

전북도내 농업용저수지의 수질조사 연구

Studies on Water Quality of Agricultural Reservoirs in Chonbuk Province

최진규* · 손재권* · 구자웅*
Choi, Jin Kyu · Son, Jae Gwon · Koo, Ja Woong

Summary

This study was carried out to investigate the water quality of agricultural reservoirs in Chonbuk Province. The water quality of 189 agricultural reservoirs was surveyed in the environmental standard phase of pH, EC, DO, BOD, COD, T-N, T-P, etc.

The results obtained in this study are summarized as follows ;

1. The levels of mean reservoir storage were very low as 26.9% in January and February, 29.4% in June, 16.0% in August, and 25.4% as a whole.

2. The water qualities of agricultural reservoirs were shown to be in the average of 6.8 in pH, 0.210mmhos/cm in EC, 49.0ppm in turbidity, 28.5mg/l in SS, 3.79mg/l in DO, 9.9mg/l in COD, 5.5mg/l in BOD, 0.179mg/l in T-P, 4.09mg/l in T-N, 0.416meq/l in Na, 0.154meq/l in K, 0.320meq/l in Ca, 0.166meq/l in Mg, respectively.

3. In the analyzed results, the proper counterplan is desirable to be considered because the levels of water quality in most items except DO were comparatively higher than the limit points of agricultural water quality standard.

I. 서론

오늘날의 환경오염은 도시와 농촌을 구분할 것 없이 점점 확산되어 자연환경은 물론 생활환경을 더욱 악화시키고 있다. 특히 생활하수, 축산폐수, 산업폐수, 쓰레기 등에 의한 토양과 물의 오염은 농어촌지역의 상수원수오염은 물론 하천, 취입보, 저수지 등 농업용수원의 수

질오염으로 이어져 농경지의 생산력, 농산물의 품질, 작물생육과 수량, 농업수리시설, 경제적 가치, 노동위생 및 노동환경, 주변환경 등에 악영향을 미친다.

수질오염은 물에 오염물질이 정상적인 농도를 초과하여 인간이나 동식물 등에 나쁜 영향이 나타나는 현상을 말하며, 수질오염의 정도를 나타내는 지표로서는 BOD, COD, pH, SS,

* 전북대학교 농과대학

키워드 : 환경오염, 농업용저수지, 저수율, 수질 환경기준, 수질분석

T-N, T-P 등이 보편적으로 사용되고, 이외에 수온, 외관, 투명도, 염분량 또는 염소이온, 탁도, 전도도 등을 들 수 있다.⁵⁾

농업용수로 이용되는 저수지 및 하천수의 수질변화는 계절별, 시기별, 조건별, 그리고 수심에 따라서도 다르며, 저수지가 오염되는 경우 바닥에 퇴적된 토사는 물론 이를 관개용수로 이용하는 농경지도 오염되게 된다. 이를 저수지의 준설토 활용방안과 관련하여 생각하면 저수지내 퇴적토를 준설하여 골재나 객토, 복토 등에 이용하기 위해서는 준설토의 물리적 및 화학적 성분이 각 용도에 적합하고 또한 오염되어 있지 않은지 사전에 분석 검토가 이루어져야 한다.⁴⁾

한편 농업용수 수질오염과 관련된 연구는 일반적으로 지역적인 제한성은 있지만 하와히(1982)¹⁸⁾의 김제평야의 관개수 오염조사, 최와 이(1982)¹⁷⁾의 낙동강수계 수질조사, 이와 최(1985)¹⁴⁾의 금호강유역의 중금속함량조사, 김 등(1993)³⁾의 오염관개수의 벼생육 및 미질에 미치는 영향, 서 등(1993)¹⁰⁾의 경북도내 농업용저수지 오염현황조사 등 많은 조사연구가 있으며, 환경부, 농어촌진흥공사⁸⁾, 수자원개발공사 등 관련기관에 의해서도 지속적으로 실시되고 있다.

본 연구에서는 농업용 저수지의 수질조사를 위하여 1995년 1월부터 8월까지 전북도내에 있는 농조 및 시군관할 농업용저수지 178개지구의 현장조사와 수질분석을 실시하고 현재의 유역상황, 시설물 관리상태, 저수율, 수질오염현황 등을 파악하였으며, 이를 농업용 저수지의 유지관리 및 오염방지를 위한 자료로 활용할 수 있도록 하며, 향후 준설토양의 분석결과와 상호 관련성을 비교하기 위한 기초자료를 마련하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 조사에서는 대상저수지의 수질분석을 위하여 온도, pH, 전기전도도(EC), 탁도(Turbidity), 용존산소(DO), 생물화학적산소요구량(BOD), 화학적산소요구량(COD), 부유물질(SS), 총인(T-P), 총질소(T-N), 그리고 나트륨(Na), 마그네슘(Mg) 등의 양이온성분을 주요 측정항목으로 하였다.

1. 시료채취

채수시기는 1995년 1월, 2월, 6월 및 8월중 16회에 걸쳐 실시하였으며, 채수지점은 저수지 제당부근에서 채수함을 원칙으로 하였다. 채수심도는 저수지의 수심상황 등을 고려하여 10~30cm 수심의 표층수를 채수하였고, 시료수는 저수지 1개소당 1점을 기본으로 하되 저수지의 규모, 중요도 등에 따라 2점의 시료를 취하기도 하였으며, 채수시 저수지명, 일자 및 시간, 채수지점 및 채수심, 수온, 저수지 유역상황, 저수율 등을 기록하였다.

2. 측정 및 분석방법^{2,11)}

수질측정 및 분석방법으로 수소이온농도(pH)는 pH meter, 전기전도도(EC)는 EC 측정기, 온도, pH, 전기전도도(EC), 탁도(Turbidity) 및 용존산소(DO)는 수질측정기(WQC-2A)를 사용하였으며, 화학적 산소요구량(COD)은 Pack test에 의한 간접측정, COD, BOD, SS, T-N, T-P, Na, K, Ca, Mg, Fe는 수질오염 공해공정시험법, Na, K, Ca, Mg, Fe는 원자흡광광도계를 이용하였다.

3. 조사지구

수질조사분석을 위한 대상지구는 전북도내 농조와 시군관할 농업용저수지중 1994년 및 1995년 기준설 및 준설예정 저수지를 중심으로 선정하였으며, Table-1은 1995년 1월부터

Table-1. Numbers of sampling reservoirs for water quality analysis

구 분	1-2월			6월			8월			전 체		
	조 사 지 구	수질 분석	시료 수	조사 지구	수질 분석	시료 수	조사 지구	수질 분석	시료 수	조사 지구	수질 분석	시료 수
시군	106	97	97	18	17	17	27	24	24	112	103	138
농조	43	43	45	44	43	43	25	24	24	77	75	112
계	149	140	142	62	59	60	52	48	48	189	178	250

8월까지 현장조사 및 측정을 실시한 지구수를 조사시기별, 시군·농조별로 요약한 것이다.

현장조사가 이루어진 전체 대상지구는 189개로 농조관할 77개소, 시군관할 112개소이고, 이중 수질분석은 178개지구에 대하여 실시하였으며 총 시료수는 250점이다. 여기에는 조사시기별로 중복된 지구도 있으며, 또한 1개 저수지에 대하여 2개의 시료를 채수하여 분석이 이뤄진 곳도 있다.

4. 수질환경기준

수질환경기준은 쾌적한 환경을 보전하여 수질오염으로부터 사람의 건강을 보호하는데 필요한 기준을 말하며, 수역별, 항목별, 등급별로 구분하여 환경정책기본법에서 규정하고 있다. 수역별로는 하천, 호소, 해역으로 구분되는데, 호소의 기준은 하천과 비교하여 BOD 대신 COD 항목을 적용하고 있으며 총인과 총질소 항목이 추가되어 있다. 항목별로는 생활환경기준인 pH, BOD, COD, 부유물질(SS),

용존산소(DO), 대장균수, 총인, 총질소 등 8개 항목과 사람의 건강보호기준인 카드뮴(Cd), 비소(As), 시안(CN), 수은(Hg), 유기인, 납(Pb), 크롬(Cr), PCB, 음이온계면활성제(ABS) 등 9개 항목으로 구분되어 있고, 등급별로는 하천과 호소에 5개 등급, 해역에 3개 등급으로 구분하여 각각 다르게 설정하고 있다.^{13,15)}

우리나라의 수질환경기준은 항목과 기준농도가 대체적으로 일본과 비슷하고²⁰⁾, 농업용수수질기준은 별도로 제정되어 있지 않으며 하천 및 호소 수질환경기준의 4등급인 Table-2에 준하고 있다.

한편 일본 농림수산성 공해연구회는 환경기준과 별도로 농림수산수역의 수질환경보전을 위한 Table-3의 「농업용수수질기준(수도용)」을 발표하였는데 이는 수도작에 안전하다고 판단되는 기준치로서 축적된 많은 연구자료를 기초로 하여 설정된 것이다.^{1,12)}

Table-2. Environmental standard of water quality for agricultural use¹⁵⁾

등 급	구 분	기 준						
		pH	BOD (mg/ℓ)	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	DO (mg/ℓ)	T-P (mg/ℓ)	T-N (mg/ℓ)
IV	하천	6.0~8.5	8 이하	-	100 이하	2 이상	-	-
	호소	6.0~8.5	-	8 이하	15 이하	2 이상	0.100 이하	1.0 이하

Table-3. Water quality standard for paddy irrigation in Japan

항 목	pH	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	DO (mg/ℓ)	T-N (mg/ℓ)	EC (mmhos/cm)	AS (mg/ℓ)	Zn (mg/ℓ)	Cu (mg/ℓ)
기준치	6.0~7.5	<6.0	<100	>5.0	<1.0	<0.3	<0.05	<0.5	<0.02

III. 결과 및 고찰

1. 저수지 상황

소류지나 소규모 형태의 시군저수지는 설치년도로 볼 때 농조저수지가 1945년 이전이 25.0%인 반면에 81.3%로 축조년도가 오래되어^{6,7)} 철봉제, 모촌제, 부제 등은 토사의 퇴적이 많으며, 갈마제, 성덕제, 학동제 등 많은 저수지내에는 수초와 잡초가 자라고 있어 내용적이 크게 감소된 것으로 보였다. 관개면적에서는 50ha미만이 96.3%를 차지하고 있는 시군저수지에 비하여 농조저수지는 14.7%로서^{6,7)} 비교적 규모도 크고 시설물상태도 양호한 편이나 시군저수지와 마찬가지로 상당수가 보수 및 준설이 필요한 것으로 조사되었으며, 또한 금곡제, 내제, 여막제 등 일부 저수지의 주변에는 우사, 계사 등 축산시설이 산재해 있어 농업용수 오염방지에 대한 대책마련이 시급한 편이다.

2. 저수율

현장조사시 저수율은 목측에 의하여 추정하였으며, Table-4는 조사시기별, 시군·농조별로 구분하여 정리한 것이다. Table-4에서 보면 각 시기별로 시군저수지 평균저수율이 각각 25.5%, 13.4%, 16.0%인 반면에 농조저수지 평균저수율은 30.4%, 35.9%, 17.1%로서 상반기에는 농조저수지가 시군저수지보다 저수율이 약간 높은 것으로 조사되었으나 8월에는 비슷한 저수율을 나타내었다.

한편 시군과 농조의 전체 평균저수율은 1-2월에 149개지구 26.9%, 6월은 62개지구 29.4%, 8월은 52개지구 16.5%이며, 전체적으로는 189개 저수지의 조사시기별 구분없이 263개 자료의 평균저수율은 25.4%로서, 이는 전북의 경우 평균저수율이 1994년 7-12월에 21%, 1995년 2월은 28%로 인용된 자료¹⁹⁾와 큰 차이가 없는 것으로 판단되었으며, 최대

Table-4. Mean storage of surveyed reservoirs

구 분	1-2월		6월		8월		전 체	
	조사지구	저수율(%)	조사지구	저수율(%)	조사지구	저수율(%)	조사지구	저수율(%)
시 군	106	25.5	18	13.4	27	16.0	151(112)	22.4
농 조	43	30.4	44	35.9	25	17.1	112(77)	29.6
계	149	26.9	62	29.4	52	16.5	263(189)	25.4

(Note) ()는 중복을 배제한 저수지수

과우일수 발생기간동안의 1993년도 최저저수율 60%와⁹⁾ 예년의 평균저수율 86%에 비추어 볼 때¹⁹⁾ 1994년도와 1995년도가 연속하여 가뭄이 심했던 것을 알 수 있다.

3. 수질분석결과

수질분석에 대한 결과자료는 조사항목과 관리주체별로 구분하여 정리하였다. 먼저 Table-5는 하천 및 호소의 수질환경기준에 있는 항목을 중심으로 요약한 것이며, 탁도, Na, K, Ca, Mg, Fe 등은 제외된 것이다. 즉,

Table-2와 Table-3에 나타낸 바의 우리나라 농업용수 수질환경기준에 준하는 4등급의 수질기준과 일본의 농업용수수질기준을 기본으로 하여 범위를 설정하고 1-2월 140개소 142점, 6월 59개소 60점, 8월 48개소 48점에 대한 결과를 조사시기별 분석시료수에 대한 백분율로서 나타낸 것이다.

한편 Table-6은 조사항목에 대한 전체 수질 분석자료를 시군·농조별로 구분하고 조사시기별로 수질분석 시료수에 대한 평균치를 나타낸 것인데, 이는 우리나라 전체로 볼 때 농조

Table-5. Results of water quality analysis by environmental standard

조사 항목	구분	1-2월	6월	8월	전체
		시료수(%)	시료수(%)	시료수(%)	시료수(%)
pH	pH<6.0	-	9(15.0)	7(14.6)	16(14.8)
	6.0≤pH<7.5	-	40(66.7)	25(52.1)	65(60.2)
	7.5<pH≤8.5	-	9(15.0)	12(25.0)	21(19.4)
	pH>8.5	-	2(3.3)	4(8.3)	6(5.6)
EC (mmhos/cm)	EC≤0.3	-	45(75.0)	47(97.9)	92(85.2)
	EC>0.3	-	15(25.0)	1(2.1)	16(14.8)
BOD (mg/l)	BOD≤8.0	-	54(90.0)	-	54(90.0)
	BOD>8.0	-	6(10.0)	-	6(10.0)
SS (mg/l)	SS≤15	84(59.2)	19(31.7)	20(41.7)	123(49.2)
	15<SS≤100	48(33.8)	40(66.7)	26(54.2)	114(45.6)
	SS>100	10(7.0)	1(1.6)	2(4.1)	13(5.2)
COD (mg/l)	COD≤6.0	-	38(63.4)	14(29.2)	52(48.1)
	6.0<COD≤8.0	-	5(8.3)	5(10.4)	10(9.3)
	COD>8.0	-	17(28.3)	29(60.4)	46(42.6)
DO (mg/l)	DO<2.0	-	1(1.6)	1(2.1)	2(1.9)
	2.0≤DO<5.0	-	40(66.7)	46(95.8)	86(79.6)
	DO≥5.0	-	19(31.7)	1(2.1)	20(18.5)
T-N (mg/l)	T-N≤1.0	-	-	15(31.3)	15(31.3)
	T-N>1.0	-	-	33(68.7)	33(68.7)
T-P (mg/l)	T-P≤0.10	-	-	30(62.5)	30(62.5)
	T-P>0.10	-	-	18(37.5)	18(37.5)

저수지의 개소수는 16%에 불과하나 관개면적은 371.5천ha로서 71.3%를 차지하고 있는 등^{4,7)} 농조저수지와 시군저수지는 관리주체가 다르고 설치년도, 관개면적 및 저수지 제원 등에서 차이가 있는 것으로 가정하고 그 결과를 비교하기 위한 것이다.

4. 항목별 고찰

(1) 수소이온농도(pH)

수소이온농도는 액체의 산성, 알칼리성 또는 중성을 나타내는 지표로, 수도의 pH 허용 범위는 상당히 넓고, 논에서는 관개수 pH가 식물생육에 직접영향을 미치는 경우는 적으며 간접적인 영향이 큰 것으로 알려져 있다.¹²⁾

호소의 수질환경기준과 분석된 108개 자료를 비교한 결과 4등급 농업용수기준인 6.0~

8.5에는 86개자료로 79.6%이고, 22개의 20.4%는 기준외로 나타났으며, 그중 6.0 이하의 산성수질이 14.8%, 8.5이상의 알칼리성향이 5.6%로 조사되었다. 또한 일본의 기준에 의한 6.0~7.5에는 65개소인 60.2%가 이에 해당되며, 우리나라기준과 비교할 때 19.4%가 제외된다.

한편 시군·농조별로는 농조의 평균치가 7.1로 시군 저수지의 평균치인 6.8보다 약간 높은 값을 보여 주었다. Fig. 1은 전체 자료의 저수율에 대한 pH를 나타낸 것으로 대부분의 자료가 5.5~9.0 범위이며, 유의할 만한 상관성은 없는 것으로 보여진다.

(2) 전기전도도(EC)

물의 전기전도도는 전기저항률의 역수로서 수중 전도성분(주로 염류)의 지표이며, 관

Table-6. Mean values of water quality by management agency

항목	구분	1-2월	6월	8월	평균
pH	농조	-	7.0	7.3	7.1
	시군	-	6.1	6.5	6.3
	전체	-	6.7	6.9	6.8
EC (μ mhos/cm)	농조	-	265	147.5	223
	시군	-	279	122.5	187
	전체	-	269	135	210
BOD (mg/l)	농조	-	4.9	-	4.9
	시군	-	6.9	-	6.9
	전체	-	5.5	-	5.5
SS (mg/l)	농조	41.9	19.9	30.0	30.9
	시군	24.7	38.3	26.2	26.6
	전체	30.1	25.1	28.1	28.5
COD (mg/l)	농조	-	5.8	12.0	8.0
	시군	-	13.5	12.9	13.2
	전체	-	8.0	12.4	9.9
DO (mg/l)	농조	-	4.70	3.26	4.18
	시군	-	3.33	3.02	3.15
	전체	-	4.31	3.14	3.79
T-N (mg/l)	농조	-	-	3.67	3.67
	시군	-	-	4.51	4.51
	전체	-	-	4.09	4.09
T-P (mg/l)	농조	-	-	0.208	0.208
	시군	-	-	0.150	0.150
	전체	-	-	0.179	0.179
탁도 (ppm)	농조	-	37.1	48.1	41.1
	시군	-	58.7	64.1	61.9
	전체	-	43.3	56.1	49.0
Na (meq/l)	농조	0.329	0.548	0.527	0.455
	시군	0.353	0.546	0.390	0.383
	전체	0.346	0.547	0.458	0.416
K (meq/l)	농조	0.134	0.134	0.189	0.146
	시군	0.151	0.169	0.192	0.160
	전체	0.145	0.144	0.190	0.154
Ca (meq/l)	농조	-	-	0.345	0.345
	시군	-	-	0.295	0.295
	전체	-	-	0.320	0.320
Mg (meq/l)	농조	-	-	0.175	0.175
	시군	-	-	0.158	0.158
	전체	-	-	0.166	0.166
Fe (meq/l)	농조	0.150	0.187	0.142	0.162
	시군	0.133	0.187	0.171	0.146
	전체	0.138	0.187	0.157	0.154

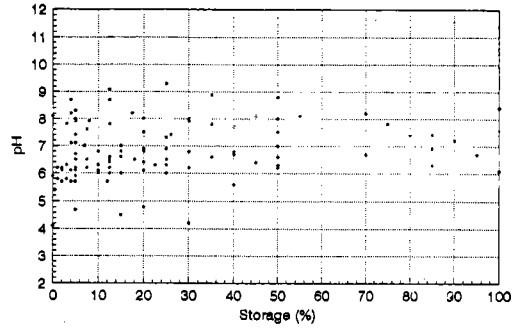


Fig. 1. Reservoir storage and pH

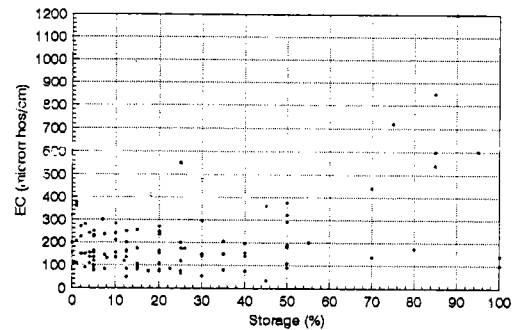


Fig. 2. Reservoir storage and EC

개수나 토양용액중 염류농도가 높아지면 작물 생육에 염해를 받는다.

본 결과에서는 일본의 농업용수기준인 0.3mmhos/cm이하가 92개지구 85.2%이며, 8월의 평균 EC값이 6월보다 높은 것으로 분석된 것은 조사시기별 대상저수지가 지역적으로 다른데 이중 높은 EC값을 나타낸 몇개의 저수지가 8월중에 조사된 자료에 포함된 때문이다. 또한 Fig. 2에서 보는 바와 같이 저수율과 EC의 관계는 크지 않은 것으로 보이고, 다만 저수율이 높을 때 EC값이 크게 나타난 이유는 상대적으로 저수율이 높았던 부안의 청호제가 1.2mmhos/cm인 것을 비롯하여 고마제, 군산의 옥곡제, 옥구제, 옥녀제 등 일부 저수지가 서해안에 인접해 있는 지리적 영향으로 0.6mmhos/cm보다 큰 값을 나타내었기 때문으로 추측되나 정확한 이유에 대해서는 세밀

한 조사가 필요하다고 생각된다.

한편 시군·농조별로는 농조저수지가 0.223mmhos/cm로 시군저수지 0.187mmhos/cm 보다 약간 높았으며, 전체적인 평균값은 0.210mmhos/cm을 나타내었다.

(3) 탁도

탁도는 시료에 의하여 산란되는 빛의 세기를 비교하여 측정하며, 지표에 있는 점토성물질과 유기성물질, 수중의 프랑크톤과 미생물, 도시하수나 산업폐수의 유입, 그리고 산성수와 중성수의 혼입 등에 의해서 생긴다.

Table-6의 분석결과에서 보면 108개 자료 중 6월의 평균치 43.3ppm보다 저수율이 떨어진 8월에 56.1ppm으로 높아졌는데 이는 낮은 저수율과 준설로 인한 혼탁현상, 그리고 사전 호우로 인한 유입영향 등에 기인하는 것으로 보이며, 시군·농조별로는 농조의 평균치 41.1ppm보다 시군 저수지가 61.9ppm로 더 혼탁한 결과를 보여 주었다.

(4) 부유물질(SS)

부유물질은 무기물과 유기물을 함유하는 고형물질로 부유물질이 많은 관개수는 토양의 물리성악화, 토양의 환원화 등에 영향을 준다.

전체 250개 자료중 농업용수 수질기준치인 15.0mg/ℓ을 초과하는 자료가 127개로 50.8%, 허용기준인 15mg/ℓ이하인 자료는 123개 자료로 49.2%이며, 100mg/ℓ을 넘는 것도 13

개지구 5.2%로서 상당히 높은 편이다. Fig. 3은 전체 자료의 저수율에 대한 SS를 도시한 것으로 준설, 호우로 인한 하상물질의 부상이 원인으로 추정되는 일부를 제외하고는 많은 자료가 저수율이 낮아짐에 따라 SS값은 높아지는 경향을 볼 수 있지만, 상관성은 크지 않은 것으로 보인다.

한편 시군·농조별로는 농조의 평균치가 30.9mg/ℓ로 시군 저수지의 26.6 mg/ℓ보다 약간 높은 편이었다.

(5) 용존산소(DO)

용존산소는 물속에 녹아있는 산소량을 말하며, 일반적으로 물이 차고 순수할수록 용존산소량이 높아진다. 관개수중 용존산소는 수도생육에 직접적인 영향을 미치지 않으며, 간접적인 수질지표항목으로 의미를 가지고 있다.¹²⁾

108개 자료의 결과를 보면 호소의 농업용수 기준인 2.0mg/ℓ 이상이 전체적으로 98.1%로서 큰 문제는 없다고 볼 수 있으나, 일본의 농업용수수질기준이며 우리나라 3급수에 해당하는 5.0mg/ℓ 이상은 불과 20개소 18.5%로서 극히 낮은 편이다. 시기별로 보면 저수율이 높은 6월의 DO값이 크고, 시군·농조별로는 농조 저수지가 평균치 4.18mg/ℓ로 시군 저수지의 평균치인 3.15mg/ℓ보다 약간 높은 것으로 나타났다. Fig. 4는 전체 자료의 저수

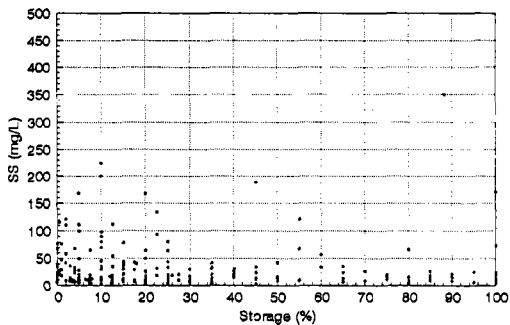


Fig. 3. Reservoir storage and SS

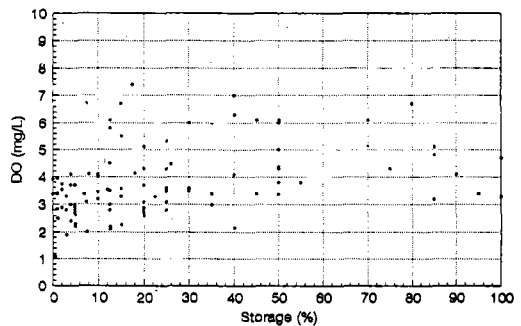


Fig. 4. Reservoir storage and DO

울에 대한 DO를 나타낸 것으로 저수율이 낮은 경우 DO값이 작아지는 경향은 있지만 뚜렷한 상관관계는 없는 것으로 보여진다.

(6) 화학적산소요구량(COD)

COD는 유기물을 화학적으로 산화시킬 때 소모되는 산소량으로 작물에 간접적인 영향을 주며, COD가 높으면 관개용수가 혐기성상태가 되고 농작물 뿌리가 장애를 받게 된다.¹⁶⁾

여기서는 Pack Test에 의한 간이측정법을 사용하였으며, 측정결과 108개 자료중 4등급인 호소의 농업용수기준인 8.0mg/ℓ을 초과하는 자료가 46개로 42.6%이며, 허용기준내에는 62개자료로 57.4%로서 상당히 낮은 비율이다. 그러나 일본의 기준치인 6.0mg/ℓ이하로 보면 48.1%로 더욱 낮아지며, 시기별로 보면 저수율이 낮아진 8월에 COD가 크게 높은 값을 보여주고 있다. 그러나 가장 높은 값의 COD는 호제의 50.0mg/ℓ이었다.

한편 시군·농조별로는 농조 저수지의 평균치 8.0mg/ℓ보다 시군 저수지의 평균치가 13.2mg/ℓ로 상당히 높은 편이며, 이는 BOD의 값과 비슷한 경향을 보여주었다. Fig. 5는 전체 자료의 저수율에 대한 COD의 관계를 도시한 것으로 저수율이 낮은 경우 COD값은 증가하는 것을 나타내 주고 있으며, 벽남제, 교동제, 그리고 고마제, 청호제, 대위제, 옥곡제, 옥녀제, 미릉제 등을 제외하고는 저수율이 낮

아짐에 따라 COD의 변화폭이 크고 저수율이 높을수록 변화폭은 적어지며 DO와는 약간 상반되는 관계를 보여주고 있다.

(7) 생물화학적 산소요구량(BOD)

BOD는 어떤 유기물을 미생물에 의하여 호기성상태에서 분해되는데 소비되는 산소량을 의미하며, BOD가 높을수록 유기물질에 의한 오염도가 높음을 나타낸다.

6월중에 조사분석된 60개 자료를 하천기준과 비교하면 농업용수 수질기준치인 8.0mg/ℓ 이하가 54개 90.0%를 차지하고, 나머지 6개 10.0%가 허용치 8.0mg/ℓ 이상으로 나타났으며, 낮은 저수율에 비하면 그리 큰 문제는 되지 않을 것으로 판단된다.

(8) 총인 (TOTAL PHOSPHORUS, T-P)

8월의 조사결과 48개 자료중 농업용수기준치인 0.1mg/ℓ을 초과하는 자료가 18개로 37.5%이며, 허용기준내에는 30개자료로 62.5%이지만 전체 자료의 평균치로 보면 0.179mg/ℓ로서 기준을 초과하는 값이다. 한편 농조와 시군별로 평균치를 비교해보면 각각 0.208mg/ℓ과 0.150mg/ℓ로 농조가 시군보다 약간 높은 값을 나타내었다.

(9) 총질소(TOTAL NITROGEN, T-N)

수중질소는 유기태질소, 암모니아태질소, 아질산태질소, 질산태질소 등으로 총질소는 이들의 합계를 말하며, 농업용수수질기준항목중 가장 논란이 많은 항목으로 알려져 있다. 농업에서는 질소가 비료로서 다량 사용되므로 관개배수중 질소성분이 많이 함유하게 되며, 질소과다에 의한 수도피해는 도복, 등숙불량, 병충해 만연, 미질의 저하 등이다.

그러나 농업용수수질기준의 T-N 1.0mg/ℓ은 매우 낮은 농도이다. T-N이 분석된 48개 자료결과에서 농업용수기준치인 1.0mg/ℓ을 초과하는 자료가 33개로 68.7%이며, 허용기준내에는 15개자료로 31.3%로 저수율이 낮아진 시기에 시료채취가 많으므로 총질소가

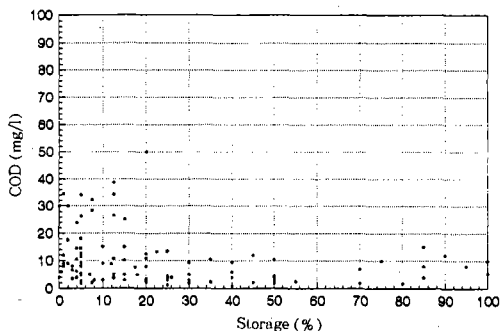


Fig. 5. Reservoir storage and COD

다소 높은 편이다. 전체적인 평균값으로 보면 4.09mg/ℓ로 기준치를 크게 초과하는 결과라고 볼 수 있으며, 5.0mg/ℓ을 초과하는 시료도 18개나 되었다.

(10) 양이온(Na, K, Mg, Ca)

Na, K, Ca, Mg는 양이온을 띤 용해물질로서 유역, 하천 및 호소에 있어 그 조성과 농도가 각기 다르다. 일반적으로 토양에서는 Na의 함유도가 증가하면 알카리성이 되어 투수성이 감소하며, Ca, Mg은 작물생육에 필요한 성분과 양분을 공급해주는 효과가 있지만 Na 등은 유해한 것으로 알려져 있다.

본 조사결과 전체 250개의 자료에서 Na, K는 0.416meq/ℓ과 0.154meq/ℓ, Ca와 Mg는 0.320meq/ℓ과 0.166meq/ℓ의 평균값을 각각 나타내었으며, 조사시기별 및 관할별로는 큰 차이를 보이지 않았다.

Fig. 6은 Na와 K의 관계를 도시한 것으로 약간의 비례관계를 보여주고 있으며, 6월만의 자료에서는 $K=0.05284+0.16653 Na$ 의 관계식을 얻을 수 있었으며 상관계수 $R^2=0.625$ 이었다.

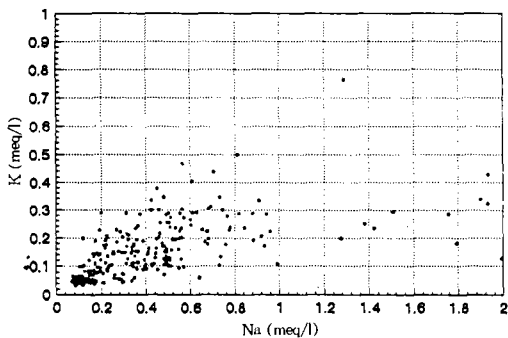


Fig. 6. Relationships between Na and K

(11) 철(Fe)

중금속은 토양이나 작물에 축적되는 특성을 가지고 있으므로 장기간에 걸쳐 관개할 경우 피해가 있다. 수질환경기준에 규정하고 있는

유해물질은 카드뮴(Cd), 구리(Cu), 비소(As) 등이며, 중금속류는 Hg, Pb, Zn, Fe 등이 있지만 본 조사에서는 Fe 성분만 분석하였다.

전체 250개 자료의 평균값은 0.154mg/ℓ로서 각 시기별로 비슷하며, 시군·농조별로도 각각 0.162mg/ℓ과 0.146mg/ℓ로 평균치가 비슷하다. 다만 저수율이 낮을수록 약간의 농도가 증가하는 경향을 나타내었다.

IV. 요약 및 결론

전북도내에 있는 농업용저수지를 대상으로 현장조사와 수질분석을 실시하여 저수지 상태 및 유역상황 등을 파악하고 분석결과를 수질환경기준에 따른 항목별로 고찰하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 소류지나 소규모형태의 많은 저수지가 축조년도가 오래되어 토사의 퇴적이 많고, 대부분 수초와 잡초가 자라서 내용적이 감소된 상태이며 준설 및 보수의 필요성이 높았다.
2. 현장조사시의 평균저수율을 보면 1-2월 26.9%, 6월 29.4%, 8월은 16.5%였으며, 전체적으로는 25.4%의 낮은 저수율을 나타내었다.
3. 수질항목별 분석결과에서 pH는 6.8, EC는 0.210mmhos/cm, 탁도는 49.0ppm, SS는 28.5mg/ℓ, DO는 3.79mg/ℓ, COD는 9.9mg/ℓ, BOD는 5.5mg/ℓ, T-P는 0.179mg/ℓ, T-N는 4.09mg/ℓ, Na와 K는 0.416meq/ℓ과 0.154meq/ℓ, Ca와 Mg는 0.320meq/ℓ과 0.166meq/ℓ의 평균값을 각각 나타내었다.
4. 저수지의 수질분석 결과에서 수질환경기준의 조사항목인 pH, COD, SS, DO, T-P, T-N, BOD 성분중 용존산소인 DO를 제외하고는 농업용수 허용기준치를 초과하고 있는 곳이 상당수 있는 것으로 보아 이에 대한 적절한 대책이 요구되며, 아울러 우리나라의 농업환경에 맞는 농업용수 수질환경기준의 확립이 필요하다.

본 논문은 1995년도 농림수산특정연구
사업에 의한 연구지원과제의 일부결과임.

참 고 문 헌

1. 김시원 외(1990) 농업수리학, 향문사 : 55-57.
2. 김석현(1994) 환경관리시험, 창문각.
3. 김종수,박경배,최정(1993) 오염관개수가 벼 생육 및 미질에 미치는 영향, 한국토양 비료학회지, 26(2) : 132-137.
4. 농림수산부(1995) 저수지 준설토의 효율적 활용방안 연구(1차년도 보고서), 1995. 12.
5. 농림수산부,농어촌진흥공사(1992) 농업토 목랜드북, 한국농공학회 : 1598-1612.
6. 농림수산부,농업진흥공사(1986) 수리시설 물 수원공일람표(전북,전남), 1986. 12
7. 농림수산부,농어촌진흥공사(1995) 농업기 반조성사업통계연보
8. 농어촌진흥공사(1991) 농업용수 수질환경 조사보고서.
9. 농어촌진흥공사, 한국관개배수위원회 (1995) 동북아의 물 2000년-농어촌용수 개발과 관리, 1995. 3 : 182-184.
10. 서승덕,김동훈,윤학기(1994) 농업용 저수 지수역의 수질환경 오염원 조사분석, 한국 농공학회지, 36(3) : 100-112.
11. 옥치상,백병천,박종용,김동식(1994) 수질 측정 및 수처리 실험, 지구문화사.
12. 이광식(1990) 농업용수 수질오염이 작물 에 미치는 영향, 농공기술, 농업진흥공사 농업토목시험연구소, 7(2) : 127-134.
13. 이상훈(1994) 교양환경과학, 자유아카데 미.
14. 이정재,최정(1986) 금호강유역의 수질,토 양 및 작물체중의 중금속 함량조사, 한국 환경농학회지, 5(1) : 24-29.
15. 전국환경관리인연합회(1994) 환경관계법 규 II, 1994. 12.
16. 정이근(1994) 농업용수의 오염과 관개수 의 적정관단, 토양비료과제훈련교재, 농촌 진흥청, 1994. 3 : 57-68.
17. 최언호,이서래(1982) 낙동강 중류수역의 수질조사 연구(1978-1980년), 한국환경농 학회지, 1(1) : 31-38.
18. 하호성,허중수(1982) 김해평야의 관개수 오염에 관한 연구, 한국환경농학회지, 1 (1) : 22-30.
19. 한국건설기술연구원(1995) 94-95 가뭄 심포지움, 전망과 대책, 1995. 2 : 30-31.
20. 공해방지의기술と법규편집위원회(1985) 공해방지의기술と법규(수질편), 산업공해 방지협회 : 22-30.

(접수일자 : 1996년 1월 13일)