

농업용 저수지의 수질개선방안에 관한 연구

A Study on Measures for Water Quality Improvement in Irrigation Reservoir

박 병 훈* (서울대) · 장 정 렬 (농진공) · 권 순 국 (서울대)

Park, Byung Heun · Jang, Jung Ryul · Kwun, Soon Kuk

Abstract

The measures for water quality improvement have been planned to introduce for several reservoirs which were badly polluted among the sites included in the Network of Agricultural Water Quality Survey (NAWQS). Considering conditions of circumstances around reservoirs, self-purification systems such as natural ecosystem, oxidation ponds with plants, grassed waterways, weirs, and manmade plant-islands are taking into account enhancing to trap nutrients in waters running off from agricultural lands. The Pollutant Run-off Ratios were analysed to predict the effects of water quality improvement for self-purification systems. The cost of water quality improvement was evaluated. The correlation equation between cost and irrigation area showing high correlation coefficient was derived.

I. 서 론

최근 저수지 유역에서 생산활동의 증대에 따라 폐쇄성 정체수역인 저수지에 오염물질이 크게 증가하여 저수지의 수질이 크게 악화되는 경향을 보이고 있다. '97년 농업용수 수질측정망 중에서 저수지 수질을 분석한 결과를 PI지수에 의해 평가하면 농업용수가 오염된 것으로 간주될 수 있는 "나쁨" 등급 및 "아주나쁨" 등급이 130개 저수지중 13개소인 10.0%이며, 환경기준에 의해 수질을 평가할 경우 농업용수 수질기준인 IV등급(COD 8mg/l 이상)을 초과하는 저수지 시설은 58개소로 44.6%를 차지하고 있다.

본 연구에서는 이러한 농업용수의 수질을 개선하기 위해 추진중인 '97년 농업용수 수질개선 기본조사지구 중에서 저수지의 수질관련자료를 분석하여 수질개선방안을 제시하고자 한다.

II. 대상지구 현황 및 수문분석

2.1 대상지구 선정

'97년의 농업용수 수질개선 기본조사지구의 선정은 시설규모, 오염으로 인한 민원야기 유·무, 수질오염등급, 시행여건 등을 종합검토하여 작성한 우선순위 기준에 따라 5개지구(저수지 4개소, 양수장 1개소)를 선정하였다. 선정된 4개지구의 저수지 현황은 표1과 같다.

1998년 한국농공학회 학술발표회 논문집 (1998년 10월 24일)

표1 대상지구 현황

저수지명	위 치	유역면적 (ha)	관개면적 (ha)	만수면적 (ha)	제당면적 (m)	제당높이 (m)	저수량 (천m ³)
설성	경기 이천시	616	299	45.5	250	9.0	908
용당	충북 충주시	2,873	1,040	82	280	17.0	4,423
홍동	충남 홍성군	1,480	235	48	191	8.7	795
남북	경북 김천시	1,000	287	15	97.4	15.6	1,056

2.2 토지이용현황

유역의 토지이용현황을 보면 밭은 설성저수지가 25.4%로 가장 높으며, 논은 홍동저수지가 38.7%로 가장 높다. 임야의 경우 용당과 남북저수지가 70% 이상을 차지하고 있으며, 설성과 홍동저수지는 30~40%를 차지하고 있다.

표2 대상유역의 토지이용현황

구분		밭	답	임야	대지	기타	계
설 성	면 적(ha)	156.7	177.8	213.9	22.1	45.5	616.0
	비 율(%)	25.4	28.9	34.7	3.6	7.4	100
용 당	면 적(ha)	323.0	334.0	2,092.4	39.7	83.9	2,873.0
	비 율(%)	11.2	11.6	72.9	1.4	2.9	100
홍 동	면 적(ha)	202.0	573.0	611.9	45.1	48.0	1,480.0
	비 율(%)	13.6	38.7	41.3	3.0	3.2	100
남 북	면 적(ha)	149.0	86.0	721.6	28.0	15.4	1,000
	비 율(%)	14.9	8.6	72.2	2.8	1.5	100

2.3 유입량 계산

유입량 계산은 DIROM(Daily Irrigation Reservoir Operation Model) 모형을 이용하였으며, 기상자료는 해당관측소의 '96.12.1 ~ '97.11.30까지의 강우량, 증발산량, 평균기온, 평균상대습도, 일조시간, 평균풍속 등 6개 항목을 이용하였다. 분석기간의 강우량과 유입량은 표3과 같다.

표3 대상유역의 강우량 및 유입량 계산결과

구 분	설 성	용 당	홍 동	남 북
강우량 (mm/년)	1,312.3	1,213.2	1,564.8	825.6
유입량 (천m ³ /일)	11,810	58,613	30,282	14,359

III 수질 및 저질조사결과

3.1 수질조사방법

조사대상 지역의 수질현황을 파악하기 위하여 저수지의 유입부, 중앙부, 유출부에서 수심별로 수질조사를 실시하였으며, 저수지의 유입하천별로도 수질조사를 실시하였다.

3.2 수질조사결과

저수지의 수질을 분석한 결과 평면적, 수직적으로 비슷한 분포를 보여 저수지의 수질은 거의 혼합상태를 보였다. 분석된 수질성적은 지점별, 수심별로 산술평균하여 표4에 제시하였으며, 여

기에 농업용수 수질측정망 자료를 추가하였다. 표5의 환경정책기본법 제10조 동시행령 제2조에
에 규정된 환경기준(호소수질)에 의해 조사지구의 수질을 평가한다면 모든 지점에서 수질환경
기준 IV등급을 초과하여 수질개선을 위한 대책이 필요한 것으로 나타나 있다.

표4 저수지 수질조사 성적

구분		pH	EC μs/cm	DO mg/ℓ	COD mg/ℓ	BOD mg/ℓ	T-N mg/ℓ	T-P mg/ℓ	SS mg/ℓ	Cl mg/ℓ	Chl-a ma/m ²
설성	'97. 4 [☆]	9.4	196	13.0	9.5	6.9	1.120	0.044	7.6	21.2	51.8
	'97. 5	8.8	180	8.1	11.7	5.2	1.176	0.082	10.8	19.8	57.1
	'97. 7	7.5	109	3.5	8.7	7.7	2.072	0.247	45.5	10.0	16.1
	'97. 8	7.7	161	6.7	12.4	10.3	1.928	0.147	43.5	14.3	50.1
	'97. 10 [☆]	8.4	136	11.0	9.3	5.5	1.344	0.033	14.4	14.9	62.0
	'97. 11	8.2	185	-	9.8	-	1.232	0.094	28.4	15.6	-
	평 균	8.3	161	8.5	10.2	7.1	1.480	0.107	25.0	16.0	47.4
용당	'97. 4 [☆]	8.5	135	12.6	6.1	3.5	0.672	0.025	6.4	9.2	15.4
	'97. 5	8.5	143	8.4	10.2	8.9	1.092	0.061	10.2	11.7	3.2
	'97. 7	8.7	91	5.2	7.6	6.7	0.918	0.095	26.4	6.4	17.9
	'97. 8 [☆]	6.9	75	7.5	7.0	3.0	0.784	0.125	24.0	4.9	9.0
	'97. 9	7.6	117	7.8	6.8	6.2	0.887	0.069	11.8	7.0	37.6
	'97. 11	8.0	129	-	5.5	-	0.504	0.033	18.4	8.5	-
	평 균	8.0	115	8.3	7.3	5.7	0.989	0.111	16.2	8.0	16.6
홍동	'97. 4 [☆]	8.3	237	13.4	16.1	10.8	4.872	0.359	43.6	25.5	141.3
	'97. 5	8.4	251	10.0	15.4	10.8	3.316	0.138	19.6	24.8	61.7
	'97. 7 [☆]	10.1	130	14.2	8.8	5.9	1.120	0.091	6.8	9.2	44.3
	'97. 8	9.5	127	7.9	25.1	21.0	2.240	0.159	29.2	10.1	120.6
	'97. 10	8.6	178	9.7	26.2	22.6	2.906	0.225	39.0	13.9	69.3
	'97. 11	7.0	192	-	15.0	-	1.456	0.123	63.6	17.7	-
	평 균	8.7	186	11.0	17.6	14.2	2.780	0.177	33.6	16.9	87.4
남북	'97. 5	9.3	429	8.5	12.4	7.4	1.176	0.049	8.6	31.0	24.0
	'97. 6 [☆]	8.6	580	9.3	10.8	3.6	0.840	0.036	4.8	29.7	7.8
	'97. 8	9.8	165	10.2	10.6	9.2	1.064	0.042	4.4	11.3	24.0
	'97. 9 [☆]	8.9	158	11.1	9.9	2.7	0.840	0.045	0.4	11.3	15.5
	'97. 10	7.9	382	8.7	12.3	11.9	0.896	0.083	16.6	14.6	33.0
	'97. 12	7.4	307	-	10.1	-	0.560	0.096	7.6	16.7	-
	평 균	8.7	337	9.5	10.6	7.0	1.033	0.051	7.1	19.10	20.9

주) ☆표시는 농업용수 수질측정망 자료임

표5 농업용수 수질환경기준

구분	항 목					
	pH	COD	DO	SS	T-N	T-P
기준치	6.0~8.5	8mg/ℓ 이하	2mg/ℓ 이상	15mg/ℓ 이하	1.0mg/ℓ 이하	0.1mg/ℓ 이하

IV. 오염부하량 및 유달율의 산정

4.1 오염물질 발생 및 배출부하량 산정

오염부하량은 인구, 축산, 토지이용에 따른 원단위를 적용하여 발생부하량을 계산하고, 각종
배출시설에 의한 정화율을 고려하여 배출부하량을 계산하였다. 오염부하원단위는 환경부의 환
경정책자료집(Ⅱ)과 여러조사기관의 연구결과를 참고하여 원단위를 적용하였으며, 계산결과는
표6과 같다.

표6 저수지별 오염부하량 계산

지구명	오염원	발생부하량						배출부하량						비교
		BOD		T-N		T-P		BOD		T-N		T-P		
		부하량 (kg/일)	비율 (%)	부하량 (kg/일)	비율 (%)	부하량 (kg/일)	비율 (%)	부하량 (kg/일)	비율 (%)	부하량 (kg/일)	비율 (%)	부하량 (kg/일)	비율 (%)	
설 성	생활	42.8	3.1	14.8	6.6	2.1	1.0	18.8	8.6	4.9	12.6	0.9	11.6	
	축산	1,316.9	93.9	199.5	89.3	200.3	98.7	158.9	72.4	25.0	64.0	6.6	81.0	
	토지	41.6	3.0	9.1	4.1	0.6	0.3	41.6	19.0	9.1	23.4	0.6	7.4	
	산업	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	소계	1,401.3	100	223.4	100	203.0	100	219.4	100	39.1	100	8.1	100	
용 당	생활	50.55	6.4	7.43	11.1	2.44	2.4	20.35	6.1	3.31	5.2	0.86	9.5	
	축산	94.89	78.0	27.12	72.3	1.40	96.2	94.89	65.4	27.12	52.1	1.40	74.9	
	토지	1,966.55	15.6	307.36	16.6	244.10	1.4	217.97	28.5	33.09	42.7	6.74	15.6	
	산업	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	소계	2,111.99	100	351.91	100	247.94	100	333.22	100	63.51	100	9.00	100	
홍 동	생활	45.2	2.3	15.6	4.2	2.2	0.9	20.3	3.6	5.7	7.2	1.0	5.4	
	축산	1,848.1	93.8	338.3	91.3	230.9	98.7	369.2	79.7	62.3	73.1	16.7	89.4	
	토지	77.3	3.9	16.8	4.5	1.0	0.4	77.3	16.7	16.8	19.7	1.0	5.2	
	산업	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	소계	1,970.6	100	370.6	100	234.0	100	466.8	100	84.7	100	18.7	100	
남 북	생활	18.97	6.4	6.54	11.1	0.92	2.4	8.58	5.0	2.49	14.0	0.45	27.0	
	축산	153.48	51.7	41.43	70.9	36.74	96.2	32.95	20.0	5.14	25.0	0.70	41.0	
	토지	46.43	15.6	9.66	16.6	0.50	1.4	46.43	28.0	9.66	53.0	0.50	30.0	
	산업	78.00	26.3	0.81	1.4	0.04	-	78.00	47.0	0.81	4.0	0.04	2.0	
	소계	296.88	100	58.44	100	38.20	100	165.96	100	18.09	100	1.68	100	

4.2. 오염부하유달율

원단위 적용의 타당성 검토와 유역의 오염배출형태를 파악하여 수질개선공법의 규모를 결정하는데, 이용하기 위해 저수지의 수질을 이용하여 유달율을 계산하였으며, 그 결과는 표7과 같다. 현재 COD에 대한 배출원단위는 잘 정립되어 있지 않아 본 조사에서는 BOD의 배출부하원단위를 COD의 배출부하원단위로 활용하였다

표7 저수지별 유달율 계산

구분		평균수질 (mg/l)	평균유입수량 (m³/일)	유입부하량 (kg/일)	배출부하량 (kg/일)	유달율 (%)
설 성	COD	10.2	11,810	120,462	219.4	54.9
	T-N	1.5	11,810	17,715	39.1	45.3
	T-P	0.11	11,810	1,299	8.1	16.0
용 당	COD	7.3	58,613	427,870	333.2	128.4
	T-N	1.0	58,613	58,613	63.51	92.3
	T-P	0.11	58,613	6,447	9.0	71.6
홍 동	COD	17.6	30,282	532,963	466.8	114.1
	T-N	2.8	30,282	84,790	84.7	100.1
	T-P	0.18	30,282	5,451	18.7	29.2
남 북	COD	10.6	14,359	152,205	166.0	91.7
	T-N	1.0	14,359	14,359	18.1	79.3
	T-P	0.05	14,359	0,718	1.6	44.9

4.3 유입하천 수질추정

저수지의 유입하천별 수질을 측정하였으나 하천의 수질은 유황과 강우량에 따라 크게 변하므로 수질개선공법의 도입에 따른 삭감부하량을 계산하기 위해서는 유달율을 활용하여 유입하천의 대표수질을 추정하는 것이 합리적이라 판단된다. 표8에서 계산된 유달율과 DIROM모형을 통해 모의발생된 유입하천별 유입량으로부터 유입하천의 유입수 농도를 추정하면 표9와 같다. 추정된 유입하천의 농도와 '97년 실측치를 비교해 보면 설설, 흥동, 남북저수지는 추정치가 실측치의 범위내에 있고, 용당저수지는 강우시 측정자료가 없어 실측치가 추정치보다 높게 나타났다. 따라서 유달율에 의한 년평균 유입수 농도측정이 년중 수질을 대표할 수 있을 것으로 판단된다.

표8 유입하천의 수질예측 결과

구 분		유입하천1		유입하천2		유입하천3		유입하천4	
		추정치	실측치	추정치	실측치	추정치	실측치	추정치	실측치
설 설	COD	23.6	9.5~49.2	2.7	3.4~14.2	6.6	2.0~14.8	22.7	5.5~45.2
	T-N	3.3	3.8~12.6	0.5	0.5~2.1	1.1	0.3~1.6	3.2	0.4~40.2
	T-P	0.26	0.30~1.61	0.02	0.01~0.27	0.02	0.06~0.21	0.30	0.12~5.43
용 당	COD	8.9	3.5~7.1	5.1	3.2~4.5	10.9	2.6~4.5		
	T-N	1.2	0.3~1.1	0.7	0.2~0.6	1.4	0.17~0.62		
	T-P	0.16	0.06~0.08	0.06	0.03~0.1	0.14	0.05~0.10		
흥 동	COD	8.1	4.8~12.8	8.0	3.9~17.2	24.9	4.9~14.2	59.9	29.6~212.0
	T-N	0.2	0.3~1.4	1.3	0.5~3.3	3.8	1.1~4.6	9.2	2.9~230.3
	T-P	0.06	0.02~0.17	0.06	0.05~0.28	0.22	0.08~0.45	0.77	0.12~12.0
남 북	COD	8.7	3.5~68.0	6.2	6.1~8.6	48.0	25.2~36.0		
	T-N	1.5	0.4~15.3	1.1	0.4~2.4	0.7	0.6~1.3		
	T-P	0.01	0.07~2.41	0.06	0.12~2.35	0.05	0.05~0.08		

V. 저수지 수질개선방안

5.1 현황수질과 목표수질

저수지의 수질 오염부하량 삭감계획을 수립하기 위해서는 저수지의 현황수질의 파악이 필요하다. 저수지의 현황수질은 최근 3년간 수질측정자료와 기본조사시 측정된 자료를 토대로 표9와 같이 결정하였으며, 목표수질은 환경정책기본법의 농업용수 수질환경기준에 따랐다. 처리대상항목은 수질기준치가 크게 초과하는 COD, T-N, T-P로 정하였다.

표9 항목별 현황수질 및 목표수질

(단위 : mg/l)

구 분	저수지명	COD	T-N	T-P	비 고
현 황 수 질	설 설	11.0	1.5	0.14	
	용 당	9.3	1.3	0.14	
	흥 동	18.0	2.8	0.18	
	남 북	11.5	1.3	0.1	
목 표 수 질		8.0	1.0	0.1	

5.2 수질개선공법의 선정

오염된 저수지의 수질개선을 위해서는 오염 발생원의 처리대책, 유입수로 및 저수지 내의 대책이 이루어져야 한다. 발생원 대책으로는 마을오수처리시설, 축산폐수처리 등이 이루어져야 하고 이들의 원활한 가동과 발생원 자체의 부하량을 줄이기 위해 주민들의 협조와 교육, 홍보가 필요하다. 유입수로와 저수지에서 대책은 비점오염원을 처리하기 위해 필요하다, 특히 산재된 농촌마을하수, 공장배수, 야적된 축산분뇨 등은 강우시 유출되는 유사비점오염원으로 취급되므로 이들의 처리는 유입수로와 저수지내에서 처리되어야 한다. 이들의 대책은 여러 가지 대안이 제시되고 있으나 유입하천과 저수지의 지형, 수문조건, 토지이용 가능성 등이 종합적으로 검토되어 선정되어야 한다. 이러한 검토를 통해 선정된 수질개선공법은 표10과 같다.

표10 적용된 수질개선공법의 종류 및 규모

구분	설성저수지	용당저수지	홍동저수지	남북저수지
발생원 대책	-오수처리장 300m ³ /일	-오수처리장 80m ³ /일	-축산폐수공공처리장 이용 -오수처리장 110m ³ /일	-오수처리시설 90m ³ /일
유입수로 대책	-자갈접촉수로 2개소 2,023m ³ /일, 1,476m ³ /일	-갈대식생수로 45m ³ /일 -체류언 28,669m ³ /일	-체류언 19,206m ³ /일	-자갈접촉수로 3,456m ³ /일
저수지 대책	-산화지 1,440m ³ /일 -산화지 1,882m ³ /일	-산화지 1,776m ³ /일 -부레옥잠식재 19,800m ³	-산화지 1,476m ³ -산화지 1,882m ³ /일	-산화지 1,152m ³ /일 -산화지 366m ³ /일

5.3 수질개선공법 적용에 따른 수질예측

1) 처리효율

수질개선공법의 규모를 결정하기 위해서는 처리효율을 결정하여야 하는데, 지금까지 유입수로 및 저수지 수질개선공법의 자료는 거의 없는 상태이므로 선정된 수질개선공법과 유사한 경우의 자료를 각종 문헌을 통해 결정하였다. 적용된 처리효율 정리하면 표11과 같다.

표11 수질개선공법의 처리효율

구분	COD	T-N	T-P	비고
오수처리장	90%	23.5%	25%	
합병정화조	90%	70%	90%	
체류언	30%	0.51g/m ³ /일	0.116g/m ³ /일	체류언내 부유식물 재배시
산화지, 갈대식생수로	30% (체류시간 3시간)	50% (체류시간 5시간)	50% (체류시간 5시간)	
자갈접촉수로	55%	18%	11%	

2) 수질예측결과

도입된 수질개선공법의 단계별로 수질개선효과를 검토한 결과 표12와 같이 농업용수 수질환경기준을 만족하는 것으로 나타났다. 홍동저수지는 COD와 T-P는 수질목표치를 유지할 수 있고 T-N은 목표치를 초과하는 것으로 나타났으나, N/P비는 17로서 빈영양 상태가 되어 수질환경기준을 만족할 수 있는 수준이 된다. 예측결과를 보면, 오수처리장의 설치는 수질개선에 크게 기여하지 않은 것으로 나타났는데, 이는 대부분의 마을이 아직 재래식이 50% 이상을 차지하여 유역밖으로 수거처리되던 분뇨가 오수처리장으로 차집되어 처리수가 저수지에 유입되기 때문으로 생각된다.

표12 단계별 저수지 수질예측결과

구분	설성저수지		용당저수지		홍동저수지		남북저수지	
	적용공법	수질	적용공법	수질	적용공법	수질	적용공법	수질
대책 수립전	-	COD 11.5 T-N 1.5 T-P 0.14	-	COD 9.3 T-N 1.3 T-P 0.14	-	COD 18.0 T-N 2.8 T-P 0.18	-	COD 11.5 T-N 1.3 T-P 0.1
1단계	오수처리시설	COD 9.8 T-N 1.4 T-P 0.14	오수처리시설	COD 9.3 T-N 1.3 T-P 0.14	축산폐수 공공처리 장	COD 12.3 T-N 2.0 T-P 0.15	오수처리 시설	COD 11.2 T-N 1.2 T-P 0.09
2단계	산화지	COD 8.8 T-N 1.2 T-P 0.12	산화지	COD 9.1 T-N 1.3 T-P 0.14	오수처리 시설	COD 12.2 T-N 2.0 T-P 0.15	자갈접촉 수로	COD 8.9 T-N 1.1 T-P 0.09
3단계	자갈접촉수로	COD 8.2 T-N 1.2 T-P 0.12	갈대식생 수로	COD 9.1 T-N 1.2 T-P 0.13	체류언+부 레옥잠	COD 10.8 T-N 2.0 T-P 0.14	산화지	COD 8.5 T-N 1.1 T-P 0.08
4단계	자갈접촉수로	COD 6.5 T-N 1.14 T-P 0.11	체류언+부 레옥잠	COD 7.5 T-N 1.2 T-P 0.13	산화지	COD 8.5 T-N 1.6 T-P 0.1	산화지	COD 6.7 T-N 0.8 T-P 0.04
5단계	산화지	COD 5.7 T-N 0.9 T-P 0.08	부레옥잠	COD 7.5 T-N 1.0 T-P 0.08	산화지	COD 7.3 T-N 1.3 T-P 0.08	-	-

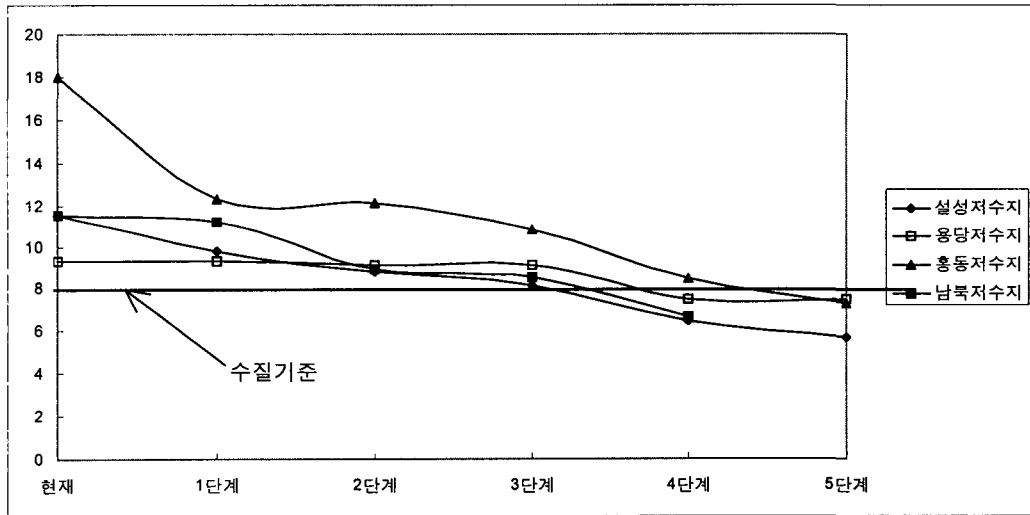


그림1 수질개선공법 도입에 따른 COD의 저감효과

3) 사업비 분석

'97년 물가자료를 근거로 사업비를 추정한 결과 관개면적 ha당 사업비는 1,323천원~4,234천원으로 나타났으며, ha당 사업비(Y, 천원)와 관개면적(X, ha)간의 상관관계는 $Y=200,000 X^{0.7467}$ ($R^2=0.992$)로 분석되었다. 관개면적이 클수록 ha당 사업비는 줄어드는 경향을 나타내는데, 이는 저수지가 클수록 유역의 임야비율이 높아 개발행위가 상대적으로 적기 때문으로 판단된다.

표13 사업비 분석결과

구분	설 성	용 당	홍 동	남 북
○총사업비(천원)	982,000	1,376,000	995,000	920,000
-발생원 대책	596,000	507,000	625,000	577,000
-유입하천, 호내대책	386,000	869,000	370,000	343,000
○관개면적 (ha)	299	1,040	235	267
○ha당 사업비 (천원)	3,284	1,323	4,234	3,445

VI. 요약 및 결론

농업용수 수질측정망중 설성, 용당, 홍동, 남북저수지의 수질현황을 분석하여 수질개선방안을 제시하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 4개지구의 평균수질현황은 COD 7.3~17.6mg/ℓ, T-N 1.0~2.8mg/ℓ, T-P 0.05~0.18mg/ℓ로 나타났으며, BOD의 배출부하기여율을 분석한 결과 공장이 인접한 남북저수지는 산업폐수가 78%를 차지하나 전형적인 농촌유역인 나머지 3개의 저수지는 축산이 65.4~79.7%를 차지하는 것으로 나타났다.
2. 수질개선공법의 도입에 따른 저수지의 수질예측을 위해 저수지 지점에서 유역의 오염물질의 유달율을 계산한 결과 COD 54.9~128.4%, T-N 45.3~100.1%, T-P 16.0~71.6%로 나타났다.
3. 저수지 유역의 마을은 재래식 화장실이 아직 50%이상을 차지하고 있어 오수처리장의 도입은 저수지 수질개선에 크게 기여하지 않는 것으로 나타났으나, 농촌의 문화수준의 향상으로 계속 수세식 화장실로 변화되어 가고 있어 향후 농어촌주거환경개선사업과 같은 농어촌환경정비사업과 병행 추진하는 것이 바람직한 형태로 생각된다.
4. 저수지의 유입하천과 저수지의 주변 여건을 고려할 때 수질개선대책으로 도입될 수 있는 공법은 자연정화를 최대한 활용할 수 있는 자갈점축수로, 갈대 산화지, 식생수로, 체류언(보)공법이며, 오염원의 유입이 많은 경우 인공식물섬을 조성하여 저수지 수면에서 직접정화하는 방안도 도입될 수 있을 것으로 판단된다.
5. 4개 저수지의 수질을 농업용수 수질환경기준이내로 유지하기 위한 수질개선 사업비를 분석한 결과 ha당 사업비는 1,323천원~4,234천원으로 추정되었으며, ha당 사업비(Y, 천원)와 관개면적(X, ha)간의 상관관계는 $Y=200,000 X^{0.7467} (R^2=0.992)$ 로 나타났다.

참 고 문 헌

- (1) 농업용수수질개선 기본계획서, 1997, 농림부, 농어촌진흥공사.
- (2) 농업용수 수질조사 보고서, 1997, 농림부, 농어촌진흥공사.
- (3) 농어촌용수 환경관리에 관한 연구(I, II), 1993, 농림수산부, 농어촌진흥공사
- (4) 한국건설기술연구원, 경남기업, 하천수로정화기술개발연구, P12.
- (5) (사)農村環境整備センター, 平成7年8月, 農村に適した水質改善手法
- (6) 日本河川協會, 1994. 5. 20, 河川, P60.