한 기초자료 수집에 있어 태부족인 형편이다. 그러므로 유역내 지표수 및 지하수 수질 측정망을 확대하여 장기적인 실측자료를 획득하여 수질관리 정책자료를 확보하여야 하며, 수리시설 관리자의 조직을 이용하여 농업용수 수질감시단의 활동을 활성화하여 각급 오염 배출원에 대한 감시활동과 현장 농민들로부터의 수질정보수집 활동을 강화하여야 한다.

한편 국제적인 연구경향은 빠르게 변하고 있으며 더욱더 세분화되고 있다. 수질관리도 초기에는 지표수 수질에 국한되었으나 1980년대 후반부터는

지하수 수질에도 많은 연구가 진행되고 있다. 비점 오염원의 관리 및 통제와 관련된 농업 환경분야의 연구는 초기에 최적 영농방법의 개발을 위한 연구에서 비료 및 농약관리 방법, VFS(vegetated filter strips)와 하천변 수림복원 및 관리방법, 처방 농업 등에서 종합적인 자원관리로 영역을 확대하고 있다. 농촌유역인 산림, 농경지, 하천, 저수지에서 수량과 수질의 순환을 지리정보 시스템(GIS)에 입력하고 이를 이용한 농촌유역의 종합 환경관리기술을 개발하여 쾌적한 생산 및 생활환경을 조성하여야 한다.

#### 다. 수질관리의 제도적·재정적 지원체계 확립

수질오염에 대한 국내외 관심이 높아지고 국내에서도 국부적이긴 하였지만 크고 작은 오염사건이

발생하여, 수질관리 행정이 강화되었으며 그 전개 과정은 1960년대는 성장위주의 정책으로 환경문제가 소홀하였으며 1963년 공해방지법이 제정되었으나 1969년에야 시행될 수 있었으며, 1977년 환경보전법으로 개편하였으며, 1980년대에는 환경청을 발족하고 추진체계를 강화하였으며, 1990년대에는 환경정책기본법을 상위법으로 하여 오염종류에 따른 분야별 규제법 즉 수질환경법 등으로 분법화되었다. 그러나 농업용수 수질관리에서는 농어촌정비법 제19조에 규정된 농업용수의 오염방지 1개 조문으로 효율적인 수질관리에는 부족한 실정이며, 수질관리의 목표가 되는 농업용수 수질기준이 정립되지 않아 용수 수질관리의 공백을 여실히 증명하고 있다.

