

친환경 수질개선기술 소개



김형중
한국농어촌공사 농어촌연구원 박사
iamwater@ekr.or.kr

1. 서론

고도성장기에 오염물질을 배출하는 산업시설이 빠르게 증가되고, 농촌지역에서는 생산량 증대를 위해 농약과 비료를 다량 사용함에 따라 수질이 악화되는 하천이나 저수지가 증가되었다. 물고기 폐죽음, 녹조 및 적조 대발생 등 여러 가지 수질문제가 발생하여 사회적인 문제로 대두되면서 수질 관리에 많은 투자를 하게 되었다. 오염된 하천이나 저수지의 수질을 개선함으로써 수인성 질병에 의한 피해를 방지할 수 있을 뿐만 아니라 물고기 등의 생물이 복원됨으로써 생태계가 되살아나게 된다. 따라서 수질개선 자체가 환경을 개선하는 친환경적인 기술이기 때문에 친환경 수질개선기술을 논한다면 수질개선기술 전체가 포함되는 것으로 볼 수 있다.

그러나 수질개선기술 전체를 다루는 것은 무리가 있기 때문에 본고에서는 수질개선기술 중에서 가급적 장치형 기술을 배제하고 자연정화기능을 적극적으로 활용한 기술이나 2차 오염 우려가 적은 수질개선기술을 중심으로 기술하고자 한다.

2. 본론

농림수산식품부(2008)에 의하면 농업용수 수질측정 망시설 526개소의 주요염원은 생활계가 32.7%, 축산계가 30.4%이고, 비점오염원인 토지계에 의한 오염이 36.3%로서 점오염원이 68.3%로 높고, 그 중 생활하수에 의한 오염이 가장 큰 것으로 조사되었다. 또한 농업용수 수질환경기준(IV등급)을 초과한 시설의 주요염원은 생활계와 축산계가 각각 48.2%로서 점오염원이 96.4%의 높은 비율을 차지하고, 토지계에 의한 비점오염은 3.6%로 낮은 것으로 나타났다.

한편, 생활계가 주요염원인 시설수가 2001년 이후 점차 감소하는 추세에 있으며, 축산계는 2000년도에 27.1%에서 2008년 30.4%로 약간 증가한 것으로 나타났다. 비점오염원 중 토지계에 의한 오염기여율은 2000년에 27.1%에서 2008년도에 36.3%로 지속적으로 증가하는 추세이며, 2008년에는 토지계에 의한 수질오염 비중이 생활계를 초과한 것으로 나타났다(농림

수산식품부, 2008). 따라서 농업용수의 수질보전을 위해서는 점오염원과 비점오염원을 모두 적절히 관리할 필요가 있다.

2.1 점오염원 관리

가. 계단형 상하흐름 인공습지

본 공법은 기존의 지하흐름형 인공습지를 개량한 것으로서 바닥을 계단형으로 구성하여 단계적으로 낮아지도록 함으로서 상하류의 수두차에 의해 하수가 잘 흐를 수 있도록 하였다. 또한 물이 상하로 흐르도록 하여 접촉여재와 물이 접촉하는 길이를 길게 함으로서 여과효율을 높일 수 있도록 하였다. 접촉여재는 흡착 및 모형실험을 통하여 오염물질의 흡착효율이 높은 혼합여재를 개발하고 계단형 상하흐름 인공습지에 충전하였다.

호기성조건과 혐기성조건이 연속적으로 조성되어 질소의 제거율을 높이기 위해 <그림 1>과 같이 구성하였다. 그림과 같이 하수가 인공습지의 표면을 흐를 때에는 대기와의 접촉에 의한 재폭기가 이루어질 뿐만 아니라 식물의 기공과 뿌리를 통하여 근권에 산소가 공급되기 때문에 표면부에는 호기성상태가 유지되어 질산화가 이루어진다. 하수가 바닥 쪽으로 내려가면 산소의 공급이 없어 혐기성상태가 유지되기 때문에 탈질작용이 일어난다. 이와 같이 인공습지 내에서 물이 상하로 이동하면서 흐르기 때문에 하나의 습지 내에 호기성조건과 혐기성조건이 조성되어 질소의 제거효율을 높일 수 있다.

본 공법이 적용된 SP마을하수도의 처리수는 모든 항목이 방류수 수질기준을 만족하고 있었으며, 이 때 처리효율은 <표 1>과 같이 BOD 95%, COD 92%, SS 99%, TN 68%, TP 60%, 대장균군 99%인 것으로 나타났다.

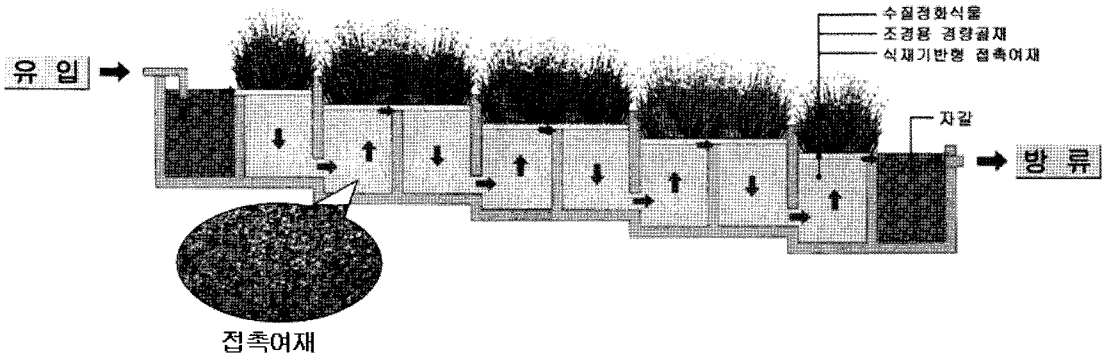


그림 1. 계단형 상하흐름 인공습지 모식도

표 1. 계단형 상하흐름 인공습지 유입수 및 처리수의 수질

구분	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	대장균군 (마리/mL)
유입수	101.7	67.5	116.9	40.9	3.9	70,678
처리수	4.7	5.2	1.2	13.2	1.6	52.9

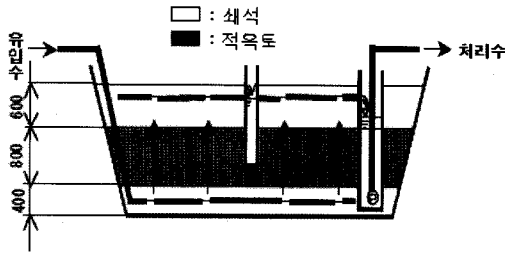


그림 2. 상향류형 지하흐름 인공습지⁹⁾

나. 상향류형 지하흐름 인공습지

한편 일본의 비와호 · 淀川수질정화공동실험센터(2002)에서는 상향류형 지하흐름 인공습지를 개발 및 적용하고 있다. 이 시설은 <그림 2>와 같이 오수를 바다에서 공급하여 물이 상류방향으로 이동하는 사이에 여과 및 미생물의 분해활동 등에 의해 수질이 정화되도록 고안하였다. 또한 인의 정화효율을 높이기 위하여 접촉 여재로서 원예용 적옥토(赤玉土)를 도입하고 있다. 이 시설에서의 수질정화효율은 SS 87.9%, COD 45.2%, TP 66.2%인 것으로 보고하고 있다.

2.2 비점오염원 관리

가. 지표흐름 인공습지

저수지 및 담수호 유역에서 발생하는 비점오염물질을

제거하기 위한 유력한 방법으로서 자연정화방법인 지표 흐름형 인공습지가 있다. 최근 연구에 의하면 <표 2>와 같이 SS, TN, TP의 정화효율이 각각 63.1~92.0%, 55.5~76.8%, 38.3~76.0%를 보였다. 반면 COD는 잘 정화되지 않는 경향을 보였는데, 이는 유입수의 농도 자체가 높지 않기 때문이므로 큰 의미는 없는 것으로 판단된다(농림수산식품부, 2008).

담수호 수질개선을 위해 인공습지를 설치한 사례로서 전남 고흥지구가 있는데, 이 지구는 인공습지 및 저류지를 이용한 수질개선시설을 설치하여 운영중에 있다(그림 3). 저류지의 자연습지는 부지를 조성하고 갈대 등의 식물이 자연번식할 수 있도록한 결과 농경배수가 유입되는 유입부에는 갈대가 밀집하여 군락을 형성하고 있다. 이 시설의 수질정화효율은 <표 3>과 같이 COD, TN, TP가 각각 평균 7.6%, 51.2%, 51.5%를 나타냈다

표 2 지표흐름형 인공습지 시험시설의 정화효율⁹⁾

(단위:%)

구분	단독형식재습지			복합형식재습지			자연형 습지	고효율 습지
	미식재	갈대	애기부들	애기부들 +갈대	미식재 +갈대	갈대 +미식재		
COD	-8.9	-17.1	-22.6	-63.7	-12.9	-20.0	-19.3	-13.3
SS	63.1	78.1	84.9	83.6	92.0	89.2	76.8	74.6
TN	55.5	67.8	60.4	76.8	68.9	69.7	67.8	72.7
TP	57.0	39.9	41.2	51.6	56.5	47.8	38.3	76.0

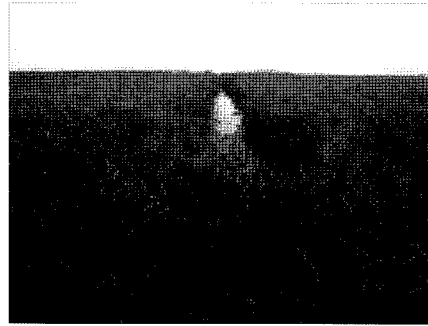
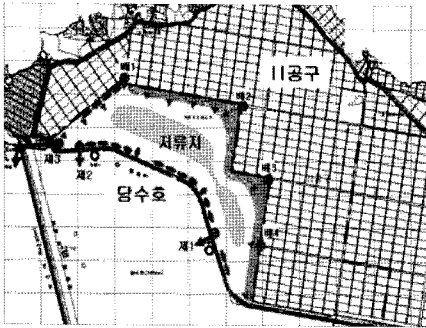


표 3. 고흥지구 수질정화습지의 정화효율³⁾

구분	항목	'07년			'08년			평균
		7월	10월	11월	7월	8월	9월	
정화효율(%)	COD	-8.7	22.6	10.7	-1.3	0.0	22.4	7.6
	T-N	67.1	72.8	72.2	50.3	6.0	38.7	51.2
	T-P	67.3	8.1	20.6	81.0	56.5	75.4	51.5

(농림수산식품부, 2008).

일본에서도 인공습지를 이용한 수질정화시설이 많이 설치되고 있다. 수화호에서는 갈대에 의한 수질정화시험을 실시하였다. 갈대에 의한 수질정화시험시설은 길이 1,390m, 폭 2.5m, 전체면적 3,500m²의 수로형상으로 조성하고 갈대의 생육상황, 갈대에 의한 질소, 인 정화효과 등을 조사하였다. 조사결과 질소, 인, 부유물질이 70~80% 제거된 것으로 나타났다고 보고하고 있다. 특히 부유물질(식물성 플랑크톤 등)의 제거효과가 높아 갈대는 수질정화 효과가 있는 것으로 나타났다고 보고하고 있다(諏訪湖水質浄化プロジェクトチーム, 2002).

또한 일본의 대표적인 자연호소인 비와호의 수질보전을 위해 농지배수를 정화하기 위한 정화지(인공습지)를 조성하여 운영하고 있는데, 浮舟지구의 정화지는 <그림 4(a)>와 같이 수초대, 개방수역 등으로 이루어져 있다.

수중의 부유물질을 침전시키기 위하여 흐름을 부드럽게 만들어줌으로서 오염물질을 침전시키고, 여기에 침전된 부유물질에 함유되어 있는 영양분을 식물이 흡수하도록 유도하기 위해 조성되었다. 또한 식물을 절취해 냄으로써 수중의 영양염류를 정화지 밖으로 제거하여 수질을 정화한다. 赤野井灣지구는 <그림 4(b)>와 같이 지구의 말단에 정화지를 조성하고 순환관개시설, 수위조절시설 등 여러 가지 시설을 배치하였다. 이 경우도 정화효과는 수면적을 넓게 함으로서 토양입자의 침전효과를 촉진하고, 수생식물에 의한 흡수나 흡착에 의해 수질을 정화한다. 또한 절취한 식물이나 퇴적토의 적치장, 유지관리시의 휴식장, 지역주민의 각종 행사장 등으로 이용되고, 수생식물은 꽃이 피는 식물이나 허브식물류를 식재하여 지역주민의 휴식장으로 이용될 수 있도록 하고 있다. 비와호 종합보전추진조사업무 보고서(국토교통성, 2003)



(a) 일본 浮舟지구



(b) 일본 赤野井灣

그림 4. 정화지(인공습지)

에서는 인공습지의 정화효율로서 TN 12.5%, TP 4.5%를 제시하고 있다. 그 외에도 연구와 실제 정화를 위한 인공습지 시설이 설치 및 운영되고 있는데, 中村圭吾(2002)는 일본의 인공습지 조성 및 수질정화효율에 대하여 정리하고 있다.

나. 지표-지하조합형 인공습지

지표흐름과 지하흐름 인공습지의 장점을 조합하여 최적 배치함으로써 유기물질과 영양염류 등 수처리효율을

높이도록 실용화한 수처리공법으로서 지표-지하조합형 인공습지가 있다(그림 5). 정화원리는 침강연못(조정지)에서는 입자성 오염물질을 제거하고, 지표흐름습지는 질산화와 미생물에 의한 유기물의 산화작용이 일어나며, 지하흐름습지에서는 접촉여재에 의한 인의 흡착과 미생물에 의한 섭취 작용이 일어난다. 지표-지하조합형 인공습지의 정화효율은 SS가 82%, BOD가 89%, COD가 34%, TN이 54%, TP가 72%인 것으로 보고하고 있다(한국농촌공사, 2006).

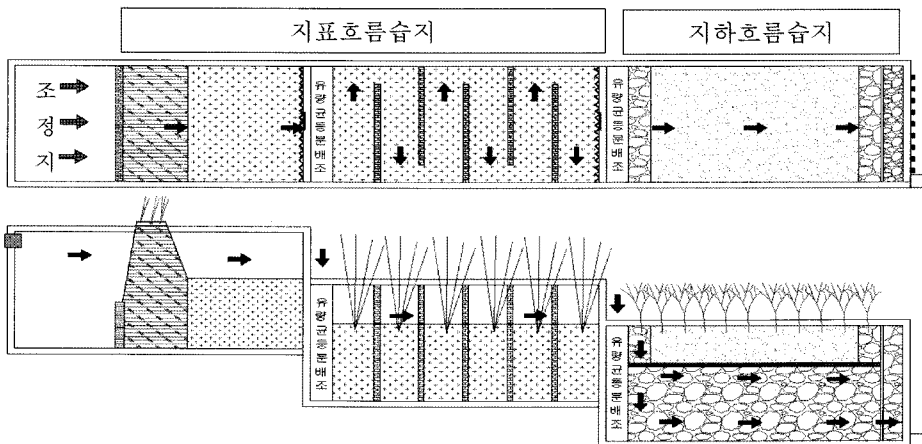


그림 5. 지표-지하조합형 인공습지 처리공정 모식도⁵⁾

다. 정화수로

○접촉산화수로 : 자갈이나 부직포를 설치한 정화수로에서 토양입자를 침전시키고 접촉여재 표면에 서식하는 미생물군에 의해 오염물질을 분해하여 수질을 정화하는 방법이다. 일본 비와호 유역의 浮舟지구에서는 부직포를 이용한 접촉산화수로를 설치하여 농지배수를 정화하고 있다. 이 방법에서 부직포의 공극이 막히면 역세척을 하여 부직포 표면의 오염물질을 제거한다. 역세척시 수질이 급격히 악화되기 때문에 이 역세척 물은 펌프로 침전지에 이송하여 침전분리한 후 상등수만 정화지로 유입시킨다(그림 6(a)). 최근에는 접촉산화수로의 접촉재로서 골패각, 활성탄, 세라믹 계열 등을 도입하여 수질정화효율을 높이기 위한 연구도 진행되고 있다.

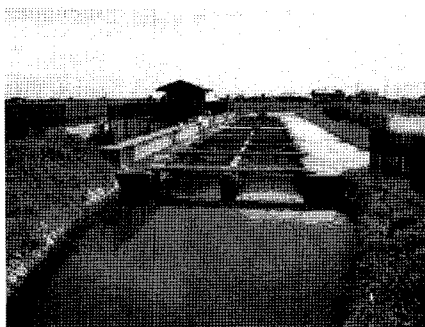
○정화형 초생수로 : 수로에 식물을 식재하여 수질정화를 유도한다. 자연호안에 의한 접촉침전, 체류에 의한 침전, 수생식물에 의한 흡수 및 흡착에 의해 수질을 정화할 뿐만 아니라 생물의 서식공간을 창출하는 효과도 있다. 농지에서 배출되는 농경배수를 정화하기 위해 전남 고흥간척지구 내에 폭 25m, 길이 2.2km의 초생수로를 설치하였다. 초생수로를 운영한 결과 수질정화효율은 COD가 2.9~5.8%, TN이 13.7~18.6%, TP가

15.0~34.6%인 것으로 나타났다(농림수산식품부, 2008).

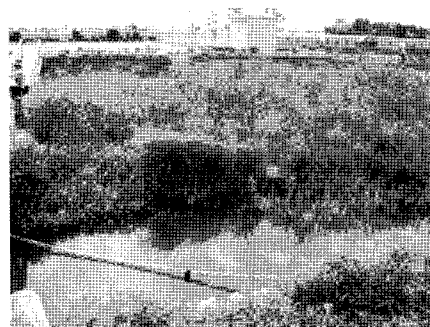
한편 발포 스티로폼제의 부체로 구성되어 물에 뜨는 부유식 수생식물대를 조성함으로써 수생식물대가 수로의 수위변동에 따라 상하로 움직일 수 있게 조성한 경우도 있다. 이 경우는 수위변동에 따라 수생식물이 움직이기 때문에 홍수시 수초가 물에 잠기지 않으므로 피해를 줄일 수 있는 장점이 있다. 수생식물대에는 민트나 노랑꽃창포 등을 수경재배한다. 수생식물은 영양분으로서 질소나 인을 흡수하기 때문에 생장력이나 번식력이 큰 식물일수록 수질정화효과가 우수하다(그림 6(b)).

라. 휴경지를 이용한 수질개선¹⁾

휴경지, 특히 휴경논은 인공습지와 같은 역할을 하기 때문에 부착, 여과, 침전 등의 물리적 작용, 식물 및 재폭기에 의한 산소공급, 유기물분해, 질소·인 등의 제거 등 생물학적 작용 등에 의해 수질이 정화된다. 구체적인 방법으로서 수심을 얇게 유지하는 지표흐름형 습지형태, 흡수로로 조성하고 여기에 오염된 물을 흘려보내 정화하는 방법, 여울과 웅덩이 등을 조성해 다양한 수심을 갖도록 하여 수질개선을 도모하는 방법 등이 있다.



(a) 접촉산화수로



(b) 부유수생식물대

그림 6. 정화수로 사례

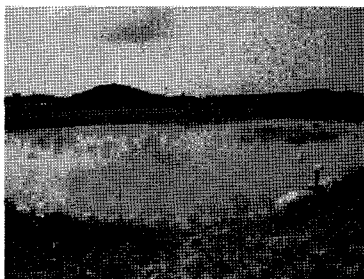
〈그림 7(a)〉와 같이 휴경지의 수심을 20~30cm로 관리하는 경우 SS의 제거효과는 없었으나 BOD는 19.9%의 제거율을, COD는 6.9%의 제거율을 보여 유기물이 제거되었다. 또한 TN의 경우 65.5%의 높은 제거율을 보였고, TP의 경우도 62.7%의 제거율을 보임으로서 영양염류도 제거되는 것으로 나타났다. 〈그림 7(b)〉와 같이 휴경지에 다양한 수심을 갖도록 여울과 웅덩이를 조성하여 수질정화시험을 한 결과 SS는 63.0%의 제거율을 보였고, BOD는 40.0%의 제거율을 보였으나 COD는 유입수와 유출수 사이에 큰 차이가 없었다. TN의 경우 63.0%의 제거율을 보였고, TP의 경우도 42.5%의 제거율을 보였다. 〈그림 7(c)〉와 같이 휴경지에 흙수로를 조성한 경우 SS는 61.0%의 제거율을 보였다. BOD는 29.5%의 제거율을 보였으나 COD는 유입수와 유출수가 비슷한 값을 나타냈다. TN은 39.7%의 제거율을, TP의 경우는 15.9%의 제거율을 보였다. 따라서 휴경지에서 SS, 유기물, 영양염류의 제거효과를 높이기 위하여 20~30cm로 수위를 관리하거나, 다양한 수심을 갖도록 여울-웅덩이를 조성하거나, 경운하여 수로를 만들고 물을 흘려보내면 수질정화효과를 기대할 수 있다.

일본에서도 휴경지를 이용한 수질개선에 관한 연구가 활발히 진행되고 있는데, 山口康晴 등은(1993)휴경지를

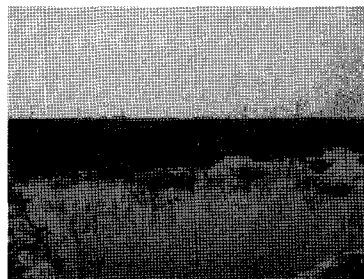
이용한 수질개선시험을 통하여 여름철에 약 20mg/L의 질소가 1주일 정도에 약 90%가 제거되었다고 보고하고 있다. 田淵俊雄 등(1993, 1996)은 휴경논에 폭 1.4m, 길이 25m의 시험구를 설치하고 질산성질소의 농도가 20 mg/L로 높은 용출수를 도수하여 상시 담수 유하시켜 7년간 질소 제거량을 측정하고 유출수의 농도는 유입수 농도보다 낮고, 특히 여름철에는 0mg/L에 가까웠다고 보고하고 있다. 일본의 가스미가우라호 주변에서는 “주민참여형 휴경논을 이용한 수질정화사업”을 시행하고 주민들에게 보조금을 지급하고 있다. 이 사업은 휴경논을 이용하여 수질을 정화하는 동시에 지역주민의 수질정화의식을 고양시켜 주민들이 스스로 참여할 수 있도록 유도하고 있다.

마. 수질정화형 암거배수

주식량인 쌀 수급의 불균형으로 쌀생산량을 줄이기 위한 노력이 이루어지고 있다. 따라서 기존의 논을 쌀생산만을 위한 경지가 아니라 기타 밭작물을 재배할 수 있는 공간으로 정비할 필요가 있다. 이를 위해서는 배수가 잘 되도록 암거배수를 시공할 필요가 있다. 암거배수를 시공함으로써 평상시에는 습해에 약한 밭작물을 재배하고, 필요시에는 쌀을 생산할 수 있다(농림부, 2006). 또



(a) 담수관리



(b) 여울-웅덩이 조성



(c) 흙수로 조성

그림 7. 휴경논을 이용한 수질개선¹⁾

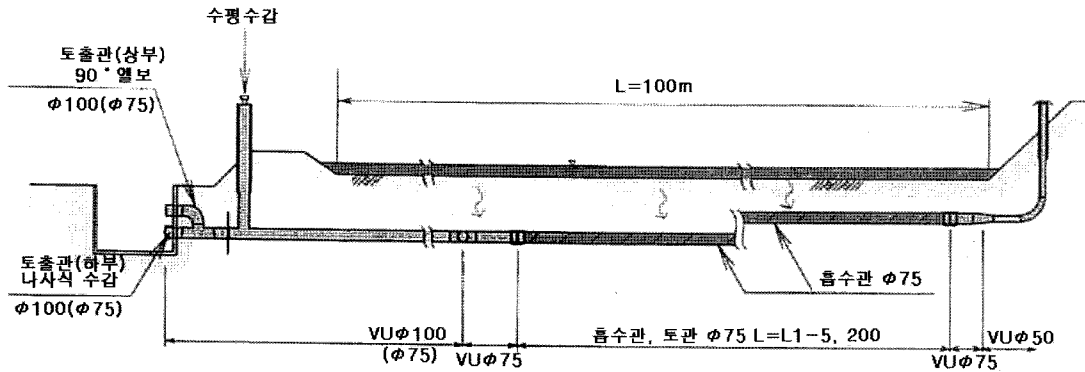


그림 8. 수질정화형 암거배수⁶⁾

한 암거배수는 표면수의 토양침투를 촉진하고, 토양이 갖고 있는 흡착력이나 미생물의 정화력을 이용하여 농지로부터 배출되는 인 등의 양을 줄여준다. 오염물질을 함유한 우수는 토양에 형성된 공극을 통과하여 암거배수공 주위의 쇄석을 유하한 후 암거배수관에 유입된다. 이 사이에 우수가 토양에 접촉하는 면적은 암거가 없는 경우보다 대단히 많아져 오염물질 중 유기성, 무기성 SS나 인을 흡착한다. 비와호 유역에서는 <그림 8>과 같이 암거에서 탈질에 의한 질소제거효율을 높이기 위하여 암거의 토출구를 2단으로 설치한 경우도 있다. 2단으로된 토출구는 보통은 하부측은 닫혀있고 상부측이 열려있는데, 이것은 흡수관내에 혐기적 체류상태를 조성하여 탈질작용을 유도하기 위해서이다.

바. 순환관개

순환관개시설은 논지역의 농지배수를 펌프 등으로 상류에 압송해서 용수로 재이용(순환관개)함으로써 배출되는 오염부하유출량을 삭감하고, 나아가 벼의 생육에 의한 흡수나 논이 갖고 있는 탈질작용 등에 의한 수질정화를 도모한다. 즉, 재이용수가 논에서 침전이나 흡착됨으로써 오염부하를 삭감하게 된다. 관행농법 논에서 SS

는 대부분 관개수에 비해 농경배수의 농도가 낮고, BOD, TN, TP는 각각 논에서 평균 46.0%, 56.5%, 31.0%가 정화되는 것으로 보고하고 있다. 다만 썩래질기나 시비 직후에 시기적으로 관개수에 비해 농경배수의 오염물질 농도가 높아지는 경우도 있으므로 공공수역의 수질관리를 위해서는 적절한 물 관리를 통하여 농경배수의 배출을 최소화할 수 있도록 노력할 필요가 있다(농촌진흥청, 2008). 순환관개에 따른 수질개선효과는 COD가 16.4%, TN이 4.0%, TP가 12.1%인 것으로 제시하고 있다(琵琶湖淀川水質保全機構, 2000).

2.3 호내대책

가. 인공식물섬

인공식물섬은 <그림 9>와 같이 인공부채위에 수생식물을 식재하여 식물의 영양염류 섭취를 통해 호소의 수질을 개선하고 경관을 향상시키는 수질개선공법이다. 수생식물의 뿌리를 통한 영양물질의 흡수·제거, 각종 수생생물의 서식공간 제공, 호소 경관개선, 호안침식 방지 등의 기능이 있으며 저수지의 내용적에는 영향을 주지 않는 등의 특징이 있다. 인공식물섬은 저수지 내 수

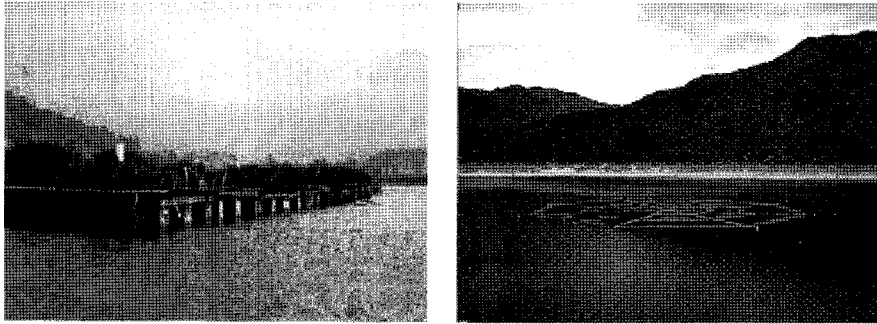


그림 9. 인공식물섬

심이 깊은 곳이나 수위변동이 커서 식물이 생육하지 못하는 수역에 적용하면 효과가 있다. 인공식물섬 조성으로 인한 수질정화효과를 정량적으로 제시하기는 곤란하나, 직접 흡수량은 TN 2.7~10.2kg/ha·일, TP 0.25~0.8kg/ha·일 정도로 보고되고 있다. SS, BOD, N, P 등의 제거로 인한 수질정화기능과 더불어 수중생태계 종다양성, 어류서식처 환경제공, 경관향상 등의 친환경적·친생태적 간접효과도 높은 것으로 알려지고 있다(농어촌공사, 2006).

나. 퇴적물 준설

준설은 고사하여 부패된 수초를 포함한 퇴적물로부터 질소, 인 등의 영양염류가 호소로 용출되어 다시 조류의

영양원이 되고, 또한 악취가스를 발생시키는 것을 방지하기 위한 목적으로 퇴적물을 제거하는 방법이다(그림 10(a)). 일본 고지마호에서는 1,880천m³을 준설하여 수질악화의 원인이 되는 호내 수심이 깊은 곳의 바닥을 피복하거나 공공용지 조성을 위한 매립토로 활용하였다. 수화호의 경우 전체 오염부하량 중 내부로부터 발생하는 오염부하량은 약 30%인 것으로 제시하고 있다. 수와호의 준설사업으로 1,211만m³의 퇴적물을 준설하였는데, 준설퇴적물을 토양개량재로 사용하거나 성토재로 활용하고 있었다. 준설토에 고화재를 혼합하여 함수비를 낮춘 후 농지에 살포하여 논과 밭으로 이용한 경우에도 큰 장애없이 벼와 채소를 재배하고 있었다(그림 10(b)).

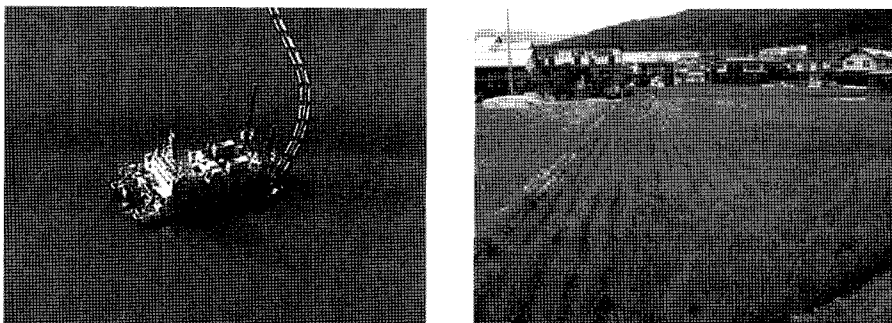


그림 10. 준설 및 준설토 활용 사례⁷⁾

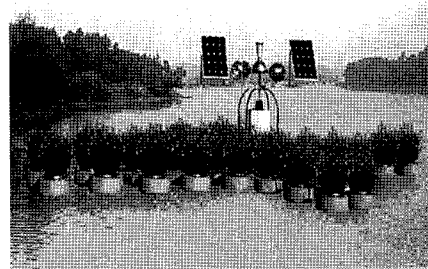
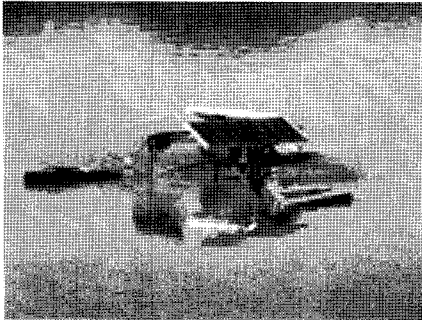


그림 11. 호소수 순환 장치

다. 호소수 순환

호소수 순환은 호소가 완전한 혼합상태를 유지하게 함으로써 여름철 수온성층을 예방하거나 이미 성층화된 수체를 비성층화(destratification)시키는데 목적이 있다. 인공순환 장치의 용량과 수량이 충분하다면 호소는 등온상태를 유지하고 경우에 따라서는 화학적으로도 균등한 상태에 도달하게 된다. 인공순환에 의해 호소가 비성층화되면 심층의 수온은 상승하고 표층의 수온은 저하되어 전층이 균일한 수온분포를 가지며 용존산소에 의해 저층에서 철, 망간, 인 화합물의 용출이 억제된다. 충청남도 순성저수지에 호소수 순환장치 2기를 설치하고 효과를 모니터링 하였다. 호소수 순환장치를 설치한 후 순환을 시켜 주었던 1m 깊이의 DO농도가 상승한 것을 확인하였고, 인공순환 장치가 저층의 DO농도 상승에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다고 보고하고 있다(농림수산식품부, 2008).

한편 인공습지와 호소수 순환장치를 결합하여 수생식물에 의한 수질정화와 호소수 순환에 의한 수질정화를 유도한 시설도 제안되고 있다.

3. 맺음말

오염된 수질을 개선함으로써 수인성 질병에 의한 피

해를 방지할 수 있고, 인간의 생활환경이 개선되며, 생태계가 복원되기 때문에 수질개선자체가 친환경적이라 할 수 있다. 그러나 일단 오염물질이 배출되어 수질이 악화되면 수질개선기술이 친환경적이라 할지라도 환경에 미치는 영향이 크다. 따라서 친환경적으로 수질을 관리하기 위해서는 무엇보다 발생원에서 오염물질의 배출을 차단하여 수질오염을 방지하는 것이 가장 좋은 방법이라 할 수 있다. 발생원대책이 성공적으로 이루어지기 위해서는 지역주민들의 적극적인 참여가 가장 중요하므로 계획단계부터 주민들의 자발적인 참여를 적극적으로 유도할 필요가 있다. 발생원대책만으로 부족한 경우에는 가급적 자연정화기능을 최대한 활용하여 생태계에 미치는 영향이 적은 기술, 2차 오염물질 발생이 적은 기술, 경관향상에 도움이 되는 기술을 적극적으로 도입하여 후세에게 아름답고 풍요로운 자연을 돌려주도록 노력할 필요가 있다.

참고문헌

1. 농림부, 2006, 농업수리시스템과 유희농지를 이용한 수질 관리기술 개발
2. 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2008, 농업우수 수질측정망조사보고서

3. 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2008, 담수호 수질개선 시험조사 및 실용화 보고서
4. 농촌진흥청, 2007, 농업용수 수질오염 방지기술 개발 보고서
5. 한국농촌공사, 2006, 농업용수 수질개선 조사·설계 매뉴얼
6. 滋賀縣, 2009, 自然との共生 琵琶湖 赤野井灣
7. 日本中國四國農政局, 2006, 農地防災事業計畫の概要—兒島湖沿岸農地防災事業
8. 琵琶湖定川水質保全機構, 2000, 面源負荷對策調查報告書
9. 琵琶湖·淀川水質淨化共同實驗センター, 2002, 土壤淨化實驗(その5) 年報第5号
10. 諏訪湖水質淨化プロジェクトチーム, 2002, 諏訪湖みんなで知ろう「諏訪湖のあゆみ」
11. 中村圭吾, 細見正明, 酒井義尙, 宮下明雄, 通井仁, 2002, 日本における表面流方式の植生淨化實例の整理, 土木研究所 home page
12. 國土交通省, 2004, 琵琶湖總合保全推進調查業務報告書(概要版)
13. 山口康晴, 端 憲二, 1993, 休耕田表面水における窒素リンの水質變動, 農土誌, 61(10)
14. 田淵俊雄, 篠田鎮嗣, 黒田久雄, 1993, 休耕田を活用した窒素除去の試み, 農土學會誌, 61(12)
15. 田淵俊雄, 志村とも子, 尾野充彦, 1996, 休耕田における窒素除去試験の結果と實用性の検討, 農土學會誌, 64(4)

쉬어가는 자리 - 명언

- 돈을 모았지만 그 모을 때의 고생은 노년에 그 돈을 쓸 때의 고심에 비하면 아무것도 아니다. 그것은 쓰는 돈은 이익을 주는 것보다 해가 되는 경우가 많기 때문이다. - 카네기
- 인간은 천사도 아니고 짐승도 아니다. 다만 불행한 것은 인간은 천사와 같이 행세하려고 하면서 실제로는 짐승같이 행동하는 것이다. - 파스칼(Pascal)
- 금전은 사람의 영혼을 죽이고 비수도 사람의 육체를 죽인다. 그러나 금전은 비수 보다 더 많은 사람을 죽인다. - 스콧트(Scott)
- 가빈즉사양처 국란즉사양상(家貧則思良妻 國難則思良相)
집이 가난하면 훌륭한 부인이 생각나고 나라가 어지러우면 훌륭한 재상을 생각하게 된다. - 사기(史記)
- 기소불욕물시어인(己所不欲勿施於人)
자기가 하고 싶지 않은 일은 다른 사람에게 시키지 마라 - 논어(論語)
- 젊은이를 비난하는 것은 늙은이의 건강에는 빼놓을 수 없는 요소이며 혈액순환을 좋게 하는데 도움이 된다. - 스미스(smith)