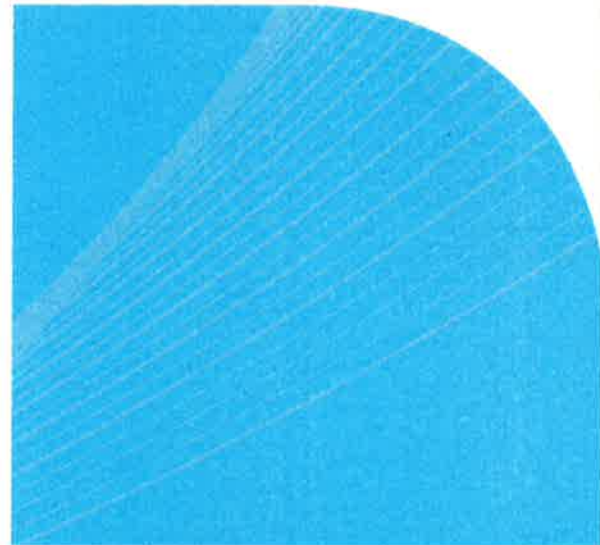


신덕지구 농업용수 수질개선사업 기본조사보고서



2015

농림축산식품자료실



0024860



농림축산식품부



한국농어촌공사

전라남도
해 남 군

신덕지구 농업용수 수질개선사업
기 본 조 사 보 고 서

2015

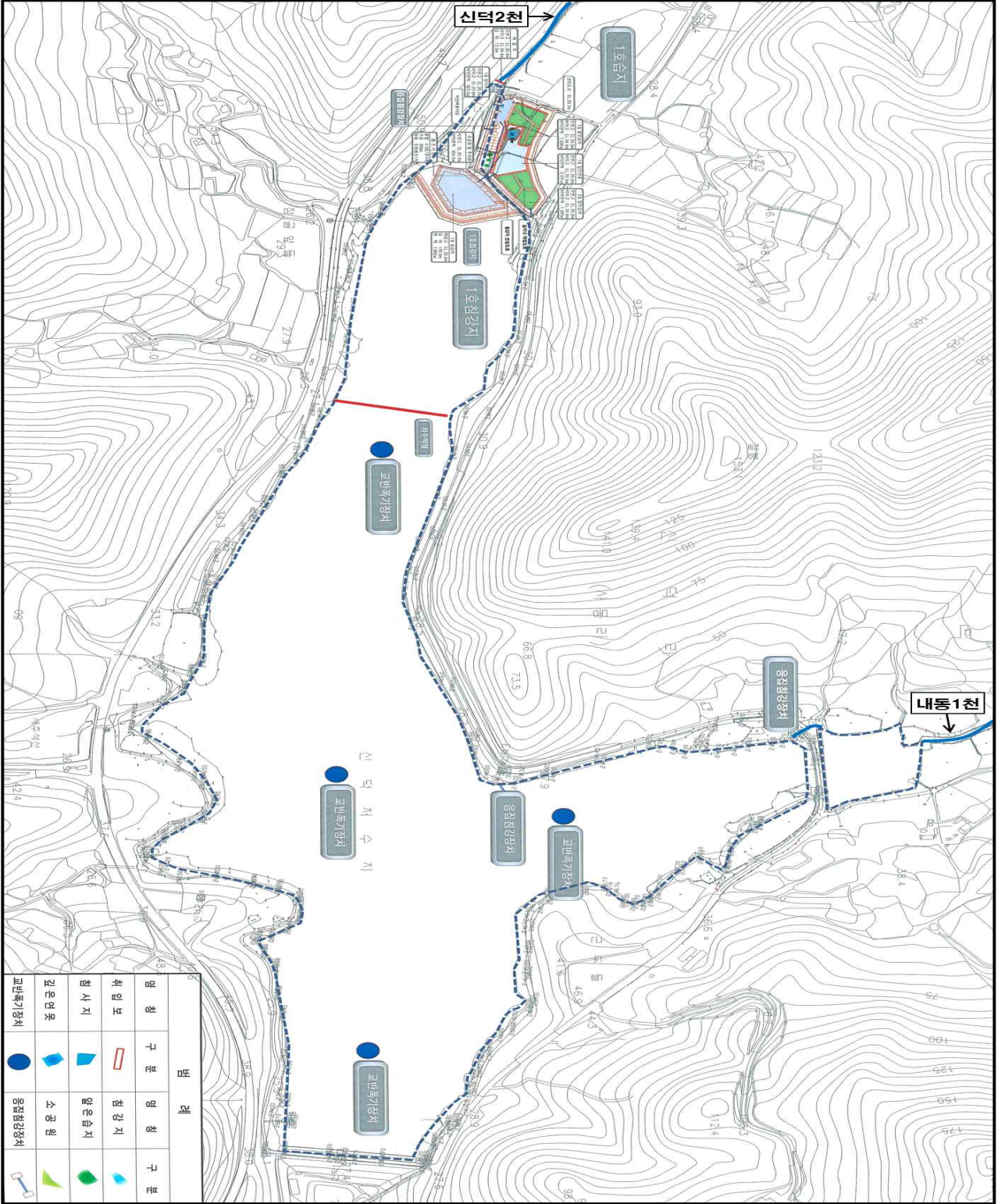


농림축산식품부



한국농어촌공사

신덕지구 농업용수 수질개선사업 계획평면도





요 약 문

1. 사업명

- 신덕지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

2. 사업배경

- 급속한 사회환경변화에 따른 오염물질 유입량의 증가로 저수지 수질 악화
- 농업용수 수질오염에 따른 농산품 품질 경쟁력 저하 및 농작업환경 악화
- 농산물우수관리인증제도(GAP) 시행에 따라 이수목적에 적합한 용수수요 증가
- 농어촌의 용수수요 다양화 및 지역주민들의 쾌적한 친수환경 수요 증대

3. 사업목적

- 수질기준을 초과한 농업용 호소의 수질을 개선하여 환경정책기본법 시행령 호소 생활환경기준 IV등급(농업용수)에 적합한 수질유지
- 양질의 농업용수 공급을 통해 안전한 농식품 공급으로 국민건강 보호
- 환경친화적 수질개선을 통한 건전하고 지속가능한 농업농촌환경 구축

4. 추진방향

- 인공습지, 침강지 등 수질정화시설을 계획하여 농업용수원의 수질개선
- 사업의 효과를 높일 수 있도록 전문가 자문, 국내외 사례조사, 실험법 평가 등으로 적용 가능한 부분 최대한 반영
- 환경친화적인 수환경을 조성하여 주민휴식공간을 제공하고 사업홍보효과를 제고할 수 있도록 사업계획 수립
- 기본조사는 수질, 생태, 토양, 퇴적물조사 및 수질예측모형 구축, 수질개선대책 기본구상 및 기본설계 등을 추진
- 수질개선대책은 상류대책과 호내대책을 병행하는 것으로 계획

5. 조사내용

5.1 지구현황조사

- 사업지구 주변의 자연환경 및 인문·사회 환경조사

5.2 수리·수문조사

- 유역피복, 토지이용
- 유입하천 특성 및 유량조사
- 유역의 기상자료 조사분석

5.3 오염원조사

- 유역내 인구, 가축, 환경기초시설 방류수 등 점오염원 및 분포현황 조사
- 유역내 논, 밭, 임야 등 비점오염원 및 분포현황 조사

5.4 수질조사

- 유입하천과 저수지의 수질현황을 파악하기 위하여 유입하천 및 저수지에서 수질현장조사를 실시하고 물시료를 채취하여 실내시험 실시

5.5 퇴적물조사

- 저수지 내 상류 유입부, 중류, 하류 지점에서 퇴적물 시료를 채취하여 퇴적물의 토성 및 오염도 분석

5.6 동·식물상조사

- 저수지 및 인근지역의 식물, 동물 등에 대한 생태환경조사

5.7 토양조사

- 수질개선대책시설 설치예정지 토양의 물리·화학적 특성 조사를 위해 현장 조사를 실시하고 시료를 채취하여 실내분석 시행

5.8 매장문화재 지표조사

- 농업용수 수질개선사업 시행으로 인하여 문화재 보존환경에 변화를 가져오는 영향요소 등 조사·분석하여 그 관련대책 수립

5.9 토목조사 및 기본설계

- 수질개선대책시설 설치예정지, 유입하천 지형측량 및 하천 중·횡단 측량
- 수질개선대책시설 기본설계 및 개략사업비 산출 등

5.10 기 타

- 원활한 사업시행을 위한 관련기관 업무협의 추진하고 필요한 자료 수집
- 전략환경영향평가 시행(근거 : 환경영향평가법 시행령 제7조 제2항 [별표2])

6. 조사결과

6.1 신덕저수지 현황

- 소재지 : 전라남도 해남군 화원면 신덕리 일원

구성년도	유역면적	만수면적	수혜면적	총저수량	제당높이	제당연장
1986년	765.0 ha	45.5 ha	428.5 ha	3,369.1 천톤	23.6 m	187.0 m

- 유역은 화원면 신덕리 일대의 비교적 경사가 급한 해발 약 150~300m 정도의 산지로 둘러싸인 골짜기 765ha로 이루어짐
- 주 수계는 신덕2천, 내동1천 소하천이며 전체유역의 60% 이상을 차지하며 그 외 다수의 미지정 소하천이 유입됨

6.2 수리·수문조사 결과

- 총 유입량에서 강우량 일30mm이하는 인공습지, 일30mm초과는 침강지에서 처리

소유역 번호	유역면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량 (천m ³ /년)	일평균 유입량(m ³ /일)			비고
				총 유입	일30mm 미만	일30mm 초과	
I	399.6	61.8	2,915.0	7,985.2	5,871.6	74,870.0	
II	94.3	62.3	694.5	1,902.7	1,283.3	21,595.9	
III	71.0	67.4	565.4	1,549.0	1,022.0	18,325.3	
IV	101.7	69.0	827.8	2,268.0	1,531.9	25,675.6	
V	30.0	59.9	212.2	581.4	360.5	7,629.1	
VI	23.0	69.0	187.4	513.5	316.8	6,797.7	
VII	237.7	56.0	1,574.0	4,313.5	3,028.1	45,036.2	금평지
저수지	45.4						
계	765.0	64.9	5,402.0	14,799.8	10,386.2	154,893.6	금평지 제외

6.3 오염원 및 배출부하량

- 전형적인 농촌지역으로 유역내 124명이 거주하고 있으며, 인구밀도 0.2인/ha로 조사됨
- 유역내 하수관거 정비가 이뤄지지 않아 생활하수가 저수지로 유입
- 유역내 사육되는 가축은 한우 26두(개별 퇴비화)로 감소추세임
- 농지 중 논보다 밭이 많은 유역 특성상 강우시 비점오염물질 배출이 신덕저수지 수질에 큰 영향을 미치므로 비점오염물질에 대한 대책 수립이 필요
- 산업시설로 저수지 우안에 토석채취장 2곳이 개발 중이며, 비점오염저감시설 2곳을 운영 중에 있음
- 양식계 등의 기타 오염원은 없는 것으로 조사됨
- 유역내 택지개발(도시개발, 산업·농공단지 조성, 도로 확·포장 등) 및 수질 개선관련 개발계획은 없는 것으로 조사됨
- 유역상류에 산재한 마을의 미처리 생활하수의 지속적인 유입과 경작지에 살포된 퇴비, 도로 비점오염물질 등의 강우에 의한 유출 등이 저수지 수질오염을 가중시키고 있음



< 유역내 가축분뇨 퇴비 야적에 의한 침출수 발생 및 토사유출 >

- 오염원(BOD 배출부하량 기준)은 생활계(38.0%), 축산계(8.0%), 토지계(54.0%) 순으로 주요오염원은 토지계로 나타났으며, 강우에 의한 비점오염원 차단을 위한 대책 마련이 필요함

구 분		배출부하량(kg/day)			비 고
		BOD	T-N	T-P	
합 계		12.32	13.93	1.13	
생활계	인구	4.68	1.49	0.04	
축산계	가축	1.00	0.92	0.07	
토지계	비점오염	6.65	11.52	1.02	주요오염원

6.4 수질조사 결과

- 유입하천 2개지점(SDS1, SDS2)
 - BOD 0.4~4.6mg/L, 하천 생활환경기준 매우 좋음(Ia등급)~보통(III등급)
 - COD 3.6~10.4mg/L, 하천 생활환경기준 좋음(Ib등급)~나쁨(V등급)
 - TOC 2.4~5.3mg/L, 하천 생활환경기준 좋음(Ib등급)~약간나쁨(IV등급)
 - T-N 4.726~24.268mg/L로 최소값 대비 최대값이 5.1배로 지점·시기별(평시·강우시 등)로 변화가 큰 것으로 조사되었음
 - T-P 0.109~0.221mg/L, 하천 생활환경기준 보통(III등급)~약간나쁨(IV등급)
 - 평시 유입하천의 수질은 양호한 상태이나, 강우시 비점오염물질 유출로 수질이 악화되는 것으로 조사되었음. 따라서 비점오염물질 발생 및 저수지 유입을 차단할 수 있는 대책 마련이 필요함

• 신덕저수지

- '15년 기본조사 결과(6회, 6월~11월) 저수지 상류, 중류, 하류 3지점 COD가 7.6~14.4mg/L로 호소 생활환경기준 약간나쁨(IV등급)~매우나쁨(VI등급), TOC가 4.7~9.8mg/L로 호소 생활환경기준 보통(III등급)~매우나쁨(VI등급)에 해당함
- T-N은 0.474~1.509mg/L로 호소 생활환경기준 보통(III등급)~매우나쁨(VI등급), T-P는 0.024~0.117mg/L로 호소 생활환경기준 약간좋음(II등급)~나쁨(V등급)에 해당함
- '10년~'14년 농업용수 수질측정망조사 결과 수질변화 추이를 보면, 5개년간 신덕저수지의 평균 COD는 9.7mg/L, TOC 5.0mg/L, T-N 1.422mg/L, T-P 0.098mg/L로 밭의 비율이 높은 지역특성상 비점오염물질이 지속적으로 유입되어 농업용수 수질기준인 IV등급을 초과하고 있음
- 목표수질(농업용수 수질기준)을 만족하기 위해서는 인공습지, 침강지 및 비점오염저감시설 등 호내대책의 수질개선사업이 필요
- 신덕저수지 '10~'14년 수질변화 추이(농업용수 수질측정망 조사결과)

년 도	'10	'11	'12	'13	'14	평균	수질등급
COD(mg/L)	9.0	8.6	9.7	11.5	9.8	9.7	V 등급 (나쁨)
TOC(mg/L)	3.3	4.9	5.2	6.2	5.2	5.0	
T-N(mg/L)	1.149	1.109	1.845	2.075	0.930	1.422	
T-P(mg/L)	0.068	0.065	0.154	0.142	0.063	0.098	

※ 수질기준(IV등급) : COD 8.0mg/L, TOC 6.0mg/L, T-N 1.0mg/L, T-P 0.1mg/L 이하

6.5 퇴적물환경

- 퇴적토 제거기준(팔당호, 한강하류, 대청호)와 비교시 저수지 중류, 하류지점에서 기준을 초과하고 있으나, 카드뮴, 구리, 비소, 수은 등 토양오염우려기준 21개 항목은 기준이내인 것으로 조사됨
 - 저수지내 4지점 평균 유기물은 4.4%, 완전연소가능량(강열감량) 8.2%, T-N 2,369.0mg/kg, T-P 1,014.3mg/kg로 나타났음
- 2003년 신덕저수지 준설 사업시 '해남 화원면 청자요지(전남 기념물 제220호)'가 분포한 것으로 조사되어 사업이 중단되었음
- 평균수심이 10m 내외로 수심이 깊고, 준설사업 추진이 불가능한 상황에서 저수지 녹조 제어를 위한 수질개선공법 적용이 필요함
 - 인공습지·침강지는 부유물질 유입차단, 응집침강장치는 내부부하 저감, 교반폭기장치는 응집침강물질의 교반을 통해 오염물질의 침강을 촉진하고 저층을 호기상태로 만들어 퇴적토에서 오염물질 용출 억제효과 있음

지 점 명	평 균	저수지 유입부		저수지 중류 (SD2)	저수지 하류 (SD3)
		(SD1)	(SD4)		
유기물(%)	4.4	4.1	4.2	4.5	4.7
총질소(mg/kg)	2,369.0	662.0	2,202.0	3,654.0	2,957.9
총인(mg/kg)	1,014.3	713.0	970.1	1,118.6	1,255.3
완전연소가능량(%)	8.2	7.4	8.2	8.6	8.7

6.6 생태환경

- 식물
 - 조사지점 일원에서 확인된 소산식물은 총 73과 177종이며, 산림청 지정 희귀식물, 환경부 지정 멸종위기 야생식물은 분포하지 않는 것으로 조사됨
 - 식물구계학적 특정종은 I 등급 13종, III등급 멸구슬나무 1종, 보호가치가 높은 IV~V 등급 종으로는 애기등 1종이 내동제 주변에서 조사되었음
- 포유류
 - 현지조사 결과 6과 7종, 문헌상 7과 9종이 확인되었고 문헌상·현지조사 결과 법정 보호종은 삵(멸종위기 야생생물 II급), 수달(멸종위기 야생생물 I 급)이 확인됨
 - 개발지역과 확인된 위치가 상이하어 직접적인 영향은 없을 것으로 판단됨

- 조류
 - 현지조사 결과 20과 27종, 문헌상 36과 89종이 확인되었으며, 현지조사 결과 법정보호종인 황조롱이(천연기념물 제323-8호)가 관찰됨
 - 황조롱이는 순차적 공사 시행으로 주요 먹이원인 소형육상동물의 종수 및 개체수 감소를 방지할 계획임
- 양서·파충류
 - 현지조사 결과 3과 4종, 문헌상 9과 16종이 확인되었고 문헌상·현지조사 결과 천연기념물 등의 법정보호종은 확인되지 않았음
- 육상곤충류
 - 현지조사 결과 24과 50종, 문헌상 58과 236종이 확인되었으며, 문헌상·현지조사 결과 천연기념물 등의 법정보호종은 확인되지 않았음
- 어류
 - 현지조사 결과 2과 3종, 문헌상 6과 17종이 확인되었으며, 문헌상·현지조사 결과 천연기념물 등의 법정보호종은 확인되지 않았음
- 저서성 대형무척추동물
 - 현지조사 결과 7과 8종, 문헌상 40과 65종이 확인되었으며, 문헌상·현지조사 결과 천연기념물 등의 법정보호종은 확인되지 않았음
- 본 계획지구의 생태자연도는 모두 3등급이 분포하였음

6.7 토양조사

- 인공습지 구간은 현재 답(畓)으로 이용되고 있으며, 토성은 자갈의 함량(35%)이 많은 양토(Loam)~사양토(Sandy loam)임(유효토심 20~35cm)
- 시공 후 유효토심 이하 자갈함량이 많은 토양이 지표에 노출되지 않도록 하여야 하며, 부득이 지표에 자갈이 노출시에는 수생식물의 생육에 적합한 양질의 토양으로 복토(25cm이상)를 하여야 함
- 토양배수는 약간양호(Moderate Well)하여 현 상태에서 중기작업시 지반지지력이 약한 지역은 없으나, 성토작업시 토양교란으로 인해 지반지지력이 약화 될 수 있음

6.8 매장문화재 지표조사

- 조사결과, 조사지역은 인공습지는 시굴조사, 침강지는 입회조사로 의견 통보되어 세부설계시 관련조사 반영

6.9 전략환경영향평가

- 환경부와 협의 완료(공사·운영시 협의의견 및 조치계획 이행철저)

6.10 기본계획

□ 기본구상

- 환경친화적이며, 주변의 지형조건을 최대한 활용한 수질개선공법 적용
- 안전성 및 유지관리가 용이한 자연정화공법 적용
- 저수지 홍수면 부지를 최대한 활용

□ 수질개선 목표수질 및 달성년도

- 수질개선 목표수질 : 호소 생활환경기준 IV등급(농업용수)
 - COD 8.0mg/L 이하(TOC 6.0mg/L 이하), T-N 1.0mg/L 이하, T-P 0.1mg/L이하
- 수질목표 달성년도 : 준공 후 5년
 - 장래 오염원 전망 연도는 2026년
 - ※ 수질목표 달성년도는 침강지, 인공습지 등의 공사로 인한 토양교란, 정화식물이 활착하여 안정상태를 보이는 기간을 포함하여 설정

□ 장래 오염원 전망

- 관련계획 : 없음
- 장래 오염원 분포

구 분	'14년말 기준	'26년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과
인 구 (명)	124	124	자연증감(수학적방법) + 개발인구(관련계획) : 현수준 유지
축 산 (두)	한우 26	한우 26	축산단지조성 계획 등 관련계획 : 없음
산업폐수 (m ³ /일)	-	-	장래 공업단지조성 계획 없음
토 지 이 용 (ha)	논	39.1	도시개발 및 용도지역 변경, 도로공사 등 계획 없음 : 현 수준 유지
	밭	120.9	
	임야	548.6	
	대지	9.1	
	기타	1.9	
	합계	719.6	
방류량(m ³ /일)	-	-	해남군 하수도정비 기본계획 없음

※ 토지이용에서 신덕저수지 수면적 45.4ha 제외

※ 장래 오염원 전망 예측방법 : 수질오염총량관리기술지침, 2014, 국립환경과학원

• 장래(2026년) 소유역별 오염물질 배출부하량

- 배출부하량은 토지계가 집중되어 있는 소유역 I 이 가장 크며, 소유역 IV에
서 두 번째로 많은 것으로 조사되었음
- 소유역 I 과 IV이 유역전체의 73.8% ~ 79.2%로 대부분을 차지하고 있음
- 유역유입량에 대한 처리대상 우선순위(배출부하량이 큰 순)는 소유역 I >
소유역 IV 로 나타났음

(단위 : kg/일)

소유역	항목	계	생활계	축산계	토지계
계	BOD	12.320	4.677	0.995	6.647
	T-N	13.928	1.490	0.921	11.518
	T-P	1.126	0.037	0.068	1.021
I	BOD	7.452	4.257	0.077	3.118
	T-N	7.953	1.353	0.071	6.530
	T-P	0.613	0.033	0.005	0.574
II	BOD	0.707	0.001	-	0.706
	T-N	1.311	0.001	-	1.310
	T-P	0.110	-	-	0.110
III	BOD	0.719	0.001	-	0.718
	T-N	1.137	0.001	-	1.135
	T-P	0.102	-	-	0.102
IV	BOD	2.303	0.415	0.919	0.969
	T-N	2.664	0.133	0.850	1.682
	T-P	0.219	0.003	0.063	0.152
V	BOD	0.531	0.001	-	0.530
	T-N	0.447	0.001	-	0.446
	T-P	0.041	-	-	0.041
VI	BOD	0.608	0.001	-	0.607
	T-N	0.416	0.001	-	0.414
	T-P	0.042	-	-	0.042

□ 수질개선사업 기본계획(안)

구분	대안	시설	규모	비고
□ 상류대책(해남군 추진)				
1	관리감독 강화	비점오염 관리	-강우시 비료, 축분야적 등 비점오염물질 유입발생 ▪ 집단야적장 조성 및 비닐덮개 등 관리감독 강화	해남군
2	하수처리	마을하수도 설치	-미처리 생활하수 관리를 위한 마을하수도 설치 요구	해남군
□ 호내대책				
1	평시 및 강우 유출수 처리	1호 인공습지	- 소유역 I 처리용(지표흐름형) ▪ 면적 : 11,214m ² (순면적 : 5,684m ²) ▪ 취입보 : 길이 13.0m, 가동보 ※ 갈수시 및 저유량시 비상펌프시설 가동 · 가동시간 : 갈수시(펌프량 : 2,000m ³ /일)	비점오염 물질 처리
2	강우유출수 처리	1호 침강지	- 소유역 I 처리용 ▪ 침강지 유형 : 보조댐형(수면적 : 4,447m ²) 차수막형(길이 : 134.0m)	비점오염 물질 처리
3	내부생산 저감	응집침강	- 소유역 I, IV처리(2기), 호내대책(1기) ▪ 수처리제 살포를 통한 녹조발생 억제	내부오염 물질 처리
4	내부생산 저감	교반폭기	- 호내 4기	호내교반 및 DO 공급

• 호내대책 완료시 목표수질 만족

(단위 : mg/L)

구분	5개년 평균	예측수질		목표수질	비고
		'26년 장래(미대책시)	호내대책시		
COD	9.7	12.1	7.4	8.0이하	
TOC	5.0	6.2	3.7	6.0이하	
T-N	1.422	1.380	0.990	1.0이하	
T-P	0.098	0.115	0.050	0.1이하	

※ 5개년 평균수질('10~'14)은 농업용수 수질측정망 조사결과임

□ 사업비(호내대책)

• 수입

(단위 : 천원)

구 분	사 업 비			비 고
	계	국 고	지방비	
신덕지구 수질개선사업	(170,000) 2,774,615	(170,000) 2,774,615	-	() : 외서 한국농어촌공사 직접교부액

• 지출

(단위 : 천원)

공 종	세부공정	사 업 비	비 고
총사업비		(170,000) 2,774,615	
순공사비	소 계	2,399,321	
	1) 1호 인공습지	627,457	
	2) 1호 침 강 지	970,749	
	3) 응집침강장치	450,000	
	4) 교반폭기장치	280,000	
	5) 부 대 공 사	71,115	
관리비 및 기타	소 계	(170,000) 375,294	() : 외서 기본조사비
	1) 기본조사비	(170,000)	문화재지표, 전략환경영향평가비포함
	2) 세부설계비	107,306	소규모 환경영향평가 포함
	3) 매장문화재조사비	47,894	시굴조사, 입회조사
	4) 생태보전협력기금	14,305	
	5) 공사감리비	172,103	
	6) 사업관리비	33,686	

□ 재원조달 방안(호내대책)

- 농업용수 수질개선사업비(국고 100%)로 추진하는 것이 타당함

6.11 사업효과

□ 직접효과

- 저수지 수질개선(수질예측 결과)
 - '26년 장래 COD 12.1mg/L → 장래 COD 7.4mg/L, 38.8% 개선
 - '26년 장래 TOC 6.2mg/L → 장래 TOC 3.7mg/L, 40.3% 개선
 - '26년 장래 T-N 1.38mg/L → 장래 T-N 0.99mg/L, 28.3% 개선
 - '26년 장래 T-P 0.115mg/L → 장래 T-P 0.050mg/L, 56.5% 개선

□ 간접효과

- 양질의 농업용수 공급을 통한 안전한 농산물생산으로 국민건강 보호
- 환경친화적 수질개선을 통한 건전한 농촌환경 구축
- 친수환경 조성으로 지역주민 및 관광객에게 심미적 부가가치 창출
- 환경보존에 대한 국민홍보 및 교육공간 제공
- 조성된 자연정화시설을 이용한 다양한 연구활동 공간 제공

7. 사업시행 여건

- 저수지의 심각한 녹조발생을 제어하고 친환경농산물 생산기반 조성을 위한 지역민의 수질개선의 지속적 요구가 있었으며, 지역주민의 호응도 높음

목 차

I. 사업 개요	3
1. 사업명	3
2. 배경 및 필요성	3
3. 목적	3
4. 사업범위	4
5. 사업 수행방법	5
6. 기대효과	6
II. 지구 현황	9
1. 자연환경	9
2. 사회·경제환경	20
3. 환경기초시설	25
III. 환경 현황	29
1. 오염원 및 오염부하량	29
2. 수질환경	44
3. 퇴적물환경	53
4. 동·식물상	56
5. 토양환경	96
6. 매장문화재 지표조사	100
IV. 기본 계획	105
1. 대책수립 기본구상	105
2. 수질개선 목표수질 및 달성년도	106
3. 장래 오염원 및 오염부하량 전망	108
4. 수질개선공법 선정	111
5. 기본계획	117
6. 수질예측	120

V. 기본 설계	129
1. 인공습지 조성계획	129
2. 침강지 조성계획	158
3. 기타 수질개선 적용계획	167
4. 시설운영 및 유지관리 방안	173
5. 사업비 및 사업효과	188
VI. 사업시행 여건	199
1. 지역주민	199
2. 시설관리자	199
3. 해남군	199
4. 조사자 종합의견	200
부 록	205
1. 시험성적표	205
2. 수질 및 수생태계 환경기준	220
3. 토양오염우려기준 및 대책기준	223
4. 기술검토회 결과	225
5. B.M 및 기준점 성과표	246
6. 유역도 및 면적표	250
7. 유역별 유출량 산정결과	251
8. 시행전·후 내용적	259
9. 시설별 편입용지도 및 조서	260
10. 전략환경영향평가 협의자료	267
11. 지자체 협의자료	286
12. 문화재지표조사 협의자료	310
13. 준설관련 검토자료	312

표 차 례

(표 1-1) 사업대상지구 유역내 행정구역 현황	4
(표 2-1) 해남군 위·경도상 위치	9
(표 2-2) 지목별 토지이용 현황	10
(표 2-3) 용도지역별 토지이용 현황	10
(표 2-4) 야생 동·식물 보호구역 지정현황	11
(표 2-5) 야생 동·식물 보호구역 지정현황	11
(표 2-6) 배출허용기준(폐수)적용 지역 지정현황	12
(표 2-7) 지질노두 현황(해남군)	14
(표 2-8) 기상관측지점 일람표	16
(표 2-9) 연도별 기상현황	16
(표 2-10) 월별 기온 분포	17
(표 2-11) 월별 강수량	17
(표 2-12) 월별 상대습도	18
(표 2-13) 풍속 및 계절별 주풍향	19
(표 2-14) 인구현황	20
(표 2-15) 인구현황	20
(표 2-16) 인구동태 현황	21
(표 2-17) 인구이동 현황	21
(표 2-18) 주거형태별 현황	21
(표 2-19) 연도별 주거현황 추이	22
(표 2-20) 취수장 현황	22
(표 2-21) 정수장 현황	23
(표 2-22) 보호수 현황	23
(표 2-23) 문화재 지정 현황	24
(표 2-24) 환경오염물질 배출시설 현황	24
(표 2-25) 산업 및 농공단지 현황	24
(표 2-26) 도로 현황	25

(표 2-27) 분뇨처리시설 현황	25
(표 2-28) 공공하수처리시설 현황	26
(표 2-29) 매립시설 현황	26
(표 2-30) 폐기물 소각시설 현황	26
(표 3-1) 신덕저수지 시설규모	29
(표 3-2) 신덕저수지 표고별 표면적 및 내용적	30
(표 3-3) 오염원의 분류	32
(표 3-4) 소유역별 행정구역 현황	33
(표 3-5) 소유역별 인구분포 현황	34
(표 3-6) 축종별 가축 사육두수 현황	35
(표 3-7) 소유역별 가축사육 세부현황	35
(표 3-8) 소유역별 토지이용현황	36
(표 3-9) 유역내 총 오·폐수 발생량	37
(표 3-10) 소유역별 인구에 의한 오염물질 발생부하량	37
(표 3-11) 소유역별 축산에 의한 오염물질 발생부하량	38
(표 3-12) 소유역별 토지이용에 의한 오염물질 발생부하량	39
(표 3-13) 소유역별 생활계에 의한 오염물질 배출부하량	39
(표 3-14) 소유역별 축산에 의한 오염물질 배출부하량	40
(표 3-15) 소유역별 토지이용에 의한 오염물질 배출부하량	40
(표 3-16) 오염원별 발생부하량	41
(표 3-17) 오염원별 배출부하량	42
(표 3-18) 유역 발생 및 배출부하량 비교	42
(표 3-19) 소유역별 오염물질 총 배출부하량(BOD)	42
(표 3-20) 소유역별 오염물질 총 배출부하량(T-N)	43
(표 3-21) 소유역별 오염물질 총 배출부하량(T-P)	43
(표 3-22) 수질 조사지점 위치	44
(표 3-23) 조사시기 및 저수율	45
(표 3-24) 2015년 신덕저수지 수질현황	50
(표 3-25) 퇴적물의 일반적인 항목 분석방법	54
(표 3-26) 신덕저수지 퇴적물 특성	55

(표 3-27) 퇴적오니 제거기준	55
(표 3-28) 동·식물상 조사시기	56
(표 3-29) 동·식물상 조사지점 및 위치	57
(표 3-30) 피도와 군도의 판정기준(Braun-Blanquet, 1964)	59
(표 3-31) 녹지자연도 등급별 사정기준	60
(표 3-32) 조사지역의 소산식물 현황	62
(표 3-33) 조사지역 식물상에 대한 생활형 분석	63
(표 3-34) 조사지역의 귀화식물 목록	64
(표 3-35) 조사지역의 식물구계학적 특정식물종 목록	66
(표 3-36) 멸종위기야생생물 현황	67
(표 3-37) 조사지역의 식생군락별 분포면적	69
(표 3-38) 수변 식생 현황	71
(표 3-39) 조사지역의 녹지자연도 등급별 분포 면적과 분포비	72
(표 3-40) 조사지역의 육상동물상목록 집계표	74
(표 3-41) 조사지역의 법정보호종 현황	74
(표 3-42) 조사지역의 포유류 목록	76
(표 3-43) 조사지역의 조류 목록	78
(표 3-44) 조사지역의 양서·파충류 목록	83
(표 3-45) 조사지역의 하천 현황	86
(표 3-46) 조사지역의 담수어류 목록	88
(표 3-47) 조사지역의 저서성대형무척추동물 출현 현황	89
(표 3-48) 우점종 및 아우점종 현황	89
(표 3-49) 군집지수 분석	90
(표 3-50) 한국오수생물지수(KSI) 분석	90
(표 3-51) 조사지역의 저서성대형무척추동물 목록	91
(표 3-52) 신덕지구 토양분석 결과	97
(표 4-1) 이용목적별 수질환경기준(호소)	107
(표 4-2) 신덕저수지 목표수질	107
(표 4-3) 유역내 장래 오염원 전망 결과	109
(표 4-4) 소유역별 장래 2026년 오염물질 배출부하량	110

(표 4-5) 호소 수질개선공법의 종류 및 적용성 판단	111
(표 4-6) 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약	112
(표 4-7) 공법 선정 기본방향	116
(표 4-8) 신덕지구 기본계획	117
(표 4-9) 장래 수질예측시 적용한 수처리시설의 수질정화 효율	124
(표 4-10) 수질모형의 예측값과 실측값의 상대오차	124
(표 4-11) 수질예측 결과	126
(표 5-1) 인공습지 장단점	132
(표 5-2) 인공습지 수질정화 기작	133
(표 5-3) 인공습지에 의한 T-N의 제거율에 관한 사례	133
(표 5-4) 인공습지에 의한 T-P의 제거율에 관한 사례	133
(표 5-5) 인공습지 유역별 유출량 산정결과(DIROM)	139
(표 5-6) 인공습지 유역별 유출량 산정결과	139
(표 5-7) RBS(습지용량/발생유량)에 따른 기대 처리효율(%)	141
(표 5-8) 지표흐름 습지 정화효율	144
(표 5-9) 1호 인공습지 조성계획	145
(표 5-10) 1호 인공습지 절·성토계획	145
(표 5-11) 취수시설(취입보, 펌프시설) 제원표	147
(표 5-12) 가동보의 종류	148
(표 5-13) 인공습지 수생식물	153
(표 5-14) 인공습지의 식물 및 형태에 따른 정화효율 비교	154
(표 5-15) 인공습지 수질정화 및 친환경적 기능	156
(표 5-16) 침강지의 장·단점 비교	159
(표 5-17) 부댐형식 비교	161
(표 5-18) 침강지 유형별 정화효율	162
(표 5-19) 신덕저수지 유역별 유출량 산정결과	163
(표 5-20) 신덕저수지 유역면적	163
(표 5-21) 침강지 계획 현황	164
(표 5-22) 1호 침강지 시행 전·후 내용적	165
(표 5-23) 침강지 준설계획	166

(표 5-24) 시행전·후 저수지 내용적	166
(표 5-25) 일반기포와 미세기포 버블 비교	171
(표 5-26) 미세기포의 물리적 특성 및 수환경 개선효과	172
(표 5-27) 시운전시 고려사항	174
(표 5-28) 습지식생 유지에 영향을 주는 잠재적 요인 요약	182
(표 5-29) 습지에서의 모기 유충 및 성충의 친환경적 방제 방법 제안	184

그 립 차 례

<그림 1-1> 사업의 범위 및 사업내용	4
<그림 2-1> 계획지구 및 주변지역 지질도	13
<그림 2-2> 계획지구 화원지맥 현황	15
<그림 2-3> 평균기온 분포(2005~2014)	17
<그림 2-4> 강수량 분포(2005 ~ 2014)	18
<그림 2-5> 상대습도 변화(2005 ~ 2014)	18
<그림 2-6> 평균 및 최대풍속 변화(2005~ 2014)	19
<그림 3-1> 신덕저수지 유역개황도	31
<그림 3-2> 신덕저수지 소유역 구분도	33
<그림 3-3> 수질조사지점 위치도	44
<그림 3-4> CDS1 지점 전경	46
<그림 3-5> SDS1 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이	46
<그림 3-6> SDS1 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이	47
<그림 3-7> SDS2 지점 전경	48
<그림 3-8> SDS2 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이	48
<그림 3-9> SDS2 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이	49
<그림 3-10> 신덕저수지 COD 및 TOC 연도별 변화추이	51
<그림 3-11> 신덕저수지 T-N 및 T-P 농도의 연도별 변화추이	52
<그림 3-12> 신덕지구 퇴적물 조사지점	53
<그림 3-13> 동·식물상 조사지점 및 조사경로 위치도	57
<그림 3-14> 조사지역의 식물 생활형 분석	63
<그림 3-15> 애기등 현황 사진 및 위치도	65
<그림 3-16> 식물상 현황사진	68
<그림 3-17> 조사지역의 현존식생도	70
<그림 3-18> 수변지역 우점군락 사진	71
<그림 3-19> 조사지역의 녹지자연도	73
<그림 3-20> 조사지역의 동물상 현황	85
<그림 3-21> 계획지구에서 확인된 육수동물상	94

<그림 3-22> 조사지역의 생태·자연도 및 법정보호종 분포 현황	95
<그림 3-23> 조사지역 및 시료채취·원추관입 시험지점	96
<그림 3-24> 신덕지구 토양도	98
<그림 3-25> 신덕지구 지내력 시험성적 및 저항곡선도	98
<그림 3-26> 신덕지구 토양단면도	99
<그림 3-27> 매장문화재 지표조사 조사지역 및 주변유적 분포도	100
<그림 4-1> 신덕지구 유역내 가축분뇨 퇴비, 비료 등 야적 강우시 토사유출	106
<그림 4-2> 신덕지구 수질개선사업 상류 및 호내대책 위치도	118
<그림 4-3> 신덕지구 농업용수 수질개선사업 계획평면도 (호내대책)	119
<그림 4-4> 수질항목간의 상호관계	122
<그림 4-5> 수질예측의 절차	123
<그림 4-6> 수질예측모형 보정 결과	125
<그림 5-1> 지표흐름형 인공습지	130
<그림 5-2> 지하흐름형 인공습지	130
<그림 5-3> 지표-지하흐름 조합형 인공습지	131
<그림 5-4> 소유역구분도 및 DIROM모형 구조도	138
<그림 5-5> 1호 인공습지 수리계통도	145
<그림 5-6> 1호 인공습지 계획평면도	146
<그림 5-7> 신덕지구 인공습지 조경계획	154
<그림 5-8> 수변보호공 단면도	155
<그림 5-9> 침강지 수질정화 단면도	159
<그림 5-10> 침강지 표준단면도	161
<그림 5-11> 1호 침강지 계획평면도	164
<그림 5-12> 차수막형 침강지 설치위치도	165
<그림 5-13> 차수막형 침강지 단면도 및 설치예시도	166
<그림 5-14> 응집제의 호소 수질개선 기작	167
<그림 5-15> 응집침강장치(약품탱크, 투입펌프)	169
<그림 5-16> 응집침강장치(설치위치)	169
<그림 5-17> 응집침강장치(설치예시)	170
<그림 5-18> 미세기포 확산개념도	171

<그림 5-19> 교반폭기장치 설치(예시도)	172
<그림 5-20> 미세기포 확산개념도	172

사 업 개 요

1. 사업명
2. 배경 및 필요성
3. 목적
4. 사업범위
5. 사업 수행방법
6. 기대효과

I . 사업개요

1. 사업명

- 신덕지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

2. 배경 및 필요성

- 신덕저수지는 1986년에 조성된 이후 유역상류의 산재한 마을 미처리 생활하수의 지속적인 유입과 경작지에 살포된 퇴비, 화학비료 등과 도로 비점오염물질 등의 강우에 의한 유출·유입 등에 의해 호소 수환경이 악화되고 있는 실정임
- 신덕저수지의 5개년간('10~'14) 연평균 수질이 호소 생활환경기준의 약간나쁨 등급에 해당하는 IV등급(농업용수 수질기준 : COD 8.0mg/L, TOC 6.0mg/L, T-N 1.00mg/L, T-P 0.10mg/L)을 매년 상회하는 등 농산물우수관리(GAP)와 쾌적한 농작업환경에 지장이 우려됨
- 농촌의 용수수요 다양화 및 지역주민들의 쾌적한 친수환경 수요 증대가 예상되는 바, 신덕저수지 주변 자연 및 생태 환경 등에 미치는 영향에 대한 사전 예방적 차원의 수질개선대책이 필요함

3. 목 적

- 신덕저수지 수질을 개선하여 환경정책기본법 시행령 제2조(환경기준) 호소 생활환경기준 IV등급(농업용수 수질기준)에 적합한 수질을 유지하기 위한 대책 수립
- 양질의 농업용수 공급을 통해 안전한 농식품 공급으로 국민건강보호에 기여
- 환경친화적인 수질개선사업을 통한 축동저수지 주변의 쾌적한 자연환경을 보전하고 건전한 호소생태계를 유지하여 지속가능한 농업농촌환경 구축
- 신덕저수지 수질개선사업 세부설계에 활용

4. 사업범위

4.1 공간적 범위

- 신덕저수지 유역내 행정구역 및 개략적인 면적, 비율은 다음 표와 같음

[표 1-1] 사업대상지구 유역내 행정구역 현황

구 분	리·동	면적(ha)	비율(%)	비고
전라남도 해남군	신덕리	765.0	76.3	
	금평리	237.7	23.7	간접유역



<그림 1-1> 사업의 범위 및 사업내용

4.2 내용적 범위

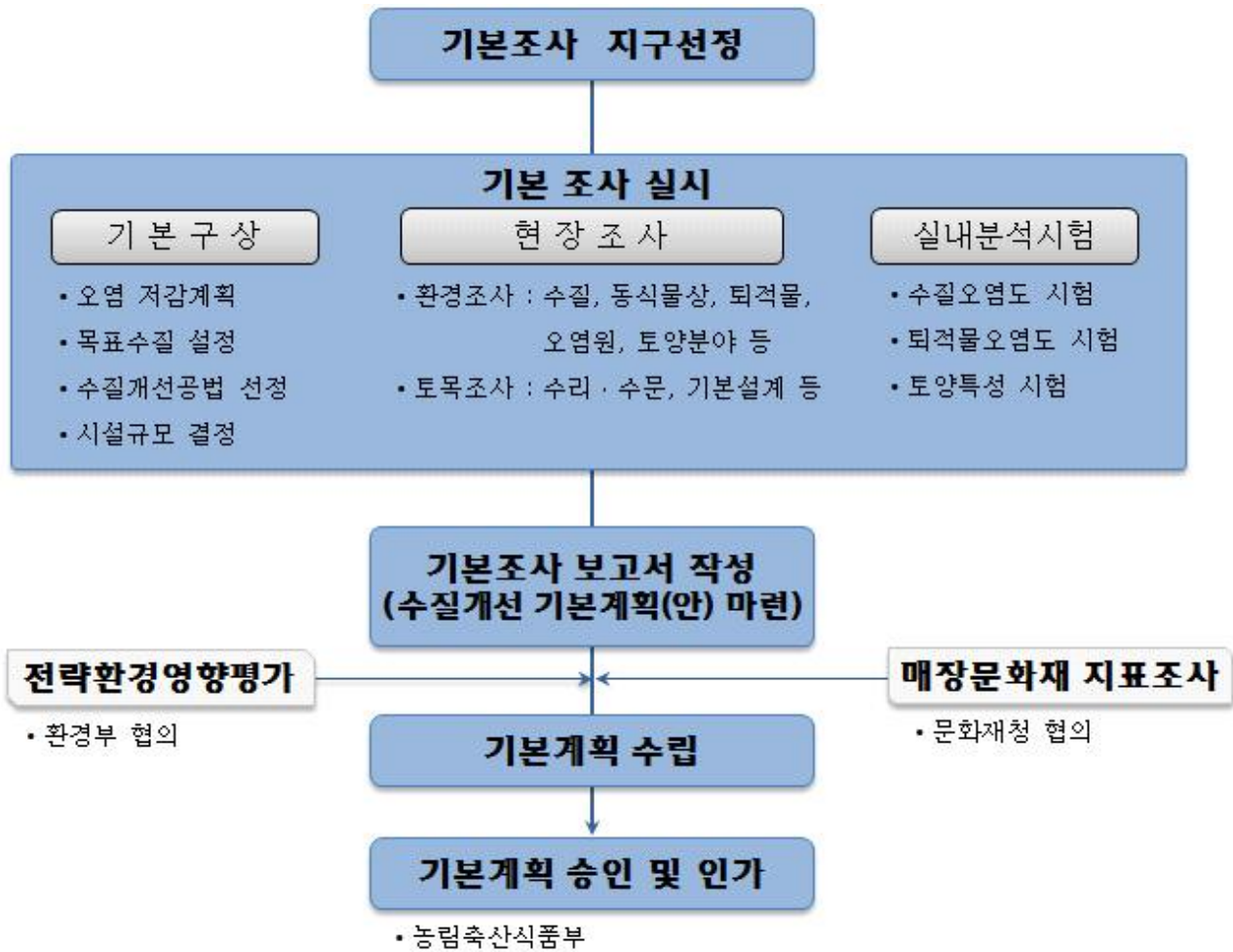
- 사업지구 주변의 자연환경 및 인문·사회환경 조사
- 신덕저수지의 수질개선대책 수립을 위한 수질, 동·식물상, 퇴적물, 수리·수문, 오염원 등 수환경 조사
- 신덕저수지 유역내 현재 오염원 및 장래 오염원 변화에 따른 오염부하량 산정
- 신덕저수지 목표수질 달성을 위한 상류 및 호내대책 수질개선대안별 수질예측
- 수질예측 결과를 검토하여 신덕저수지 수질개선 최적대안 선정
- 선정된 대안을 토대로 신덕저수지의 수질개선대책 기본계획 수립

5. 사업 수행방법

5.1 기본방향

- 사업은 크게 현장조사와 실내분석으로 구분되며, 현장조사는 과거조사자료 등 이용 가능한 자료를 최대한 활용
- 현장조사는 우선 신덕저수지의 오염상태를 파악할 수 있도록 주요 유입하천에 대하여 호의 수질변화 특성이 반영될 수 있도록 지점·시기별 조사를 실시
- 저수지의 내부생산 정도를 파악하기 위한 퇴적물 조사 및 저수지 주변에 서식하는 동·식물 등 환경 파악
- 현장조사 결과를 바탕으로 신덕저수지의 오염상태를 진단
- 수질예측모형을 이용하여 장래 오염원의 변화에 따른 수질변화를 예측하여 목표수질을 달성할 수 있는 최적의 수질개선대안을 선정
 - 지자체 등에서 운영·추진·계획 중인 상류대책을 먼저 검토하여 본 기본조사에서 상류대책으로 제시
 - 호내대책은 사업효과가 높고 안전성과 유지관리가 용이한 대책 선정
 - 친환경적인 대책을 처리대상 우선순위로 선정하여 수질예측 실시하고, 목표수질을 만족할 때까지 검토
- 선정된 수질개선대안을 바탕으로 토목 현장조사 등 결과를 반영하여 설계 등 기본계획 수립

5.2 기본계획 수립과정



6. 기대효과

- 양질의 농업용수 공급을 통한 우수농산물생산으로 농가소득 향상 및 안전한 농산물 생산으로 국민건강 보호
- 건전하고 지속가능한 수질 및 생태환경 조성
- 깨끗하고 쾌적한 친수환경 조성으로 지역주민 및 관광객에게 심미적 부가가치 창출
- 환경보존에 대한 국민홍보 및 교육공간 제공

지 구 현 황

1. 자연환경
2. 사회·경제환경
3. 환경기초시설

II. 지구현황

1. 자연환경

1.1 일반현황 및 토지이용현황

1.1.1 일반현황

- 해남군은 한반도의 서남쪽 모서리에 자리잡은 전남 최대의 군역으로 동쪽, 북동쪽만이 강진, 영암과 연결된 육지이고 3면이 모두 바다인 해남반도로 되어 있음. 옛날부터 이곳은 영산강 유역의 문화요소들이 파급되거나 형성되는 배경으로, 혹은 반도의 중심세력이 전파되는 막다른 골목으로서, 더욱 크게는 서남부를 경유하는 해로가 지난 중국-한반도-일본을 연결한 문화이동로였다는 점에서 다양한 문화적 성격이 주목되는 곳임
- 해남반도, 화원반도와 많은 유무도에 라아스식 긴 해양선을 안고 있으며, 이 해안선에는 그 굴곡마다에 간척지가 있고 염전이나 김양식장 등이 산재하고 있음. 또한 화원반도와 영암군을 잇는 영산강종합개발사업과 같이 농경지 확장의 여지가 많은 곳임

[표 2-1] 해남군 위·경도상 위치

군청 소재지	단	지 명	극 점	연장거리
전남 해남군 해남읍 군청길 4	동 단	북일면 내동리	동경 126°44'	동서간 44.2km
	서 단	화원면 화봉리	동경 126°16'	
	남 단	송지면 갈두리	북위 126°31'	남북간 54.8km
	북 단	화원면 매월리	북위 126°17'	

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

1.1.2 토지이용 현황

1 지목별 토지이용 현황

- 해남군의 지목별 토지이용 현황 조사결과, 전체면적 1,013.1km² 중 임야가 450.3 km²(44.45%)로 가장 많은 면적을 차지하며, 다음으로 답 228.3km²(22.54%), 전 123.1km² (12.15%) 등의 순으로 조사됨

- 계획지구가 위치하는 화원면의 지목별 토지이용 현황 조사결과, 전체면적 90.1km² 중 임야가 48.4km²(53.73%)로 가장 많은 면적을 차지하며, 다음으로 전 14.4km²(15.98%), 답 12.1km²(13.43%)등의 순으로 조사됨

[표 2-2] 지목별 토지이용 현황

[단위 : km², %]

구 분	계	전	답	임야	대지	도로	하천	기타	
해남군	면 적	1,013.1	123.1	228.3	450.3	37.9	10.0	18.3	79.1
	구성비	100.0	12.15	22.54	44.45	3.74	0.98	1.81	7.80
화원면	면 적	90.1	14.4	12.1	48.4	2.9	0.4	1.4	5.3
	구성비	100.00	15.98	13.43	53.73	3.22	0.44	1.55	5.88

주) 기타 : 과수원, 목장용지, 공장용지, 학교용지, 주차장, 주유소용지, 창고용지, 제방, 구거, 양어장, 수도용지, 공원, 체육용지, 유원지, 종교용지, 사적지, 묘지, 잡종지

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

2 용도지역별 토지이용 현황

- 해남군의 용도지역별 토지이용 현황 조사결과, 도시지역 38.0km², 비도시지역 925.8km²로 총 963.8km²가 용도지역으로 지정되어 있는 것으로 조사되었으며, 도시지역은 전체 용도지역 지정면적 963.8km²의 3.94%로 대부분의 지역이 비도시지역으로 조사되었으며, 계획대상지는 전체 면적이 농림지역으로 지정되어 있는 것으로 조사됨

[표 2-3] 용도지역별 토지이용 현황

[단위 : km², %]

구 분	합계	도시지역					비도시지역
		주 거 지 역	상 업 지 역	공 업 지 역	녹 지 지 역	미지정	
면 적	963.8	4.2	0.4	2.3	22.0	9.1	925.8
구성비	100	0.44	0.04	0.24	2.28	0.94	96.06

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

1.2 환경관련 지구·지역 지정현황

1.2.1 생태·경관보전지역 지정현황

- 해남군에는 환경부, 해양수산부, 시·도지사 지정 생태·경관보전지역으로 지정된 곳은 없는 것으로 조사됨(생태·경관보전지역 지정현황(2015, 환경부))

1.2.2 백두대간보호지역 지정현황

- 해남군에는 백두대간보호지역으로 지정된 곳은 없는 것으로 조사됨(백두대간보호지역 지정현황(2007, 환경부))

1.2.3 상수원보호구역

- 해남군에는 해남·해남백도·황산·문내·송지 등 5개소의 상수원보호구역이 지정되어 있는 것으로 조사됨

[표 2-4] 야생 동·식물 보호구역 지정현황

보호구역명	지정면적(천 m ²)	지정거리(m)	지정폭(m)	취수장명	이격거리(km)
해남	346	4,000	800	해남	약 31.3
해남백도	1,422	2,000	800	해남	약 32.3
황산	55	100	600	황산	약 12.4
문내	415	510	830	문내	-
송지	3,528	4,000	900	송지	약 41.8

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

1.2.4 습지보호지역

- 해남군에는 습지보호지역으로 지정된 곳은 없는 것으로 조사됨(습지보호지역 지정현황(2015, 환경부))

1.2.5 야생 동·식물 보호구역 지정현황

- 해남군에는 삼산면 구림리 일원 1개소의 야생생물 보호구역이 지정되어 있으며, 보호구역은 계획지구 남동측으로 약 34.9km 이격되어 본 사업시행으로 인한 저촉은 없는 것으로 조사됨

[표 2-5] 야생 동·식물 보호구역 지정현황

고시번호	소재지	면적(km ²)	종현황(일반야생동식물)		
			일반야생동식물	멸종위기 II급	천연기념물
해남'02-7	삼산면 구림리 산8-1	3.4	흰배지빠귀, 붉은머리오목눈이, 붉은배새매	팔색조	팔색조, 소쩍새

자료 : 야생 동·식물 보호구역 현황, 2014, 환경부

1.2.6 자연공원 지정현황

- 해남군내 자연공원은 두륜산 도립공원 1개소로 총 면적은 33.39km²이며, 계획지구 남동측 약 34.7km 이격하여 위치하는 것으로 조사됨

1.2.7 배출허용기준(폐수)적용 지역 지정현황

- 해남군의 『배출허용기준(폐수)을 적용을 위한 지역지정 규정』 조사결과, 계획지구 전체가 “나” 지역에 해당하는 것으로 조사됨

[표 2-6] 배출허용기준(폐수)적용 지역 지정현황

지역명	청정지역	“가” 지역	“나” 지역
해남군	삼산면(구림·평할·창·충·송정·상가리), 황산면(기성리), 문내면(신동리)	삼산면(“청정”지역을 제외한 전역), 북평면	“청정”·“가”지역을 제외한 전역

자료 : 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정 규정(환경부고시 제2007-107호)

1.2.8 생태자연도

- 신덕저수지 및 주변지역의 생태자연도 조사결과, 1등급 지역 및 별도관리지역은 분포하지 않으며, 계획지구는 모두 3등급에 해당하고 주변지역은 대부분 2, 3등급에 해당하는 것으로 조사됨

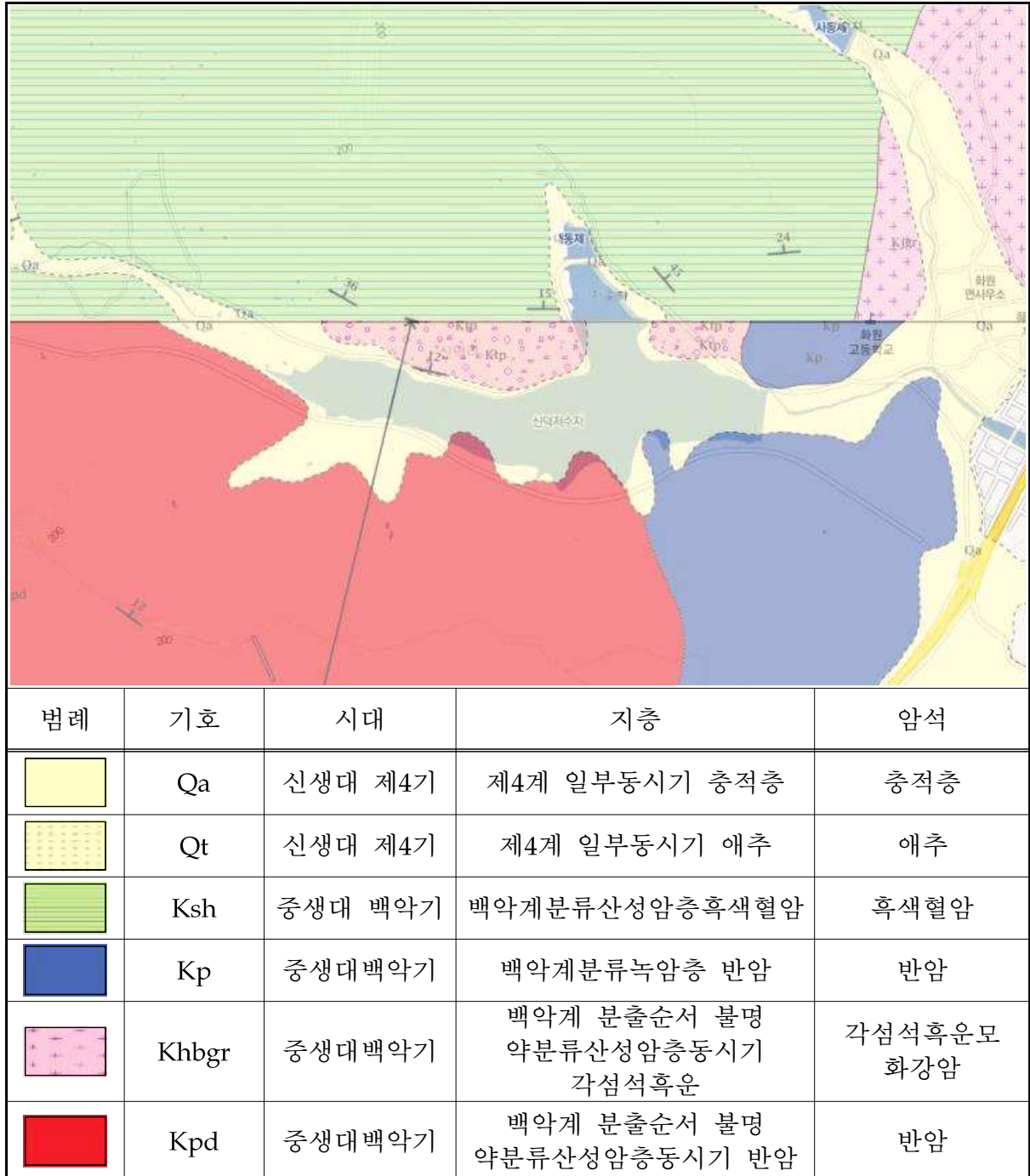
1.3 지형·지질

1.3.1 일반현황

- 본 계획지구가 위치하는 해남군은 한반도 최남단 땅 끝에 위치하며, 국토계획 공간구조상 서남권의 목포도시권에 해당하는 지역으로 동쪽으로는 강진군, 서쪽으로 진도군, 남쪽으로 완도군, 북쪽으로는 영암군과 목포시가 인접해 있음
- 삼면이 바다로 둘러싸여 있으며, 동북부는 산악이 많으며, 서남부는 낮은 구릉과 넓은 평야지역을 형성하고 있으며, 중앙의 평야지대는 낮은 경사도를 유지하고 있으며, 산악 및 구릉지역이 분포하고 있으나, 비교적 완만한 경사도를 유지하고 있음
- 계획지구는 해남군청으로부터 북서측으로 약 28km 화원면 신덕리에 위치하고 있으며, 1986년에 건설된 저수지로 유역은 신덕리 일원의 비교적 경사가 급한 산지로 둘러싸인 골자리 765ha로 이루어져 있으며, 주요 수계는 신덕2천, 내동1천 등 소하천과 그 외 다수의 미지정 소하천이 유입되고 있음

1.3.2 지질조사

- 계획지구 주변지역의 지질현황을 파악하기 위하여 한국지질자원연구원에서 운영하는 지질정보시스템(<https://mgeo.kigam.re.kr>)에서 목포, 우수영도폭(1:50,000)을 조사한 결과, 계획지구가 위치한 신덕저수지는 신생대 제4기의 충적층으로 이루어진 것으로 조사됨



<그림 2-1> 계획지구 및 주변지역 지질도

1.3.3 보존가치가 있는 지형·지질 존재여부

- 계획지구 및 주변지역에 ‘자연경관적·학술적·역사적·예술적’ 보존가치가 있는 지형·지질의 분포 여부 조사를 위하여 관련 문헌을 조사하였음
 - 한국의 지질노두 150선, 2004, 한국지질자원연구원
 - 지질·광물 문화재 자원조사 보고서, 2001, 문화재청
 - 한국의 지질유산 정보구축과 관리방안, 2008, 한국환경정책·평가연구원
- 계획지구가 위치하는 해남군에는 보존가치가 있는 지형·지질자원은 7개소가 위치하고 있는 것으로 조사되었음
- 이 중 신덕저수지와 인접하여 ‘신덕저수지 백악기 하성 퇴적층’이 위치하고 있으나, 본 사업이 저수지 수질개선을 위한 인공습지를 조성하는 사업으로 사업시행으로 인한 직접적인 영향은 없음

[표 2-7] 지질노두 현황(해남군)

구 분	명 칭	위 치	북 위	동 경	이격거리
NO. 088	월호리 백악기 유문암	해남군 화원면 월호리	34°43' 28"	126°17' 21"	6.0km
NO. 089	화봉리 선캄브리아기 압쇄화강암	해남군 화원면 화봉리	34°39' 46"	126°15' 26"	4.0km
NO. 090	신덕저수지 백악기 하성 퇴적층	해남군 화원면 신덕리	34°40' 04"	126°18' 30"	인접
NO. 091	우수영 해안 백악기 응회질 퇴적층	해남군 문내면 서상리	34°35' 29"	126°17' 55"	8.6km
NO. 092	우항리 백악기 공룡발자국화석	해남군 황산면 우항리	34°35' 28"	126°26' 02"	13.5km
NO. 098	땅끝 선캄브리아기 압쇄 변성암	해남군 송지면 갈두	34°17' 54"	126°31' 46"	45.0km
NO. 099	사구미 주라기 복운모화강암	해남군 송지면 통호리	34°39' 46"	126°15' 26"	45.0km

자료 : 한국의 지질노두 150선, 2004, 한국지질자원연구원

1.3.4 백두대간 및 주요 정맥 분포 현황

- 본 계획지구가 위치하는 해남군에는 백두대간 보호지역이 지정되어 있지 않는 것으로 조사되었으며, 주변 정맥 및 기맥으로는 신덕저수지 유역 경계를 따라

화원지맥이 위치하고 있으나, 공사지역이 신덕저수지내로 제한된 사업의 특성 상 지맥 등의 주요 능선축 훼손은 발생하지 않는 것으로 조사됨(환경공간정보 서비스-국토환경성평가지도, <https://egis.me.go.kr/main.do>)



<그림 2-2> 계획지구 화원지맥 현황

1.4 기상개황

- 기상조사는 저수지 및 유역의 기상조건을 분석하고 환경적 측면에서 기상은 저수지 내 기타 환경에 대해 직접적으로 영향을 줄 뿐만이 아니라 유역으로부터 유량이나 오염물질의 유출에도 큰 영향을 주므로, 저수지의 부영양화 현상과 지배요인을 분명히 하는데 기상조사는 필수적임
- 계획지구 및 주변지역의 일반적인 기상특성을 파악할 수 있는 기상측후소는 목포 기상대가 위치하고 있으며 최근 10개년 자료를 수집하여 비교분석 하였으며, 기상관측지점 일람표는 다음과 같음

[표 2-8] 기상관측지점 일람표

관측지점 위 치	북 위	동 경	노 장 해발높이	기압계의 해발높이	온도계의 지상높이	풍속계의 지상높이	우량계의 지상높이
목포기상대	34°49′	126°22′	38.0m	39.2m	1.5m	15.5m	0.6m

자료: 기상연보(2014), 기상청

- 목포기상대의 최근 10년간(2005~2014년) 연도별 기상추이를 조사한 결과 <표 2-9>에 제시한 바와 같이 연평균 기온은 13.7℃, 최고기온은 2013년에 36.9℃ 최저기온은 2006년에 -10.1℃로 나타났으며, 연평균 풍속은 3.2m/s, 상대습도는 77.8%, 일조시간은 2,122.6hr, 강수량은 1,176.3mm인 것으로 조사됨

[표 2-9] 연도별 기상현황

구 분 연 도	기 온(℃)			풍 속 (m/s)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	강수량 (mm)
	최 고	평 균	최 저				
2005년	33.3	13.5	-9.9	3.7	72.1	2,133.5	1,002.7
2006년	34.8	14.1	-10.1	3.7	73.1	2,049.1	1,288.3
2007년	33.0	14.5	-4.9	3.2	77.3	2,005.9	1,350.6
2008년	33.2	14.2	-7.9	3.0	76.8	2,103.8	960.5
2009년	31.9	13.8	-8.4	3.1	78.5	2,170.0	1,088.4
2010년	32.6	13.5	-8.4	3.2	80.7	1,972.9	1,335.7
2011년	33.3	13.0	-8.3	3.1	77.6	2,080.5	982.1
2012년	35.7	13.1	-8.8	3.2	76.1	2,153.8	1,577.5
2013년	36.9	13.8	-8.8	3.3	81.4	2,354.3	1,089.7
2014년	34.3	13.9	-6.6	2.9	84.4	2,202.0	1,087.7
연 간	36.9	13.7	-10.1	3.2	77.8	2,122.6	1,176.3

자료: 2005~2014, 기상청

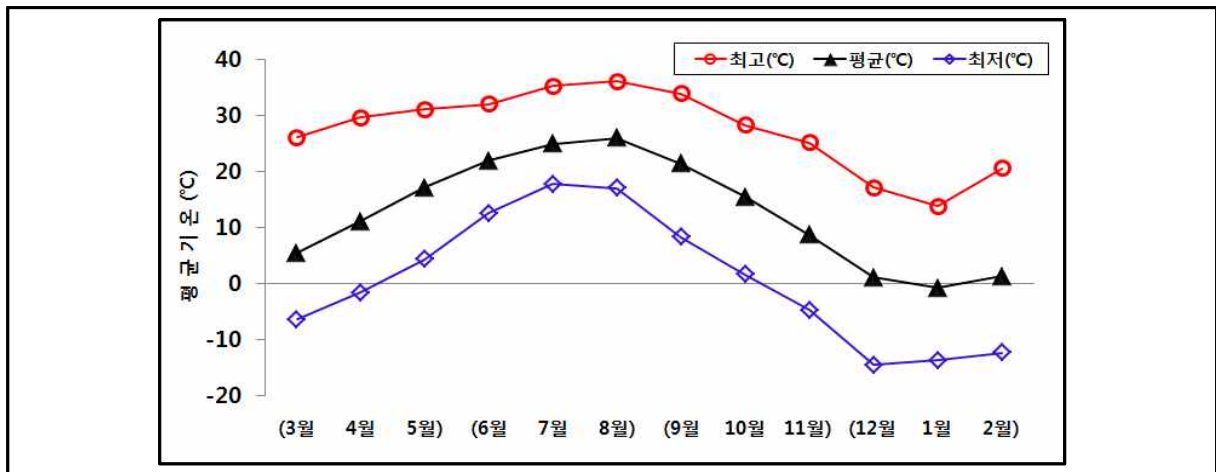
1.4.1 기온

- 최근 10년간(2005~2014년) 월별 최고, 평균, 최저 기온은 다음 <표 2-10>과 같으며, 평균기온은 13.7℃이고, 계절별 평균기온은 봄 11.8℃, 여름 24.3℃, 가을 17.8℃, 겨울 2.3℃로 조사됨

[표 2-10] 월별 기온 분포

구 분	봄			여 름			가 을			겨 울			연 간
	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	
최고(℃)	22.3	24.9	31.0	30.6	34.3	36.9	32.0	28.0	25.3	18.7	14.3	19.1	36.9
평균(℃)	6.4	11.7	17.4	21.6	25.0	26.2	26.2	16.8	10.3	3.3	1.1	2.6	13.7
최저(℃)	-5.4	0.6	6.9	13.7	17.9	17.8	10.9	1.0	-1.0	-9.9	-8.8	-10.1	-10.1

자료: 2005~2014, 기상청



<그림 2-3> 평균기온 분포(2005~2014)

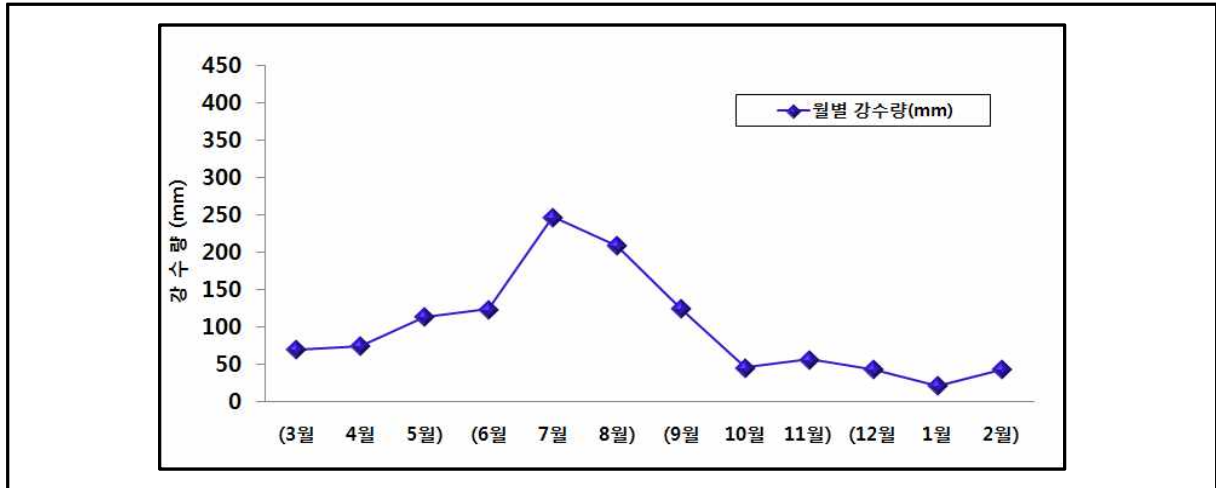
1.4.2 강수량

- 최근 10년간(2005~2014년) 강수량은 총 1,176.3mm로 나타났고, 전체 강수량의 49.4%인 580.8mm가 여름철(6월~8월)의 3개월 동안에 집중되는 것으로 조사됨

[표 2-11] 월별 강수량

구 분	봄			여 름			가 을			겨 울			연 간
	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	
강수량 (mm)	70.0	74.7	114.2	124.3	247.3	209.2	125.1	45.7	56.7	43.9	21.5	43.7	1,176.3
	258.9			580.8			227.5			109.1			

자료: 2005~2014, 기상청



<그림 2-4> 강수량 분포(2005 ~ 2014)

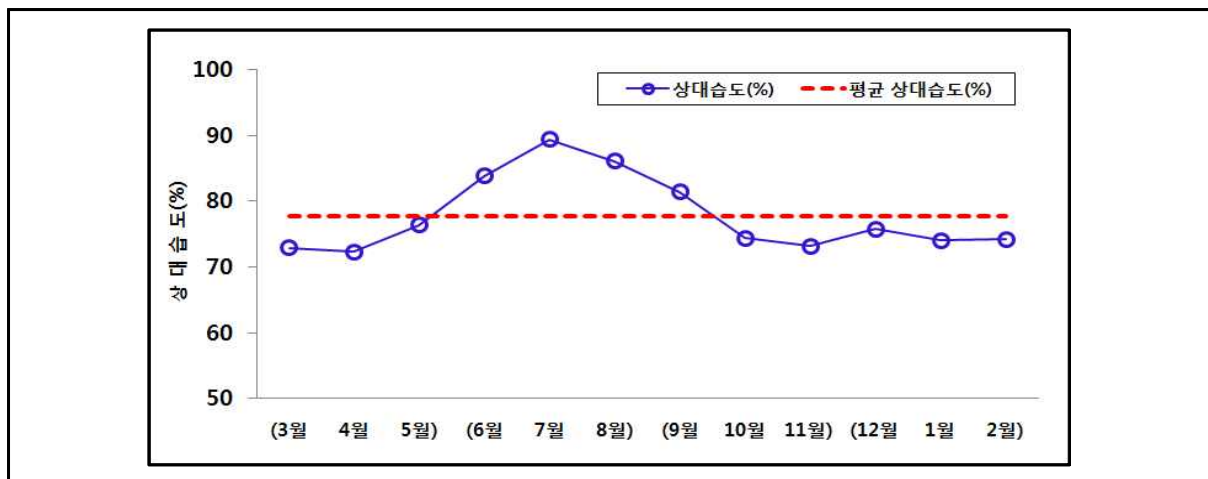
1.4.3 상대습도

- 최근 10년간(2005~2014년) 월별 평균 상대습도는 77.8%이며, 7월에 89.4%로 가장 높고, 4월에 72.3%로 가장 낮으며, 계절별로는 여름 86.4%, 가을 76.3%, 겨울 74.7%, 봄 73.9% 순으로 조사됨

[표 2-12] 월별 상대습도

구 분	봄			여 름			가 을			겨 울		연 간	
	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월		2월
상대습도 (%)	72.9	72.3	76.4	83.8	89.4	86.1	81.4	74.4	73.2	75.8	74.0	74.2	77.8
	73.9			86.4			76.3			74.7			

자료: 2005~2014, 기상청



<그림 2-5> 상대습도 변화(2005 ~ 2014)

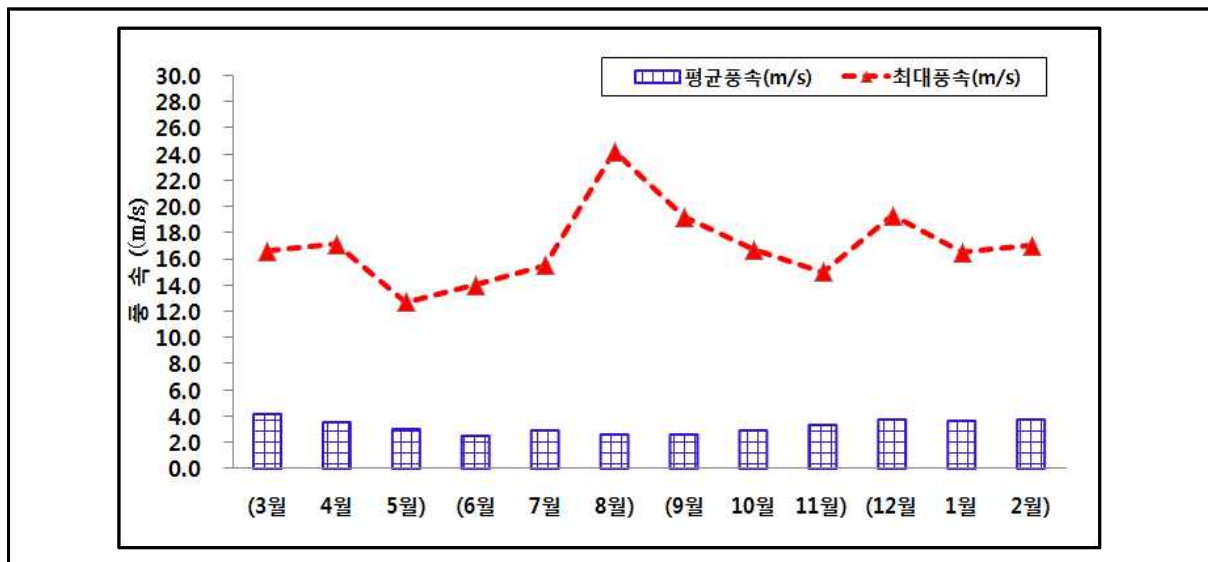
1.4.4 풍속

- 목포기상대의 최근 10년간(2005~2014년) 월평균 풍속은 3.3m/s이며, 최근 10년중 최대풍속은 8월에 24.2m/s로 조사됨

[표 2-13] 풍속 및 계절별 주풍향

구 분	봄			여 름			가 을			겨 울			연 간
	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	
평균풍속 (m/s)	4.2	3.6	3.0	2.5	2.9	2.6	2.6	2.9	3.4	3.8	3.7	3.8	3.3
최대풍속 (m/s)	16.6	17.1	12.7	14.0	15.5	24.2	19.2	16.7	15.0	19.3	16.5	17.0	24.2

자료: 2005~2014, 기상청



<그림 2-6> 평균 및 최대풍속 변화(2005 ~ 2014)

2. 사회·경제환경

2.1 인구 및 주거

2.1.1 인구현황

1 인구현황

- 해남군의 인구현황 조사결과, 2013년 현재 총 인구수는 78,643인(남 37,838인, 여 39,846인, 외국인 959), 세대당 인구수는 2.2인, 인구밀도는 77.6인/km²로 조사됨

[표 2-14] 인구현황

구 분	인구수(인) ¹⁾			세대수 ²⁾ (세대)	세대당 인구 (인/세대)	인구밀도(인/km ²)	
	남	여	외국인			면적(km ²)	
해남군	37,838	39,846	959	35,438	2.2	77.6	1,013.08

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

1)주민등록인구통계결과(외국인포함), 2)외국인 세대는 미포함

2 연도별 인구 추이

- 해남군의 최근 5년간(2009년~2013년) 인구추이 조사결과, 2013년을 제외한 4년간(2009년~2012년) 인구수는 감소추세였으며, 세대당 인구수는 2011년부터 2.2인으로 동일한 것으로 조사됨

[표 2-15] 인구현황

구 분	인구수(인) ¹⁾			세대수 ²⁾ (세대)	세대당 인구 (인/세대)	인구밀도(인/km ²)	
	남	여	외국인			면적(km ²)	
2009년	40,097	41,726	675	35,400	2.3	82.2	995.74
2010년	39,423	40,971	815	35,660	2.3	79.9	1,005.80
2011년	38,424	39,922	170	35,366	2.2	77.9	1,005.76
2012년	38,203	39,947	882	35,488	2.2	77.2	1,012.86
2013년	37,838	39,846	959	35,438	2.2	77.6	1,013.08

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

1)주민등록인구통계결과(외국인포함), 2)외국인 세대는 미포함

3 인구동태 및 이동현황

- 해남군의 최근 5년간(2009년~2013년) 인구동태 조사결과, 5년 연속 사망인구가 출생인구보다 많은 것으로 조사됨

[표 2-16] 인구동태 현황

구 분	자연적 증감						순증감
	출생(인)	사망(인)		사망(인)			
		남	여	남	여		
2009년	530	283	247	970	540	430	▲ 440
2010년	596	300	296	962	542	420	▲ 366
2011년	510	259	251	905	470	435	▲ 395
2012년	799	382	417	934	488	446	▲ 135
2013년	808	386	422	891	463	428	▲ 83

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

- 해남군의 최근 5년간(2009년~2013년) 인구이동 조사결과, 2010년 이후 4년 연속 전출인구가 전입인구보다 많은 것으로 조사됨

[표 2-17] 인구이동 현황

구 분	사회적 증감						순이동
	총이동		시군내이동	시군간이동			
	전입	전출		전입	전출		
2009년	10,236	9,749	2,158	2,373	2,411	487	
2010년	7,837	9,645	1,881	1,792	2,487	▲ 1,808	
2011년	5,406	9,645	1,692	801	873	▲ 4,239	
2012년	7,249	7,499	1,809	3,541	3,656	▲ 250	
2013년	6,878	7,286	1,751	1,520	1,880	▲ 408	

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

2.1.2 주거현황

1 주거현황

- 해남군의 주거형태별 현황 조사결과, 2013년 현재 총 가구수 35,366호, 주택수 31,266 가구로 주택 보급률은 88.4%로 조사됨

[표 2-18] 주거형태별 현황

구 분	가구수 (호)	주택수(가구)							주 택 보급률 (%)	
		합계	단독주택	다가구주택		아파트	연 립 주 택	다세대 주 택		비주거용 건물내
해남군	35,366	31,266	26,600	122	3,721	419	404	-	88.4	

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

2 연도별 주거현황 추이

- 해남군의 최근 5년간(2009년~2013년) 주거현황 조사결과, 가구수는 2011년도부터 3년 연속 동일한 것으로 조사됨
- 주택 보급률은 87.9%~88.4%이며, 다가구 주택수는 5년 연속 증가추세인 것으로 조사됨

[표 2-19] 연도별 주거현황 추이

구 분	가구수 (호)	주택수(가구)							주 택 보급률 (%)
		합계	단독주택	다가구주택	아파트	연립 주택	다세대 주택	비주거용 건물내	
2009년	35,400	31,209	26,657	75	3,447	313	108	-	88.2
2010년	35,660	31,350	26,632	83	3,521	313	174	-	87.9
2011년	35,366	31,235	26,447	83	3,521	313	214	-	88.3
2012년	35,366	31,222	26,510	91	3,529	358	218	-	88.3
2013년	35,366	31,266	26,600	122	3,721	419	404	-	88.4

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

2.2 주요 보호대상 시설물

2.2.1 취수장·정수장 현황

- 해남군에는 문내, 해남, 황산, 송지 등 총 4개소의 취수장이 운영 중이며, 총 시설용량은 20,776m³/일로 조사됨

[표 2-20] 취수장 현황

수도사업자	취수장명	소재지	시설용량(m ³ /일)	취수원
해남군	문내(운휴)	문내면 동외리	1,584	심동제
	해남	삼산면 송정리 89-1번지	14,040	삼산천
	황산	황산면 남리리	1,152	기성제
	송지	송지면 송호리 403번지	4,000	송중제

자료 : 상수도 통계, 2014, 환경부

- 해남군에는 총 8개소 정수장이 운영 중이며, 총 시설용량은 12,500m³/일로 조사됨

[표 2-21] 정수장 현황

수도사업자	정수장명	소 재 지	시설용량 (m ³ /일)	급수지역
해남군	광역상수도(북평)	부산면 지천리 489-1	-	-
	황산정수장	황산면 우항리 산30-3	650	황산면
	광역상수도(문내)	부산면 지천리 489-1	-	문내면
	광역상수도(황산)	부산면 지천리 489-1	-	황산면 일부
	광역상수도(화원)	부산면 지천리 489-1	-	화원면
	송지정수장	송지면 송호리 403	4,000	현산면, 송지면, 북평면, 북일면
	문내정수장(운휴)	문내면 동외리 산4	850	문내면
	해남정수장	삼산면 송정리 산24-2	7,000	해남읍, 삼산면

자료 : 상수도 통계, 2014, 환경부

2.2.2 보호수 현황

- 계획지구가 위치하는 해남군 화원면에는 총 4주의 보호수가 지정되어 있으며, 계획지구와 가장 인접한 보호수는 금평리의 느티나무로 계획지구와 약 1.1km 이격하여 위치하는 것으로 조사됨

[표 2-22] 보호수 현황

구분	지정번호	수종명	지정일	수령	수고	소 재 지	이격거리
1	10-10-18	곰솔(해송)	1982.12.03	450년	23m	화원면 금평리 317	약 1.2km
2	10-18-13-21	팽나무	1982.12.03	250년	12m	화원면 구림리 153-3	약 6.6km
3	10-18-13-23	느티나무	1982.12.03	300년	23m	화원면 금평리 617-1	약 1.1km
4	10-18-13-27-18	곰솔(해송)	1982.12.03	300년	20m	화원면 인지리 203	약 2.5km

자료 : 국가생물종지식정보시스템(nature.go.kr)

2.2.3 문화재 현황

- 해남군에는 국가지정문화재 33점, 지방지정문화재 27점, 문화재자료 10점, 등록문화재 1점등 총 71점의 문화재가 분포하는 것으로 조사됨

[표 2-23] 문화재 지정 현황

[단위 : 점]

구 분	총 계	국 가 지 정 문 화 재						
		소 계	국 보	보 물	사적 및 명승	천연기념물	중요민속자료	중요무형문화재
해남군	71	33	2	17	7	4	2	1
구 분	지 방 지 정 문 화 재					문화재자료	등록문화재	
	소 계	유형문화재	기념물	민속자료	무형문화재			
해남군	27	9	14	1	3	10	1	

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

2.3 환경피해유발 시설물

2.3.1 환경오염 배출시설 현황

- 해남군의 환경오염물질 배출시설 현황 조사결과, 대기(가스·먼지·매연 및 악취) 100개소, 수질 (폐수) 123개소, 소음·진동 59개소의 배출시설이 분포하고 있음

[표 2-24] 환경오염물질 배출시설 현황

[단위 : 개소]

구 분	대기(가스·먼지·매연 및 악취)					수질(폐수)					소음 및 진동
	1종	2종	3종	4종	5종	1종	2종	3종	4종	5종	
해남군	-	1	6	24	69	-	-	-	5	118	59

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

2.3.2 산업 및 농공단지 현황

- 해남군에는 4개소의 산업 및 농공단지가 운영중인 것으로 조사됨

[표 2-25] 산업 및 농공단지 현황

구 분	단 지 명	구성상태	총면적	가동업체	가동/업주업체 비율	고용현황
산업 및 농공단지	회원조선(구 화원)	구성중	2,075	-	-	-
	땅끝해남식품특화	구성중	139	-	-	-
	옥천	완료	103	22	95.65	220
	화원	완료	150	1	100.0	621

자료 : 1. 전국산업단지 현황(2015년 1분기)
 2. 한국산업단지공단(<http://www.e-cluster.net>)

2.3.3 도로 현황

- 해남군의 도로 현황은 일반국도 185,350m, 지방도 150,010m, 시군도 252,600m로 총 연장 587,960m로 조사됨

[표 2-26] 도로 현황

[단위 : m, %]

등급별	길이(m)	포장률(%)	미개통(m)
고속도로	-	-	-
일반국도	185,350	95	8,450
지방도	150,010	71	43,300
시군도	252,600	62	96,330
총계	587,960	75	148,080

자료 : 통계연보, 2014, 해남군

3. 환경기초시설

3.1 분뇨처리시설 현황

- 해남군 관내에는 해남 분뇨처리시설이 1개소 위치하며, 시설용량은 90m³/일이고, 처리량은 39m³/일인 것으로 조사됨

[표 2-27] 분뇨처리시설 현황

처리 장명	위 치	시설용량 (m ³ /일)	처리량 (m ³ /일)	처리 공법	방류수역		
					지류	분류	수계
해남	해남읍 용정리 950	90	39	전처리시설	남송천	고천암호	서남해

자료 : 하수도 통계, 2014, 환경부

3.2 공공하수처리시설 현황

- 해남군에는 해남, 송지, 황산, 문내 등 4개소의 공공하수처리시설이 운영중인 것으로 조사됨

[표 2-28] 공공하수처리시설 현황

구분	시설명	소재지	시설용량 (m ³ /일)	처리량 (m ³ /일)	처리방법	방류수역		
						지류	분류	수계
해남군	해남	해남읍 남각리 53	9,000	7,823	표준활성슬러지법	남송천	고천암호	서남해
	송지	송지면 땅끝해안로 1134-59	500	317	표준활성슬러지법	-	산정천	서남해
	황산	황산면 공룡박물관길 38-29	550	358	표준활성슬러지법	-	호동천	서남해
	문내	문내면 학동길 40-7	500	370	SYMBIO 공법	-	-	서남해

자료 : 하수도 통계, 2014, 환경부

3.3 폐기물 매립시설 현황

- 해남군 내에 1개소의 매립시설이 운영중이며, 총 매립용량은 336,000m³으로 조사됨

[표 2-29] 매립시설 현황

[단위 : m², m³]

위치	총면적 (m ²)	총매립 용량(m ³)	기매립량(m ³) (2012년까지)	잔여매립 가능량(m ³)	매립 후 이용계획
해남읍 복평리 891	49,518	336,000	136,606	199,394	공원화

자료 : 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2014, 환경부

3.4 폐기물 소각시설 현황

- 해남군에는 복평리에 1개소의 소각시설이 운영중이며, 시설용량은 25톤/일로 조사됨

[표 2-30] 폐기물 소각시설 현황

구분	소재지	시설용량 (ton/일)	소각방식	운영방식	2012년 처리량(톤)
해남군	해남읍 복평리 891	25	열분해가스화	연속식	3,634

자료 : 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2014, 환경부

환경 현황

1. 오염원 및 오염부하량
2. 수질환경
3. 퇴적물환경
4. 동·식물상
5. 토양환경
6. 매장문화재 지표조사

Ⅲ. 환경현황

1. 오염원 및 오염부하량

1.1 신덕저수지 개요

- 신덕저수지는 1986년에 조성된 저수지로 전라남도 해남군 화원면 신덕리에 위치하고 있으며, 본 저수지는 유역면적 765.0ha, 수혜면적 428.5ha, 만수면적 45.5ha로 한국농어촌공사 해남·완도지사에서 관리하고 있음
- 유역은 해남군 화원면 신덕리 일부로 1개면 1개리에 해당되며, 해발 150~300m의 낮은 구릉성 산들의 능선을 따라 형성되어 있는 전형적인 농촌지역임
- 주요 유입하천은 신덕2천, 내동1천로 전체유역의 60%이상을 차지하고 있으며, 다수의 미지정 소하천이 저수지로 유입되고 있음
- 신덕저수지는 유역배율 1.3배, 홍수빈도 100년 빈도, 평균수심은 7.4m 정도로 낮고 체류일수는 276.5일로 물순환주기는 연 1.32회 정도로 낮게 나타남
- 과거 호내 대규모 가두리 양식시설 운영(1989~1996년)으로 배합사료 등 대량유입이 추정되며, 여름철(6월~9월) 녹조발생이 심각한 상태로 조사됨
- 전형적인 농촌지역으로 유역내 124명이 거주하고 있으며, 인구밀도는 0.2인/ha로 조사됨. 유역내 하수관거 정비가 이뤄지지 않아 모든 가정이 하수미처리구역로 분류되며, 미처리된 생활하수 오염물질이 저수지내로 직접 유입되고 있는 상황임
- 저수지 수면적을 제외한 유역의 총 면적은 719.6ha 이며, 토지이용 형태별로 논 5.4%, 밭 16.8%, 임야 76.2%, 대지 1.3%, 기타 0.3%로 구성되어 있음
- 토지이용 형태 중 임야가 총 면적의 70% 이상을 차지하고 있어, 강우시 비점오염물질에 대한 대책 수립이 필요
- 유역상류에 산재한 마을의 미처리 생활하수의 지속적인 유입과 경작지에 살포된 퇴비 등 강우시 유출수 등이 저수지 수질오염을 가중시키고 있음

[표 3-1] 신덕저수지 시설규모

유역면적 (ha)	만수면적 (ha)	수혜면적 (ha)	총저수량 (천 m ³)	평균수심 (m)	제당연장 (m)	제당높이 (m)
765.0	45.5	428.5	3,369.1	7.4	187.0	23.6

[표 3-2] 신덕저수지 표고별 표면적 및 내용적

순번	표고 (EL.m)	고차 (m)	면 적(m ²)		내용적(m ³)		저수율 (%)	비 고
			표고별	평균	구간별	누가		
1	9.54	-	290	145	-	-	-0.87	바닥고
2	10.00	0.46	2,850	1,570	722	722	-0.85	
3	10.50	0.50	6,575	4,713	2,357	3,079	-0.78	
4	11.00	0.50	10,300	8,438	4,219	7,298	-0.66	
5	11.50	0.50	21,890	16,095	8,048	15,346	-0.41	
6	12.00	0.50	33,480	27,685	13,843	29,189	-	사수위
7	12.50	0.50	48,230	40,855	20,428	49,617	0.61	
8	13.00	0.50	62,980	55,605	27,803	77,420	1.44	
9	13.50	0.50	78,310	70,645	35,323	112,743	2.50	
10	14.00	0.50	93,640	85,975	42,988	155,731	3.79	
11	14.50	0.50	109,690	101,665	50,833	206,564	5.31	
12	15.00	0.50	125,740	117,715	58,858	265,422	7.07	
13	15.50	0.50	142,820	134,280	67,140	332,562	9.08	
14	16.00	0.50	159,900	151,360	75,680	408,242	11.35	
15	16.50	0.50	178,720	169,310	84,655	492,897	13.88	
16	17.00	0.50	197,540	188,130	94,065	586,962	16.70	
17	17.50	0.50	219,180	208,360	104,180	691,142	19.82	
18	18.00	0.50	240,820	230,000	115,000	806,142	23.26	
19	18.50	0.50	272,415	256,618	128,309	934,451	27.10	
20	19.00	0.50	304,010	288,213	144,107	1,078,558	31.42	
21	19.50	0.50	312,810	308,410	154,205	1,232,763	36.04	
22	20.00	0.50	321,610	317,210	158,605	1,391,368	40.79	
23	20.50	0.50	347,555	334,583	167,292	1,558,660	45.79	
24	21.00	0.50	373,500	360,528	180,264	1,738,924	51.19	
25	21.50	0.50	389,465	381,483	190,742	1,929,666	56.90	
26	22.00	0.50	405,430	397,448	198,724	2,128,390	62.85	
27	22.50	0.50	416,820	411,125	205,563	2,333,953	69.01	
28	23.00	0.50	428,210	422,515	211,258	2,545,211	75.33	
29	23.50	0.50	437,185	432,698	216,349	2,761,560	81.81	
30	24.00	0.50	446,160	441,673	220,837	2,982,397	88.42	
31	24.50	0.50	455,765	450,963	225,482	3,207,879	95.17	
32	24.85	0.35	465,370	460,568	161,199	3,369,078	100.00	만수위
33	25.15	0.30	466,750	466,060	139,818	3,508,896	104.19	홍수위

1.2 유역현황

- 신덕저수지의 유역은 해남군 화원면 일부에 속하고 있으며, 저수지 우측으로 77번 지방도로가 남북으로 연결되어 있음
- 유입하천은 신덕2천, 내동1천으로 전체유역의 60%이상을 차지하고 있으며, 소하천 주변으로 소규모 마을과 논·밭, 특히 양파·배추 등 산지 개간을 통한 채소 재배가 이뤄지고 있는 전형적인 농촌지역임
- 유역내 하수관거 정비가 이뤄지지 않아 미처리 생활하수가 소하천으로 지속적으로 유입되고 있음
- 유역은 해발 300m 미만의 구릉성 산들의 능선을 따라 형성되어 있으며, 저수지와 근접하여 농경지가 유역전체 면적 대비 약 20% 분포하고 있어 농경지에 퇴비로 시비되는 가축분뇨 및 비료 등이 강우시 많이 유입될 것으로 사료됨
- 저수지 남측에 토석채취장 2곳이 개발 중에 있으며, 사업장에서는 비점오염저감시설(2곳)을 운영중인 것으로 조사됨



<그림 3-1> 신덕저수지 유역개황도

1.3 오염원현황

- 오염물질이 배출되는 장소를 오염원이라 하며, 오염물질 배출원은 보통 점오염원(Point source)과 비점오염원(Non Point source)로 구분하고 있음
- 점오염원은 한 지점에서 혹은 극히 좁은 구역내에서 오염물질이 집중적으로 배출되는 곳을 말하며, 일반적으로 하나의 배출구나 배출단위로 파악이 가능한 오염원임
- 비점오염원은 오염물질이 집중적으로 배출되지 않고 광범위한 지역으로부터 배출되어 배출원을 하나의 점으로 파악하기 힘든 경우로서 면오염원(Area source)이라고도 함. 따라서 수질을 평가할 때 비점오염원은 강우시에 도시지역이나 농경지 및 산림지역의 넓은 면적으로부터 오염물질이 부하되는 특성을 가짐
- 신덕저수지의 경우, 유역 내 위치한 마을의 미처리 생활하수의 지속적인 유입과 강우시 농경지 등에서 배출되는 토지계 오염원이 주요오염원으로 작용하고 있음

[표 3-3] 오염원의 분류

오염원 그룹별	점오염원	비점오염원	비 고
생활계	<ul style="list-style-type: none"> • 개별배출수 • 환경기초시설 방류수 • 관거누수 및 미처리배제수 	<ul style="list-style-type: none"> • 관거월류수 	<ul style="list-style-type: none"> • 관거월류수(CSO, SSP): 우기시 관거용량 부족으로 인한 맨홀로부터의 월류수와 건기 및 우기시 환경기초 시설 처리시설 부족으로 인한 미처리 배제수 • 관거누수 : 관거불량 부위로부터의 오염물질의 누수(상시유출)
축산계	<ul style="list-style-type: none"> • 개별배출수(폐수성상) • 환경기초시설 방류수 • 관거누수 및 미처리배제수 	<ul style="list-style-type: none"> • 개별배출수(고형물) • 관거월류수 	
산업계	<ul style="list-style-type: none"> • 개별배출수 • 환경기초시설 방류수 • 관거누수 및 미처리배제수 	<ul style="list-style-type: none"> • 관거월류수 	
양식계	<ul style="list-style-type: none"> • 개별배출수 • 환경기초시설 방류수 • 관거누수 및 미처리배제수 	<ul style="list-style-type: none"> • 관거월류수 	
토지계	<ul style="list-style-type: none"> • 환경기초시설 방류수 • 관거누수 및 미처리배제수 	<ul style="list-style-type: none"> • 개별배출수 • 관거월류수 	
매립계	<ul style="list-style-type: none"> • 개별배출수 • 환경기초시설 방류수 • 관거누수 및 미처리배제수 	<ul style="list-style-type: none"> • 개별배출수(비위생매립) • 관거월류수 	

자료 : 한강수계 수질오염총량제 워크샵 및 포럼, 2007년

1.3.1 배수구역 설정

- 하천의 수질에 영향을 미치는 오염원을 파악하고 오염물질 발생량 및 유입오염 부하를 산정하기 위해서 유역을 유입하천 및 배수구역에 따라 6개 소유역으로 구분하여 오염원조사 및 오염부하량을 산정하였음

[표 3-4] 소유역별 행정구역 현황

구역	행정구역	면적(ha)	비고
계	화원면 신덕리 일부	719.6	
소유역 I	화원면 신덕리(신평) 일부	399.6	
소유역 II	화원면 신덕리 일부	94.3	
소유역 III	화원면 신덕리 일부	71.0	
소유역 IV	화원면 신덕리(땀골) 일부	101.6	
소유역 V	화원면 신덕리 일부	30.1	
소유역 VI	화원면 신덕리 일부	23.0	

※ 저수지 수면적 45.4ha 제외



<그림 3-2> 신덕저수지 소유역 구분도

1.3.2 유역내 오염원

- 본 조사에서는 점오염원으로는 인구(생활하수), 축산폐수를 고려하였으며, 유역내 토지이용현황을 고려하여 강우시 불투수층 지역 및 농경지, 산림지역 유출수 등을 비점오염원으로 하였음
- 오염원자료의 경우 인구, 축산 오염원수는 2014년 12월 말 기준으로 환경부의 “전국오염원조사” 자료를 해남군에서 제공받아 사용하였으며, 부족한 부분은 해남군 통계연보 등을 참조하였음

1 점오염원

1) 인구현황

- 신덕저수지 유역은 해남군 화원면 일부로 농촌지역에 해당하며, 유역내 총인구는 124명으로 인구 밀도는 약 0.2인/ha로 나타남
- 소유역별로 보면 면소재지에 해당하는 소유역 I 에 113명이 거주하여 전체 인구의 91.1%를 차지하며, 다음이 소유역Ⅳ로 11명, 8.9%를 차지하고 있음
- 하수관거 정비 미비로 마을하수도 및 하수처리장 등은 없는 상태이며, 전체가 미처리인구에 해당하는 것으로 조사됨

[표 3-5] 소유역별 인구분포 현황

소유역	계(명)	비시가 인구							비 고
		하수처리			하수미처리				
		소계	분류식	합류식	소계	수세식		수거식	
						오수처리	정화조		
총계	124	-	-	-	124	-	124	-	
I	113	-	-	-	113	-	113	-	
II	-	-	-	-	-	-	-	-	
III	-	-	-	-	-	-	-	-	
IV	11	-	-	-	11	-	11	-	
V	-	-	-	-	-	-	-	-	
VI	-	-	-	-	-	-	-	-	

2) 축산현황

- 유역내에서 사육되는 가축은 한우 26두이며, 가축분뇨(폐수+고형물)는 모든 사육 가구에서 개별퇴비화 등으로 자체 처리되어 경작지에 살포되고 있는 실정임

[표 3-6] 축종별 가축 사육두수 현황

소유역	한우	젓소	닭	비 고
총 계	26	-	-	
I	2	-	-	
IV	24	-	-	

[표 3-7] 소유역별 가축사육 세부현황

소유역	읍면동	리	축종	사육 두수	법적 규제	분뇨처리	
						폐수처리방법	고형물처리방법
I	화원면	신덕리	한우	2	신고	개별 퇴비화	개별 퇴비화
IV	화원면	신덕리	한우	24	신고	개별 퇴비화	개별 퇴비화

2 비점오염원(토지이용)

- 비점오염원에 의한 오염물질의 유입경로는 주로 지표면에 축적되어 있는 오염 물질이 강우에 의해 표면 유출되는 것으로 그 발생원으로는 농경지에서의 비료 및 농약 사용, 지표 오염물질, 가축분뇨 등을 들 수 있음
- 축사가 농촌지역에 널리 산재되어 있고, 또한 가축분뇨를 농경지에 환원처리나 야적, 저류하면서 관리가 부실할 경우에는 강우 유출수와 함께 유역에 오염으로 부하되므로 비점오염원이 되고 있는 실정임
- 비점오염원의 배출특성은 토지이용 특성, 환경기초시설 현황, 도시현황, 기상학적 특성 및 지형, 지질의 특성에 따라 매우 다른 경향을 보이기 때문에 비점 오염원에 의한 오염물질의 배출량을 정확히 추정하는 것은 매우 어려움
- 토지이용 현황을 살펴보면, 저수지 수면적 45.4ha를 제외한 전체 유역 719.6ha에서 논이 5.4%(39.1ha), 밭이 16.8%(120.9ha), 임야가 76.2%(548.6ha), 대지가 1.3%(9.1ha), 기타가 0.3%(1.9ha)를 차지하고 있으며, 경작지가 22.2%(160.0ha)로 조사되었음

- 소유역 I 이 399.6ha로 전체 유역의 55.5%, 소유역IV가 101.6ha로 14.1%를 차지하고 있어 2개 소유역이 전체 유역의 69.6%를 차지하고 있으며, 소유역 I 에는 주거지 밀집지역, 도로 등 불투수층이 집중적으로 분포하고 있음

[표 3-8] 소유역별 토지이용현황

소유역	행정구역	지목별 면적(ha)					
		계	논	밭	임야	대지	기타
총 계		619.6	39.1	120.9	548.6	9.1	1.9
I	화원면 신덕리	399.6	30.5	68.9	296.4	3.3	0.5
II	화원면 신덕리	94.3	3.2	11.1	79.0	0.8	0.2
III	화원면 신덕리	71.0	1.5	13.0	55.2	1.1	0.2
IV	화원면 신덕리	101.6	1.6	21.2	76.5	1.4	0.9
V	화원면 신덕리	30.1	1.7	2.7	24.5	1.1	0.1
VI	화원면 신덕리	23.0	0.6	4.0	17.0	1.4	-

※ 저수지 수면적(45.4ha) 제외

1.4 오염부하량 산정

- 유입하천의 수질에 영향을 줄 수 있는 오염원을 크게 인구, 축산의 점오염원, 토지이용현황은 비점오염원으로 구분하였음
- 오염부하량은 각종 오염원에 의해 발생하는 오염물질부하량, 환경기초시설 및 개별처리시설 등에서 삭감되고 공공수역으로 배출되는 배출부하량을 산정하였음
- 오염부하량을 산정하기 위한 원단위는 지역적 특성을 반영할 수 있도록 실측 자료를 이용한 원단위를 사용하는 것이 가장 바람직함. 그러나 원단위 산정을 위해 국내에서 조사된 자료들은 조사기관, 조사방법에 따라 차이가 크므로 본 기본조사에서는 2014년 5월 국립환경과학원에서 제시한 ‘수질오염총량관리기술 지침’의 원단위를 사용하여 부하량 산정 방법에 의해 발생 및 배출부하량 등을 산정하였음

1.4.1 오·폐수 발생량

- 유역내에서 발생하는 총 오·폐수발생량은 18.3m³/일이며, 생활계가 전체 발생량

의 97.8%인 17.9m³/일이 발생되어 가장 큰 비율을 차지하고 있으며, 다음이 축산계로 0.4m³/일이 발생되고 있음

[표 3-9] 유역내 총 오·폐수 발생량

[단위 : m³/일]

구 분	계	생활계	축산계	비 고
계	18.3	17.9	0.4	
소유역 I	16.3	16.3	-	
소유역 II	-	-	-	
소유역 III	-	-	-	
소유역 IV	2.0	1.6	0.4	
소유역 V	-	-	-	
소유역 VI	-	-	-	

1.4.2 오염물질 발생부하량

1 생활계

- 인구에 의한 오염물질 발생부하량은 유역내 인구에 발생원단위를 곱하여 산출하였으며 BOD 발생부하량은 총 6.0kg/일이며, T-N 부하량은 1.6kg/일로 나타났다
- 소유역별로 보면 BOD의 경우 소유역 I 이 5.5kg/일로 총 발생부하량의 91.7%를 차지하고 있으며, T-N 역시 소유역 I 이 93.8%로 가장 많은 비중을 차지함

[표 3-10] 소유역별 인구에 의한 오염물질 발생부하량

[단위 : kg/일]

구 분	계	소유역 I	소유역 II	소유역 III	소유역 IV	소유역 V	소유역 VI
BOD	6.0	5.5	-	-	0.5	-	-
T-N	1.6	1.5	-	-	0.1	-	-
T-P	-	-	-	-	-	-	-

2 축 산

- 축산폐수는 발생량은 적으나 고농도 유기물질을 함유하고 있어 수질오염에 막대한 영향을 미치고 공장폐수나 생활하수와는 달리 중금속의 오염이 거의 없고 주로 유기물이 포함되어 있음
- 이들 성분은 미생물에 의해 분해가 용이하고 영양성분을 골고루 갖추고 있어

기호성을 가미할 경우 사료적 가치와 비료의 원료가 될 수 있지만, 처리가 되지 않은 상태로 방류될 경우 그 오염도는 BOD나 총인 기준으로 볼 때 그 비율이 높게 나타나기 때문에 저수지 부영양화에 영향을 미치는 주요원인으로 알려졌음

- 축산에 의한 오염물질 발생부하량은 분뇨를 포함하는 총 발생부하량으로 나타내고 있으며, 부하량 산정은 가축 사육두수에 발생원단위를 곱하여 산정하였음
- 축산에 의한 BOD 발생부하량은 총 13.8kg/일이고, T-N은 3.0kg/일, T-P는 1.0kg/일로 조사되었으며, 소유역Ⅳ이 차지하는 비율이 92.0%로 전체 발생부하량의 대부분을 차지하는 것으로 조사되었음

[표 3-11] 소유역별 축산에 의한 오염물질 발생부하량

[단위 : kg/일]

구 분	계	소유역Ⅰ	소유역Ⅱ	소유역Ⅲ	소유역Ⅳ	소유역Ⅴ	소유역Ⅵ
BOD	13.8	1.1	-	-	12.7	-	-
T-N	3.0	0.2	-	-	2.8	-	-
T-P	1.0	0.1	-	-	0.9	-	-

3 토지이용

- 비점오염원에 의한 영향을 토지이용상태 별로 나타내기 위하여 논, 밭, 임야, 대지, 기타 등으로 구분하여 조사하였음. 대지에는 대지, 공장용지, 학교용지, 도로 등이 포함되며, 기타는 하천, 구거, 제방, 염전, 광천지, 공원 등을 포함함
- 토지이용에 의한 BOD 발생부하량은 총 15.8kg/일이며, T-N은 27.4kg/일, T-P는 2.5kg/일로 나타났음
- 유역별 발생부하량을 보면 BOD의 경우 I 유역이 7.4kg/일로 토지이용에 의한 전체 발생량의 46.8%로 가장 많은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 그 다음으로 IV유역이 2.3kg/일로 14.6%를 차지함
- 소유역Ⅰ과Ⅳ가 전체 대비 61.4%로 대부분을 차지하고 있는 것으로 조사되었으며, T-N과 T-P도 BOD와 유사한 경향을 보이고 있음

[표 3-12] 소유역별 토지이용에 의한 오염물질 발생부하량

[단위 : kg/일]

구 분	계	소유역 I	소유역 II	소유역 III	소유역 IV	소유역 V	소유역 VI
BOD	15.8	7.4	1.7	1.7	2.3	1.3	1.4
T-N	27.4	15.5	3.1	2.7	4.0	1.1	1.0
T-P	2.5	1.4	0.3	0.2	0.4	0.1	0.1

1.4.3 오염물질 배출부하량

1 생활계

- 인구활동에 의한 배출부하량은 공공하수처리시설, 분뇨처리시설 등 환경기초 시설과 오수처리시설, 단독정화조 등의 개별처리시설의 처리효율을 고려하여 삭감한 후 배출부하량을 산정하였음
- 유역내 인구에 의한 BOD 배출부하량은 4.7kg/일, T-N 1.5kg/일임
- 유역별 배출부하량을 보면 BOD의 경우 I 유역이 4.3kg/일로 전체 배출부하량의 91.5%로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며 T-N의 경우도 BOD와 같이 I 유역에서 93.3%로 가장 많이 배출되는 것으로 조사되었음

[표 3-13] 소유역별 생활계에 의한 오염물질 배출부하량

[단위 : kg/일]

구 분	계	소유역 I	소유역 II	소유역 III	소유역 IV	소유역 V	소유역 VI
BOD	4.7	4.3	-	-	0.4	-	-
T-N	1.5	1.4	-	-	0.1	-	-
T-P	-	-	-	-	-	-	-

2 축산계

- 가축에 의한 배출부하량은 발생원에서 분은 제거되고 뇨와 세탁수를 포함하는 부하량을 가리키며, 유역내에서 가축에 의해 배출되는 오염부하량은 다음 표에 나타낸 바와 같음
- 가축에 의한 총 배출부하량은 BOD 1.0kg/일, T-N은 0.9kg/일, T-P는 0.1kg/일로 나타났음

- 유역별 배출부하량을 보면 BOD의 경우 IV유역이 0.9kg/일로 전체 배출부하량의 90.0%로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며 T-N과 T-P의 경우도 BOD와 같이 IV유역에서 가장 많이 배출되는 것으로 조사되었음

[표 3-14] 소유역별 축산에 의한 오염물질 배출부하량 [단위 : kg/일]

구 분	계	소유역 I	소유역 II	소유역 III	소유역 IV	소유역 V	소유역 VI
BOD	1.0	0.1	-	-	0.9	-	-
T-N	0.9	0.1	-	-	0.8	-	-
T-P	0.1	-	-	-	0.1	-	-

3 토지이용

- 비점오염원으로 구분되는 토지이용에 의한 오염물질 배출부하량은 비점오염원에 대한 특별한 삭감 방법이 없으므로 발생량 전체가 배출되는 것으로 가정하는 것이 일반적임
- 토지이용에 의한 배출부하량은 BOD가 6.6kg/일, T-N이 11.4kg/일, T-P가 1.0kg/일로 나타났음
- 유역별로는 BOD의 경우 I 유역이 47.0%의 비율로 가장 많이 차지하는 것으로 나타났고 다음이 IV유역으로 15.2%로 나타났음
- T-N과 T-P도 BOD와 같은 경향을 보이고 있음

[표 3-15] 소유역별 토지이용에 의한 오염물질 배출부하량 [단위 : kg/일]

구 분	계	소유역 I	소유역 II	소유역 III	소유역 IV	소유역 V	소유역 VI
BOD	6.6	3.1	0.7	0.7	1.0	0.5	0.6
T-N	11.4	6.5	1.3	1.1	1.7	0.4	0.4
T-P	1.0	0.6	0.1	0.1	0.2	-	-

1.4.4 총 오염부하량

1 오염물질 총 발생부하량

- 유역전체에서 BOD 35.6kg/d, T-N 31.9kg/d, T-P 3.4 kg/d의 오염부하량이 발생하고 있으며, 오염원별로 토지계의 발생부하량이 전체 대비 BOD 44.4%, T-N 85.6%, T-P 70.6%로서 가장 큰 비율을 차지하고, 다음으로 축산계가 BOD 38.5%, T-N 9.4%, T-P 26.5%로 많은 비중을 차지하고 있음
- 오염원(BOD 배출부하량 기준)은 토지계(44.4%), 축산계(38.5%), 생활계(17.1%) 순으로 주요오염원은 토지계로 나타났음

[표 3-16] 오염원별 발생부하량

구 분		발생부하량(kg/일)			비 고
		BOD	T-N	T-P	
합 계		35.6	31.9	3.4	
생활계	인구	6.1	1.6	0.1	
축산계	가축	13.7	3.0	0.9	
토지계	비점오염	15.8	27.3	2.4	주요오염원

2 오염물질 총 배출부하량

- 유역내에서 발생된 오염부하량이 정화조, 공공하수처리시설, 가축분뇨처리시설 등의 처리과정을 거치면서 삭감된 후 유역내로 배출되는 배출부하량을 오염원별로 종합하여 산출하였으며, 배출부하량이 실제 수질에 영향을 미치는 오염량임
- 유역전체에서 BOD 12.3kg/d, T-N 13.9kg/d, T-P 1.1kg/d의 오염부하를 배출하고 있으며, 오염원별로는 총 배출부하량 중에서 생활계가 BOD 38.0%, T-N 10.7%, T-P 3.3%, 축산계에 의한 배출부하량이 BOD 8.1%, T-N 6.6%, T-P 6.2%, 비점오염원(토지이용)이 BOD 54.0%, T-N 82.9%, T-P 92.9%가 배출되는 것으로 조사되었음
- BOD 배출부하량 기준은 토지계(54.0%), 생활계(38.0%), 축산계(8.0%) 순으로 주요오염원은 토지계로 나타났으며, 비점오염물질 발생 및 저수지 유입 저감을 위한 종합적인 대책 마련이 필요함
- T-N, T-P 배출부하량 역시 토지계에 의한 배출율이 가장 높은 것으로 나타났음

[표 3-17] 오염원별 배출부하량

[단위 : kg/일]

구 분		배출부하량			비 고
		BOD	T-N	T-P	
합 계		12.3	13.9	1.1	
생활계	인구	4.7	1.5	-	
축산계	가축	1.0	0.9	0.1	
토지계	비점오염	6.6	11.5	1.0	주오염원

[표 3-18] 유역 발생 및 배출부하량 비교

[단위 : kg/일]

구 분	발생부하량	삭감부하량	배출부하량	삭감률(%)
BOD	35.6	23.3	12.3	65.4
T-N	31.9	18.0	13.9	56.4
T-P	3.4	2.3	1.1	67.6

[표 3-19] 소유역별 오염물질 총 배출부하량(BOD)

[단위 : kg/일]

소 유 역	계	생 활	축산	토지
총 계	12.3	4.7	1.0	6.6
I	7.5	4.3	0.1	3.1
II	0.7	-	-	0.7
III	0.7	-	-	0.7
IV	2.3	0.4	0.9	1.0
V	0.5	-	-	0.5
VI	0.6	-	-	0.6

[표 3-20] 소유역별 오염물질 총 배출부하량(T-N)**[단위 : kg/일]**

소유역	계	생활	축산	토지
총계	13.9	1.5	0.9	11.5
I	8.0	1.4	0.1	6.5
II	1.3	-	-	1.3
III	1.1	-	-	1.1
IV	2.7	0.1	0.8	1.7
V	0.4	-	-	0.4
VI	0.4	-	-	0.4

[표 3-21] 소유역별 오염물질 총 배출부하량(T-P)**[단위 : kg/일]**

소유역	계	생활	축산	토지
총계	1.1	-	0.1	1.0
I	0.6	-	-	0.6
II	0.1	-	-	0.1
III	0.1	-	-	0.1
IV	0.3	-	0.1	0.2
V	-	-	-	-
VI	-	-	-	-

2. 수질환경

2.1 조사지점

- 수질조사는 저수지와 유입하천으로 구분하여 조사하였고, 조사지점은 저수지 상류, 중류, 하류 각 1지점, 유입하천 2지점으로 총 5지점에서 조사를 실시하였음

[표 3-22] 수질 조사지점 위치

구 분	지점번호	조 사 위 치	비 고
저수지	SDR1	해남군 화원면 신덕리 신덕저수지 상류	
	SDR2	해남군 화원면 신덕리 신덕저수지 중류	
	SDR3	해남군 화원면 신덕리 신덕저수지 하류	
하천	SDS1	해남군 화원면 신덕리 신덕저수지 유입하천 1	
	SDS2	해남군 화원면 신덕리 신덕저수지 유입하천 2	



<그림 3-3> 수질조사지점 위치도

2.2 조사내용 및 분석방법

- 현장 조사항목은 수심, 수온, 투명도, pH, EC, DO, BOD 등 7개 항목이며, 실내 분석은 COD, T-N, T-P, SS, TOC, Chl-a, NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P 등 10개 항목임
- 저수지 수질조사는 호내 3지점에 대해 수심을 측정된 후 수심별로 1m 간격으로 수질종합측정기를 사용하여 수온, pH, DO, 그리고 EC 등을 측정하여 수질변화를 조사한 후 '수질오염공정시험기준'에 따라 시료채취 하였음
- 하천은 하천수질을 대표할 수 있는 위치에서 하상 퇴적물의 교란이 없도록 최대한 주의하여 흐르는 물을 채취하였음
- 채취한 시료의 보존을 위해 현장에서 COD 분석시료는 1L당 진한 황산 2mL로 처리하였으며, 실내분석은 수질오염공정시험기준 및 Standard Method에 준하여 수행하였음
- 현장조사는 수질개선대책시설 규모 및 삭감량 산정을 위해 비점오염물질이 지속적으로 유출되는 6월~11월까지 총 6회 조사를 실시하였으며, 6월 이전의 수질 등은 2015년 농업용수 수질측정망조사 자료를 이용하였음
- 조사시기별 저수율은 모내기 시기(6월), 가뭄에 따른 저수율 저하(9~11월) 시기에 70%내외로 낮게 나타남

[표 3-23] 조사시기 및 저수율

구 분	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
저수율(%)	100.0	98.7	77.0	86.4	81.4	74.8	71.4	69.4	73.6

2.3 유입하천 등 수질현황

2.3.1 SDS1 지점

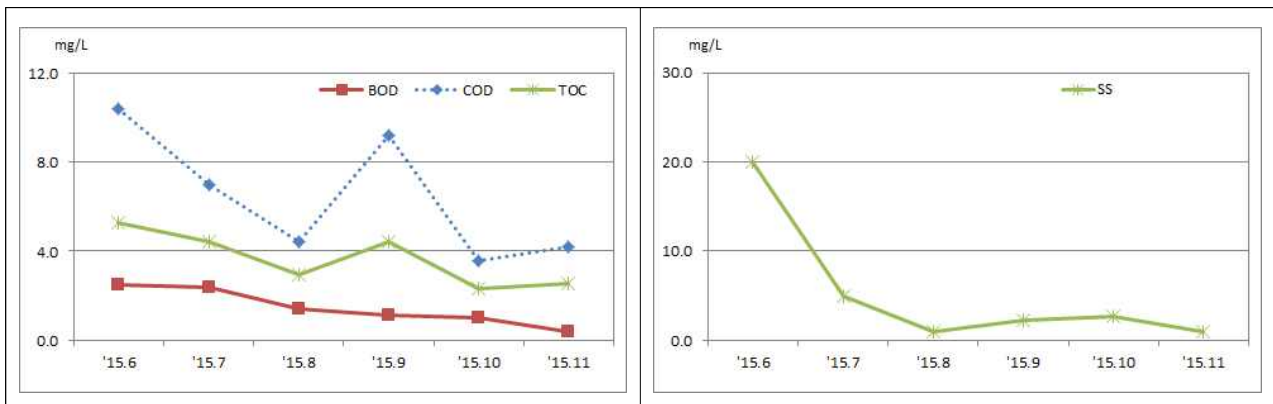
- SDS1 조사지점은 신덕2천 유역(소유역 I)에 해당하며, 유역면적은 399.6ha로 전체 유역의 52.2%로 큰 유역을 형성하고 있음. 유입수는 경작지, 축사, 소규모 주거 단지의 배출수이며, 강우시 경작지에 살포된 퇴비나 비료 등의 유출수가 저수지 주요 수질오염원으로 작용하고 있음



<그림 3-4> CDS1 지점 전경

1 유기물 농도

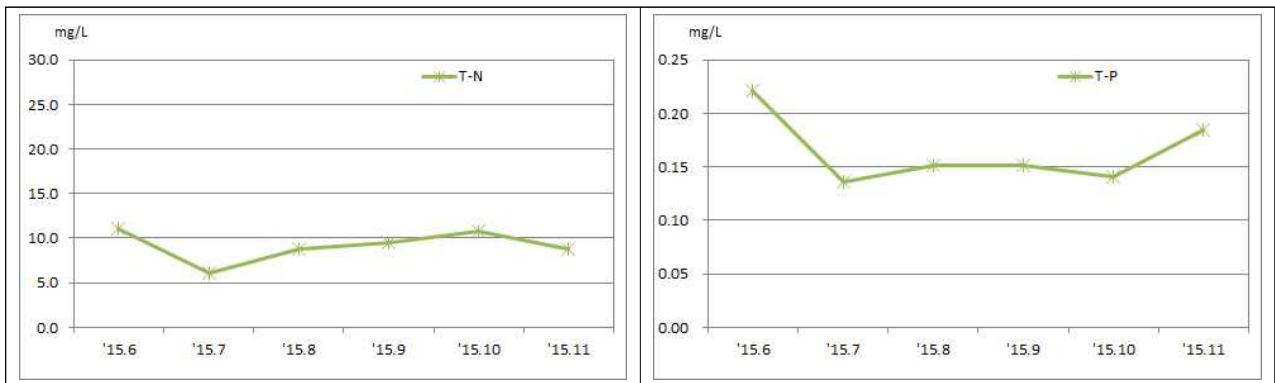
- 수질조사결과, SDS1지점의 경우 유기오염물질 기준항목인 BOD가 0.4~2.5 mg/L로 하천수질 환경기준 매우좋음(Ia등급)~약간좋음(II 등급), COD는 3.6~10.4mg/L로 하천수질 환경기준 좋음(Ib등급)~나쁨(V 등급), TOC는 2.4~5.3 mg/L로 하천수질 환경기준 좋음(Ib등급)~약간나쁨(IV등급)으로 나타남
- '15년 6월에 높은 농도가 나타났으며 이는 상류에 위치한 축산분뇨 처리수 및 경작지의 유출되는 물과 같은 비점오염원의 영향으로 판단되며, 이후 서서히 낮아지는 경향을 보이고 있음
- 부유물질(SS)의 경우는 0.9~20.0mg/L로 강우시와 비강우시기에 따라 변동을 보이고 있으며, '15년 월별 조사결과 모두 하천수질 환경기준(Ia등급)의 25mg/L 이하를 만족하는 수준의 농도를 보임



<그림 3-5> SDS1 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이

2 영양염류 농도

- 조사지점의 T-N은 6.126~11.034mg/L로 호소 생활환경기준 IV등급(농업용수 수질기준)인 1.0mg/L을 크게 초과하여 꾸준히 저수지로 유입되고 있음
- T-P는 0.136~0.221mg/L로 하천수질 환경기준 보통(Ⅲ등급)~약간나쁨(Ⅳ등급)으로 조사됨



<그림 3-6> SDS1 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이

3 기타항목

- 전기전도도(EC)는 195~416 μ S/cm로 국내 일반하천의 전기전도도 평균치인 150 μ S/cm보다 다소 높게 나타났음
- 수소이온농도(pH)는 7.9~9.8로 여름철 조류성장으로 약 알칼리성을 보이고 있으며, 용존산소농도(DO)는 7.5~12.9mg/L로 비교적 양호한 상태를 나타냄

2.3.2 SDS2 지점

- 본 조사지점인 SDS2 지점의 유역으로는 소유역Ⅳ가 해당되며 유역면적은 101.6ha이고 상류에는 마을 일부와 밭 등이 포함되어 있음
- '15년 하반기는 가뭄 지속으로 유역 유출량이 감소하였으며, SDS2 지점의 유량이(9월~11월) 없어 채수가 불가능하였음

1 유기물 농도

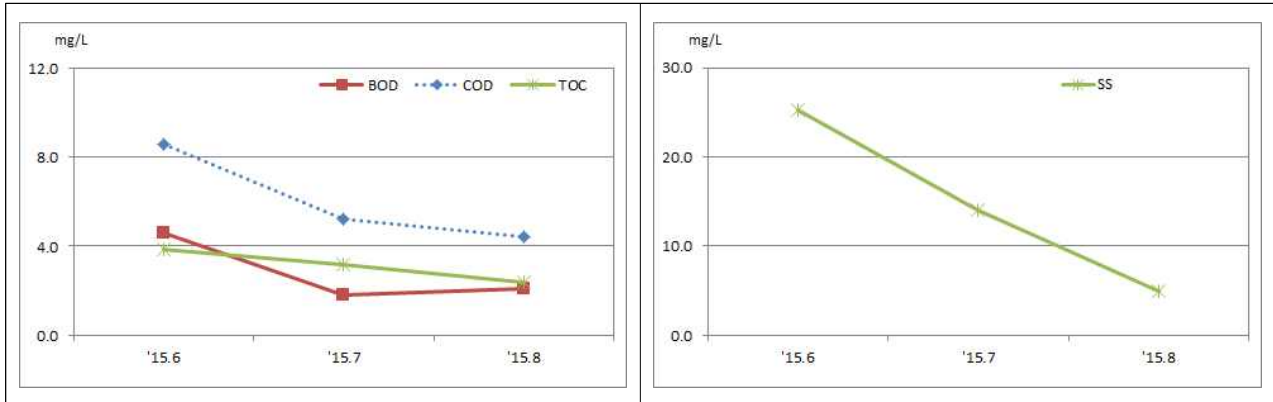
- 수질조사결과, SDS2지점의 경우 유기오염물질 기준항목인 BOD가 1.8~4.6 mg/L로 하천수질 환경기준 좋음(I b등급)~약간좋음(Ⅲ등급), COD는 4.4~8.6

mg/L로 하천수질 환경기준 약간좋음(Ⅱ등급)~약간나쁨(Ⅳ등급), TOC는 2.4~3.8mg/L로 하천수질 환경기준 좋음(Ⅰb등급)~약간좋음(Ⅱ등급)으로 나타남

- 부유물질(SS)의 경우는 5.0~25.3mg/L로 시기별 변동을 보이고 있으나, 전체적으로 양호한 상태로 조사되었음



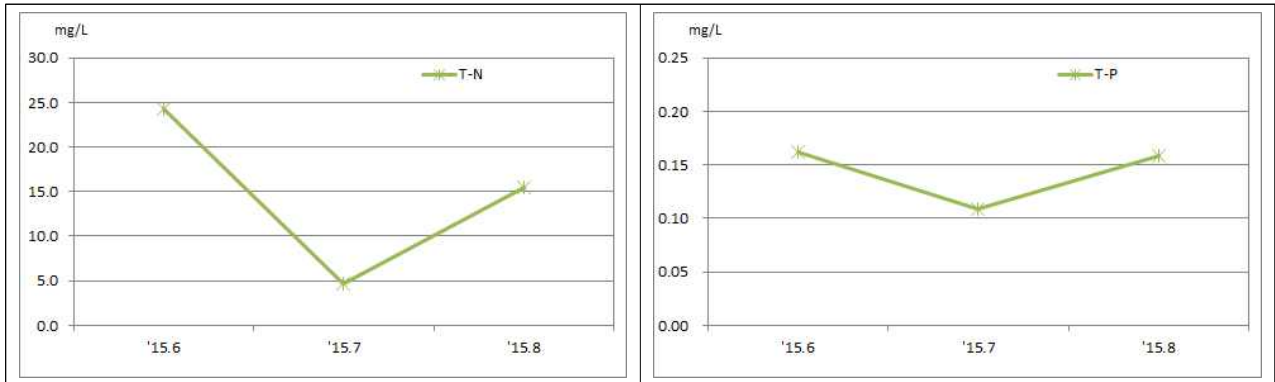
<그림 3-7> SDS2 지점 전경



<그림 3-8> SDS2 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이

2 영양염류 농도

- 본 조사지점의 T-N은 4.726~24.268mg/L로 호소수질 환경기준 Ⅳ등급(농업용수 수질기준)을 크게 초과하여 꾸준히 저수지로 유입되고 있음
- T-P는 0.109~0.162mg/L로 하천수질 환경기준 보통(Ⅲ등급)으로 조사됨



<그림 3-9> SDS2 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이

3 기타항목

- 전기전도도(EC)는 140~363 μ S/cm, 평균 251 μ S/cm로 국내 일반하천의 전기전도도 평균치인 150 μ S/cm보다 높게 나타났음
- 수소이온농도(pH)는 7.9~9.2, 용존산소농도(DO)는 6.5~8.7mg/L, 평균 7.6 mg/L로 비교적 양호한 상태를 보이고 있음

2.4 신덕저수지 수질현황

2.4.1 기본조사 결과

- 2015년 6월~11월, 총 6회에 걸쳐 SDR1(저수지 상류), SDR2(저수지 중앙), SDR3(저수지 하류) 3지점 신덕저수지 수질의 범위는 COD 7.6~14.4mg/L, TOC 4.6~9.8mg/L, T-N이 0.474~1.509mg/L, T-P가 0.024~0.117mg/L로 전체 평균 수질은 COD가 10.4mg/L, TOC 5.4mg/L, T-N과 T-P는 각각 1.031mg/L, 0.051mg/L로 COD 기준으로 호소 수질 환경기준 VI등급(매우나쁨)의 수질상태를 보이고 있음
- 조사 시기별로 살펴보면, COD는 9월, T-N과 T-P는 7월에 가장 높은 농도를 보이는 것으로 조사되었으며, 이는 강우시 미처리 생활하수 및 경작지 퇴비 살포 및 비료 야적 등의 영향으로 저수지의 수질이 악화된 것으로 판단됨
- Chl-a 조사결과 범위가 13.7~64.2mg/m³로 호소수질 환경기준 약간 좋음(II등급)~나쁨(V등급)을 보이고 있으며, 이는 극심한 가뭄으로 유입량 감소 및 고수온 유지 등으로 녹조발생이 많아졌기 때문으로 보임
- 본 기본조사에서 연평균 수질값을 이용하여 한국형 부영양화지수(TSI(ko)) 분류방법에 의해 영양상태를 평가한 결과는 부영양호에 해당됨. 따라서 부영양상태로

인한 식물성플랑크톤 생산성 증가 등이 예상되어 이를 저감할 수 있는 중·장기적
호내대책이 필요할 것으로 판단됨

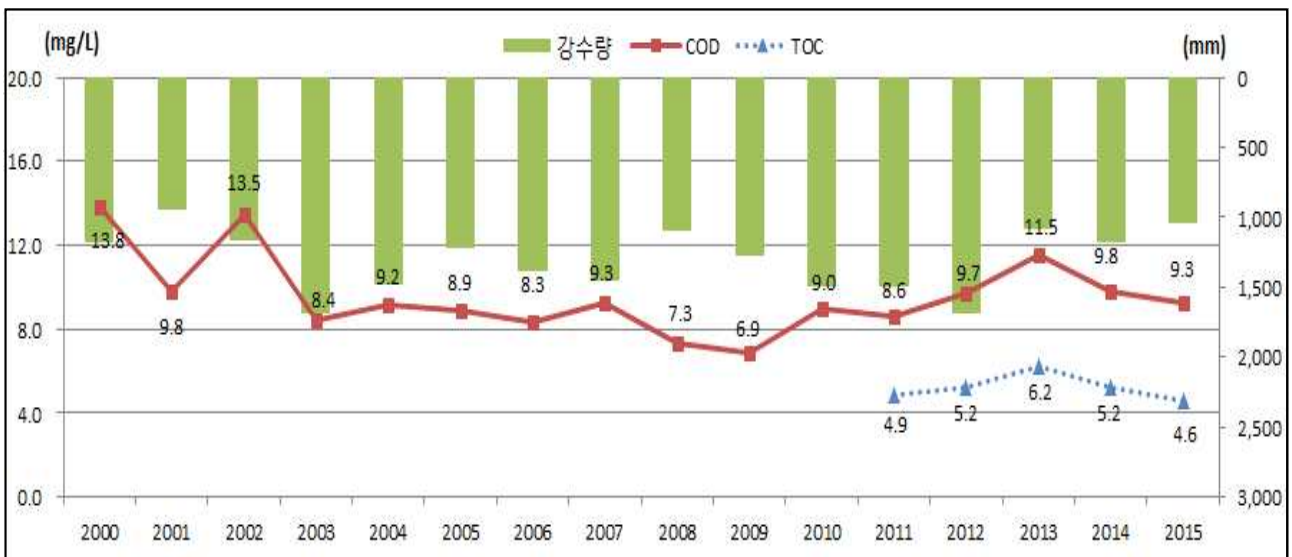
[표 3-24] 2015년 신덕저수지 수질현황

[단위 : mg/L]

시 기	조사지점	COD	TOC	T-N	T-P	SS	Chl-a (mg/m ³)
'15년 6월	SDR1	13.6	9.8	1.257	0.045	16.3	64.2
	SDR2	11.0	4.8	1.318	0.066	11.3	50.8
	SDR3	10.6	4.7	1.218	0.024	10.7	46.9
'15년 7월	SDR1	11.2	4.8	1.509	0.117	16.7	52.6
	SDR2	10.2	4.6	1.380	0.096	16.7	38.6
	SDR3	9.4	4.8	1.259	0.089	14.3	22.0
'15년 8월	SDR1	11.2	5.9	0.553	0.034	9.3	25.4
	SDR2	10.4	5.3	0.529	0.029	6.7	14.4
	SDR3	10.4	6.0	0.474	0.025	6.3	13.7
'15년 9월	SDR1	14.4	4.8	0.900	0.064	17.0	37.6
	SDR2	13.2	4.6	0.847	0.059	14.3	37.8
	SDR3	11.2	4.8	0.961	0.049	10.7	32.7
'15년 10월	SDR1	9.4	6.5	1.002	0.048	12.0	20.1
	SDR2	9.0	5.7	1.001	0.036	6.7	19.0
	SDR3	8.8	5.5	0.966	0.029	6.3	17.8
'15년 11월	SDR1	8.0	5.0	1.178	0.038	6.7	14.5
	SDR2	7.8	4.9	1.114	0.031	6.3	17.7
	SDR3	7.6	4.7	1.099	0.036	6.8	15.9
평 균		10.4	5.4	1.031	0.051	10.8	30.1
호소기준 IV등급		8.0이하	6.0이하	1.0이하	0.1이하	15이하	35이하

2.4.2 경년 수질변화

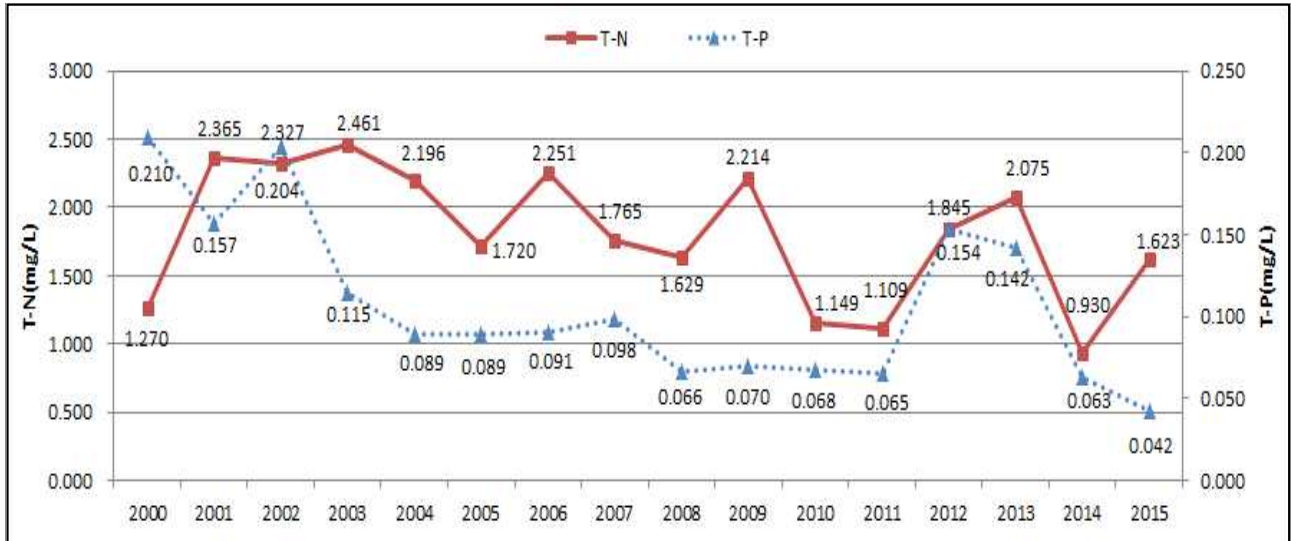
- 신덕저수지의 연도별 수질변화를 살펴보기 위해 2000년부터 2015년까지 농림축산식품부의 “농업용수 수질측정망조사” 자료를 연도별로 도시한 것이며, 조사 시기에 따라 수질변화가 크게 나타나기도 하지만, 전체적인 수질변화 경향을 파악하고 함
- COD는 2000이후부터 2009년까지 감소추세를 보이거나, 2009년 6.9mg/L로 최저점을 보인 후 서서히 증가하는 경향을 보이고 있음
- 2011년부터 분석을 실시한 TOC의 경우 COD와 유사한 경향을 보이고 있으며, 2015년에는 4.6mg/L로 농업용수 수질환경기준인 III등급(보통)으로 나타남
- 2013년 이후 가뭄으로 인한 강수량이 1,000mm 내외임에도 불구하고 COD가 급증하지 않고 약간 감소되는 경향이 있는데, 이는 강우감소로 인해 상류지역 농경지내 비점오염물질의 유출이 다소 감소하였기 때문이라 사료됨
- 신덕저수지의 최근 16개년 COD 평균이 9.6mg/L로 농업용수 수질환경기준인 V등급(나쁨)을 보이고 있어 양질의 농업용수 공급을 위해서는 종합적인 수질 개선대책 수립이 필요할 것으로 사료됨



<그림 3-10> 신덕저수지 COD 및 TOC 연도별 변화추이

- 총질소의 경우, 연도별로 변동이 있지만 2003년 2.461mg/L로 최고점을 보인 이후 점진적으로 감소 경향을 보이고 있으며, 16개년 평균은 1.808mg/L로 농업용수 수질환경기준인 VI등급(매우나쁨)을 보이고 있음

- 총인의 경우도 연도별로 변동이 있지만 2012, 2013년을 제외하면 전체적으로 감소하는 경향을 보이고 있음. 16개년 평균은 0.108mg/L로 농업용수 수질환경 기준인 IV등급을 초과하는 것으로 조사됨



<그림 3-11> 신덕저수지 T-N 및 T-P 농도의 연도별 변화추이

3. 퇴적물환경

3.1 조사내용

- 신덕저수지 퇴적층의 오염도를 판단하기 위해서 2015년 6월에 퇴적물의 표층 분석을 위한 시료채취를 4개 지점에서 실시하였으며, 시료채취는 Grap Sampler를 이용하였음
- 조사항목은 토성 및 오염물질량을 파악할 수 있는 항목인 T-N, T-P, 완전연소가능량(강열감량), 유기물 및 토양오염우려기준 21개 항목 등을 선택하였음



<그림 3-12> 신덕지구 퇴적물 조사지점

3.2 분석방법

- 퇴적물시료는 외부 공기와의 접촉을 최대한 차단하여 분석실로 운반한 후 실내 시험을 실시하였으며, 전처리가 필요한 항목에 대해서는 전처리를 수행하였고 수질오염공정시험기준(토양편) 및 폐기물처리공정시험법, Methods of Soil Analysis (USDA), 토양화학분석법 등을 이용하여 실시하였음

[표 3-25] 퇴적물의 일반적인 항목 분석방법

항 목	실험방법	출 처
입 도	Hydrometer	SSSAa, 토질공학실험방법
유기물함량	Walkley-Black법	SSSAb
강열감량	건조후 무게 변화 정량	토양화학분석법
총질소	Kjeldahl법, 기기분석법	SSSAb, 기기명;Buechi339
총 인	vanadate법에 의한 비색정량	SSSAb

SSSAa : Soil Science Society of America, Methods of Soil Analysis, part 1 chemical methods

SSSAb : Soil Science Society of America, Methods of Soil Analysis, part 2 physical and mineralogical methods

농업과학기술원 토양분석법 : 농촌진흥청 농업기술연구소 토양화학분석법(1988.12)

농촌진흥청 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법(2000.12)

3.3 물리 · 화학적 특성

- 저수지 내에 체류되어 있는 표층퇴적물을 시료 채취하여 현장에서 관찰한 결과, 유입부 SD1 지점을 제외한 대부분 지점에서 검은색을 띠고 있었음
- 신덕저수지 퇴적물의 특징은 4개 지점의 모래(S)함량은 2.5 ~ 14.9%, 실트 52.5 ~ 70.1%, 점토(Clay) 15.0 ~ 45.0%로 모든 지점에서 모래 함량이 낮은 토성을 보이고 있음. 특히 저수지 중앙부(SD2, 4) 지점은 미사질식양토(SiCL)로 나타났음
- 유기물함량은 4.05 ~ 4.73%이며, 모든 지점에서 유산한 것으로 조사되었음
- 완전연소가능량(강열감량)은 7.4% ~ 8.7%의 범위로 평균은 8.2%이며, 이는 팔당호, 대청호의 퇴적오니 제거기준(7.0% 이상)을 초과하는 것으로 나타났음
- T-N은 662.0 ~ 3,654.0mg/kg로 평균은 2,369mg/kg이며, T-P는 713.0 ~ 1,118.6 mg/kg로 평균 1,014.3mg/kg으로 한강하류의 퇴적오니 제거기준을 초과하는 것으로 나타났음
- 토양오염우려기준 21개 항목을 분석한 결과 조사지점 모두에서 기준이내로 나타났음
- 수질개선사업 지구를 대상으로 하는 저수지 전체에 대한 퇴적토 준설은 상류대책과 호내대책이 완료된 이후 저수지 수질변화 추이를 파악한 후 필요성을 검토하여야 할 것으로 판단됨

[표 3-26] 신덕저수지 퇴적물 특성

시 료 명		평균	SD1	SD2	SD3	SD4
입 도	모래(%)	6.9	14.9	5.4	2.5	4.9
	미사(%)	63.3	70.1	65.6	52.5	65.1
	점토(%)	29.8	15.0	29.0	45.0	30.0
	토 성	SiCL	SiL	SiCL	SiC	SiCL
유기물(%)		4.37	4.05	4.49	4.73	4.22
강열감량(%)		8.2	7.4	8.6	8.7	8.2
총질소(mg/kg)		2,369.0	662.0	3,654.0	2,957.9	2,202.0
총인(mg/kg)		1,014.3	713.0	1,118.6	1,255.3	970.1
중금속 (mg/kg)	As(비소)	-	4.07	5.33	4.37	5.77
	Cd(카드뮴)	-	0.37	0.63	0.37	0.63
	Cu(구리)	-	11.20	12.07	11.27	11.83
	Ni(니켈)	-	7.13	10.87	6.90	11.03
	Pb(납)	-	14.40	19.63	15.10	20.57
	Zn(아연)	-	42.90	55.90	43.53	55.20
	Hg(수은)	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	Cr ⁺⁶ (6가크롬)	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	F(불소)	-	204	234	251	232
	CN(시안)	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	유기인	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	PCBs	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	페놀	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	TPH	-	185	284	265	240
	벤젠	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	톨루엔	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	에틸벤젠	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	크실렌	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	TCE	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	PCE	-	불검출	불검출	불검출	불검출
벤조(a)피렌	-	불검출	불검출	불검출	불검출	

[표 3-27] 퇴적오니 제거기준

항 목	팔당호	한강하류	대청호
COD(mg/kg)	20,000 이상	20,000 이상	20,000 이상
강열감량(%)	7.0 이상	10.0 이상	7.0 이상
T-N(mg/kg)	1,100 이상	2,000 이상	3,000 이상
T-P(mg/kg)	800 이상	1,000 이상	1,500 이상
황화물(mg/kg)	-	1,000 이상	-
준설판단	-4개 중 2~3개 항목초과 지역 또는 특정항목이 매우 높은 지역	-5개 중 2~3개 항목 초과 지역이면서 동경만 기준 평가점 6점 이상	-2개항목이상이 기준초과지역

자료 : 시화호 저질토 처리방안 수립연구, 2006년

4. 동·식물상

4.1 현 황

- 본 저수지 상류의 유입수계 주변에는 수변식물이 분포하고 있고, 저수지 일부 지점에는 마름이 번성하고 있으며, 주변지역은 농경지와 산림이 위치하고 있음

4.2 조사개요

4.2.1 조사항목

- 육상 식물상
 - 식물상 및 식생 : 식물상, 현존식생
 - 녹지자연도 : 녹지자연도 등급분포현황, 현존량 및 순생산량
 - 주요종 : 천연기념물, 환경부지정 멸종위기 야생생물
- 육상 동물상
 - 육상동물상 : 포유류, 조류, 양서·파충류, 육상곤충
 - 주요종 : 천연기념물, 멸종위기 야생생물, 희귀종 등
- 육수 생물상
 - 육수생태계 : 담수어류, 저서성대형무척추동물, 유영동물 및 부유생물
 - 주요종 : 천연기념물, 멸종위기 야생생물, 희귀종 등

4.2.2 조사범위

1 공간적 범위

- 주 조사지역 : 육수생물상에 직·간접적인 영향이 예상되는 저수지 및 상류 하천 수계를 중심으로 육수 생물상에 대한 현지조사를 실시하였음
- 광역조사지역 : 저수지 유역을 조사대상으로 설정하였음

2 시간적 범위

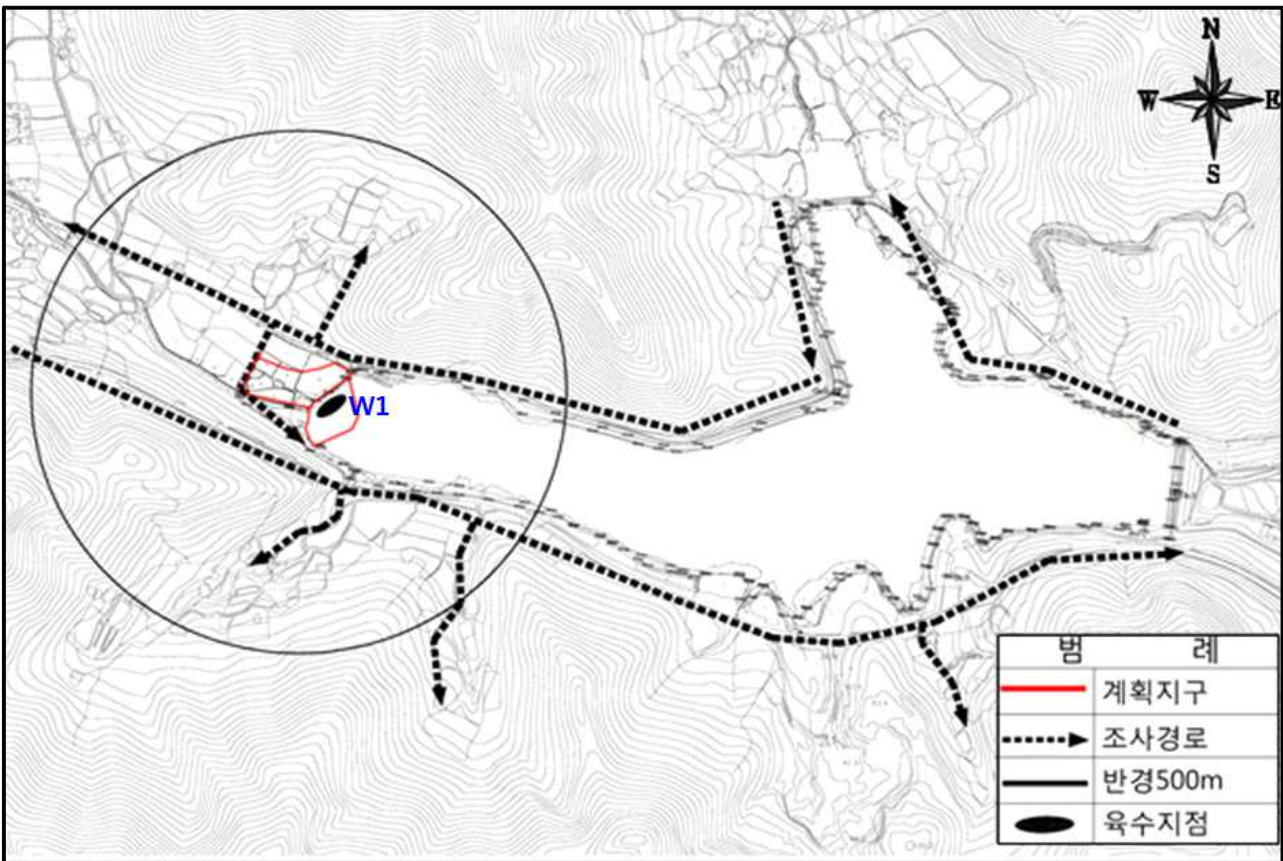
[표 3-28] 동·식물상 조사시기

구 분	식물상 및 식생	포유류	양서·파충류	조류	육상곤충	어류	저서성대형무척추동물
2015.10.23	○	○	○	○	○	○	○

3 조사지점

[표 3-29] 동·식물상 조사지점 및 위치

분 류 군	조사지점	조사위치	비고
육상 식물상	조사범위 전 구역	조사지역 주요 식생군락 분포지역	-
육상 동물상	조사범위 전 구역	조사범위 내	-
육수 생물상	W1	계획지구	-



<그림 3-13> 동·식물상 조사지점 및 조사경로 위치도

4.2.3 조사방법

1] 육상 식물상

1) 식물상

- 소산식물
 - 계획지구 및 주변지역을 도보로 이동하면서 식물상 조사
 - 이창복(1980), 이우철(1996), 박수현(2009), 구자옥(2010), 한국양치식물도감(2006)을 참고로 Engler(1954, 1964)의 분류체계를 활용하여 작성
 - 출현종은 생활형(Raunkiaer(1934)), 식물구계학적 특정식물종, 산림청지정 희귀 및 멸종위기 야생생물, 한국특산식물, 귀화식물, 환경부지정 법정보호종 구분
- 귀화식물현황
 - 귀화식물에 대한 조사는 국립환경과학원에서 운영하는 한국의 외래 식물 종합 검색 시스템(<http://ecosystem.nier.go.kr/alienspecies>)과 박수현(2009), 김준민(2000)을 참고

2) 현존식생

- 식생별로 비교적 식생이 균등한 위치에 10m×10m 크기의 방형구(Quadrat)를 설치하며, 식물사회학적방법(Z-M학파)에 의거 우점도(Dominance)와 군도(Sociability)를 파악한 뒤 Braun-Blanquet(1964)에 의거하여 현존식생도를 작성

3) 녹지자연도

- 녹지자연도 : 녹지자연도등급 사정기준에 준하여 사정
- 현존량 및 순생산량 : 식생에 관계된 주요 요인으로부터 산출된 Crammer's 상관계수를 토대로 유도된 분석(Anonymous수)를 이용하여 추정

4) 보호수 및 노거수 현황

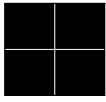
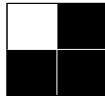

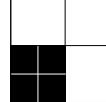
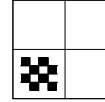
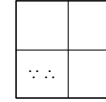
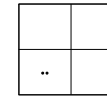
- 보호수 및 노거수 조사는 조사지역을 중심으로 현지조사 및 자료조사 실시
- 노거수는 수령이 100년 이상으로 상관이 수려한 나무를 선정

5) 생태·자연도

- 조사지역을 환경부 환경지리정보의 해당입지 생태·자연도를 검색
- 전국의 자연환경을 멸종위기 야생생물 또는 보호야생 동·식물의 분포상황, 경관 등의 생태적 특성에 따라 등급을 표시

[표 3-30] 피도와 군도의 판정기준(Braun-Blanquet, 1964)

계급	수도(abundance)	피도(cover)
r	한개 또는 수개의 개체	고려하지 않음
+	다수의 개체이며	조사구(releve) 면적의 5%미만
1	어떤 경우에건 조사구 면적의 5% 미만	
	많은 개체이면서 보다 적은 개체수이면서	매우 낮은 피도, 또는 보다 높은 피도
2	매우 풍부하며 피도 5%미만, 또는 조사구내에서 피도 5-25%	
3	수도를 고려하지 않으며	26-50%
4	수도를 고려하지 않으며	51-75%
5	수도를 고려하지 않으며	76-100%

5	4	3	2	1	+	r
						
76~100%	51~75%	26~50%	6~25%	5%미만	다수개체	한개 또는 수개체

[표 3-31] 녹지자연도 등급별 사정기준

지역	등급	개요	해당 식생형
수역	0	수역	○수역(강, 호수, 저류지 등 수체가 존재하는 부분과 식생이 존재하지 않는 하중도와 하안을 포함)
개발지역	1	시가지, 조성지	○식생이 존재하지 않는 지역
	2	농경지 (논, 밭)	○논, 밭, 텃밭 등의 경작지 - 비교적 녹지가 많은 주택지(녹피율 60%이상)
	3	농경지 (과수원)	○과수원이나 유실수 재배지역 및 묘포장
	4	이차초원 (키 낮은 초원)	○이차적으로 형성된 키가 낮은 초원식생(골프장, 공원묘지, 목장 등)
	5	이차초원 (키 큰 초원)	○이차적으로 형성된 키가 큰 초원식생(목밭 등 훼손지의 억새군락이나 기타 잡초군락 등)
반자연지역	6	조림지	○인위적으로 조림된 후 지속적으로 관리되고 있는 식재림 - 인위적으로 조림된 수종이 약 70%이상 우점하고 있는 식생과 아까시나무림이나 사방오리나무림과 같이 도입종이나 개량종에 의해 우점된 식물군락
	7	이차림(I)	○자연식생이 교란된 후 2차 천이의 진행에 의하여 회복단계에 들어섰거나 인간에 의한 교란이 심한 산림식생 - 군락의 계층구조가 불안정하고 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재자연식생을 반영하지 못함 - 조림기원 식생이지만 방치되어 자연림과 구별이 어려울 정도로 회복된 경우 - 소나무군락, 상수리나무군락, 굴참나무군락 등
	8	이차림(II)	○자연식생이 교란된 후 2차 천이에 의해 다시 자연식생에 가까울 정도로 거의 회복된 상태의 산림식생 - 군락의 계층구조가 안정되어 있고 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재자연식생을 반영하고 있음 - 난온대 상록활엽수림(동백나무군락, 구실잣밤나무군락 등), 산지계곡림(고로쇠나무군락, 층층나무군락 등), 하반림(버드나무-신나무군락, 오리나무군락, 비술나무군락 등), 너도밤나무군락, 신갈나무-당단풍군락, 줄참나무군락, 서어나무군락 등
자연지역	9	자연림	○식생천이의 종국적인 단계에 이른 극상림 또는 그와 유사한 자연림 - 8등급 식생중 평균수령이 50년 이상된 산림 - 아고산대 침엽수림(분비나무군락, 구상나무군락, 잣나무군락, 짙방나무군락 등)
	10	자연초원, 습지	○산림식생 이외의 자연식생이나 특이식생 - 고산황원, 아고사초원, 습원, 하천습지, 염습지, 해안사구 등

2 육상 동물상

1) 포유류

- 동물의 출현흔적을 이용하는 흔적조사법과 직접관찰 조사를 병행하여 실시
- 확인된 흔적은 사진촬영과 함께 기초측정을 하여 동정하는데 활용
- 현지주민들을 대상으로 청문조사를 실시, 문헌조사 병행 실시

2) 조 류

- 지형을 고려하여 조류의 관찰이 최적인 지점을 선정하여 도보나 차량을 이용해 접근 후 망원경(Leica 10×)을 활용
- 대규모의 무리는 망원경의 한 시야에 들어오는 조류의 종과 개체수를 동정기록하면서 차츰 옆으로 시야를 이동하여 전체 무리를 산정
- 현지조사시 관찰된 조류의 분류학적 체계는 원(1987, 2000)의 분류체계를 참고

3) 양서·파충류

- 양서류 : 하천 및 수변(논, 물웅덩이, 습지, 연못 등) 지역에 난괴와 유생, 성체를 직접 관찰하거나 채집하여 기재
 - 유수지 : 유속이 완만한 곳에서 난괴, 유생, 성체 확인
 - 정수지 : 논, 수로 주변에서 난괴, 유생, 성체를 직접 관찰 또는 울음소리 확인
- 파충류 : 하천 및 수변지역, 경작지 등에서 출현하는 종들을 관찰하여 기재

4) 육상곤충

- 계획지구 및 조사지역의 산림지대를 조사하면서 주로 포충망을 이용한 sweeping 등 일반적인 채집방법을 이용
- 동정시 외부생식기 해부·검경이 필요한 종 및 미소종은 목록에서 제외

3 육수 생물상

1) 어류

- 어류는 각 조사지점에서 가능한 다양한 서식처가 포함되도록 실시
- 족대(망목 4×4mm)와 투망(망목 8×8mm)을 사용
- 채집된 표본 중 현장에서 동정이 어려운 개체는 포르말린 10% 용액으로 고정하여 실험실에서 동정
- 종의 동정 및 분류체계는 김(2002)의 문헌을 활용

2) 저서성대형무척추동물

- 저서생물의 채집은 지점별로 정량 net (30×30 cm, mesh size : 1mm)로 채집한 후 80% alcohol로 현장에서 고정
- 채집된 저서성대형무척추동물은 한국동식물도감(동물편 -새우류, 동물편 -연체동물 1, 2, 수서곤충편)에 준하여 해부현미경 ×40, ×80에서 분류한 후 Kawai(1985), Yoon(1988) 등을 참고로 분류, 확인 및 개체수를 계수

4.3 조사결과

4.3.1 육상 식물상

1] 소산식물 분포현황

- 현지조사결과 계획지구 일대에서 조사된 식물상은 73과 159속 177종 1아종 7변종 2품종 187분류군으로 조사되었음(조사지역의 소산식물목록은 「부록 9.4.1 소산식물목록」에 제시함)
- 문헌조사결과 화원(도엽번호: 346061) 일대의 식물상은 66과 127속 152종 1아종 153분류군으로 확인되었음
- 조사지역은 대부분 산림, 경작지, 수계 등으로 분포되어 있어, 관목, 초본류 등이 넓게 분포하고 있는 것으로 조사됨

[표 3-32] 조사지역의 소산식물 현황

구분 분류군	과	속	종	아종	변종	품종	분류군
현지조사	73	159	177	1	7	2	187
문헌조사	66	127	152	1	-	-	153

1) 생활형 분석

- 식물의 생활형은 식물종간의 경쟁을 나타내는 척도 뿐 아니라, 환경요소의 상호 작용을 반영해 주는 지표로 이용되기도 함
- 현지조사시 계획지구 및 광역조사지역에서 확인된 식물상으로 토대로 Raunkiaer의 생활형에 따른 식물종의 분포를 살펴보면 일년생식물(Th) 54종(28.9%), 반지중식물(H) 41종(21.9%), 대형지상식물(M)과 소형지상식물(N)이 각각 28종15.0%, 수생식물(HH) 15

종(8.0%), 지중식물(G) 13종(6.9%), 지표식물(Ch) 8종(4.3%)의 순으로 조사되었음

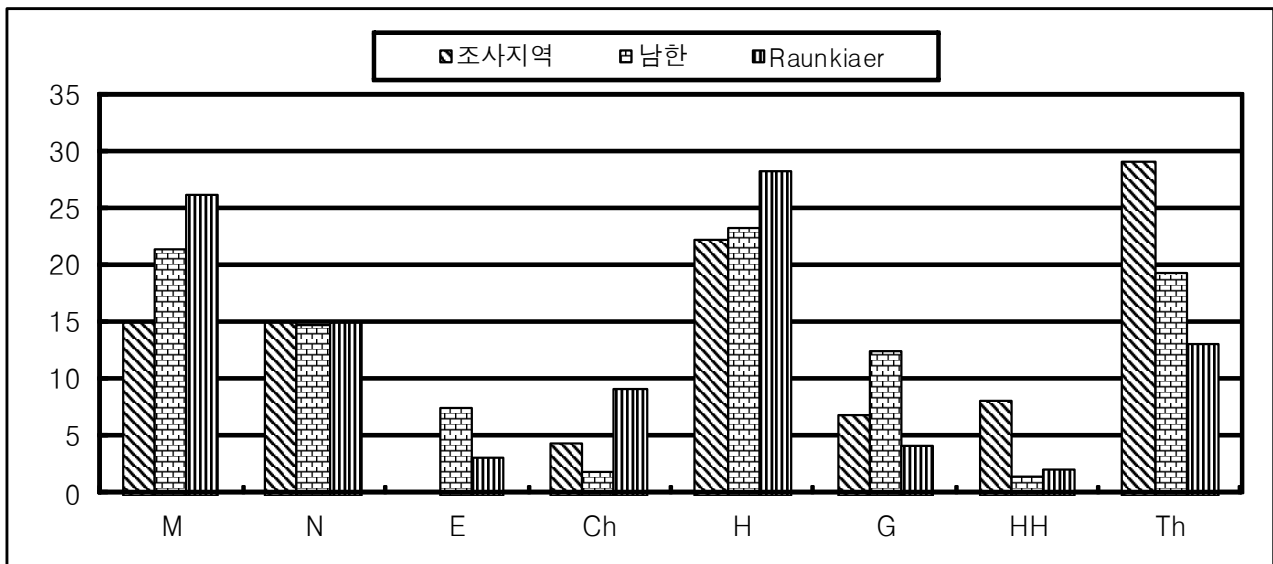
- 조사지역은 일년생식물(Th), 소형지상식물(N), 지표식물(Ch), 수생식물(HH)은 남한 평균보다 높으며, 대형지상식물(M), 반지중식물(H), 지중식물(G)은 낮은 것으로 조사되었음

[표 3-33] 조사지역 식물상에 대한 생활형 분석

생활형		M	N	E	Ch	H	G	HH	Th
조사지역(종)		28	28	0	8	41	13	15	54
분포율 (%)	남한	20.1	14.8	7.4	1.9	23.0	12.4	1.4	19.0
	R. n. spectrum	26.0	15.0	3.0	9.0	28.0	4.0	2.0	13.0

주) M : 대형육상식물(교목), N : 소형육상식물(관목), Ch : 지표식물, H : 반지중식물, G : 지중식물, HH : 근생수생식물, Th : 일년생식물

자료 : 임양재 등, 한국에서의 Raunkiaer생활형의 지리적 분포, 기술과학 연구소 논문집, 제 9집, 410p



<그림 3-14> 조사지역의 식물 생활형 분석

2) 귀화식물

- 귀화식물은 외국의 자생지로부터 인간의 매개에 의해 의도적 또는 무의도적으로 우리나라에 옮겨져 여러 세대를 반복하면서 야생화 내지는 토착화된 식물을 말함(박, 2009)
- 현지조사결과, 집계된 귀화식물은 총 9과 20분류군으로 조사지역의 도시화지수는 6.2%, 귀화율은 10.7%로 산정됨
- 조사지역의 귀화율은 논의 평균 귀화율인 14.5% 보다는 낮은 것으로 산정되었음

- 환경부 지정 생태계교란 생물은 물참새피 1종이 확인되었음
- 문헌조사결과 화원(도엽번호: 646061) 일대의 귀화식물은 소리쟁이, 미국자리공, 아까시나무, 미국가막사리 등 4과 6종이 확인되었으며, 생태계교란생물은 확인되지 않았음

[표 3-34] 조사지역의 귀화식물 목록

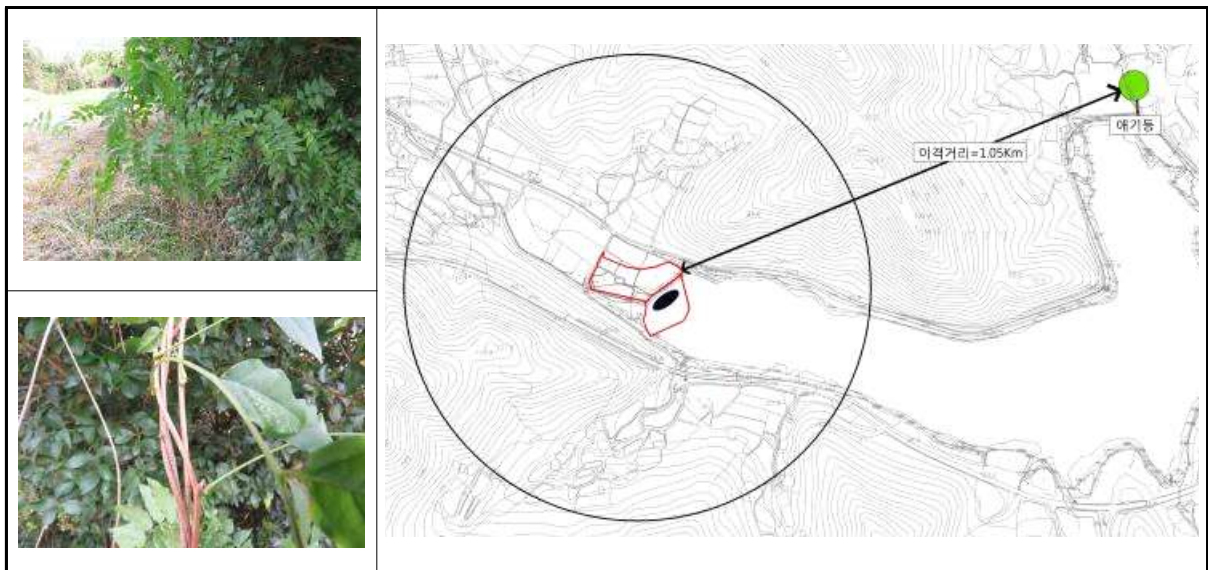
과 명	학 명	국 명	현 지	문 헌	비 고
마디풀과	<i>Rumex crispus L.</i>	소리쟁이	○	●	
비름과	<i>Amaranthus patulus Bertol.</i>	가는털비름	○		
자리공과	<i>Phytolacca americana L.</i>	미국자리공		●	
석죽과	<i>Cerastium glomeratum Thuill</i>	유럽점나도나물	○		
십자화과	<i>Brassica juncea (L.) Czern.</i>	갯	○		
콩과	<i>Robinia pseudo-acacia L.</i>	아까시나무	○	●	
	<i>Trifolium repens L.</i>	토끼풀	○	●	
바늘꽃과	<i>Oenothera odorata Jacq.</i>	달맞이꽃	○		
메꽃과	<i>Ipomoea purpurea (L.) Roth</i>	등근잎나팔꽃	○		
	<i>Quamoclit coccinea Moench</i>	등근잎유홍초	○		
국화과	<i>Bidens frondosa L.</i>	미국가막사리	○	●	
	<i>Conyza canadensis (L.) Cronquist</i>	망초	○	●	
	<i>Crassocephalum crepidioides (Benth.) S.Moore</i>	주홍서나물	○		
	<i>Galinsoga ciliata (Raf.) S.F.Blake</i>	털별꽃아재비	○		
	<i>Helianthus tuberosus L.</i>	뚱딴지	○		
	<i>Senecio vulgaris L.</i>	개쑥갓	○		
	<i>Sonchus asper (L.) Hill</i>	큰방가지뚱	○		
	<i>Taraxacum officinale Weber</i>	서양민들레	○		
벼과	<i>Xanthium canadense Mill.</i>	큰도꼬마리	○		
	<i>Panicum dichotomiflorum Michx.</i>	미국개기장	○		
	<i>Paspalum distichum L.</i>	물참새피	○		교

주) 교 : 생태계교란생물

자료 : 제3차 전국자연환경조사 2012 화원(도엽번호: 346061), 환경부, 2012

3) 식물구계학적 특정식물종

- 환경부가 지정한 식물구계학적 특정식물종은 학술적, 국제적으로 보호가치가 높은 식물 중 우리나라의 고유한 식물 또는 자연적, 인위적 위협요인으로 인한 서식지 감소 및 서식 환경 악화 등에 따라 개체수가 감소되고 있어 위협요인이 제거되거나 완화되지 아니할 경우 멸종위기에 처할 우려가 있는 식물을 의미함
- 현지조사결과, 집계된 식물구계학적 특정식물종은 I 등급 사다리고사리, 쇠고비, 홍지네고사리, 곰비늘고사리, 왕버들, 송악, 정금나무 등 13종, III등급 털구슬나무 1종, V 등급 애기등 1종으로 총 15종이 조사되었음
- 보호가치가 높은 IV~V등급 종으로는 애기등 1종이 내동제 주변에서 조사되었음



<그림 3-15> 애기등 현황 사진 및 위치도

- 문헌조사결과 화원(도엽번호: 346061) 일대의 식물구계학적 특정종은 I 등급 잣나무, 홀아비꽃대, 남오미자, 상산, 예덕나무, 사스레피나무 등 11종, II등급 방기, 층꽃나무, 말나리 등 3종, III등급 부처손, 큰평의비름, 백량금 등 5종, IV등급 측백나무 1종 등 총 20종이 확인되었음
- 보호가치가 높은 IV~V등급 종으로는 측백나무 1종이 확인되었으나 식재종인 것으로 확인되었음

[표 3-35] 조사지역의 식물구계학적 특정식물종 목록

등급	학 명	국 명	현지	문헌	비고
I	<i>Thelypteris glanduligera</i> (Kunze) Ching	사다리고사리	○		
	<i>Cyrtomium fortunei</i> J.Sm.	쇠고비	○		
	<i>Dryopteris erythrosora</i> (D.C.Eaton) Kuntze	홍지네고사리	○		
	<i>Dryopteris uniformis</i> (Makino) Makino	곰비늘고사리	○		
	<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc.	잣나무		●	식
	<i>Chloranthus japonicus</i> Siebold	홀아비꽃대		●	
	<i>Salix chaenomeloides</i> Kimura	왕버들	○		
	<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq.	참느릅나무	○		
	<i>Kadsura japonica</i> (L.) Dunal	남오미자		●	
	<i>Sisymbrium luteum</i> (Maxim.) O.E.Schulz	노란장대		●	
	<i>Orixa japonica</i> Thunb.	상산		●	
	<i>Mallotus japonicus</i> (L.f.) Mull.Arg.	예덕나무	○	●	
	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	사철나무		●	
	<i>Euscaphis japonica</i> (Thunb.) Kanitz	말오줌때		●	
	<i>Cayratia japonica</i> (Thunb.) Gagnep	거지덩굴	○		
	<i>Grewia parviflora</i> Bunge	장구밥나무	○		
	<i>Camellia japonica</i> L.	동백나무		●	
	<i>Eurya japonica</i> Thunb.	사스레피나무	○	●	
	<i>Elaeagnus macrophylla</i> Thunb.	보리밥나무	○		
	<i>Hedera rhombea</i> (Miq.) Siebold & Zucc. ex Bean	송악	○	●	
<i>Vaccinium oldhamii</i> Miq.	정금나무	○			
II	<i>Sinomenium acutum</i> (Thunb) Rehder & E.H.Wilson	방기		●	
	<i>Caryopteris incana</i> (Thunb. ex Houtt.) Miq.	층꽃나무		●	
	<i>Lilium distichum</i> Nakai ex Kamib.	말나리		●	
III	<i>Selaginella involvens</i> (Sw.) Spring	부처손		●	
	<i>Hylotelephium spectabile</i> (Boreau) H.Ohba	큰꿩의비름		●	
	<i>Melia azedarach</i> L.	멀구슬나무	○	●	
	<i>Ardisia crenata</i> Sims	백량금		●	
	<i>Farfugium japonicum</i> (L.) Kitam.	털머위		●	
IV	<i>Thuja orientalis</i> L.	측백나무		●	식
V	<i>Millettia japonica</i> (Siebold & Zucc.) A.Gray	애기등	○		
	식물구계학적 I 등급		13	11	
	식물구계학적 II 등급		-	3	
	식물구계학적 III 등급		1	5	
	식물구계학적 IV 등급		-	1	
	식물구계학적 V 등급		1	-	
	합계		15	20	

주) 식 : 식재종

자료 : 제3차 전국자연환경조사 2012 화원(도업번호: 346061), 환경부, 2012

4) 한국특산식물

- 본 한국특산식물(Endemic plants)이란 특정한 지역에 한정 분포되어 있는 고유종을 말함
- 계획지구 및 조사지역에는 한국특산식물이 분포하지 않는 것으로 조사되었음

5) 산림청 지정 희귀식물종

- 계획지구 및 조사지역에는 산림청 지정 희귀식물이 분포하지 않는 것으로 조사되었음

6) 환경부지정 멸종위기 야생생물

- 계획지구가 위치하는 해남군에는 삶, 수달, 노랑부리백로, 노랑부리저어새, 큰기러기, 큰고니, 붉은배새매, 흰꼬리수리, 물수리, 매, 검은머리물떼새로 11종의 멸종위기야생생물이 분포하는 것으로 확인됨

[표 3-36] 멸종위기야생생물 현황

분류군	대상종	현지	문헌	비고
포유류	삶	○ 40m	● E2,E5,E7	멸Ⅱ
	수달	○ 20m	● E1,E2,E3,E7	멸Ⅰ
조류	노랑부리백로		● E2	멸Ⅰ
	노랑부리저어새		● E8	멸Ⅱ
	큰기러기		● E6	멸Ⅱ
	큰고니		● E6	멸Ⅱ
	붉은배새매		● E4,E5	멸Ⅱ
	흰꼬리수리		● E6,E2	멸Ⅰ
	물수리		● E2	멸Ⅱ
	매		● E2,E8	멸Ⅰ
	검은머리물떼새		● E2,E6	멸Ⅱ
종수		2	11	
		11		

7) 보호수 및 노거수 분포현황

- 계획지구 및 조사지역에는 보호수 및 노거수가 분포하지 않는 것으로 조사되었음

		
감국	개쑥갓	개피
		
물수세미	물참새피	사위질빵
		
석류풀	수까치깨	애기등
		
털진득찰	홍지네고사리	

<그림 3-16> 식물상 현황사진

2 현존식생 현황

1) 식생유형별 면적 분포

▶ 조사지역

- 조사지역의 식생유형별 분포면적은 곰솔군락이 238,334m²(30.3%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 그 다음으로 경작지 217,802m²(27.7%), 침활혼효림 116,923m²(14.9%), 수역 83,043m²(10.6%), 활엽수혼효림 34,809m²(4.4%), 장경초지 28,687m²(3.7%) 등의 순으로 조사되었음

▶ 계획지구

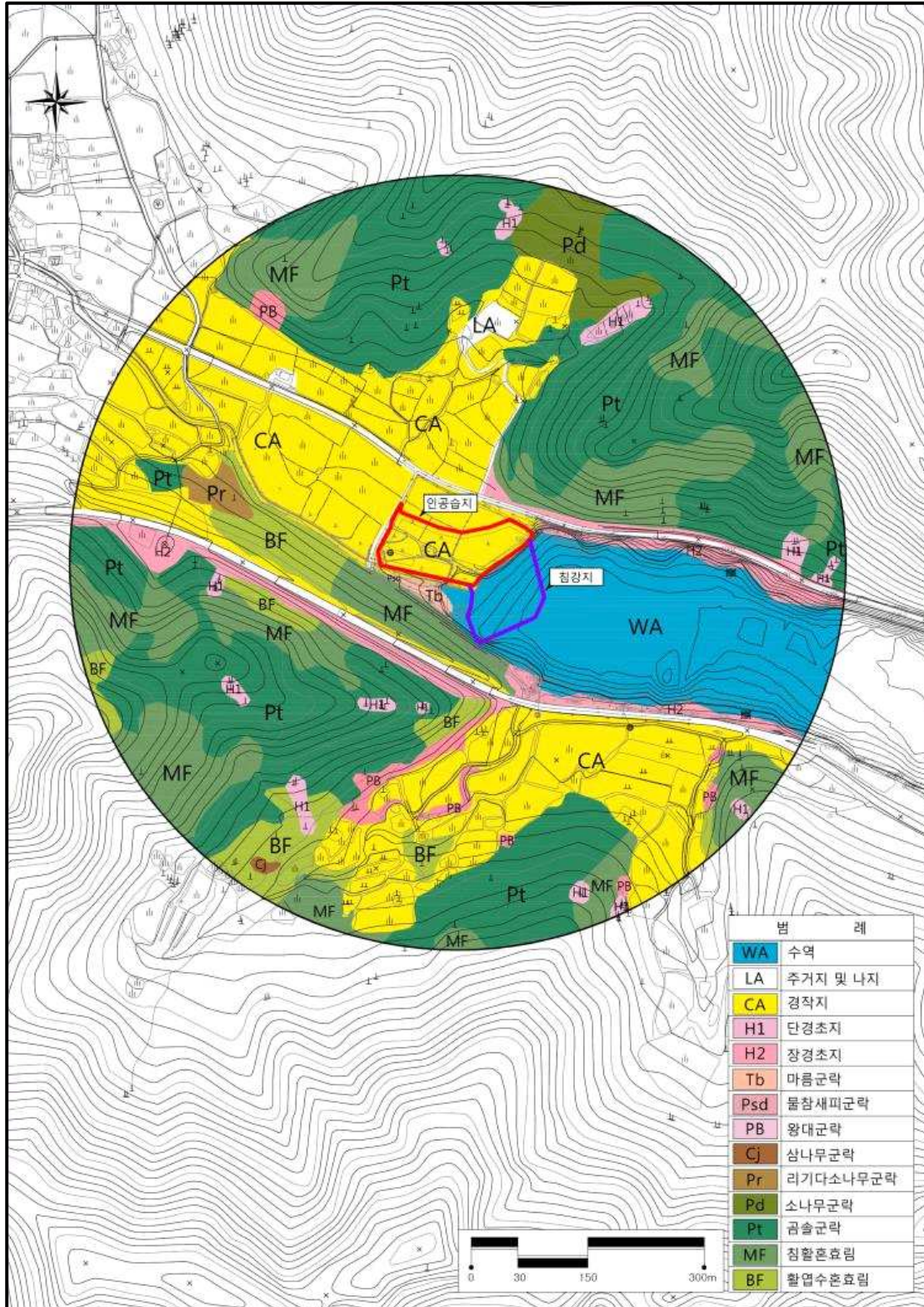
- 인공습지 계획지구는 전체가 경작지로 다른 식생유형은 분포하지 않으며, 침강지 계획지구는 수역이 7,578m²로 96.4%를 차지하며, 경작지가 280m²로 3.6%를 차지하는 것으로 조사되었음

[표 3-37] 조사지역의 식생군락별 분포면적

식생구분		조사지역		계획지구			
				인공습지		침강지	
		면적 (m ²)	구성비 (%)	면적 (m ²)	구성비 (%)	면적 (m ²)	구성비 (%)
기타	수역	83,043	10.6	-	-	7,578	96.4
	주거지 및 나지	24,631	3.1	-	-	-	-
	경작지	217,802	27.7	11,215	100.0	280	3.6
	단경초지	11,070	1.4	-	-	-	-
	장경초지	28,687	3.7	-	-	-	-
	마름군락	1,129	0.1	-	-	-	-
	물참새피군락	598	0.1	-	-	-	-
	왕대군락	9,458	1.2	-	-	-	-
식재림	삼나무군락	589	0.1	-	-	-	-
	리기다소나무	3,762	0.5	-	-	-	-
이차림	소나무군락	14,563	1.9	-	-	-	-
	곰솔군락	238,334	30.3	-	-	-	-
	침활혼효림	116,923	14.9	-	-	-	-
	활엽수혼효림	34,809	4.4	-	-	-	-
계		785,398	100.0	11,215	100.0	7,858	100.0

2) 조사지역의 현존식생도

- 조사지역의 현존식생도는 다음 그림과 같음



<그림 3-17> 조사지역의 현존식생도

3) 수변 식생 현황

- 인공습지 계획지구는 현재 경작지로 수변식물이 분포하지 않음
- 침강지 계획지구 주변으로 마름군락, 물참새피군락 등이 분포하고 있음

[표 3-38] 수변 식생 현황

구 분	현 황
마름군락	○ 침강지 계획지구 서측 수면지역에 분포하고 있음
물참새피군락	○ 침강지 계획지구 서측 수변부에 분포하고 있음

		
계획지구 전경	마름군락	물참새피군락

<그림 3-18> 수변지역 우점군락 사진

3 녹지자연도

- 녹지자연도(Degree of Green Naturality : DGN)라 함은 녹지공간의 자연성을 나타내는 하나의 지표로 인위적인 자연의 개발현황과 잔존자연의 분량을 식물 군락의 종조성을 기준으로 하여 일정한 수치로 등급화한 것임
- 조사지역의 녹지자연도 산정은 현지조사된 식생을 근거로 녹지자연도 사정기준을 적용하였고, 조사지역을 중심으로 실선법으로 정밀녹지자연도 등급을 산정하여 나타내었음
- 조사지역에 분포하는 녹지자연도 산정에 있어 저수지, 하천 등의 수역은 DGN 0, 도로, 주거지, 시설지 등의 나지는 DGN 1, 경작지는 DGN 2, 과수원은 DGN 3, 묘지 등 잔디로 이루어진 키 낮은 초원은 DGN 4, 달뿌리풀, 줄, 부들, 망초, 쭉 등의 초본류는 DGN 5, 식재림은 DGN 6, 2차 천이의 진행에 의하여 회복단계에 들어섰거나 인간에 의한 교란이 심한 산림식생인 소나무군락, 상수리나무군락 등은 DGN 7로 사정하였음

1) 조사지역

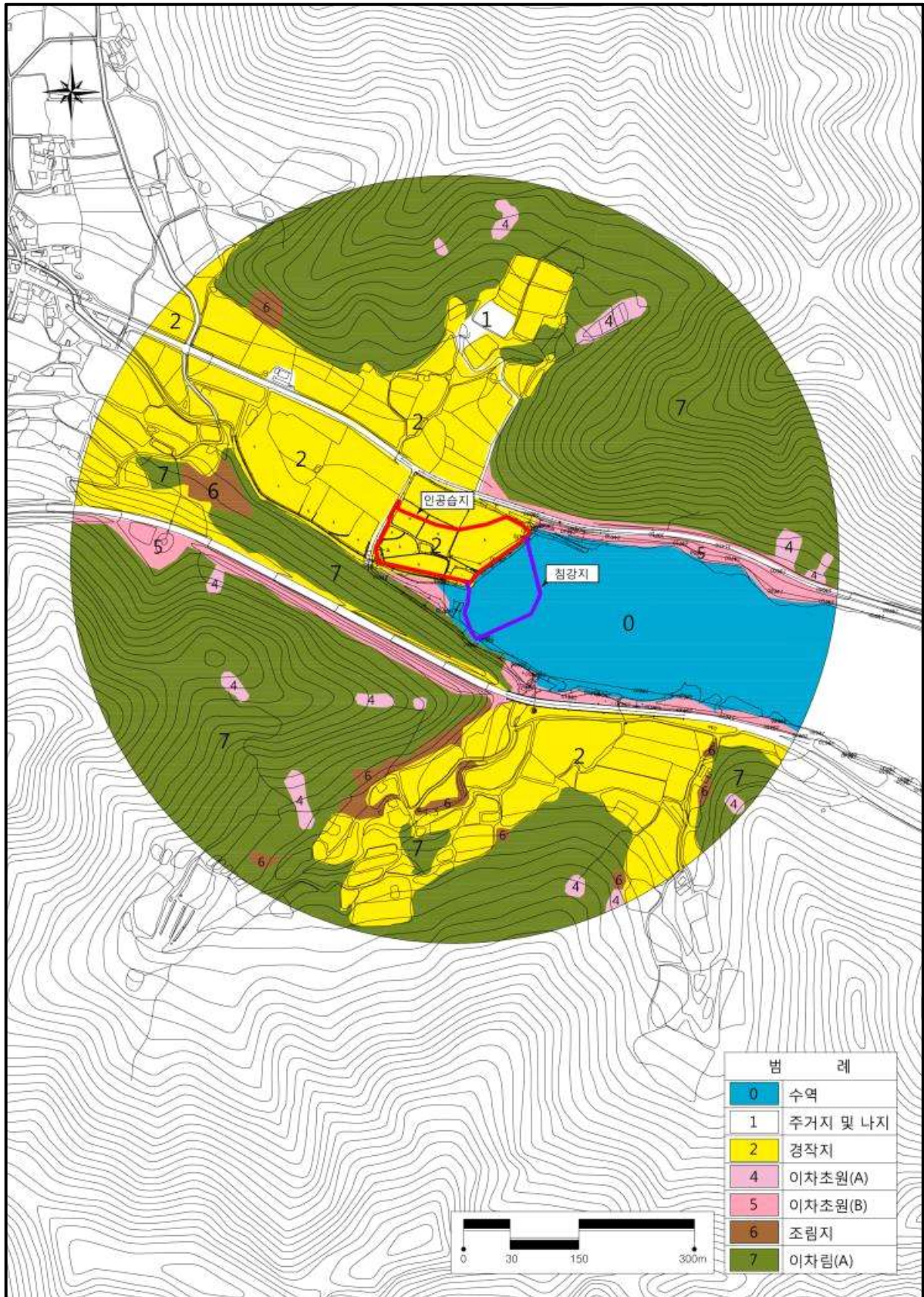
- 조사지역의 녹지자연도 등급별 분포현황을 살펴보면, 녹지자연도 7등급이 404,629㎡(51.5%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 2등급 217,802㎡(27.7%), 0등급 83,043㎡(10.6%), 5등급 39,872㎡(5.1%), 1등급 24,631㎡(3.1%), 4등급 11,070㎡(1.4%) 등으로 조사되었음

2) 계획지구

- 계획지구의 녹지자연도 등급별 분포현황을 살펴보면, 인공습지 계획지구는 전체가 경작지로 녹지자연도 2등급으로 사정되었으며, 침강지 계획지구는 수역인 녹지자연도 0등급이 7,578㎡로 96.8%를 차지하며, 녹지자연도 2등급인 경작지가 280㎡로 3.2%를 차지하는 것으로 조사되었음

[표 3-39] 조사지역의 녹지자연도 등급별 분포 면적과 분포비

DGN	조사지역		계획지구			
			인공습지		침강지	
	면적(㎡)	구성비(%)	면적(㎡)	구성비(%)	면적(㎡)	구성비(%)
0	83,043	10.6	-	-	6,372	96.8
1	24,631	3.1	-	-	-	-
2	217,802	27.7	11,215	100.0	213	3.2
4	11,070	1.4	-	-	-	-
5	39,872	5.1	-	-	-	-
6	4,351	0.6	-	-	-	-
7	404,629	51.5	-	-	-	-
계	785,398	100.0	11,215	100.0	6,585	100.0



<그림 3-19> 조사지역의 녹지자연도

4.3.2 육상 동물상

- 조사지역은 대부분 산림과 경직지로 이루어져 있어 육상동물의 은신처 및 섭식지로 적합한 지역임
- 계획지구 주변으로 경작지가 넓게 분포하고 있으며 농기계의 운영 및 사람의 출입 등이 발생하여 간섭요인으로 작용함
- 조사지역 일대에 도로, 주거지 등이 일부 분포하여 차량과 농기계의 이동에 의한 로드킬, 소음 및 진동 등의 인위적인 교란이 발생하는 것으로 조사되었음

[표 3-40] 조사지역의 육상동물상목록 집계표

구 분	문헌조사	현지조사	
		출현종수	주요 출현종
포유류	7과 9종	6과 7종	두더지, 너구리, 고라니, 멧돼지 등
조 류	36과 89종	20과 27종	흰뺨검둥오리, 참새, 직박구리, 까치 등
양서·파충류	9과 16종	3과 4종	참개구리, 청개구리, 줄장지뱀 등
육상곤충류	58과 236종	24과 50종	좀사마귀, 방아깨비, 아시아실잠자리 등
어 류	6과 17종	2과 3종	치리, 붕어, 미꾸리 등
저서성대형무척추동물	40과 65종	7과 8종	갈따구류, 연못하루살이, 실지렁이 등

[표 3-41] 조사지역의 법정보호종 현황

분류군	종명	천연기념물	멸종위기 야생생물	문헌조사	현지조사	비고
포유류	삵	-	Ⅱ급	●	●	
포유류	수달	제330호	I 급	●	●	
조류	노랑부리백로	제361호	I 급	●	-	
조류	붉은배새매	제323-2호	Ⅱ급	●	-	
조류	노랑부리저어새	제205호	Ⅱ급	●	-	
조류	황조롱이	제323호	-	●	●	
조류	큰기러기	-	Ⅱ급	●	-	
조류	큰고니	제201-2호	Ⅱ급	●	-	
조류	흰꼬리수리	제243-4호	I 급	●	-	
조류	물수리	-	Ⅱ급	●	-	
조류	매	제323-7	I 급	●	-	
조류	검은머리물떼새	제326호	Ⅱ급	●	-	
조류	두견	제447호	-	●	-	
조류	소쩍새	제324호	-	●	-	

1 포유류

1) 현지조사

- 현지조사결과 확인된 포유류는 두더지, 삵, 수달, 멧돼지 등 6과 7종이 조사되었으며, 법정보호종으로는 삵, 수달 2종이 확인되었음

2) 문헌조사

- 문헌조사결과 화원(도엽번호: 3246061)에서 확인된 포유류는 두더지, 삵, 너구리, 수달, 멧돼지, 멧밭쥐 등 7과 9종이 확인되었음

3) 탐문조사

- 탐문조사에서 확인된 포유류는 두더지, 너구리, 오소리, 멧돼지, 고라니, 멧토끼 등 6과 6종이 탐문되었음

4) 종합 및 고찰

- 계획지구 일대에는 구릉지, 초지, 경작지, 수계가 고르게 분포하여 포유류의 먹이섭식지 및 휴식지, 은신처 등으로 활용되며, 소하천, 저수지 등의 수계가 분포하여 포유류의 수분섭취가 용이한 것으로 조사되었음
- 다만, 계획지구 일대에 도로, 경작지 등이 분포하여 인위적인 간섭을 받고 있으나, 포유류의 서식에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 조사되었음

[표 3-42] 조사지역의 포유류 목록

학 명	국 명	현지조사		문헌 조사	비고
		현지	탐문		
Erinaceomorpha	고슴도치목				
Soricomorpha	참서목				
Talpidae	두더지과				
<i>Mogera wogura</i>	두더지	T	○	●	
Carnivora	식육목				
Felidae	고양이과				
<i>Felis catus</i>	고양이	V			야
<i>Prionailurus bengalensis</i>	삿	D,F		●	멸Ⅱ
Canidae	개과				
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	너구리	F	○	●	
Mustelidae	족제비과				
<i>Lutra lutra</i>	수달	D		●	멸 I, 천
<i>Meles meles</i>	오소리		○		
Aetiodactyla	우계목				
Suidae	멧돼지과				
<i>Sus scrofa</i>	멧돼지	F	○	●	
Cervidae	사슴과				
<i>Hydropotes inermis</i>	고라니	D,F	○	●	
Lagomorpha	토끼목				
Leporidae	토끼과				
<i>Lepus coreanus</i>	멧토끼		○		
Rodentia	설치목				
Muridae	쥐과				
<i>Apodemus agrarius</i>	등줄쥐			●	
<i>Apodemus penninsulae</i>	흰넓적다리붉은쥐			●	
<i>Rattus norvegicus</i>	집쥐			●	
과/종		6/7	6/6	7/9	

주) D: 배설물, F: 족적, T: 굴, V: 목견, 멸Ⅱ: 멸종위기 야생생물 Ⅱ급
 자료 : 제3차 전국자연환경조사 2012 화원(도엽번호: 346061), 환경부, 2012

2] 조 류

1) 현지조사

- 현지조사에서 확인된 조류는 논병아리, 왜가리 흰뺨검둥오리, 황조롱이, 직박구리, 방울새 등 20과 27종 151개체가 조사되었으며, 법정보호종으로는 황조롱이 1종이 관찰되었음
- 현지조사시 확인된 조류의 생활형(life form) 분석결과 텃새(Res) 20종(74.1%), 여름철새(Sv) 6종(22.2%), 겨울철새(Wv) 1종(3.7%)로 조사되었으며, 우점종은 참새, 아우점종은 직박구리로 조사되었음
- 현지조사결과를 바탕으로 군집분석을 실시한 결과 우점도지수 0.37, 다양도지수 2.65, 균등도지수 0.81, 풍부도지수 5.18로 산출되었음

2) 문헌조사

- 문헌조사결과 화원(도엽번호: 346061)에서 확인된 조류는 뺨논병아리, 왜가리, 쇠백로, 흰뺨검둥오리, 큰기러기, 큰고니, 새매, 붉은배새매, 물닭, 줌도요, 재갈매기, 삿갓새, 쇠딱다구리, 오목눈이, 곤줄박이, 노랑턱멧새, 방울새, 찌르레기, 물까치, 어치 등 36과 89종이 확인되었으며, 법정보호종은 노랑부리백로, 노랑부리저어새, 큰기러기, 큰고니, 붉은배새매, 흰꼬리수리, 물수리, 매, 황조롱이, 검은머리물떼새, 두견, 소쩍새 등 12종이 조사되었음

3) 종합 및 고찰

- 조사지역은 저수지, 산림이 분포하고 있어 수조류, 산림성 조류 등이 주로 관찰되었음
- 조사시기의 계절적 특성상 주로 텃새와 여름철새가 관찰되었고 겨울철새는 적게 관찰되었으나 조사지역 일대에는 저수지, 경작지, 산림 등 다양한 서식환경이 분포하고 있어 다양한 종류의 겨울철새가 도래할 것으로 예상됨

[표 3-43] 조사지역의 조류 목록

학 명	국 명	현지조사	문헌조사	생활형	비고
Podocopediformes	논병아리목				
Podicipedidae	논병아리과				
<i>Podiceps cristatus</i>	빨논병아리		●	Res	
<i>Podiceps ruficollis</i>	논병아리	3	●	Res	
Pelecaniformes	사다새목				
Phalacrocoracidae	가마우지과				
<i>Phalacrocorax carbo</i>	민물가마우지		●	Res	
<i>Phalacrocorax capillatus</i>	가마우지		●	Res	
Ciciniiformes	황새목				
Ardeidae	백로과				
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	3	●	Sv	
<i>Bubulcus ibis</i>	황로	1		Sv	
<i>Butorides striatus</i>	검은댕기해오라기		●	Sv	
<i>Egretta alba alba</i>	대백로		●	Wv	
<i>Egretta alba modesta</i>	중대백로		●	Sv	
<i>Egretta europhotes</i>	노랑부리백로		●	Sv	멸 I, 천
<i>Egretta garzetta</i>	쇠백로	2	●	Sv	
Threskiornithidae	저어새과				
<i>Platalea leucorodia</i>	노랑부리저어새		●	Wv	멸 II, 천
Anseriformes	기러기목				
Anatidae	오리과				
<i>Anas clypeata</i>	넓적부리		●	Wv	
<i>Anas crecca</i>	쇠오리		●	Wv	
<i>Anas penelope</i>	홍머리오리		●	Wv	
<i>Anas platyrhynchos</i>	청둥오리		●	Res	
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	11	●	Res, Wv	
<i>Anas strepera</i>	알락오리		●	Wv	
<i>Anser albifrons</i>	쇠기러기		●	Wv	
<i>Anser fabalis</i>	큰기러기		●	Wv	멸 II
<i>Anas falcata</i>	청머리오리		●	Wv	
<i>Aythya ferina</i>	흰죽지		●	Wv	
<i>Bucephala clangula</i>	흰뺨오리		●	Wv	
<i>Cygnus cygnus</i>	큰고니		●	Wv	멸 II, 천
<i>Mergus merganser</i>	비오리		●	Res	
Falconiformes	매목				
Accipitridae	수리과				
<i>Accipiter soloensis</i>	붉은배새매		●	Sv	멸 II, 천
<i>Butastur indicus</i>	왕새매	1		Pm, Sv	
<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리	1	●	Wv	
<i>Haliaeetus albicilla</i>	흰꼬리수리		●	Res	멸 I, 천
<i>Pandion haliaetus</i>	물수리		●	Wv	멸 II

[표 3-43] 계속

학 명	국 명	현지조사	문헌조사	생활형	비고
Falconidae	매과				
<i>Falco peregrinus</i>	매		●	Res	멸 I, 천
<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	2	●	Res	천
Galliformes	닭목				
Phasianidae	꿩과				
<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	4	●	Res	
Gruiformes	두루미목				
Rallidae	뜸부기과				
<i>Fulica atra</i>	물닭		●	Res	
<i>Gallinula chloropus</i>	쇠물닭		●	Res	
Charadriiformes	도요목				
Charadriidae	물떼새과				
<i>Charadrius alexandrinus</i>	흰물떼새		●	Pm,Res	
<i>Charadrius dubius</i>	꼬마물떼새		●	Res	
Haematopodidae	검은머리물떼새과				
<i>Haematopus ostralegus</i>	검은머리물떼새		●	Res	멸 II, 천
Scolopacidae	도요과				
<i>Arenaria interpres</i>	꼬까도요		●	Pm	
<i>Calidris ruficollis</i>	좁도요		●	Pm	
<i>Heteroscelus brevipes</i>	노랑발도요		●	Pm	
<i>Limosa lapponica</i>	큰뒷부리도요		●	Pm	
<i>Limosa limosa</i>	흑꼬리도요		●	Pm	
<i>Numenius phaeopus</i>	중부리도요		●	Pm	
<i>Tringa erythropus</i>	학도요		●	Pm	
<i>Tringa nebularia</i>	청다리도요		●	Pm	
<i>Xenus cinereus</i>	뒷부리도요		●	Pm	
Laridae	갈매기과				
<i>Larus argentatus</i>	재갈매기		●	Wv	
<i>Larus canus</i>	갈매기		●	Wv	
<i>Larus crassirostris</i>	팽이갈매기		●	Res	
<i>Larus heuglini</i>	줄무늬노랑발갈매기		●	Wv	
<i>Larus ridibundus</i>	붉은부리갈매기		●	Wv	
Columbiformes	비둘기목				
Columbidae	비둘기과				
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	9	●	Res	
Cuculiformes	두견이목				
Cuculidae	두견이과				
<i>Cuculus canorus</i>	삐꾸기		●	Sv	
<i>Cuculus micropterus</i>	검은등삐꾸기		●	Sv	
<i>Cuculus poliocephalu</i>	두견		●	Sv	천
<i>Cuculus saturatus</i>	병어리삐꾸기		●	Sv	

[표 3-43] 계속

학 명	국 명	현지조사	문헌조사	생활형	비고
Strigiformes	올빼미목				
Strigidae	올빼미과				
<i>Otus scops</i>	소쩍새		●	Sv	천
Coraciiformes	파랑새목				
Alcedinidae	물총새과				
<i>Alcedo atthis</i>	물총새	1	●	Res	
<i>Halcyon pileata</i>	청호반새		●	Sv	
Piciformes	딱다구리목				
Picidae	딱다구리과				
<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	1	●	Res	
<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리	1		Res	
<i>Picus canus</i>	청딱다구리		●	Res	
Passeriformes	참새목				
Alaudidae	종다리과				
<i>Alauda arvensis</i>	종다리		●	Res	
Hirundinidae	제비과				
<i>Hirundo daurica</i>	귀제비		●	Sv	
<i>Hirundo rustica</i>	제비		●	Sv	
Motacillidae	할미새과				
<i>Motacilla alba</i>	알락할미새	1	●	Sv	
<i>Motacilla cinerea</i>	노랑할미새	1		Sv	
<i>Motacilla lugens</i>	백할미새		●	Wv	
Pycnonotidae	직박구리과				
<i>Microscelis amaurotis</i>	직박구리	13	●	Res	
Laniidae	때까치과				
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	3	●	Res	
<i>Lanius tigrinus</i>	췌때까치		●	Sv	
Turdidae	지빠귀과				
<i>Turdus naumanni eunomus</i>	개똥지빠귀		●	Wv	
<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀		●	Res	
Panuridae	붉은머리오목눈이과				
<i>Paradoxornis webbianus</i>	붉은머리오목눈이	10	●	Res	
Sylviidae	휘파람새과				
<i>Acrocephalus orientalis</i>	개개비		●	Sv	
<i>Cettia diphone cantans</i>	섬휘파람새		●	Res	
Muscicapidae	딱새과				
<i>Phoenicurus auroreus</i>	딱새	2	●	Res	
<i>Saxicola torquata</i>	검은딱새		●	Sv	
<i>Tarsiger cyanurus</i>	유리딱새		●	Pm	
Aegithalidae	오목눈이과				
<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이		●	Res	

[표 3-43] 계속

학 명	국 명	현지조사	문헌조사	생활형	비고
Paridae	박새과				
<i>Parus major</i>	박새	9	●	Res	
<i>Parus palustris</i>	쇠박새	4		Res	
<i>Parus varius</i>	곤줄박이	2	●	Res	
Zosteropidae	동박새과				
<i>Zosterops japonicus</i>	동박새		●	Res	
Emberizidae	멧새과				
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	7	●	Res	
<i>Emberiza spodocephala</i>	족새		●	Pm	
Fringillidae	되새과				
<i>Carduelis sinica</i>	방울새	2	●	Res	
Ploceidae	참새과				
<i>Passer montanus</i>	참새	43	●	Res	
Sturnidae	찌르레기과				
<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기		●	Wv	
Oriolidae	피꼬리과				
<i>Oriolus chinensis</i>	피꼬리		●	Sv	
Corvidae	까마귀과				
<i>Cyanopica cyana</i>	물까치		●	Res	
<i>Garrulus glandarius</i>	어치	2	●	Res	
<i>Pica pica</i>	까치	12	●	Res	
과/종		20/27	36/89		
개체수		151	-		

주) Res : 텃새, Sv : 여름철새, Wv : 겨울철새, Pm : 나그네새, 천 : 천연기념물, 멸 I, II : 멸종위기 야생생물 I, II급
 자료 : 제3차 전국자연환경조사 2012 화원(도업번호: 346061), 환경부, 2012

3 양서·파충류

1) 현지조사

- 현지조사결과 확인된 양서·파충류는 청개구리, 황소개구리, 참개구리, 줄장지뱀 등 3과 4종이 조사되었음

2) 문헌조사

- 문헌조사결과 화원(도엽번호: 346061)에서 확인된 양서·파충류는 도롱뇽, 꼬리치레도롱뇽, 무당개구리, 두꺼비, 청개구리, 북방산개구리, 참개구리, 옴개구리, 도마뱀, 줄장지뱀, 능구렁이, 유헬목이, 살모사, 쇠살모사 등 9과 16종이 확인되었음

2) 탐문조사

- 탐문조사에서 확인된 양서·파충류는 도롱뇽, 두꺼비, 청개구리, 한국산개구리, 참개구리, 옴개구리, 아무르장지뱀, 유헬목이, 살모사로 등 7과 12종이 탐문되었음

3) 종합 및 고찰

- 조사시기의 특성상 유생은 관찰되지 않았고, 주로 성체가 관찰되었음
- 계획지구 일대의 서식환경으로 미루어 보아 다양한 종수 및 개체수가 서식할 것으로 예상되며, 차량의 이동이 있어 양서·파충류에게 일부 영향을 미치는 것으로 확인되었음

[표 3-44] 조사지역의 양서·파충류 목록

학 명	국 명	현지조사		문헌조사	비고
		현지	탐문		
Amphibians	양서강				
Caudata	유미목				
Hynobiidae	도롱뇽과				
<i>Hynobius leechii</i>	도롱뇽		○	●	
Salientia	무미목				
Bombinatoridae	무당개구리과				
<i>Bombina orientalis</i>	무당개구리			●	
Bufonidae	두꺼비과				
<i>Bufo gargarizans</i>	두꺼비		○	●	
Hylidae	청개구리과				
<i>Hyla japonica</i>	청개구리	S	○	●	
Ranidae	개구리과				
<i>Rana catesbeiana</i>	황소개구리	A	○	●	교
<i>Rana coreana</i>	한국산개구리		○		
<i>Rana dybowskii</i>	북방산개구리			●	
<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	A	○	●	
<i>Rana rugosa</i>	옴개구리		○	●	
Reptiles	파충강				
Squamata	유린목				
Scincidae	도마뱀과				
<i>Scincella vandenburghi</i>	도마뱀			●	
Lacertidae	장지뱀과				
<i>Takydromus amurensis</i>	아무르장지뱀		○		
<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	A		●	
Colubridae	뱀과				
<i>Dinodon rufozonatus</i>	능구렁이			●	
<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀		○	●	
<i>Enhydris rufodorsata</i>	무자치		○	●	
<i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i>	유혈목이		○	●	
Viperidae	살모사과				
<i>Gloydius brevicaudus</i>	살모사		○	●	
<i>Gloydius saxatilis</i>	까치살모사				
<i>Gloydius ussuriensis</i>	쇠살모사			●	
과/종		3/4	7/12	9/16	

주) A: 성체, S: 울음소리, 멸II : 멸종위기 야생생물 II급, 천: 천연기념물, 교: 생태계교란 생물
 자료 : 제3차 전국자연환경조사 2012 화원(도엽번호: 346061), 환경부, 2012

4 육상 곤충류

1) 현지조사

- 현지조사에서 확인된 곤충류는 연분홍실잠자리, 아시아실잠자리, 좀사마귀, 검은 다리실베짱이, 폭날개긴꼬리, 방아깨비, 애긴노린재, 가시노린재, 끝검은말매충, 칠성무당벌레, 밤나무잎벌레, 별쌍살벌, 호리꽃등에, 꼬마꽃등에, 등줄기생파리, 노랑나비, 남방부전나비, 네발나비 등 24과 50종이 조사되었음
- 현지조사결과 법정보호종은 확인되지 않았음

2) 문헌조사

- 화원(도엽번호: 346061)에서 확인된 곤충류는 아시아실잠자리, 왕잠자리, 큰밀잠자리, 왕사마귀, 긴꼬리, 가시모메뚜기, 섬서구메뚜기, 끝검은말메미충, 말메미, 애매미, 흙줄풍뎠이, 쌍무늬바구미, 주름개미, 일본왕개미, 별쌍살벌, 네줄벌, 호박과실파리, 벼포충나방, 흰띠알락나방, 횡줄갈고리나방, 두줄가지나방, 흑점쌍꼬리나방, 사과나무나방, 벗나무박각시, 멧쟁이재주나방, 차독나방, 점무늬불나방, 긴금무늬나방, 국화밤나방, 모진밤나방, 왕담배나방, 줄점팔랑나비, 암끝검은표범나비 등 58과 236종이 확인되었음
- 문헌조사결과 법정보호종은 확인되지 않았음

3) 종합 및 고찰

- 육상곤충의 경우 춘계 및 하계에 가장 활동적인 특성을 가지고 있어 현지조사 시기가 10월로 다소 적은 종수가 관찰되었음
- 조사지역은 다양한 육상곤충이 서식하기 용이한 환경으로 이루어져 있어 다양한 종수 및 개체수가 서식할 것으로 예상됨

		
샷 배설물	고라니 족적	멧돼지 족적
		
수달 배설물	줄장지뱀	곤줄박이
		
논병아리	딱새	때까치
		
물총새	쇠백로	황조롱이

<그림 3-20> 조사지역의 동물상 현황


		
두점박이좁잠자리	등검은메뚜기	수중다리꽃등에
		
연분홍실잠자리	열점박이별잎벌레	줄베짱이

<그림 3-20> 계속

4.3.3 육수 동물상

- 신덕저수지의 1개 정점을 육수조사지점으로 선정하였으며, 하천현황은 아래와 같음

[표 3-45] 조사지역의 하천 현황

조사지점	조사지점현황	현황사진
St.1	좌표: N 34°40'5.77", E126°18'7.81" 하폭: 180m 수폭: 150m 수심: 50cm 주변: 산림, 농경지 호안: 자연형/자연형 하상구조: 뺨 > 자갈 = 모래 > 큰돌 = 호박돌	

1 담수어류

1) 현지조사

- 현지조사결과 확인된 어류는 붕어, 치리, 미꾸리 등 2과 3종 64개체로 확인되었으며, 범정보호종은 조사되지 않았음
- 우점종은 치리(71.9%), 아우점종은 붕어(23.4%)로 확인되었음
- 군집분석결과 우점도 0.95, 다양도 0.72 균등도 0.66 풍부도 0.48로 산출되었음

2) 문헌조사

- 문헌조사결과 화원(도엽번호: 346061)에서 확인된 어류는 큰납지리, 왜몰개, 붕어, 잉어, 미꾸리, 가숭어, 송사리, 꼭저구, 풀망둑, 민물검정망둑 등 6과 17종이 확인되었으며, 범정보호종은 조사되지 않았음

3) 종합 및 고찰

- 사업의 시행으로 영향이 미칠 것으로 예상되는 1개 지점을 선정하여 조사를 실시하였음
- 조사결과 계획지구 일대는 정수역의 저수지로 서식환경이 단순하여 다양한 어류상이 서식하기에는 부적합한 환경인 것으로 조사되었음

[표 3-46] 조사지역의 담수어류 목록

학 명	국 명	현 지	문헌	비고
Cypriniformes	잉어목			
Cyprinidae	잉어과			
<i>Acanthorhodeus macropterus</i>	큰납지리		●	
<i>Aphyocypris chinensis</i>	왜물개		●	
<i>Carassius auratus</i>	붕어	15	●	
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어		●	
<i>Hemiculter eigenmanni</i>	치리	46	●	
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어		●	
<i>Rhodeus ocellatus</i>	흰줄납줄개		●	
Cobitidae	미꾸리과			
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	3	●	
<i>Misgurnus mizolepis</i>	미꾸라지		●	
Siluriformes	메기목			
Bagridae	동자개과			
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	동자개		●	
Mugiliformes	승어목			
Mugilidae	승어과			
<i>Chelon haematocheilus</i>	가승어		●	
Beloniformes	동갈치목			
Adrianichthyidae	송사리과			
<i>Oryzias latipes</i>	송사리		●	
Perciformes	농어목			
Gobiidae	망둑어과			
<i>Chaenogobius urotaenius</i>	꼭저구		●	
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어		●	
<i>Synechogobius hasta</i>	풀망둑		●	
<i>Tridentiger bifasciatus</i>	민물두줄망둑		●	
<i>Tridentiger brevispinis</i>	민물검정망둑		●	
과/종		2/3	6/17	
개체수		64	-	

자료 : 제3차 전국자연환경조사 2012 화원(도업번호: 346061), 환경부, 2012

2] 저서성대형무척추동물

1) 현지조사

- 현지조사결과 물달팽이, 연못하루살이, 아시아실잠자리 등 총 3문 4강 6목 7과 8종 318개체가 조사되었으며, 법정보호종은 조사되지 않았음
- 분류군별 출현 종수는 비곤충류 3종(37.5%), 수서곤충류 5종(62.5%)으로 이중 잠자리목3종(37.5%), 하루살이목과 파리목이 각각 1종(17.5%)으로 나타남
- 분류군별 출현 개체수는 비곤충류 184개체(57.9%), 수서곤충류 134개체(42.1%)로 이중 파리목 68개체(21.4%), 하루살이목 47개체(14.8%), 잠자리목 19개체(6.0%)로 나타남

[표 3-47] 조사지역의 저서성대형무척추동물 출현 현황



- 우점종은 실지렁이(50.0%), 아우점종은 깔따구류(21.4%)로 확인되었음

[표 3-48] 우점종 및 아우점종 현황

우점종	우점율(%)	아우점종	우점율(%)
실지렁이	50.0	깔따구류	21.4

- 군집분석 결과 우점도는 0.71, 다양도는 1.39, 균등도는 0.67, 풍부도는 1.21로 분석되었음

[표 3-49] 군집지수 분석

우점도(DI)	다양도(H')	균등도(E')	풍부도(RI)
0.71	1.39	0.67	1.21

- 한국오수생물지수 산출 결과 환경상태는 불량, 생물평가 등급은 D로 평가되었음

[표 3-50] 한국오수생물지수(KSI) 분석

KSI	환경상태	생물평가등급
3.98	불량	D

2) 문헌조사

- 문헌조사결과 확인된 저서성대형무척추동물은 40과 65종이 조사되었으며, 법정보호종은 조사되지 않았음

3) 종합 및 고찰

- 수생태계 하천의 특성으로 인해 유속이 느린 곳을 선호하는 잠자리목이 상대적으로 많은 종이 출현하였으며, 유수역을 선호하는 하루살이목은 적은 종수를 나타냈음
- 대부분 저수지로 이루어져 있으며, 물이 흐르는 소하천은 하폭이 좁고 유속이 거의 없는 하천의 특성상 낮은 종 다양도가 나타났음

[표 3-51] 조사지역의 저서성대형무척추동물 목록

학명	국명	현지	문헌	비고
Mollusca	연체동물문			
Gastropoda	복족강			
Mesogastropoda	중복족목			
Viviparidae	논우렁이과			
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i>	논우렁이		●	
Ampullariidae	사과우렁이과			
<i>Pomacea canaliculata</i>	왕우렁이		●	
Bithyniidae	쇠우렁이과			
<i>Gabbia misella</i>	엽주쇠우렁이		●	
Stenothyridae	등근입기수우렁이과			
<i>Stenothyra glabra</i>	등근입기수우렁이		●	
Pleuroceridae	다슬기과			
<i>Semisulcospira forticosta</i>	주름다슬기		●	
<i>Semisulcospira libertina</i>	다슬기		●	
<i>Semisulcospira tegulata</i>	좁주름다슬기		●	
Basommatophora	기안목			
Lymnaeidae	물달팽이과			
<i>Austropeplea ollula</i>	애기물달팽이		●	
<i>Fossaria truncatula</i>	긴애기물달팽이		●	
<i>Radix auricularia</i>	물달팽이	4	●	
Physidae	원돌이물달팽이과			
<i>Physa acuta</i>	원돌이물달팽이		●	
Planorbidae	또아리물달팽이과			
<i>Hippeutis cantori</i>	수정또아리물달팽이		●	
<i>Gyraulus convexiusculus</i>	또아리물달팽이		●	
<i>Polypylis hemisphaerula</i>	배꼽또아리물달팽이		●	
Annelida	환형동물문			
Oligocheata	빈모강			
Tubificida	실지렁이목			
Tubificidae	실지렁이과			
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	실지렁이	159	●	
Naididae	물지렁이과			
<i>Chaetogaster limnaei</i>	털배물지렁이		●	
Hirudinia	거머리강			
Rhynchobdellida	부리거머리목			
Glossiphoniidae	넙적거머리과			
<i>Alboglossiphonia lata</i>	조개넙적거머리		●	
Arhynchobdellidae	턱거머리목			
Hirudinidae	거머리과			
<i>Hirudo nipponia</i>	참거머리		●	
<i>Whitmania edentula</i>	녹색말거머리		●	

[표 3-51] 계속

학명	국명	현지	문헌	비고
Erpobdellidae	돌거머리과			
<i>Erpobdella lineata</i>	돌거머리		●	
Arthropoda	절지동물문			
Malacostraca	연갑강			
Isopoda	등각목			
Asellidae	물벌레과			
<i>Asellus hilgendorffii</i>	물벌레		●	
Decapoda	십각목			
Atyidae	새뱅이과			
<i>Cardinia denticulata denticulata</i>	새뱅이	21	●	
Palaemonidae	징거미새우과			
<i>Palaemon paucidens</i>	줄새우		●	
Insecta	곤충강			
Ephemeroptera	하루살이목			
Caenidae	등딱지하루살이과			
<i>Caenis nishinoae</i>	등딱지하루살이		●	
Baetidae	꼬마하루살이과			
<i>Baetis fuscatus</i>	개똥하루살이		●	
<i>Cloeon dipterum</i>	연못하루살이	47	●	
Odonata	잠자리목			
Coenagrionoidae	실잠자리과			
Coenagrionoidae sp.	실잠자리과류		●	
<i>Cercion calamorum</i>	등검은실잠자리	16	●	
<i>Ischnura asiatica</i>	아시아실잠자리	2	●	
<i>Ischnura senegalensis</i>	푸른아시아실잠자리		●	
<i>Paracercion hieroglyphicum</i>	등줄실잠자리		●	
Platycnemididae	방울실잠자리과			
<i>Platycnemis phyllopoda</i>	방울실잠자리		●	
Aeshnidae	왕잠자리과			
<i>Anax guttatus</i>	남방왕잠자리	1		
<i>Anax parthenope julius</i>	왕잠자리		●	
Macromiidae	잔산잠자리과			
<i>Epopthalmia elegans</i>	산잠자리		●	
Libellulidae	잠자리과			
Libellulidae sp.	잠자리과류		●	
<i>Crocothemis servilia</i>	고추잠자리		●	
<i>Orthetrum albistylum</i>	밀잠자리		●	
<i>Sympetrum cordulegaster</i>	대마도좁잠자리		●	
Hemiptera	노린재목			
Nepidae	장구애비과			
<i>Nepa hoffmanni</i>	메추리장구애비		●	
<i>Ranatra unicolor</i>	방개아재비		●	

[표 3-51] 계속

학명	국명	현지	문헌	비고
Belostomatidae	물장군과			
<i>Appasus japonicus</i>	물자라		●	
Mesoveliidae	물노린재과			
<i>Mesovelia vittigera</i>	물노린재		●	
Corixidae	물벌레과			
Corixidae sp.	물벌레과류		●	
<i>Micronecta sedula</i>	꼬마물벌레		●	
Notonectidae	송장헤엄치게과			
<i>Notonecta triguttata</i>	송장헤엄치게		●	
Coleoptera	딱정벌레목			
Dytiscidae	물방개과			
<i>Hydroglyphus japonicus</i>	꼬마물방개		●	
Hydrophilidae	물뽕뽕이과			
<i>Amphiops mater</i>	알물뽕뽕이		●	
<i>Enochrus simulans</i>	애늪적물뽕뽕이		●	
<i>Enochrus</i> sp.	물뽕뽕이류		●	
<i>Helochares nipponicus</i>	즘물뽕뽕이		●	
<i>Hydrochara affinis</i>	잔물뽕뽕이		●	
<i>Sternolophus rufipes</i>	애물뽕뽕이		●	
Psephenidae	물삿갓벌레과			
Psephenidae sp.	물삿갓벌레류		●	
Chrysomelidae	잎벌레과			
<i>Galerucella nipponensis</i>	일본잎벌레		●	
Diptera	파리목			
Culicidae	모기과			
<i>Anopheles</i> sp.	얼룩날개모기류		●	
<i>Culex</i> sp.	집모기류		●	
Chironomidae	갈따구과			
Chironomidae sp.	갈따구류	68	●	
Tanypodinae sp.	늪갈따구류		●	
Stratiomyiidae	동애등애과			
<i>Odontomyia garatas</i>	범동애등애		●	
<i>Stratiomyia japonica</i>	줄동애등애		●	
Ephydriidae	물가파리과			
Ephydriidae sp.	물가파리류		●	
Trichoptera	날도래목			
Hydroptilidae	애날도래과			
<i>Hydroptila</i> KUa	애날도래 KUa		●	
Hydropsychidae	줄날도래과			
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	꼬마줄날도래		●	
Lepidostomatidae	네모집날도래과			
<i>Lepidostoma</i> KUb	네모집날도래 KUb		●	

[표 3-51] 계속

학명	국명	현지	문헌	비고
Lepidoptera	나비목			
Lepidoptera	나비목			
Pyralidae	명나방과			
Pyralidae sp.	명나방류		●	
	과/종	7/8	40/65	
	개체수	318	-	

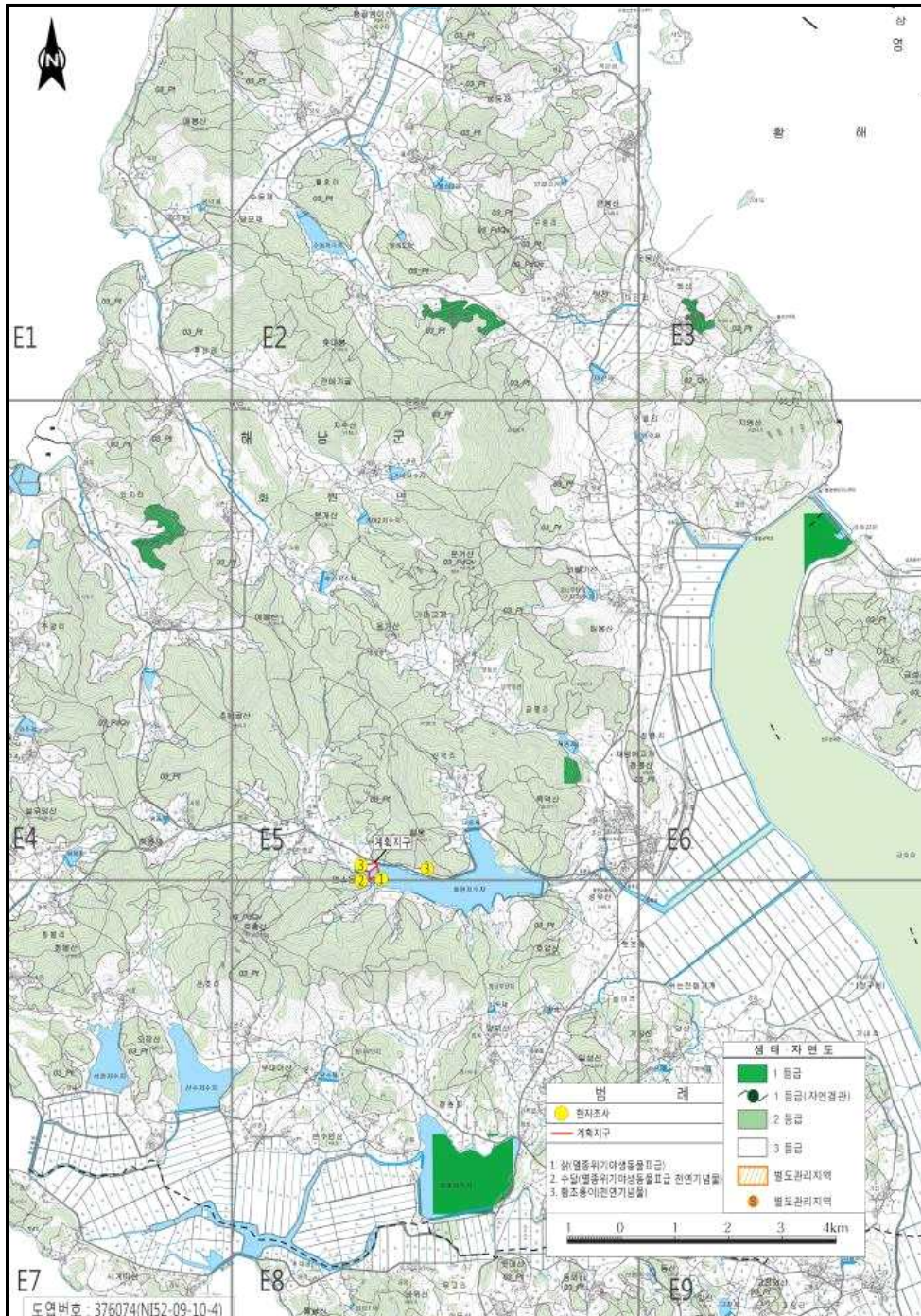
자료 : 환경부, 2010. 제3차 전국자연환경조사 한산(도업번호: 366163)



<그림 3-21> 계획지구에서 확인된 육수동물상

4.3.4 생태·자연도

- 생태·자연도를 조사하기 위하여 환경부 환경지리정보(<http://ngis.me.go.kr/egis>)의 생태·자연도(도엽번호“한산(366163) 1/25,000 지형도)를 검색 및 분석하였으며, 조사결과 계획지구에는 생태·자연도 1등급 권역은 분포하지 않았고, 계획지구는 생태·자연도 3등급 권역으로 조사됨



<그림 3-22> 조사지역의 생태·자연도 및 범정보호종 분포 현황

5. 토양환경

5.1 조사내용 및 방법

- 신덕저수지의 수질개선을 위해 조성예정인 수질개선대책시설(인공습지) 설치 예정구간에 대해 수질정화식생의 조성 및 개량방안을 마련하고자 폭 넓게 토양 조사를 11월에 실시하였음
- 본 조사는 평면도(S=1:5,000)를 기본도로 하여 시굴(Auger Boring)을 통한 현장 조사를 실시하였으며, 연약지반의 구분을 위하여 원추관입 시험방법에 의한 지 내력 조사를 실시하였음



<그림 3-23> 조사지역 및 시료채취·원추관입 시험지점

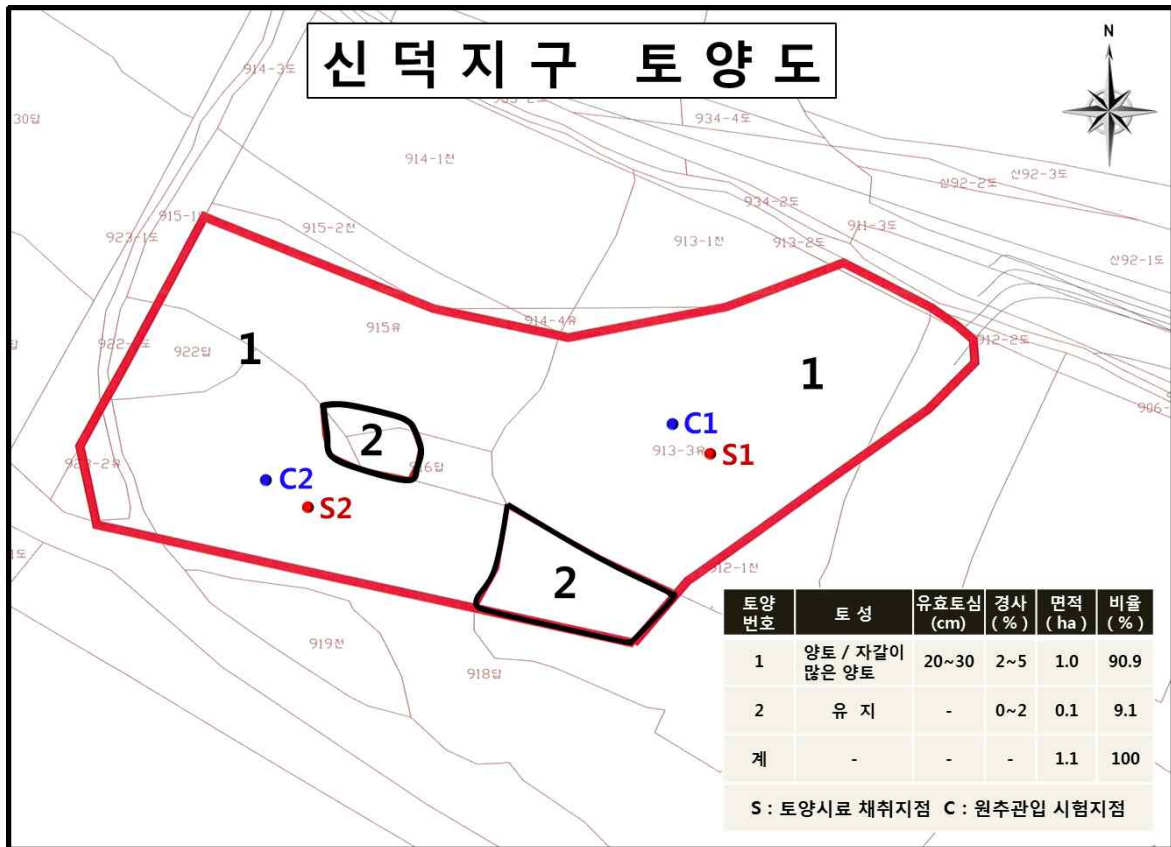
- 토양시료는 대표지점을 선정하여 전층으로 교란시료를 채취하였으며, 농어촌연구원 에서 입도, 토양 pH, 전기전도도(ECe), 유기물(OM), 함수량(%), 총질소(T-N), 총 인(T-P) 및 Cd 등 토양오염우려기준 21개 항목에 대한 실내분석을 실시하였음
- 분석방법은 농촌진흥청에서 실시하는 토양화학분석법과 Methods of Soil Analysis(ASA, SSSA) 등을 이용하였음

5.2 조사결과

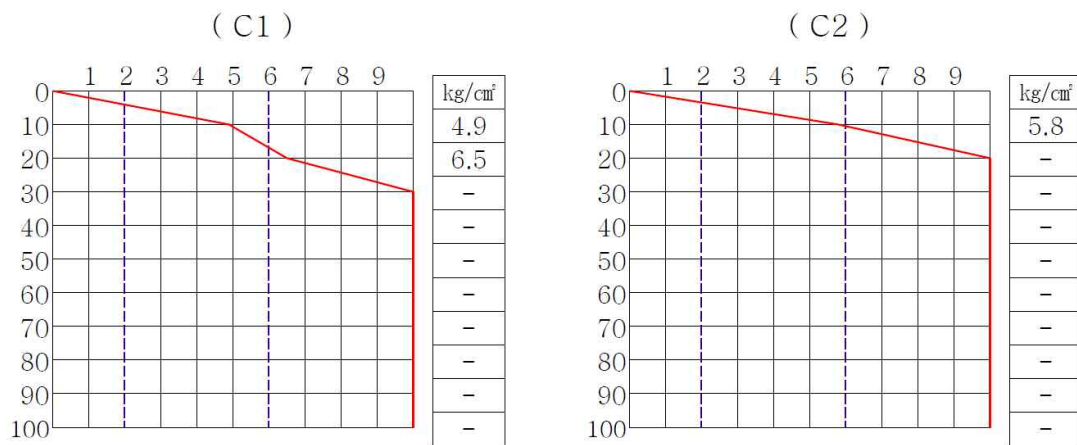
- 인공습지 구간은 현재 답(畓)으로 이용되고 있으며, 토성은 자갈의 함량(35%)이 많은 양토(Loam)~사양토(Sandy loam)임(유효토심 20~35cm)
- 시공 후 유효토심 이하 자갈함량이 많은 토양이 지표에 노출되지 않도록 하여야 하며, 부득이 지표에 자갈이 노출시에는 수생식물의 생육에 적합한 양질의 토양으로 복토(25cm이상)를 하여야 함
- 토양배수는 약간양호(Moderate Well)하여 현 상태의 중기작업시 지반지지력이 약한 지역은 없으나, 성토작업시 토양교란으로 인해 지반지지력이 약화 될 수 있음

[표 3-52] 신덕지구 토양분석 결과

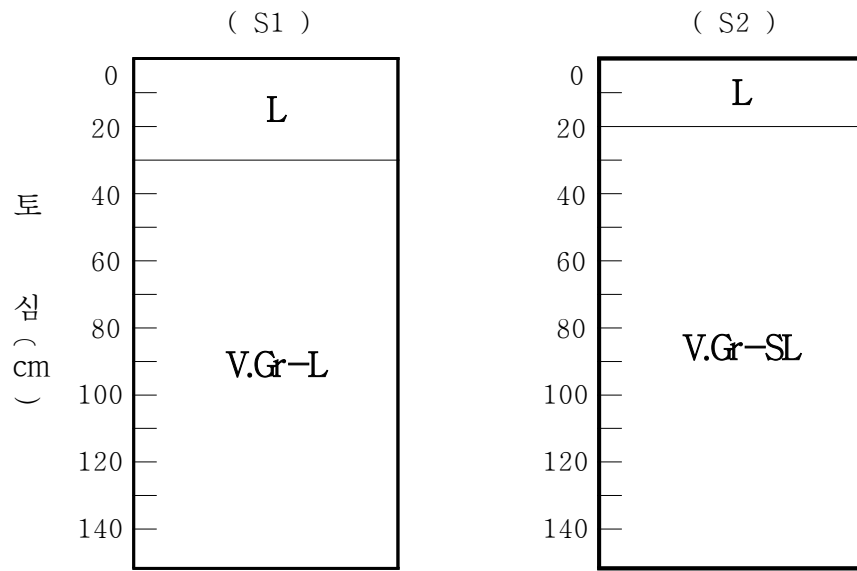
시 료 명		평 균	S1 (신덕1)	S2 (신덕2)
pH(1:5)		5.8	6.0	5.6
EC(1:5)(dS/m)		0.069	0.086	0.052
입 도	모래(%)	49.3	46.1	52.4
	미사(%)	32.2	34.9	29.6
	점토(%)	18.5	19.0	18.0
	토 성	L	L	SL
유기물(%)		2.25	2.45	2.04
총질소(mg/kg)		1,798.6	1,818.6	1,778.6
총인(mg/kg)		453.2	478.1	428.3
함수량(%)		19.0	19.5	18.5
중금속 (mg/kg)	As(비소)	-	5.23	5.53
	Cd(카드뮴)	-	0.43	0.43
	Cu(구리)	-	7.60	5.97
	Ni(니켈)	-	7.77	6.90
	Pb(납)	-	18.63	18.70
	Zn(아연)	-	36.80	32.73
	Hg(수은)	-	0.035	불검출
	Cr ⁺⁶ (6가크롬)	-	불검출	불검출
	F(불소)	-	134	156
	CN(시안)	-	불검출	불검출
	유기인	-	불검출	불검출
	벤젠	-	불검출	불검출
	톨루엔	-	불검출	불검출
	에틸벤젠	-	불검출	불검출
	크실렌	-	불검출	불검출
	TCE	-	불검출	불검출
	PCE	-	불검출	불검출



<그림 3-24> 신덕지구 토양도



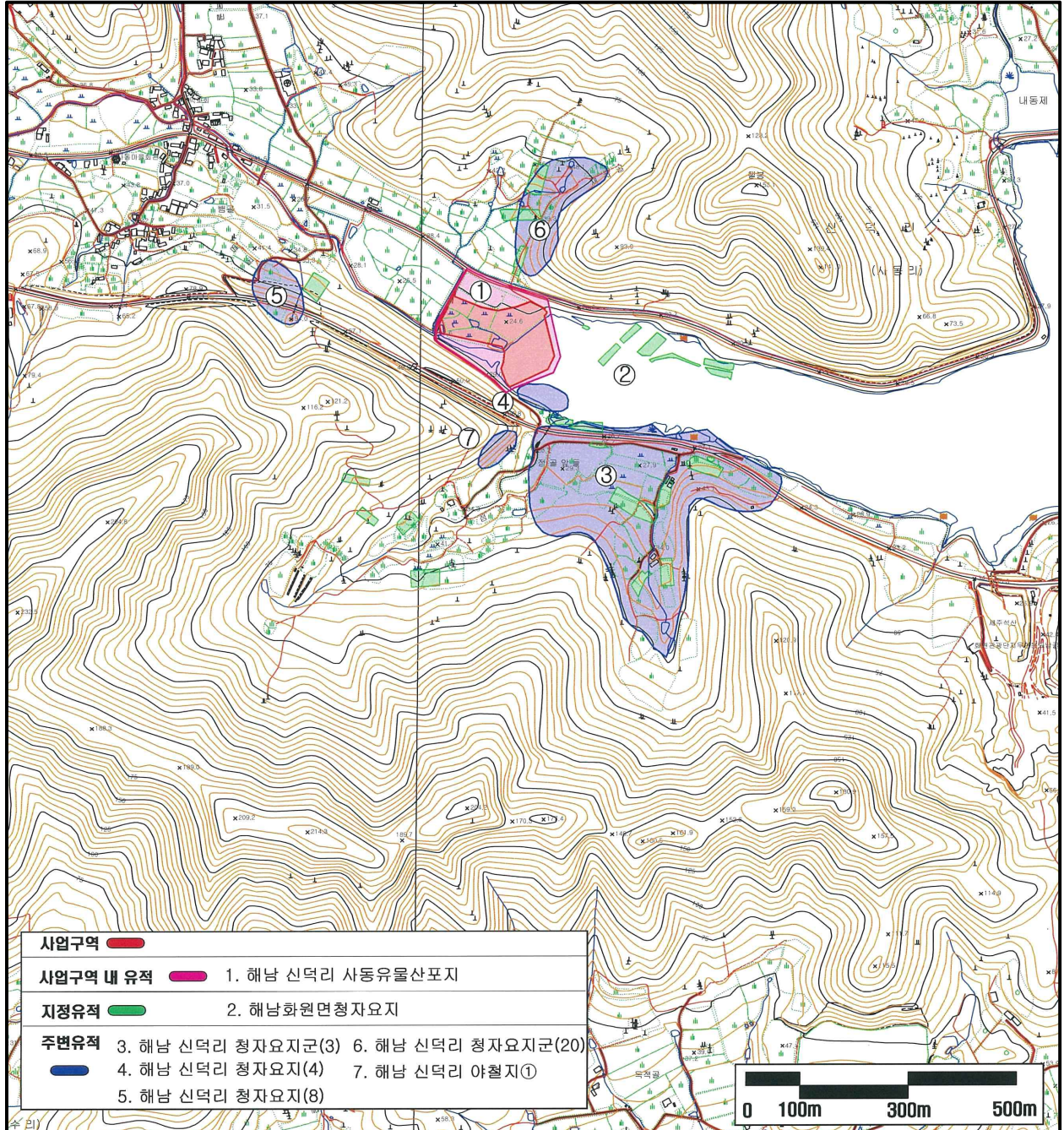
<그림 3-25> 신덕지구 지내력 시험성적 및 저항곡선도



<그림 3-26> 신덕지구 토양단면도

6. 매장문화재 지표조사

- 매장문화재 지표조사는 영해문화유산연구원에서 수질개선대책시설 예정지에 대해 수행하였으며, 본 보고서에는 결과를 요약하였고 상세내역은 별도 보고서(전남 해남 신덕지구 농업용수 수질개선사업부지 매장문화재 지표조사 보고서, 2015) 참조



<그림 3-27> 매장문화재 지표조사 조사지역 및 주변유적 분포도

- 사업구역 내 습지조성 예정지는 현재 농경지로 경작되고 있으며, 침강지 구역은 저수지내 수몰지역임
- 조사결과 사업구역에서는 1개소의 유적이 확인되었고, 주변지역에서 6개소의 유적이 확인되었음
- 사업구역 외곽 경계로부터 500m이내에서 국가지정문화재는 확인되지 않음
- 사업구역 외곽 경계로부터 약 50m 거리에 전라남도기념물 제 220호 해남화원면청자요지가 확인됨. 이는 해남군 화원면 신덕리 산 102 외, 금평리 428-1 외 일원에 56개소가 있는데 이 중 일부가 사업구역과 인접해 있어 사업시행 전 지정권자(전라남도)와 협의가 요망됨
- 사업대상지에서 1개소의 유적(해남 신덕리 사동유물산포지)이 확인되었으며, 현재 농경지로 이용되고 있는 습지조성 사업지는 시굴조사(11,213㎡)가 요망되고, 저수지 내에 조성되는 침강지 구역은 사업시행 시 입회조사(7,860㎡)가 요망됨
- 끝으로 본 지표조사는 지표상에 드러난 문화유적에 한하여 이루어졌기 때문에 지하에 매몰되어 있는 매장문화재에 대해서는 조사의 한계가 있음. 따라서 공사를 시행하는 과정에서 매장문화재가 확인될 경우 공사를 중단하고 반드시 문화재 관련기관에 신고하여 적절한 조치를 받아야 할 것임

기 본 계 획

1. 대책수립 기본구상
2. 수질개선 목표수질 및 달성년도
3. 장래 오염원 및 오염부하량 전망
4. 수질개선공법 선정
5. 기본계획
6. 수질예측

IV. 기본계획

1. 대책수립 기본구상

- 호소와 같은 폐쇄성 정체수역은 일단 오염물질이 유입되면 장기간 정체되면서 수질오염 현상을 일으키게 됨. 따라서 호소의 수질관리를 위해서는 유역으로부터 유입되는 오염물질을 원천적으로 차단하는 것이 중요함
- 과거에는 점오염원만 확실히 제어하면 호소의 수질관리에 성공할 수 있을 것으로 생각하였으나 국내를 포함하여 외국의 경우를 보면 생활하수나 산업폐수와 같은 점오염원에 대한 대책을 거의 완벽하게 처리하였으나 하천이나 호소, 하구 등의 공공수역의 수질목표 달성율이 크게 개선되지 않았음. 이의 원인이 토지이용에 따른 비점오염원에 의한 영향임이 밝혀져 미국을 포함한 선진국에서는 현재 각종 비점오염원 저감대책이 중요하게 진행되고 있음
- 신덕저수지의 수질개선대책 수립을 위해서 점오염원 및 비점오염원에 대한 대책이 병행되어야 할 것임. 신덕저수지의 수질개선대책 검토 순서는 우선적으로 해남군 등이 추진중인 상류대책을 먼저 검토하여 목표수질 달성여부를 판단할 계획이며, 상류대책에 대해 수질예측 결과 목표수질을 만족하지 못할 경우에 호내대책을 추가 검토할 것임
- 또한, 반드시 필요한 상류 오염원에 대한 오염물질 삭감에 대해 지자체가 이를 삭감하기 위한 계획을 수립하지 않았을 경우에는 본 기본조사에서 상류대책(안)으로 제시할 계획임
- 신덕저수지의 경우에는 점오염원 중에서 축산계가 축종별로 소규모로 사육되고 있으며, 유역의 많은 부분이 농경지 및 임야로 이루어져 있어 강우시 비점오염물질 유입 증가로 신덕저수지 수질관리에 불리한 여건을 가지고 있음
- 우리나라의 경우와 같이 여름에 강우가 집중되는 특성을 가진 곳에서는 연중 목표수질을 만족하는 것은 그리 쉽지 않은 일임. 따라서 상류대책 및 호내대책으로 연평균 수질이 목표수질을 만족하였더라도 연중, 특히 강우기인 여름철에 안정적인 신덕저수지의 수질을 유지하기 위해서는 상대적으로 저농도·고유량의 강우유출수를 처리하기 위한 대책이 필요할 것으로 판단되며, 본 기본계획에서는 이에 대한 비점오염원 대책으로 인공습지, 침강지 등 호내대책을 검토하였음

- 또한 여름철 녹조발생 억제 및 저수지 정체 수역 해소를 위해 응집침강장치 및 교반폭기장치 등에 대한 호내대책을 검토하였음
- 신덕저수지의 수질개선대책을 수립함에 있어서 고려하여야 할 사항으로는 우선적으로 가장 중요한 수질개선효과 즉, 사업효과가 높은 대책을 위주로 검토하여야 할 것이며 또한, 안전성 및 유지관리가 용이한 자연정화공법을 적용한 대책, 친환경적인 대책, 저수지 홍수면 부지등 주변의 지형조건을 최대한 활용하여 사업비가 최소로 소요될 수 있는 대책 등이 있음
- 그러나, 신덕저수지 수질개선에 있어 무엇보다도 중요한 것은 오염원에서 배출을 억제하는 것으로 이를 위해서는 생활하수 미처리지역에 대한 처리계획 수립, 불투수층의 경우는 도로, 우수관 등 청결, 농약이나 화학비료 등을 적게 사용하는 친환경농업의 확대와, 가축분뇨에서 생산된 퇴비를 시비전 야적, 저류 등을 최대한 억제하기 위한 감시, 감독 강화 및 강력한 행정처분 집행 등 관리를 철저히 하는 해남군의 행정적인 지원대책이 반드시 강구되어야 할 것으로 판단됨



<그림 4-1> 신덕지구 유역내 가축분뇨 퇴비, 비료 등 야적, 강우시 토사유출

2. 수질개선 목표수질 및 달성년도

- 신덕저수지의 목표수질을 만족하기 위한 달성년도는 공사 준공 후 5년으로 설정하였으며, 장래 오염원 전망 연도는 2026년으로 설정하였음
- 이에 관련계획 검토 등도 2026년까지 하였으며, 상류대책의 정상적인 운영과 호내 대책이 정상적으로 완료된다면 충분히 목표수질을 만족할 수 있을 것으로 판단됨
- 호소의 목표수질 설정은 호소의 이용목적이 가장 중요한 영향을 미친다고 볼 수 있음. 현행 호소 생활환경기준에는 호소의 이용목적에 따라 7등급으로 구분되어 있음. 신덕저수지는 농업용수로 사용하고 있는 저수지이므로 최소한 현행 환경정책기본법시행령 제2조 호소 생활환경기준 IV등급(약간나쁨)인 농업용수 수질기준은 만족하여야 할 것임

- IV등급 목표수질을 수질항목별로 보면, 유기물지표인 COD를 기준으로 하여 연평균 수질이 8.0mg/L 이하, TOC는 6.0mg/L 이하를 유지하여야 할 것이며, 영양염류인 질소와 인은 각각 T-N이 1.0mg/L 이하, T-P 0.1mg/L 이하를 유지하여야 하나 질소와 인은 IV등급을 만족하더라도 부영양화에 의한 녹조현상이 발생하는 저수지나 호소가 상당수 있기 때문에 질소와 인은 가능한 한 최대한으로 낮추는 것이 유리함
- 수질을 개선한 후 수질보전을 위해서는 먼저 행정력의 도움이 없이는 불가능하므로 유역을 관할하는 지방행정기관인 해남군 등 관련기관과 상류지역 주민이 상호 협조하여 수질오염 감시 등 역할을 분담·수행하도록 하는 것이 중요할 것으로 판단됨

[표 4-1] 이용목적별 수질환경기준(호소)

수질 등급	매우 좋음	좋음	약간 좋음	보통	약간 나쁨	나쁨	매우 나쁨
	I a	I b	II	III	IV	V	VI
이용 목적	생활용수	생활용수	생활용수 수영용수	생활용수 공업용수	농업용수 공업용수	공업용수	-
COD (mg/L)	2이하	3이하	4이하	5이하	8이하	10이하	10초과
TOC (mg/L)	2이하	3이하	4이하	5이하	6이하	8이하	8초과
T-N (mg/L)	0.2이하	0.3이하	0.4이하	0.6이하	1.0이하	1.5이하	1.5초과
T-P (mg/L)	0.01이하	0.02이하	0.03이하	0.05이하	0.10이하	0.15이하	0.15초과
건강보호 항목	사람의 건강보호항목의 기준치를 넘지 않을 것 Cd, As, CN, Hg, 유기인, PCB, Pb, Cr ⁶⁺ , ABS, 사염화탄소, 벤젠, 1,2-디클로로에탄, PCE, 디클로로메탄, 클로로포름, DEHP, 안티몬, 1,4-다이옥산						

[표 4-2] 신덕저수지 목표수질

목표등급	COD(mg/L)	TOC(mg/L)	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)	기 타
IV	8.0 이하	6.0 이하	1.0 이하	0.1 이하	사람 건강보호 항목

※ T-N/T-P 비가 7미만은 총인(T-P), 16이상이면 총질소(T-N) 수질기준 미적용

3. 장래 오염원 및 오염부하량 전망

- 유역내 오염원인 인구, 축산폐수, 공사에정인 마을하수도 방류수 등의 점오염원과 토지이용에 따른 비점오염원에 의한 장래 오염부하량을 예측하기 위해 먼저 장래 오염원을 전망하였음
- 장래 오염원 전망은 “수계오염총량관리기술지침”에서 제시한 방법을 따랐으며, 이에 해남군의 관련계획 등을 검토하였음
- 자연증감에 의한 장래 전망시 과거 자료는 '14년 농업용수 수질측정망 보고서를 이용하였음

3.1 장래 오염원 전망

3.1.1 인 구

- 장래 인구 추정은 수학적 추정방법에 의한 자연적 증가와 택지(재)개발 등에 따른 유입인구에 의한 사회적 증가를 적용하여 산정하고자 하였으며, 유역내 인구의 장래변화는 목표연도인 2026년 인구를 추정하였음
- 도시기본계획, 하수도정비기본계획 등 개발에 따른 추가 유입인구는 없는 것으로 조사되었으며, 과거추이를 반영한 수학적 방법으로 추정한 결과는 2026년에 120명으로 2014년 말 수준을 유지하는 것으로 예측됨
- 현재 유역은 면소재지가 포함된 농촌지역으로 세대당 2.0명으로 일반적인 농촌지역의 인구 분포형태를 보이고 있어 장래 인구가 감소할 것으로 보임
- 본 기본계획 수립시 장래 오염원은 다소 보수적으로 전망할 필요가 있으며, 2016년 장래의 인구는 현재와 동일한 수준으로 간주하는 것이 타당할 것으로 판단됨

3.1.2 축 산

- 유역내 가축사육두수 현황은 사회적 여건에 따라 가축사육두수의 변동이 큰 점을 감안하여 볼 때 장래 축산현황, 즉 가축사육두수의 추정에는 오차가 다소 발생할 것으로 예상됨
- 한우는 인구 추정방법과 동일한 방법으로 추정한 결과 감소 추세에 있으며 2026년에는 2014년 자료와 유사한 20마리가 사육될 것으로 전망됨
- 그러나 유역내 한우사육두수는 사회적 요인에 의한 영향이 커서 장래를 전망하기 어려워서 오차가 클 수가 있음
- 해남군의 장래 축산단지 조성계획은 없는 것으로 조사되었으며, 장래 오염원은 다소 보수적으로 전망할 필요가 있음. 따라서 2014년과 2026년 장래와 같다고 전망하여도 큰 무리는 없을 것으로 판단됨

3.1.3 토지이용

- 도시개발계획 및 용도지역 변경계획, 도로공사 등 관련계획이 없으며, 연도별 토지이용변화도 없는 것으로 조사되어, 현재와 2026년 장래의 토지이용은 동일한 것으로 적용함

[표 4-3] 유역내 장래 오염원 전망 결과

구 분	'14년말 기준	'26년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과
인 구 (명)	124	124	자연증감(수학적방법) + 개발인구(관련계획) : 감소추세, 현 수준 유지
축 산 (두)	한우 26	한우 26	축산단지조성 계획 등 관련계획 등 없음 : 감소추세, 현 수준 유지
토 지 이 용 (ha)	논	39.1	도시개발 및 용도지역 변경, 도로공사 등 계획 없음 : 현 수준 유지
	밭	120.9	
	임야	548.6	
	대지	9.1	
	기타	1.9	
	합계	719.6	

※ 토지이용에서 신덕저수지 수면적 45.4ha 제외

※ 장래 오염원 전망 예측방법 : 수계오염총량관리기술지침, 2014, 국립환경과학원

3.2 장래 오염부하량

3.2.1 오염배출부하량

- 2026년 장래에 신덕저수지 유역에서 배출되는 BOD 배출부하량은 총 12.3kg/일로서 토지계(54.0%), 생활계(38.0%), 축산계(8.0%)의 순서임
- 총질소(T-N)와 총인(T-P) 배출부하량은 각각 13.9, 1.1kg/일로 토지계에 의한 부하가 82.9%, 92.9%로 가장 많은 것으로 나타났음
- 배출부하량은 생활계, 토지계가 집중되어 있는 소유역 I 이 가장 크며, 소유역 IV에서 두 번째로 많은 것으로 조사되었음
- 소유역 I 과 IV이 유역전체의 73.8% ~ 79.2%로 대부분을 차지하고 있음
- 유역유입량에 대한 처리대상 우선순위(배출부하량이 큰 순)는 소유역 I > 소유역 IV 로 나타났음

[표 4-4] 소유역별 장래 2026년 오염물질 배출부하량

(단위 : kg/일)

소유역	항목	계	생활계	축산계	토지계
계	BOD	12.320	4.677	0.995	6.647
	T-N	13.928	1.490	0.921	11.518
	T-P	1.126	0.037	0.068	1.021
I	BOD	7.452	4.257	0.077	3.118
	T-N	7.953	1.353	0.071	6.530
	T-P	0.613	0.033	0.005	0.574
II	BOD	0.707	0.001	-	0.706
	T-N	1.311	0.001	-	1.310
	T-P	0.110	0.000	-	0.110
III	BOD	0.719	0.001	-	0.718
	T-N	1.137	0.001	-	1.135
	T-P	0.102	0.000	-	0.102
IV	BOD	2.303	0.415	0.919	0.969
	T-N	2.664	0.133	0.850	1.682
	T-P	0.219	0.003	0.063	0.152
V	BOD	0.531	0.001	-	0.530
	T-N	0.447	0.001	-	0.446
	T-P	0.041	0.000	-	0.041
VI	BOD	0.608	0.001	-	0.607
	T-N	0.416	0.001	-	0.414
	T-P	0.042	0.000	-	0.042

4. 수질개선공법 선정

4.1 호소 수질개선공법 종류

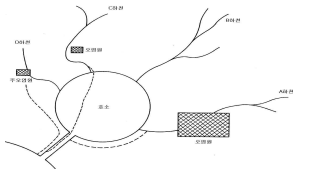
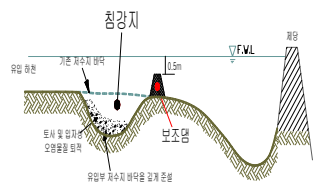
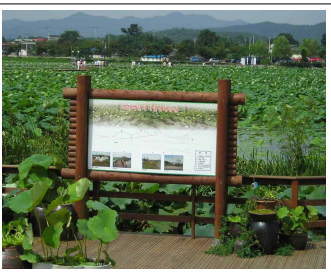

- 수질개선공법은 오염특성에 따라 각 대책별 공법의 종류는 (표 4-5)과 같고 이 중 현재 국내외적으로 많이 적용되는 주요 공법의 장단점을 정리하면 (표 4-6)과 같음

[표 4-5] 호소 수질개선공법의 종류 및 적용성 판단

적용대상	원리	수질개선공법	성층형성 있음	수면적넓고 수질다름	수면적 좁음	호소의 지형복잡	회전수가 적음	저수층 오염	저수층용존산소 없음	퇴적물 오염	오염하천이 있음	오염하천에 넓은부지	내부생산 소류발생가능	가급적 잠정대책필요	농업계부하 크음	비특정비점원부하 크음	
유역내	유역변경	유로변경									○						
	발생부하 삭감	유기인세제등의 사용제한															×
		물이용의 합리화															×
	점원발생부하 삭감 · 생활계 부하 · 관광사업부하 · 사회시설부하 · 광공업부하 · 축산계 부하	배출규제														×	×
		하수처리														×	×
		하수처리고도화														×	×
		분뇨처리고도화														×	×
		정화조(개별)										○				×	×
	비점원부하 삭감	정화조(합병)										○				×	×
		농업계 부하의 삭감														○	
유입하천내	강우시유출부하 유입방지	비특정부하의 삭감														○	
		저류지									○						
	직접정화	저습지도입										○					
		도양처리										○					×
		침투수로										○	△				
		여과(상향류여과)										○	△				×
		부유물침전(DCF공법)										○	○				×
		집축산화수로										○	○				×
		직접폭기										○					×
	하천처리장										○	○				×	
저류부하제거	하도준설									○					×		
호소내	호소내 발생부하의 삭감	퇴적물 준설										○					
		퇴적물 피복(호내재료)										○					
		퇴적물 피복(호외재료)										○					
		영양염 불활성화 처리										○		○			
		수산양식업 대책													○		×
	부영양화의 억제 (성층대책) (수리조건변경) (영양염농도 저하) (생물상 제어) (조류제거)	하구처리		△		○											
		호소분리		○		△											
		부엽식물이용처리		△											○		△
		조류제거			○										○	○	
		살조제, 제초제 처리			○										○	○	
		생태계 제어		△	△										○		△
		정화용수 도입		○	○		○										
		호수물의 인공순환		△	○	○											
		심수층 폭기		○	△	△					○	○					
		호수수 양수형 순환처리		△		○				○	○						
	호안환경보전	저수층 산소주입		○		△				○	○	○					
		지하수 유입 증가		△	△			○									
호안환경보전	심수층 선택 방류		△					○	△								
	둔치형 호안			○		△									×	×	
	식생호안			○	△										×	×	

○:적용가능성이 큰 기술, △:적용성이 있는 기술, ※: 적용성이 낮은 기술
 주) 아무 표시가 없는 개선기술은 기본요건에 좌우되지 않음




[표 4-6] 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
우회수로 (By-pass)		<ul style="list-style-type: none"> • 유입부하가 큰 하천수를 계외로 배제시킴 	<ul style="list-style-type: none"> • 유입수에 포함되어 있는 모든 오염물질을 제거 	<ul style="list-style-type: none"> • By-pass 수량 및 수질 • 수로의 길이 및 재료 	<ul style="list-style-type: none"> • 매디슨호(미국) • 미시간호(미국) • 워싱턴호(미국) • 테간호(독일)
침강지 (On-line)		<ul style="list-style-type: none"> • 유입수를 하도나 호 유입부에 일시 체류시킴으로써 SS등을 침전·제거 • 보조댐 월류부에서 포기 효과 	<ul style="list-style-type: none"> • COD : 10-20% • SS : 20-60% • T-N : 10-40% • T-P : 20-30% 	<ul style="list-style-type: none"> • 체류시간 • 수표면적 • 수심 	<ul style="list-style-type: none"> • 루루천(독일) •淀川수계(일본) •감돈저수지(한국) •마산저수지(한국)
인공습지		<ul style="list-style-type: none"> • 오염수를 습지를 통과시키면서 접촉, 침전, 여과, 미생물 분해, 식물흡수, 토양흡착 등의 작용에 의한 수질정화 	<ul style="list-style-type: none"> • BOD : 10-40% • SS : 40-60% • T-N : 30-50% • T-P : 40-60% 	<ul style="list-style-type: none"> • 체류시간 • 수심 • 습지시스템 • 식재밀도 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 山王川(일본) • 알카다(미국) • 에버글레이드(미국) • 감돈저수지(한국) • 고흥담수호(한국) • 마산저수지(한국) • 석문담수호(한국)
퇴적물 준 설		<ul style="list-style-type: none"> • 오염된 퇴적물을 준설하여 직접 제거 • 영양염류 등 오염물질용출을 억제하여 호 내부 생산 감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 영양염류 등 오염물질 제거 및 용출 억제는 준설량에 의해 좌우 	<ul style="list-style-type: none"> • 퇴적물 용출율 • 준설방법 • 오염심도 • 준설량 • 준설퇴적물 처리처분방법 	<ul style="list-style-type: none"> • 湖山池(일본) • 신구저수지(한국) • 오월저수지(한국) • 탄도담수호(한국)

[표 4-6] 계 속

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
퇴적물 피복		<ul style="list-style-type: none"> 퇴적물을 모래, 슬래그 등의 재료로 피복함으로써 영양염류 등의 용출 억제 	<ul style="list-style-type: none"> 영양염류의 용출억제 	<ul style="list-style-type: none"> 퇴적물 오염도 퇴적물 용출율 피복두께 피복재 종류 	<ul style="list-style-type: none"> 스톤호(미국) 고자마담수호(일본)
조류제거		<ul style="list-style-type: none"> 호 내에 발생한 조류를 조류제거선 등을 이용하여 수거·처리 	<ul style="list-style-type: none"> 조류 직접 제거 부유물질 제거 	<ul style="list-style-type: none"> 수심 온도, pH 압력 응집제 	<ul style="list-style-type: none"> 露ヶ浦(일본) 대청호(한국) 팔당호(한국)
희석		<ul style="list-style-type: none"> 깨끗한 물을 도입하여 희석에 의한 수질개선 도모 	<ul style="list-style-type: none"> 희석수량에 의해 결정 	<ul style="list-style-type: none"> 희석수량 도수방법 도수로 길이 	<ul style="list-style-type: none"> 그린호 (미국) 淀川, 淑屋川(일본)
전층 공기공급		<ul style="list-style-type: none"> 공기공급에 의해 전수층을 혼합교반하여 표층에 집적하는 조류의 증식과 축적을 억제 	<ul style="list-style-type: none"> 조류의 증식억제 DO공급 	<ul style="list-style-type: none"> 포기공기량 공기양수통형상 토출량 	<ul style="list-style-type: none"> 釜房댐(일본) 室生댐(일본) 相模湖(일본)
표층 공기공급		<ul style="list-style-type: none"> 수온약층을 파괴하지 않고 표층부를 공기공급하여 혼합·교반시켜 표층부의 조류증식, 축적 억제 	<ul style="list-style-type: none"> 조류의 증식억제 DO공급 	<ul style="list-style-type: none"> 포기공기량 포기장치형상 토출량 	<ul style="list-style-type: none"> 시화갈대습지공원(한국)

[표 4-6] 계 속

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
포기분수		<ul style="list-style-type: none"> • 분수장치를 설치하여 수면교란에 의한 조류 증식 억제 	<ul style="list-style-type: none"> • 조류의 증식억제 	<ul style="list-style-type: none"> • 살수수량 • 살수범위 	<ul style="list-style-type: none"> • 靑蓮寺湖(일본)
인공식물섬		<ul style="list-style-type: none"> • 오염된 수체에 수생식물을 식재한 부체를 띄워 식물에 의한 영양염류 직접 흡수와 햇빛차단에 의한 조류발생 억제 	<ul style="list-style-type: none"> • 정 량 적 파 악 곤 란 	<ul style="list-style-type: none"> • 부력 • 부체재질 • 바람, 파고 • 식재식물 	<ul style="list-style-type: none"> • 마산저수지(한국) • 신구저수지(한국) • 팔당호(한국) • 백곡저수지(진천)
자연형 하천정비		<ul style="list-style-type: none"> • 여울과 소, 하천의 사행 등 자연하천이 가진 기능을 복원 	<ul style="list-style-type: none"> • 정 량 적 인 정 화 효 과 의 산 정 은 곤 란 	<ul style="list-style-type: none"> • 수심 • 유속 • 하폭 	<ul style="list-style-type: none"> • 大和川(일본) • 西除川(일본)

4.2 신덕저수지 적용가능 공법 선정

- 저수지로 유입되는 오염부하를 줄이기 위한 유역대책은 점오염원대책과 비점오염원대책으로 분류할 수 있음. 점오염원대책으로는 오염배출시설의 입지를 제한하거나 마을하수도의 방류수 농도규제를 강화하는 등의 행정적인 대책이 있을 수 있음
- 비점오염원에 대한 대책으로는 노면이나 택지 등 토지이용과 관련하여 강우시 대량으로 유출되는 강우유출수 관리대책과 농경배수의 오염부하 저감대책, 물사용량 절약 등 대책이 적용 가능함
- 신덕저수지는 전형적인 농촌지역으로 생활계에 의한 오염부하가 장래 마을하수도로 인해 감소하겠지만 그 방류수와 미처리 생활하수의 지속적인 저수지 유입으로 인해 수질오염도가 높아질 경우가 있어 이에 대한 대책이 필요할 것으로 판단되며, 먼저 해남군 등에서 운영중인 상류대책에 대해 검토하였음
- 신덕저수지 상류유역 점오염원에 대한 해남군의 운영 및 계획된 상류 저감대책은 없는 것으로 조사됨
- 안정적인 신덕저수지의 수질을 지속적으로 유지하기 위해서는 강우유출수에 비해 상대적으로 유량은 많지 않으나 수질오염도가 높은 소유역 I의 미처리 생활하수를 처리하기 위한 마을하수도 또는 하수관거 정비로 유역외 이송 처리를 향후 하수도정비기본계획에 포함할 필요가 있을 것으로 판단됨
- 신덕저수지 유역내에서 발생하는 가축분뇨에 대한 해남군의 처리대책은 없는 것으로 조사됨
- 호내대책은 유역별, 처리대상 순위별로 대책(안)을 수립한 후 수질예측 결과 목표수질을 만족할 수 있을 때까지 검토하였으며, 환경친화적이고 유지관리가 용이한 자연정화공법으로 먼저 유입되는 오염물질을 저감 할 수 있는 공법을 중심으로 검토하고 나서 내부부하를 저감할 수 있는 공법을 적용하였음
- 선정 가능한 수질개선공법은 유입오염부하가 크며, 유역전체에서 대부분을 차지하는 소유역 I에 대해 미처리 생활하수, 강우유출수 등을 동시에 처리할 수 있는 인공습지와 침강지 설치가 필요한 것으로 나타났음
- 또한 여름철 녹조 발생 억제를 위해 교반폭기장치 및 내부생산 저감대책 수립
- 일반적으로 수질개선을 위해 적용 가능한 상류 및 호내대책의 기본방향을 정리하면 다음 표와 같음

[표 4-7] 공법 선정 기본방향

항 목		대 상	개 선
하수 처리	생활하수	• 미처리 생활하수	• 마을하수도 또는 하수관거 정비 건의
	환경기초시설 방류수	• 마을하수도 방류수 유입	• 방류수의 추가처리 -인공습지를 이용한 정화
비점 오염	도시 지역 강우 유출	• 유역개발 가속화 -토양피복도 감소 -불투수지역 증가로 유출량 증가	• 인공습지 및 침강지를 이용한 유입 오염물질 저감
	농촌 지역 강우 유출	• 강우시 저농도·고유량 유출수의 유입	• 농촌지역의 강우유출수에 대한 처리 방안마련 -침강지를 이용한 유입 오염물질 저감
호내	녹 조	• 저수지에 녹조 대발생 -투명도 감소 및 이·취미 발생 등 물의 이용성 저하	• 녹조 발생 억제 및 저감을 위한 대책 수립

5. 기본계획

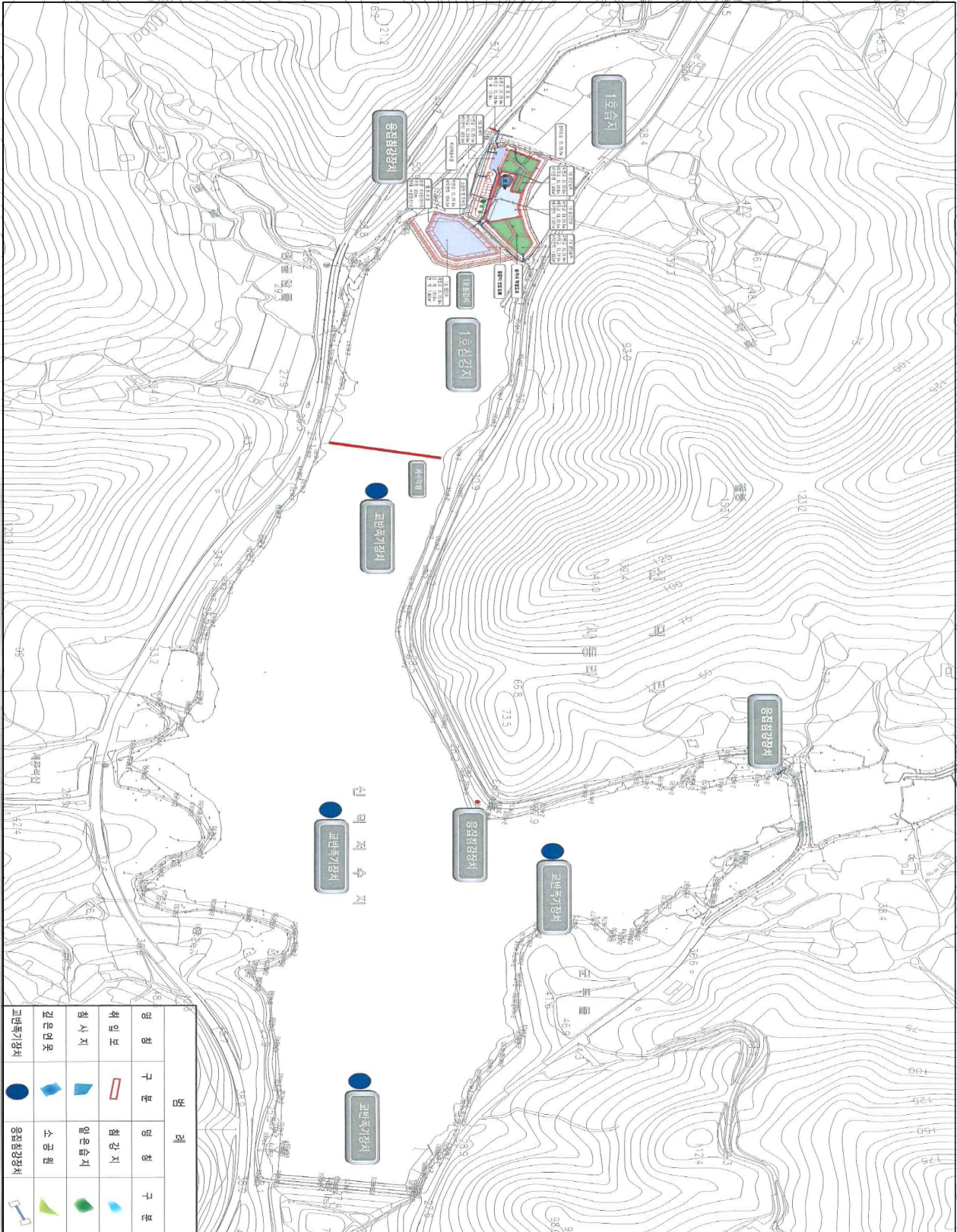
- 향후 해남군에서는 미처리 생활하수에 대한 마을하수도 신설 등의 처리계획 및 강우시 유출 등의 비점오염원에 대한 발생원에서의 저감대책 수립이 필요할 것으로 판단됨
- 호내대책은 유입 오염물질 저감을 위한 인공습지 1개소(지표흐름형), 침강지 1개소를 설치하고 녹조발생 억제를 위해 수처리제 살포장비 설치를 계획하였음

[표 4-8] 신덕지구 기본계획

구분	대안	시설	규모	비고
<input type="checkbox"/> 상류대책(해남군 추진)				
1	관리감독 강화	비점오염 관리	- 강우시 비료, 축분야적 등 비점오염물질 유입발생 ▪ 집단야적장 조성 및 비닐덮개 등 관리감독 강화	해남군
2	하수처리	마을하수도 설치	- 미처리 생활하수 관리를 위한 마을하수도 설치 요구	해남군
<input type="checkbox"/> 호내대책				
1	평시 및 강우 유출수 처리	1호 인공습지	- 소유역 I 처리용(지표흐름형) ▪ 면적 : 11,214m ² (순면적 : 5,684m ²) ▪ 취입보 : 길이 13.0m, 가동보 ※ 갈수시 및 저유량시 비상펌프시설 가동 · 가동시간 : 갈수시(펌프량 : 2,000m ³ /일)	비점오염 물질 처리
2	강우유출수 처리	1호 침강지	- 소유역 I 처리용 ▪ 침강지 유형 : 보조댐형(수면적 : 4,447m ²) 차수막형(길이 : 134.0m)	비점오염 물질 처리
3	내부생산 저감	응집침강	- 소유역 I, IV 처리(2기), 호내대책(1기) ▪ 수처리제 살포를 통한 녹조발생 억제	내부오염 물질 처리
4	내부생산 저감	교반폭기	- 호내 4기	호내교반 및 DO공급



<그림 4-2> 신덕지구 수질개선사업 상류 및 호내대책 위치도



<그림 4-3> 신덕지구 농업용수 수질개선사업 계획평면도 (호내대책)

6. 수질예측

6.1 수질예측 모델 선정

- 저수지의 목표수질을 달성하기 위한 적정 규모의 수처리시설을 정하고 시설별 수질개선효과를 파악하기 위하여 수질예측을 수행함
- 수질예측은 현재 농어촌공사에서 개발한 농업용 저수지의 수질예측 모형인 ARSIM(Agricultural Reservoir Simulation Model)을 이용하였음

6.1.1 ARSIM 모형의 개요

- ARSIM은 완전혼합모델로 농업용 저수지에 적용 가능한 모델로서 모형의 기본 가정 및 조건은 다음과 같음
 - 저수지를 완전혼합반응조로 가정하여 저수지에 유입된 물질은 균일한 농도로 분포
 - 식물성플랑크톤 이상의 상위 생물상에 대한 영향은 고려하지 않음
 - 물질의 물리, 화학, 생물학적 변화는 1차 반응으로 해석
 - 겨울철 결빙으로 인한 영향은 고려하지 않음
 - 입력자료 중 수문자료는 일별평균치로 입력하며 하루 중 발생하는 수질변화는 일중 평균치로 함
 - 저수지로 유입되는 유량 및 부하량은 실측자료 또는 별도의 유역모델을 이용하여 모의한 결과를 사용
- ARSIM 모형은 Visual BASIC을 이용하여 개발되었으며, 미분식은 Runge Kutta 4차 방법으로 계산함

6.1.2 ARSIM 모형 반응식

1 물수지 방정식

- 저수지 물수지는 유입·유출량을 주어진 시간 단위별로 저수량 또는 저수지 수위를 추적하기 위하여 사용하는데, 이는 연속방정식에 의해 식(1)과 같이 표시될 수 있으나, 실제 저수지에서 방류량을 산정하는 어려움이 있음
- 따라서, 물수지 방정식을 식(2)와 같이 총 방류량만을 이용하여 수정함

$$V_t = V_{t-1} + In_t + P_t - E_t - (O_t + Irr_t + Ots_t + L_t) \quad (1)$$

$$V_t = V_{t-1} + In_t + P_t - E_t - Out_t \quad (2)$$

- 여기서, V_t , V_{t-1} = t, t-1일의 저수량, In_t = 유역으로부터 유입량, P_t = 저수지 강우량, E_t = 저수지 증발량, O_t = 저수지 무효방류량, Irr_t = 농업용수 이용량, Ots_t = 기타 용수 이용량, L_t = 기타 손실량, Out_t = 총방류량임
- 한편, 저수율변화를 모니터링하고 있는 저수지의 경우는 식(2)를 수정하여 식(3)과 같이 저수율변화를 이용하여 총방류량을 산정할 수 있음

$$\begin{aligned} Out_t &= (V_{t-1} - V_t) + In_t + P_t - E_t \\ &= V(R_{t-1} - R_t) + In_t + P_t - E_t \end{aligned} \quad (3)$$

- 여기서, R_{t-1} , R_t = t-1, t일의 저수율(%), V = 저수지 내용적(m^3)임
- 또한, 입력된 저수지 유입량보다 실제 더 많은 양이 저수지로 유입되어 저수지의 저수율이 증가하는 경우 입력된 저수지 유입량에 음수인 총방류량을 빼줌으로써 새로운 저수지 유입량을 생성하고 총방류량을 0으로 설정하는 방법은 식(4)와 같음

$$\begin{aligned} newIn_t &= oldIn_t - oldOut_t \\ newOut_t &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

2 물질수지 방정식

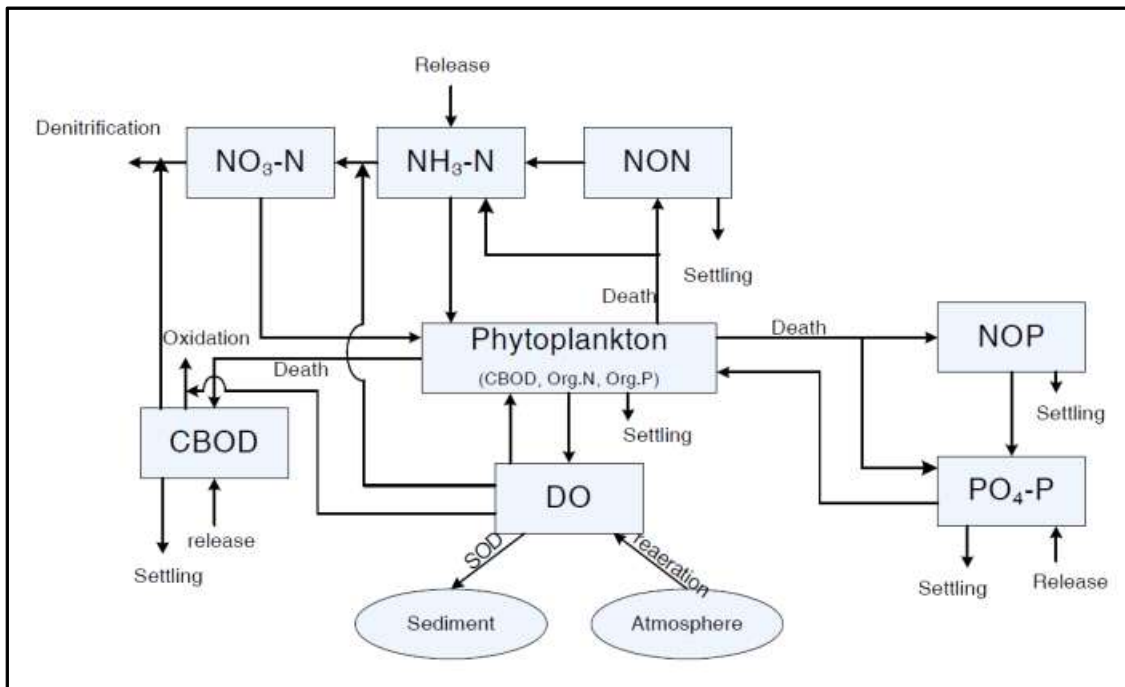
- 모델에 적용되는 기본 물질수지 방정식은 식(5)와 같으며, 첫 번째 항은 외부로부터 유입되는 부하량을 표시하고, 하천으로부터 유입, 강우로부터 유입 등이 포함됨
- 첨자 m 은 외부 유입부하량의 종류이며, 두 번째 항은 저수지내에서 물질의 증가 및 감소를 나타내는 것으로 증식, 사멸, 침강, 퇴적층으로부터 용출 등이 고려됨
- 첨자 n 은 모델 내에서 물질의 반응식 종류임

$$V_i \frac{dC_i}{dt} = \sum_m W_{im} + \sum_n S_{in} \quad (5)$$

- 여기서 V_i = 저수지 체적(m^3), C_i = 저수지의 평균물질농도(mg/L), W_{im} = 외부로부터 저수지로 유입되는 부하량(g/d), S_{in} = 저수지에서 물질의 증감 속도 ($1/d$)임

3 수질 반응식

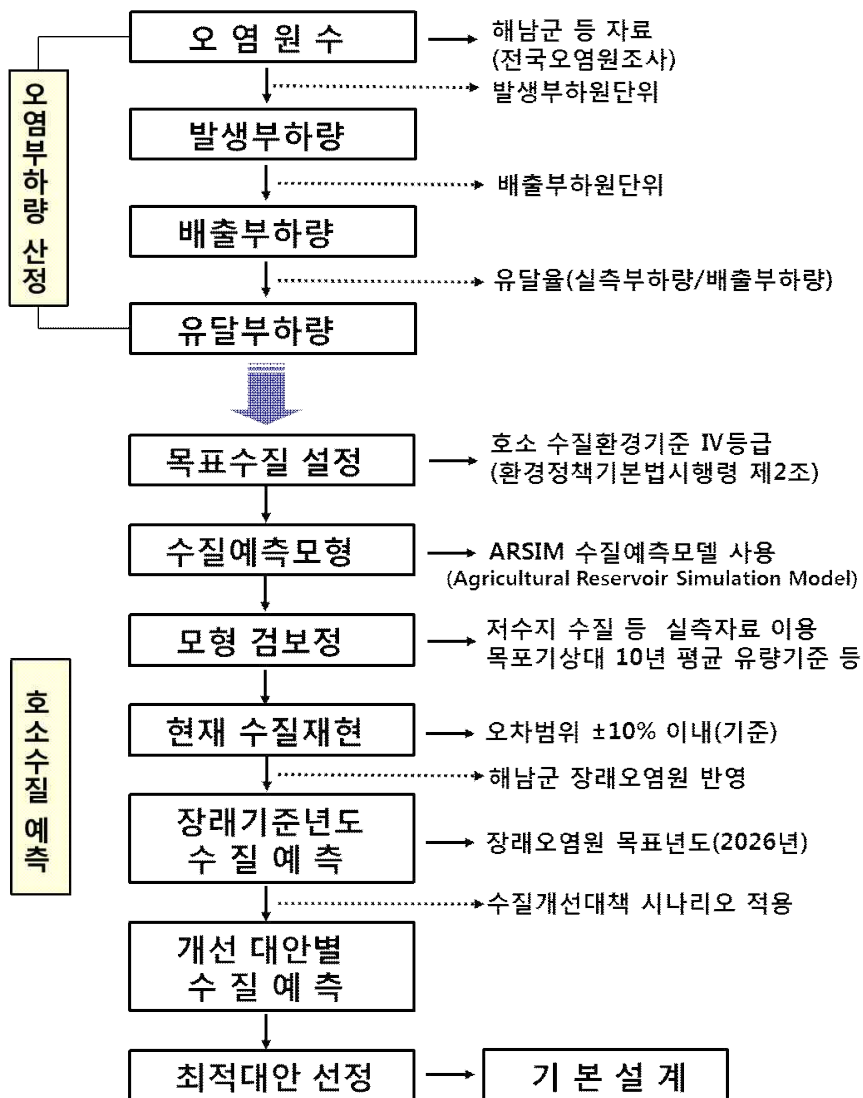
- 저수지내 수질은 유입 및 유출 이외에 침강과 용출, 유기염류의 무기화, 식물성 플랑크톤의 증식과 사멸 등의 작용에 의하여 변화됨
- 적용한 수질항목간의 상호관계는 아래 그림과 같으며, 대부분의 반응식은 WASP의 반응식을 이용하고 일부는 수정하거나 추가하여 반응식을 적용함



<그림 4-4> 수질항목간의 상호관계

6.2 수질예측 절차

- 저수지의 수질개선을 위한 수질개선대책의 검토순서는 일반적으로 <그림 4-5>와 같은 순서를 따르고 있음
- 목표수질 달성을 위한 수질개선대책 시나리오는 대체로 상류대책을 먼저 검토하고, 상류대책에 대해 수질예측 결과 목표수질을 만족하지 못할 경우에 호내대책을 추가 검토함
- 호내대책은 환경친화적이고 유지관리가 용이한 자연정화공법을 우선 검토하였으며, 수질예측 결과 목표수질을 만족할 때까지 검토하였음



<그림 4-5> 수질예측의 절차

6.3 수질개선공법의 수질정화 효율

- 수질정화 수처리 효율은 장래 수질예측시 매우 중요한 인자이므로 국내외에서 연구 등을 통해 보고되는 사례를 적용하였음

[표 4-9] 장래 수질예측시 적용한 수처리시설의 수질정화 효율

대책종류	적용방법	적용효율(%)		
		BOD	T-N	T-P
인공습지 (지표흐름형)	수계오염총량관리기술지침, 국립환경과학원 자료 인용 ※ 강우시에만 가동 적용	53	37	60
침강지 (보조댐형)	농업용저수지 수질개선사업 조사·설계편람, 농림축산식품부 자료 인용, ()내는 강우시 효율	5* (50*)	32 (44)	23 (43)
응집침강 (인 불용화장치)	KRC 수질보전대책 고도화시범사업 결과 자료 인용	23*	-	61

※ *는 COD 결과임

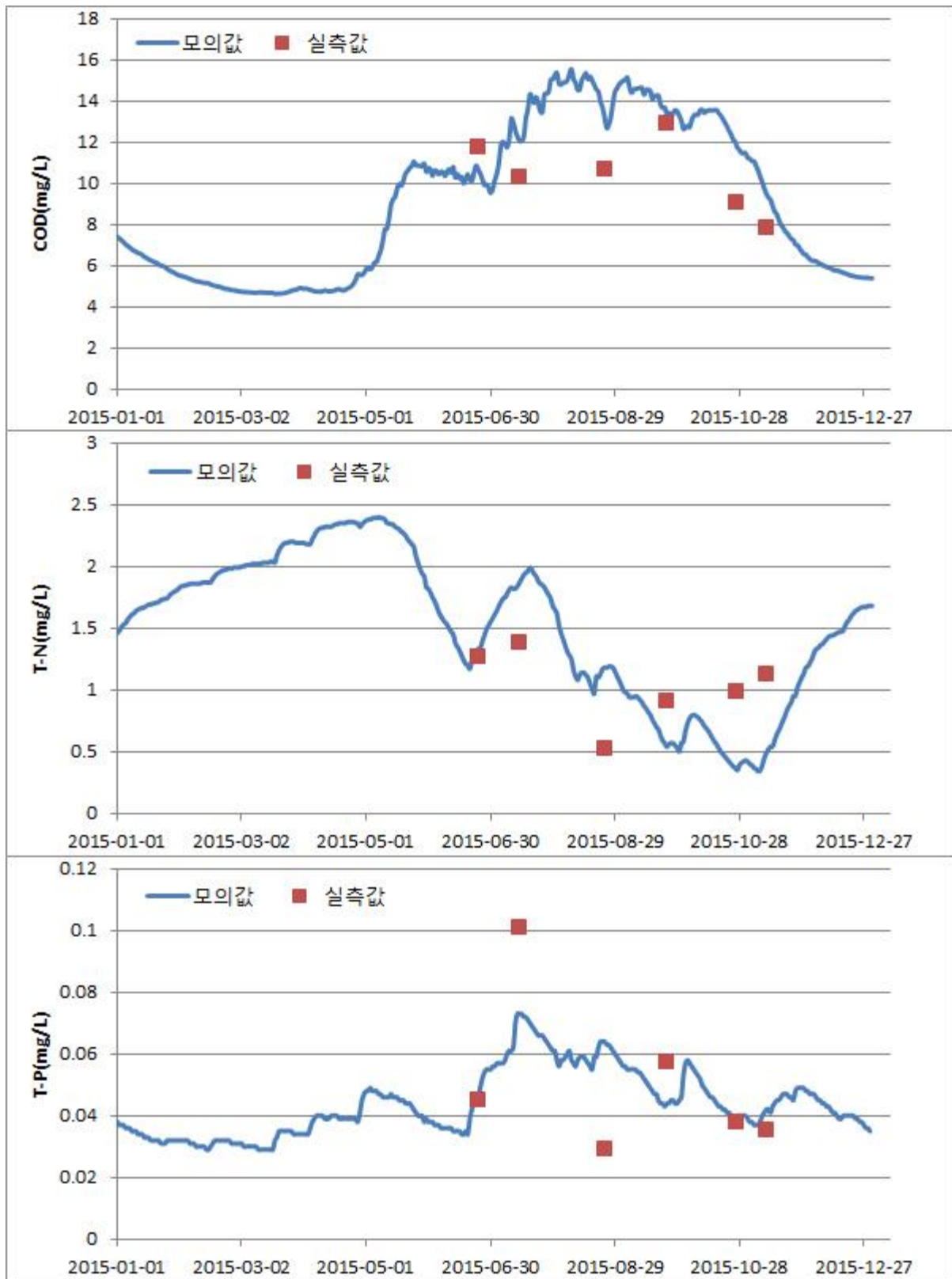
6.4 현재수질 재현[모형보정]

- 현재를 기준으로 유입하천 수질과 유달오염부하량, 강우유출량, 모델 변수 등을 고려하여 저수지 전체의 수질을 예측한 결과 값을 현재 저수지 전체의 실측값과 일치시키는 단계로 장래 오염원 변화와 유달오염부하량 삭감량 등을 토대로 장래 수질에 대해 수질개선 대안별로 수질을 예측하였음
- 모델을 보정한 결과, 예측치와 실측치의 평균적인 상대오차는 COD 10.2%, T-N 14.1%, T-P 9.7%로서 “수계오염총량관리기술지침”에서 실측수질에 대한 모의치의 허용오차범위 20% 이내에 해당하므로 장래 수질예측은 보정된 모형의 입력자료를 이용하여 적용하여도 무리가 없을 것으로 판단됨

[표 4-10] 수질모형의 예측값과 실측값의 상대오차

(단위 : mg/L)

구 분		COD	T-N	T-P
수 질	실측치	10.1	1.297	0.048
	예측치	9.1	1.150	0.044
평균 상대오차(%)		10.2	14.1	9.7



<그림 4-6> 수질예측모형 보정 결과

6.5 수질예측 결과

- 설계조건과 처리효율 등을 적용하여 수질개선효과를 예측하였으며, 예측은 수리수문에서 분석된 유출량 자료와 수질조사 결과를 이용하였음
- 장래 오염원 증감을 반영한 결과, 2026년 장래의 연평균 COD는 12.1mg/L, TOC는 6.2mg/L, T-N 1.38mg/L, T-P 0.115mg/L로 목표수질을 만족하지 못하였으며, 5개년 신타저수지의 연평균 COD 9.7mg/L, TOC 5.0mg/L, T-N 1.422mg/L, T-P 0.098mg/L보다는 COD가 약 24.7%, T-P는 약 17.3% 악화되고, T-N은 약 3.0%가 개선되는 것으로 예측되었음
- 호내대책이 모두 계획대로 완료되는 시기에는 유기오염물질 기준항목인 연평균 COD가 7.4mg/L, TOC는 3.7mg/L, 영양염류인 총질소(T-N)는 0.99mg/L, 총인(T-P)는 0.05mg/L로 목표수질을 달성하였음

[표 4-11] 수질예측 결과

(단위 : mg/L)

구 분	5개년 평균	예측수질		목표수질	비 고
		'26년 장래(미대책시)	호내대책시		
COD	9.7	12.1	7.4	8.0이하	
TOC	5.0	6.2	3.7	6.0이하	
T-N	1.422	1.38	0.99	1.0이하	
T-P	0.098	0.115	0.050	0.1이하	

※ 5개년 평균수질('10~'14)은 농업용수 수질측정망 조사결과임

기 본 설 계

1. 인공습지 조성계획
2. 침강지 조성계획
3. 기타 수질개선 적용계획
4. 시설운영 및 유지관리 방안
5. 사업비 및 사업효과

V. 기본설계

1. 인공습지 조성계획

1.1 인공습지 설계개념

1.1.1 인공습지 정의

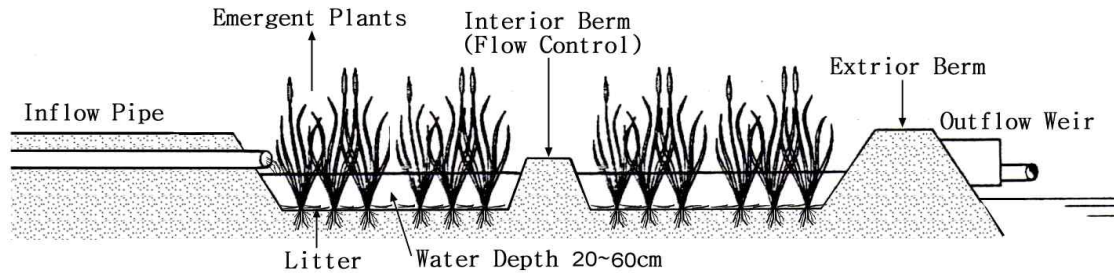
- 인공습지(constructed wetland)는 인간의 요구와 필요성에 의해 자연습지의 형태 및 기능을 모방하여 설계, 시공, 운영되는 인위적 습지로서 자연습지가 가지고 있는 정화능력을 향상시켜 수질정화 목적으로 이용하는 습지를 말함
- 인공습지는 인위적으로 바닥의 기질과 경사를 조정하고 수리학적 현상을 제어할 수 있고 수생식물과 다른 요소들을 관리할 수 있기 때문에 동일한 면적의 자연습지에 비하여 훨씬 효과적으로 정화기능을 수행할 수 있음
- 인공습지는 다양한 오염부하에 대한 적응능력이 높고, 에너지의 필요성이 낮아 유지관리가 용이하여 경제적이라는 측면외에 경관과 친수공간의 가치를 가질 수 있어 자연친화적이라는 측면에서 관심을 받고 있음

1.1.2 인공습지 종류

- 수질정화 인공습지는 지표흐름형(Surface Flow System), 지하흐름형(Subsurface Flow System), 지표-지하흐름 조합형(Surface - Subsurface Flow System)으로 크게 분류하며 오염물 부하량에 따라 2~3개 습지를 직렬 또는 병렬로 구성함

1 지표흐름형 인공습지

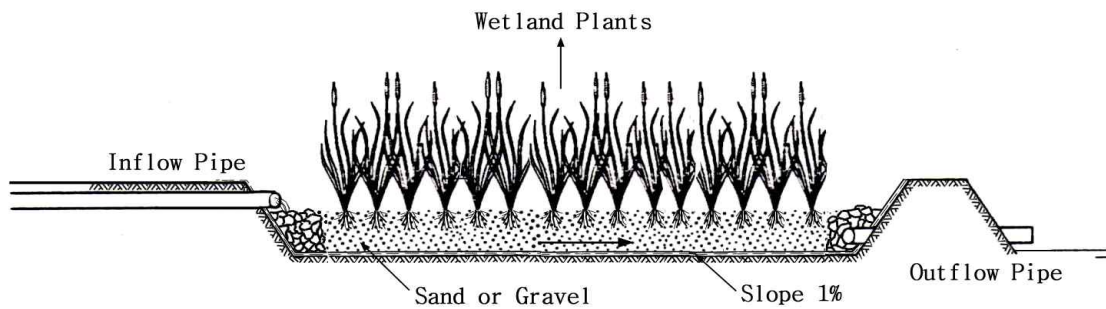
- 지표흐름형 인공습지는 유입수의 대부분을 토양 표층 위로 흐르게 하여 물리·화학·생물학적 처리를 유도하는 방식이며, 정수식물이 자라는 수심 0.4m 정도의 식재구간(Closed Water)과 수심이 다소 깊어 정수식물이 자라지 않는 수심 1.8m 정도의 개방구간(Open Water)으로 설계함



<그림 5-1> 지표흐름형 인공습지

2 지하흐름형 인공습지

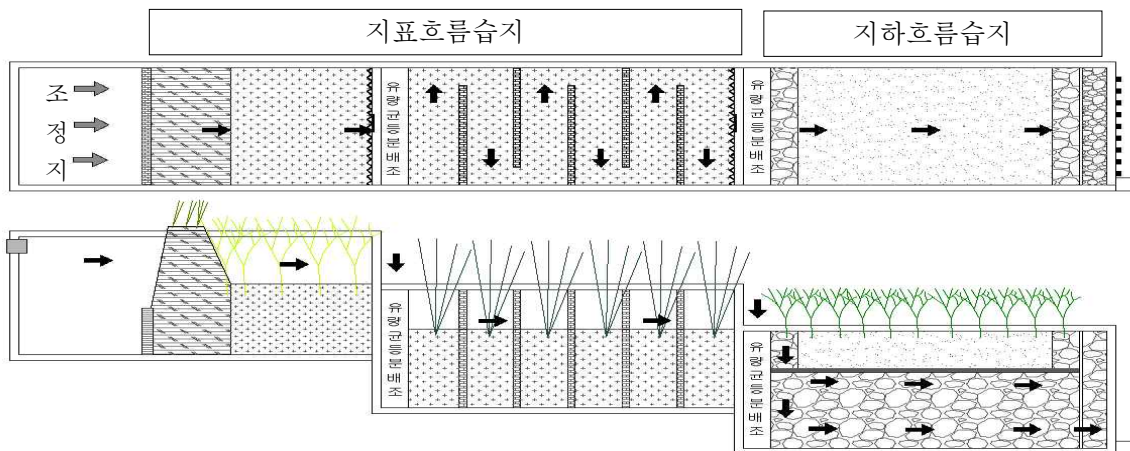
- 지하흐름형 습지는 원지반을 굴착하고 입자가 큰 토양 또는 자갈 등의 여재를 채운 습지를 말함. 수위는 여재층 상단보다 낮게 유지하며, 식물은 여재 사이로 뿌리를 뻗으며 자라는 형태가 됨. 이론적으로는 유입수가 전부 하부층으로 흘러들어 표면에는 흐름을 볼 수 없는 시스템으로 습지위로 사람의 접근이 가능하며, 모기 등 병해충 피해가 적으며 여재의 두께는 보통 0.3 ~ 0.6m임. 하부층은 여러 가지 크기의 자갈, 쇄석, 또는 입자가 큰 토양으로 이루어지며, 식물식재층에는 모래를 적용함



<그림 5-2> 지하흐름형 인공습지

3 지표-지하흐름 조합형 인공습지

- 지표-지하흐름 조합형 인공습지는 지표흐름습지와 지하흐름습지를 직렬로 배치하고 침사지를 전처리시설로 도입하며, 침사지는 유량의 균등분배와 유입수 중의 입자상 고형물을 1차 제거하기 위해 설치함. 또한, 지표흐름습지를 통해 식물체에 흡수와 혐기성 탈질 및 호기성 산화가 이루어지고 지하흐름습지를 통해 탈질화를 유도하도록 설계되어짐



<그림 5-3> 지표-지하흐름 조합형 인공습지

1.1.3 인공습지 특징

1 구성요소

[1] 식물

- 인공습지는 미나리, 줄, 부들류, 갈대, 창포, 고랭이류나 사초류 등을 이용할 수 있으며 수질정화 기능 향상과 생물의 서식공간 창출을 위해 식재식물은 유지관리 등을 고려하여 다양한 식물종으로 구성된 혼합식재 형태보다는 단일종 형태로 도입하는 것이 좋음

[2] 토양

- 대상지역 토양의 물리적·화학적 성질 조사는 토성, 입경, 투수계수, 토양단면, 토양수분, 유기물함량, 총질소, 총인, 기타 유해성분 등을 포함함. 토양은 큰 잔재물이 없는 것이 좋으며, 식물성장에 적합한 pH, EC, T-N, T-P, 유기물함량을 갖춘 사양토가 적당함

[3] 수문

- 습지 설계에 관련된 수문학적 요소 중 가장 중요한 것은 설계유량 결정을 위한 유역유출량 산정으로 유출에 영향을 미치는 모든 요소들을 고려하여 습지의 수문 거동을 파악하고, 습지의 설계용량과 체류시간, 수심, 면적 등의 산정에 활용함

2 특징

- 수면이 기질의 상부에 있으므로 외형은 자연적인 습지와 비슷한 형태를 보여 동·식물의 천연서식지를 제공해 줄 수 있으며, 수질개선 외에 미관향상을 가져올 수 있음
- 인공습지의 지표와 근접한 수면은 호기 상태이며, 하부의 수층과 기질은 혐기 상태에 있어 유기물질과 영양염류를 처리함

[표 5-1] 인공습지 장단점

구분	장 점	단 점
지표 흐름 형	<ul style="list-style-type: none"> • 건설비 및 유지관리비용이 적음 • 중금속, 병원성 미생물의 저감 • 영양염류의 제거효과가 높음 • 홍수 경감 효과 • 생태계 다양성 향상 및 야생 동식물 서식처 제공 • 경관향상 및 녹지 공간 확충 • 오염부하 변동에 적응성 높음 • 하천하류의 수질개선 	<ul style="list-style-type: none"> • 가을철/동절기 오염물질 재용출 우려 • 다양한 유량조건에서 식생유지 곤란 • 다른 저감시설과 비교하여 부지요구도가 큼 • 장기간 운영시 기능 저하 우려 • 모기 등 해충발생 우려
지하 흐름 형	<ul style="list-style-type: none"> • 유입수가 전부 하부층으로 흘러들어 표면에는 흐름을 볼 수 없는 시스템으로 습지위로 사람의 접근이 가능하며, 모기 등 병해충 피해가 적음 	<ul style="list-style-type: none"> • 지표습지보다 필요면적이 적으나 여재를 조달하고, 소정의 장소에 설치하기 위한 비용이 비교적 비싸기 때문에 지하습지의 장점이 상쇄되는 경우도 있음
조합 형	<ul style="list-style-type: none"> • 지표흐름과 지하흐름 습지의 장점을 조합하여 수처리효율을 높일 수 있도록 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 지하흐름습지에서는 여재의 막힘현상이 발생할 수 있으므로 침사지 및 역세척 장치가 있으면 좋음

3 수질정화 원리

- 인공습지의 수질정화 효과로는 SS 침전, BOD, 질소와 인 제거, 중금속 제거 등이 규명되어 왔으며, SS는 주로 침전에 의해, BOD는 미생물과 유기물의 생물학적 대사(Metabolism)에 의해, 질소는 대부분 질산화(Nitrification)와 탈질(Denitrification)현상에 의해 제거됨
- 질산화는 수중의 호기성 미생물에 의해서 일어나는데 질산화물(Nitrate)은 습지 바닥의 침전물이나 토양으로 확산되어 혐기성 상태에서 탈질소화가 발생함. 호기성 미생물의 작용으로 유기물이 분해되면서 나오는 질소와 인은 조류(Algae)

가 성장하면서 섭취하여 제거되고 성장한 조류는 일정기간이 지나면 죽어서 습지바닥으로 침전됨

- 또한, 습지에서 중금속은 침전되어 식물과 토양에 의한 흡수에 의해 제거되며, 다음 표는 인공습지의 수질정화기작을 오염물의 종류에 따라 정리한 것임

[표 5-2] 인공습지 수질정화 기작

구 분	오 염 물	제 거 기 작
항 목	SS	침전
	BOD	침전, 생물화학적 반응, 분해, 여과
	N	암모니화, 질산화, 탈질화
	P	침강, 흡착
	중금속	흡착
	병원균	소멸

[표 5-3] 인공습지에 의한 T-N의 제거율에 관한 사례

유입수 (mg/L)	유출수 (mg/L)	수리부하율 (cm/day)	제거율 (%)	체류기간(일) (수심0.6m시)
2.72	1.68	8.14	38.2	7
2.71	1.21	1.44	55.4	42
2.71	1.53	1.53	43.5	39

* North American Treatment Wetland Database, 1993, USEPA
 사례지구 : The Des Plains River Wetland Project, Illinois, USA

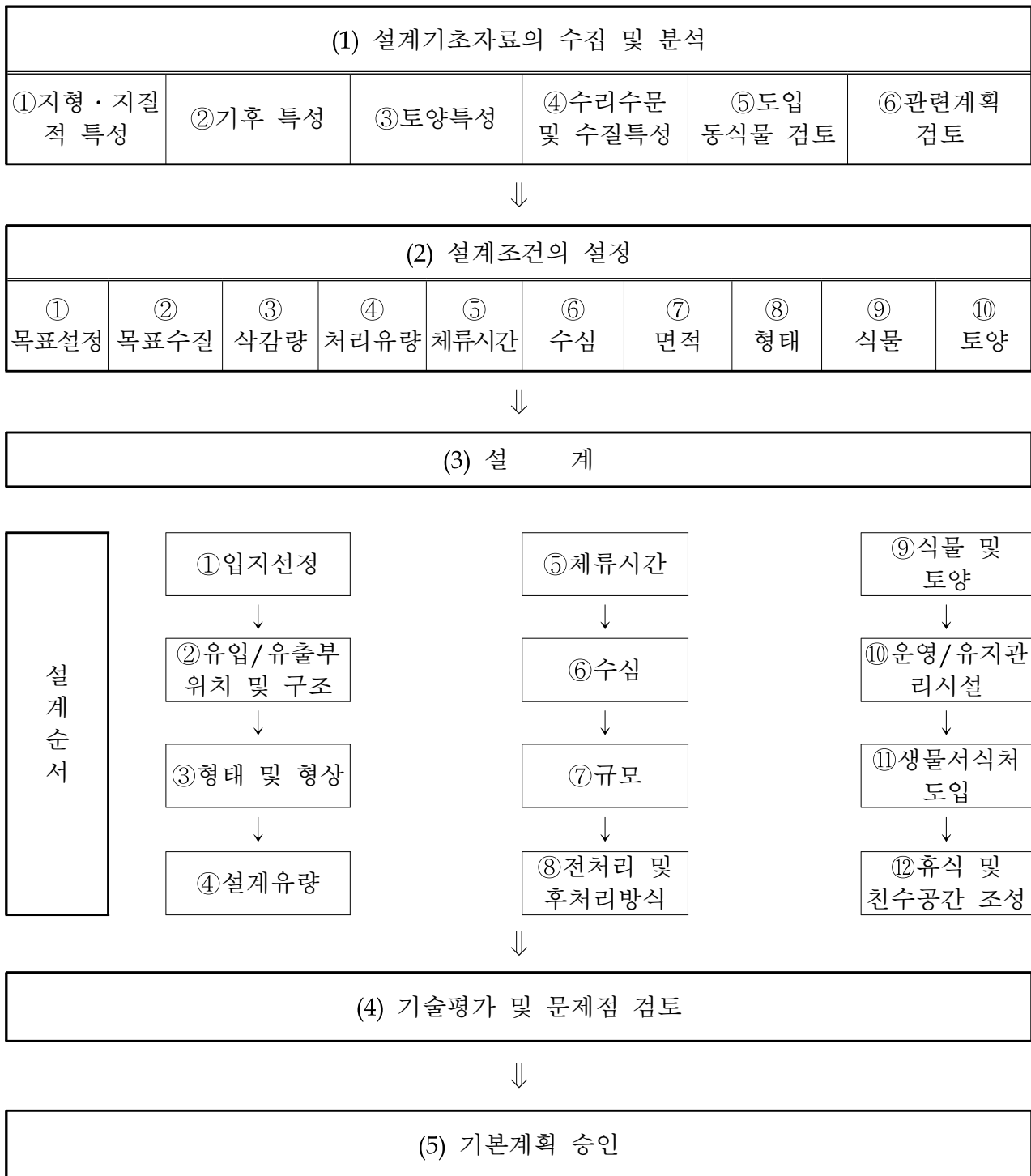
[표 5-4] 인공습지에 의한 T-P의 제거율에 관한 사례

Site	수리부하율 (cm/day)	운영기간 (years)	유입수농도 (mg/L)	유출수농도 (mg/L)	제거율 (%)	체류기간(일) (수심0.6m시)
Des Plains, IL	4.77	6	0.10	0.02	80.0	12
Tarrant County, TX	9.44	2	0.29	0.16	44.8	6
Iron Bridge, FL	2.69	7	0.43	0.10	76.7	22
Listowel, Ontario	2.41	4	1.91	0.72	62.3	25

주) Robert K. Kadlec and Robert L. Knight, 1996, Treatment Wetlands

1.1.4 인공습지 주요설계인자

- 인공습지의 설계는 기초자료 수집 및 분석, 설계조건 설정, 기본설계, 기술평가 및 문제점 검토, 기본계획 승인 등의 순서에 따라 이루어지며, 본 절에서는 설계순서에 따라 주요 기본사항을 기술하였음



1 지형 및 입지특성 조사

(1) 지형여건

- 지형적 특성은 강우시 토사유입, 유달시간 등 강우유출특성에 영향을 주므로 인공습지 대상지역과 인공습지와 관련되는 소유역을 대상으로 조사함
 - 구역의 크기, 구역의 형상과 형태 등을 조사
- 인공습지 조성에 적합한 지형은 습지를 둘러싸고 경사가 급한 사면이 있는 곳은 가급적 피하는 것이 좋음
- 공사비를 절감하고 주위 경관과 어울리기 위해서는 절·성토작업이 최소화 될 수 있는 지역을 부지로 선정해야 함
 - 특히, 신덕저수지 상류에는 한국농어촌공사 해남·완도지사 소유의 홍수면 부지나 용지확보가 가능한 유지, 답이 분포하고 있으며, 일부는 지역민이 임대경작하고 있는 지역으로 시설계획 및 시행 시 임대경작자와 충분한 사업설명 및 협의가 선행되어야 할 것으로 판단됨

(2) 입지특성

- 인공습지는 건설비용이 적게 들고, 유지관리가 용이하고, 홍수 및 갈수기 피해가 적고, 생태계에 미치는 영향이 적은 위치를 선정
 - 처리대상 수원과 가까운 지역
 - 용지매수 비용을 최소화할 수 있는 하천부지, 유희지, 홍수부지 등 활용
 - 용지매수가 필요한 경우 습지의 형태변경 등을 통해 면적 최소화 방안 강구
 - 자연유하가 가능한 위치를 선정하고 양수가 필요한 경우 전기료 및 펌프관리 등 유지관리비용 최소화 방안 강구
 - 수질정화와 수생식물에 적합한 토양조건을 가지고 있는 지역
 - 갈수기 수량확보의 어려움이 없고 홍수 피해가 적은 지역
 - 건설 및 사후 유지관리를 위한 장비접근 가능 지역(각종 차량의 접근 가능)
 - 천연기념물 및 멸종위기종이 서식하지 않고 역사적인 유물이 없는 지역
 - 인공습지 운영에 필요한 적정 체류시간을 충족시킬 수 있는 면적과 향후 다목적이용을 위한 여유공간을 확보할 수 있는 곳
 - 주변 생태계와 연계가능한 지역으로서 주변경관과 조화를 이룰 수 있는 지역

2 기상조사 및 강우량 산정

(1) 기상조사

- 기상은 수리수문학적 거동과 함께 동식물의 분포와 식물의 발달, 천이 등에 영향을 미칠 뿐만 아니라 도입될 시설물, 이용하는 인간의 행태에도 큰 영향을 미치는 인자임
- 인공습지 조성에서 기상을 고려해야 하는 것은 식재기법과 관련되며 온도는 식물의 발아, 성장, 개화, 결실 등에 영향을 주고, 태양빛은 식물형상, 생장의 정도와 개화시기, 잎의 형태와 내부구조, 광합성 작용, 증산 작용 등에 영향을 줌. 그리고 강수량은 식물의 분포, 습지의 형성 등을 결정짓기도 함
- 기상조사를 통해 수리·수문분석을 위한 자료와 인공습지 식물선정에 필요한 자료로 활용함

(2) 강우량 산정

- 인공습지 설계유량을 결정하기 위해서는 유역으로부터의 유출량을 계산해야 하며, 강우는 일반적으로 적게는 10mm미만부터 많게는 100mm이상까지 다양하기 때문에 지역의 여건, 경제성 등을 고려해 종합적으로 결정해야 함
- 인공습지 설계시 강우량은 대상지역에 인접하여 위치한 기상관측소를 대상으로 10년 이상의 강우자료를 이용하여 산정하며 장기유출모형을 이용하여 설계유량을 결정하게 됨
- 본 지구에서는 2005~2014년(10개년) 동안의 목포관측소 자료를 설계에 이용함

3 설계유량 산정

- 하천이나 유역의 수자원을 보다 합리적으로 이용하고 관리하기 위해서는 시간적, 공간적으로 유출량을 정확히 추정할 수 있어야 하며, 유역의 유입량은 총 강수량 중에서 유역 내에서 차단, 저류되어 증발산 되거나 침투량 등의 손실을 제외한 유출량임. 유역의 유출량 산정은 실측에 의한 자료를 이용하는 것이 이상적이나 농어촌의 소규모 유역은 실측자료가 거의 없고, 개발계획의 한시성으로 분석에 충분한 실측자료를 얻는 것이 곤란함

- 인공습지 설계유량은 인접한 기상관측소의 강우량 30mm 미만 평균유출량을 기준으로 산정하여 결정됨. 다만, 목표하는 수질을 만족하지 못하는 경우에는 수질모델링을 통하여 목표수질이 가능한 유입유량을 산정하여 이를 설계유량으로 결정할 수 있음
- 설계유량 산정방법은 90% 강우사상법, 13mm 강우법, DIROM 모형에 의한 평균유출량 산정법 등이 사용되며 각각의 특징은 다음과 같음

[1] 90% 강우사상법

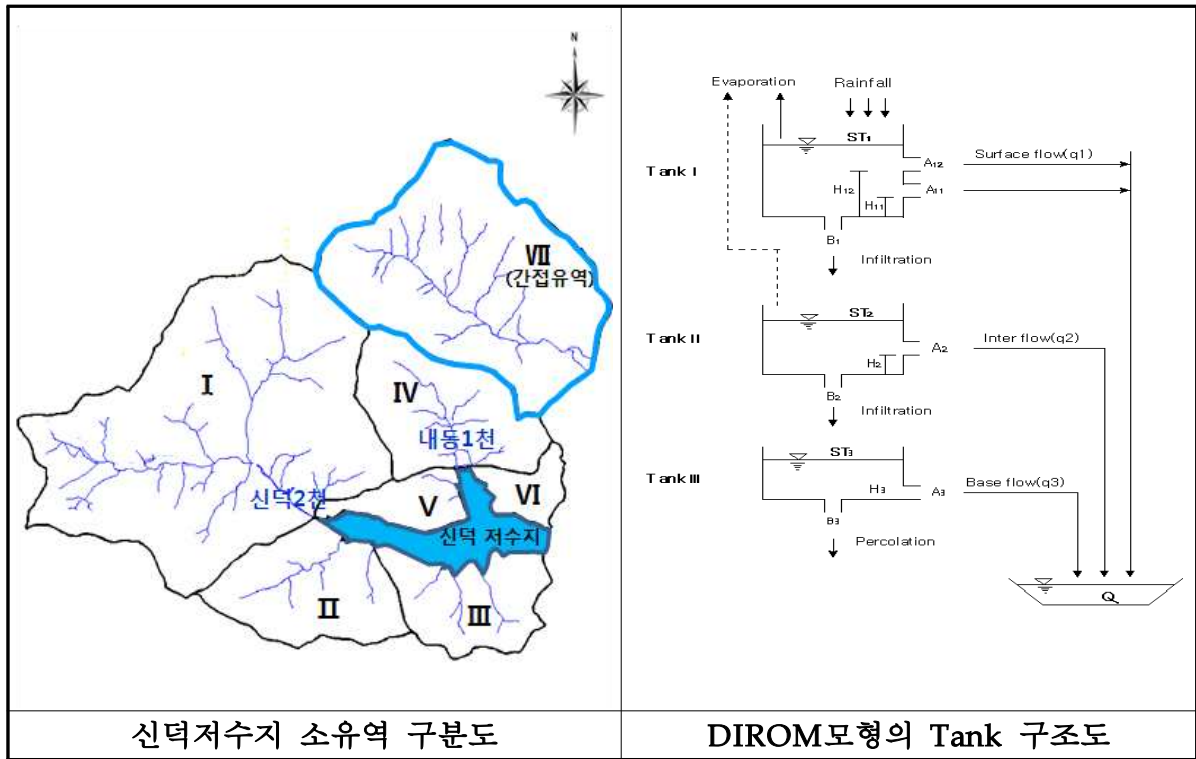
- 년 평균 강우유출량의 90%를 차집하기 위해 필요한 저장공간을 확보하는 방법으로, 외국의 하수처리 방류수 처리를 위한 인공습지 규모결정에 사용하고 있음. 또한, 유입유량이 일정한 경우에 적용되고 있으나 유입유량 변동이 많은 하천수를 처리하는 경우 및 국내 적용사례는 없음

[2] 13mm 강우법

- 강우에 의해 이동되는 오염물질 대부분은 초기유출(first flush)에 의해 이동한다고 보는 것으로 유역의 형상, 투수성 등 특성이 고려되어 있지 않아 지역별 편차가 있음

[3] DIROM 모형에 의한 평균유출량

- 우리나라 유역별 강우시 장기유출량 추정에 주로 이용되며, 유역의 특성이 고려되어 있고 강우량 30mm 미만의 평균 유출량은 90% 강우사상법에 의한 값과 비슷한 결과를 보이고 있음
- DIROM 모형은 장기유출량을 산정하는 대표적인 모형으로 3개 탱크를 직렬로 연결하여 1단 탱크의 유출공수는 2~3개, 나머지 탱크의 유출공 및 침투공의 수는 각각 한 개씩으로 구성된 모형임. 또한, 강우량으로부터 일별 유출량을 얻을 수 있고 입력 자료수가 적어 사용이 쉬운 장점이 있음
- 다음 그림은 DIROM 모형의 개념도로서 1단 탱크는 유출성분 중 지표유출을 개념화한 것이고 2단 및 3단은 각각 중간유출 및 기저유출을 개념화한 것임. 1단 탱크의 유출공수를 2개로 한 것은 홍수유출시 오차를 1개일 때보다 감소시키기 위한 것이며, 3단 탱크의 유출공 높이를 "0"으로 한 것은 강우가 없을 경우의 초기 기저유출량을 표현하기 위한 것임. 또한, 저류수심 ST가 항상 유출공의 높이보다 커야하기 때문에 대유역에서 4개의 탱크를 사용할 때 보다 매개변수의 수는 통상 19개에서 13개로 감소하게 됨



<그림 5-4> 소유역구분도 및 DIROM모형 구조도

- DIROM 모형에 의한 유출량은 일별 강우량으로부터 다음 식에 의하여 계산함

$$Q_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (ST_{i,t} - H_{ij}) A_{ij}$$

- 여기서, $Q_{ij} = t$ 일의 총유출량(mm), $i =$ 탱크의 수, $j =$ 탱크의 유출공수, $ST_i = i$ 탱크의 저류수심(mm), $H_{ij} = i$ 탱크의 j 번째 유출공의 높이(mm), $A_{ij} =$ 유출공의 단면적(무차원). 또한 저류수심 ST 는 단위시간 t 에 따라 다음 식과 같이 계산함

$$ST_{i,t} = ST_{i,t-1} + Rt - Et - I_{i,t} - Q_{i,t-1}$$

- 여기서, $ST_{i,t-1} = t-1$ 일의 i 번째 탱크의 수심(mm), $Rt = t$ 일의 강우량 (mm), $Et =$ 증발량(mm), $Q_{i,t-1} = i$ 번째 탱크의 $t-1$ 일의 유출량. 증발량 $I_{i,t}$ 는 다음 식과 같이 계산함

$$I_{i,t} = ST_{i,t} * B_i$$

- 여기서 $B_i = i$ 번째 탱크의 침투공 단면적(무차원)

[4] 설계유량 결정

- 본 지구의 설계유량은 DIROM 모형에 의한 평균유출량으로 강우량 일30mm 이하 유출량의 평균값으로 설정하여 수질모델링 실시하여 목표수질을 만족함. 결정된 유입량은 침사지, 얇은습지, 깊은연못, 얇은습지 등을 경유하여 배출연못에서 침강지외로 최종 방류하도록 설계함
- 본 지구는 DIROM 모형을 적용하여 장기유출량을 산정하였으며 다음 표에 유역별 유출량 산정결과를 기술하였음

[표 5-5] 인공습지 유역별 유출량 산정결과(DIROM)

유역 구분	유역 면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량(천m ³ /년)				일평균 유입량(m ³ /일)			비 고
			총유입	일30mm 미만	일30mm 이상		총 유입	일30mm 미만 유출시	일30mm 초과 유출시	
				유입량	재현 일수	유입량				
I	399.6	61.8	2,915.0	2,076.0	11	838.2	7,985.2	5,871.6	74,870.0	
II	94.3	62.3	694.5	453.8	11	240.7	1,902.7	1,283.3	21,595.9	
III	71.0	67.4	565.4	361.5	11	203.9	1,549.0	1,022.0	18,325.3	
IV	101.7	69.0	827.8	541.8	11	286.0	2,268.0	1,531.9	25,675.6	
V	30.0	59.9	212.2	127.5	11	84.7	581.4	360.5	7,629.1	
VI	23.0	69.0	187.4	112.1	11	75.4	513.5	316.8	6,797.7	
VII	237.7	56.0	1,574.0	1,071.0	11	503.6	4,313.5	3,028.1	45,036.2	금평지
저수지	45.4									
계	765.0	64.9	5,402.0	3,673.0	11	1,729.0	14,799.8	10,386.2	154,893.6	금평지제외

주) 1. 유역별 유출량은 DIROM모형으로 산출하고, 강우자료는 목포관측소 자료사용
 2. 인공습지: 강우량 일30mm미만 유출시의 일평균유입량 적용

[표 5-6] 인공습지 유역별 유출량 산정결과

구 분	유역 구분	유역면적 (ha)	평균 유입량(m ³ /일)			설계수량 (m ³ /일)	비고
			총유입량	일30mm 미만유입량	마을하수도 유입량		
계		399.6					
1호인공습지	I	399.6	5,871.64	5,871.64	5,871.64		

4 체류시간 결정

- 인공습지에서의 체류시간은 오염물질이 침전, 분해, 흡착할 수 있는 반응시간의 개념으로 체류시간이 길어질수록 오염물질과 접촉기회가 증가하여 정화효율이 높아지는 것이 일반적이거나, 체류시간이 길어지면 동일한 양의 물을 정화시키기 위해서는 습지의 면적이 커지거나 수심이 깊어져야 하므로 건설비용이 많이 소요되거나 식물선정에 제한을 받게 됨
- 하천수나 담수호 유입수와 같이 처리해야 할 물량이 아주 많은 경우, 체류시간을 아주 짧게 설정하여 높은 수리부하율로 운영하는 것이 유리함. 이것은 체류시간을 며칠 이상 늘려 정화효율을 10~30% 증가시키기 보다는 단위면적당 제거되어지는 물질제거량에 초점을 맞추어 오염물질 제거량을 증가시키려는 시도임
- 인공습지에서의 유출수 농도는 더 이상 떨어지지 않는 한계농도를 가지고 있으며, 그 이하로 떨어뜨리기 위해서는 추가적인 후처리시설이 요구되어 보다 많은 비용과 노력이 필요하게 됨
- 체류시간은 저농도 고유량의 하천수 또는 저수지 물을 대상으로 하는 경우에는 24~48시간 정도로 하는 것이 안정적인 정화효과를 기대할 수 있으며, 부지확보의 어려움이 있는 경우에도 최소한 6~12시간 정도의 체류시간을 확보하는 것이 바람직함
- 본 지구에서는 기 시행된 농업용수 수질개선 시험연구 결과 나타난 체류시간에 따른 수질정화효율 및 부지여건 등을 고려하여 인공습지에서 20시간 정도로 적용하였음

5 계획수심 결정

- 이제까지의 인공습지는 완전 평면형태의 한 가지 수심만을 갖는 획일된 구조로 조성되었으나, 최근의 추세는 수질정화 효과의 향상 및 경관개선의 관점에서 다양한 환경을 제공하는 개념으로 전환되고 있음
- 다양한 수심을 갖는 습지는 정수식물의 서식여건을 제공하게 되며, 습지의 최대수심은 1.8m를 초과하지 않도록 함
- 동일한 습지 내에서도 다양한 수심을 갖도록 조성하는 것이 유리하며 깊은 연못 수심은 1.2~1.8m정도의 구역으로서 정수식물(emergent plant)은 거의 자라지 않고 침수식물(submergent plant)과 부유식물(floating plant)이 주종을 이루며 습지내 산소 재폭기 구간이 되도록 함

- 또한, 수생식물의 식재종을 단순화하고 연못 등 개방수역을 가급적 많이 두어 수질정화효과와 함께 저수지 상류지역 주민에게 경관효과를 창출하여 저수지에 대한 애착을 고취시키도록 하였음

6 습지규모 산정

- 적정습지 규모를 결정하기 위한 방법에는 RBS에 의한 방법, 수리학적 체류시간에 의한 방법, 유역면적비법, 모델을 이용한 1차반응식에 의한 방법 등이 있으며, 본 지구에서는 비교적 적용성이 높은 수리학적 체류시간을 이용한 방법으로 습지규모를 산정하였음

[1] RBS에 의한 방법

- 상류유역에서 발생한 유량(VR)에 대한 습지용량(VB)비에 의해 산출하는 방법이며, 주로 북미 하수처리용 습지 및 강우가 빈번한 지역에 적용되고 있음. 그러나 유출이 불규칙한 하천수를 대상으로 하는 경우는 적용에 제한성이 있음

[표 5-7] RBS(습지용량/발생유량)에 따른 기대 처리효율[%]

구 분	VB/VR(습지용량/발생유량)				비 고
	1	2.5	5	7.5	
BOD, COD	25 ~ 30	35 ~ 40	40 ~ 45	45 ~ 50	
T-N, T-P	30 ~ 40	40 ~ 50	50 ~ 60	60 ~ 70	

[2] 수리학적 체류시간에 의한 방법

- 계획유량을 목표시간동안 체류시킬 수 있는 내용적을 확보하는 방법
- 지형여건, 경제성 등을 고려하여 적용이 가능
- 습지의 수심을 0.3~0.6m로 하면 RBS=2.5정도의 값과 유사한 결과를 나타냄

$$As = (Q \times HRT/d) / n$$

여기서, As : 인공습지의 면적(m²)

Q : 유입유량(m³/hr)

HRT : 체류시간(hr)

d : 인공습지의 수심(m)

n : 시스템의 공극율(공극의부피/총부피, 보통 0.75 적용)

[3] 유역면적비에 의한 방법

- 습지의 면적을 유역면적의 일정비율로 조성하는 방법으로, 일반적으로 유역면적의 1~3%를 제안하고 있으나, 각 유역의 유출특성과 유입수질에 대한 고려가 되어 있지 않음 (자료 : 농업용수 수질개선을 위한 인공습지 설계·관리 요령 (농림부, 농업기반공사 2004. 12))

[4] 모델을 이용한 1차 반응식

- 습지는 부착 생물반응조로 해석할 수 있으며, 유기물의 분해, 질산화, 탈질화, 흡착 등은 1차 반응에 따름. 반응속도 및 상수는 실험적으로 구해지며 습지를 조성하기 위해 습지의 적정규모를 결정하는 설계단계에서 소요되는 규모산정이나 사용 가능한 면적을 이용하여 원하는 수질목표의 달성 가능성 여부를 개략적으로 파악할 수 있음. 하지만, 모델을 이용한 1차 반응식은 복미 등에서 적용한 고농도 오수처리용 인공습지를 대상으로 적용한 것으로 비교적 저농도의 농업용수 수질개선을 위한 인공습지의 규모 산정식으로는 적합하지 않음

7 수생식물 선정

- 식물종의 선정, 식재, 수확일정의 수립 등은 습지설계의 중요한 과정 중의 하나이며, 식생의 정착은 시간에 따른 자연적인 식생유도, 인공적으로 어린 식물체를 직접 식재하는 방법, 식물의 씨앗 파종과 같은 3가지 방법에 의해 가능함
- 식물종을 선정할 때 우선적으로 과거에 인공습지에서 성공적인 적용이 이루어져 검증되었는지 여부를 확인해야 함
- 또한, 주기적인 수확을 통하여 습지 내에 축적된 영양소와 잉여로 존재하는 유기물질을 제거하여 습지의 수명을 연장하기 위한 노력을 해야 함
- 다양한 종류의 식재식물 가운데 대상지의 기후 및 토양조건과 목적에 적합한 식물이 우선적으로 선정되어야 하며, 현장조사 결과 인근지역에 분포하는 토착종을 최대한 반영하여 식재종을 선정하며, 다음과 같은 사항을 고려함

[1] 경관성

- 저수지의 인공습지는 수질개선 뿐만 아니라 경관보전도 대단히 중요하므로 인공습지는 가급적 아름답고 쾌적한 공간으로 조성하는 등 경관성도 매우 중요한 고려사항임

[2] 생태성

- 생태성을 위한 적정식물 선정에 있어서 우선적으로 고려되어야 할 사항은 식물의 생육환경, 영양물질, 유량변동 등을 고려한 식물의 선정이 중요함

[3] 경제성

- 일반적으로 구득이 용이하고 양묘가 쉬워 대량생산이 되는 식물로 삼목, 포기나누기, 휘문이 등을 이용해서 번식과 대량생산이 가능한 식물 등과 같은 조건을 만족시키는 식물의 선정이 중요함

1.1.5 설계시 고려사항

1 운영개시 시점

- 공사가 완료된 후 빠른 시간 안에 정수식물이나 사면의 식생이 정착되어야 함
- 비점오염 저감시설로서의 습지의 이용은 모든 공사가 완료된 후 현장이 안정 상태에 도달한 후에 이루어져야 함

2 다른 저감시설과의 연계

- 습지에 의해 처리하고자 하는 강우유출수의 수질에 따라서 전처리가 필요할 경우가 있으며, 이러한 경우 습지는 처리계열 중 최종단계의 시설이 되어야 함

3 법적검토

- 지역내에 공사 중 훼손될 가능성이 있는 멸종위협이나 보호종 동·식물이 있는지를 조사해야 함

4 안전사고

- 안전사고에 대비하여 인공습지 주위에 안전펜스를 설치를 검토할 수 있음

5] 위생해충 문제

- 인공습지 조성으로 인하여 모기와 같은 위생해충이 발생되기 쉬우므로 모기유충이 성장하지 못하도록 인공습지 내부에 정체수역이 없도록 설계함

1.2 인공습지 조성계획

- 1호 인공습지는 지표흐름으로 설계하였으며 지표흐름 습지는 식물체에 의한 질산화와 미생물에 의한 유기물 산화작용 등으로 오염물질을 제거하도록 하였음
- 지표흐름 인공습지의 정화효율은 다음 표와 같음

[표 5-8] 지표흐름 습지 정화효율

구 분	BOD	T-N	T-P	비 고
지표흐름 습지	53%	37%	60%	

1.2.1 1호 인공습지

- 1호 인공습지의 지표흐름 필요면적은 수리학적 체류시간에 의한 방법으로 산정하여 19.7시간 이상 체류시간을 확보하도록 계획하였음
- 수리학적 체류시간에 의한 방법
 - 유역구분 : 1 유역(CA = 399.6ha)
 - 계획유량 : $Q_p = 5,871.6 \text{ m}^3/\text{day} = 244.7 \text{ m}^3/\text{hr}$
 - 지표흐름습지 계획수심(평균 0.85m)
 - 얕은습지(평균 $d = 0.4\text{m}$), 깊은습지($d = 1.8\text{m}$)
 - 지표흐름습지 면적 : $A_s = (244.7 \times 19.7 / 0.85) = 5,671 \text{ m}^2$ (설계반영 5,684 m^2)

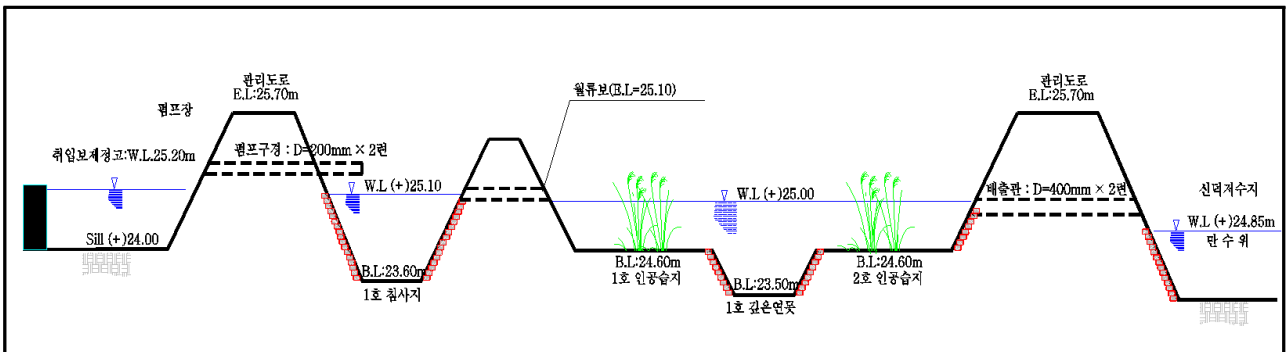
[표 5-9] 1호 인공습지 조성계획

구 분		규모	계획면적 (m ²)	계획수심 (m)	내용적 (m ³)	비 고
인공 습지	얕은습지	2개소	3,366	0.4	1,346	
	깊은연못	1개소	2,318	1.5	3,477	
	소계	-	5,684	-	4,823	
	침사지	1개소	311	1.5	467	
	관리도로 및 기타	-	5,220	-	-	
합 계			11,214	-	5,290	

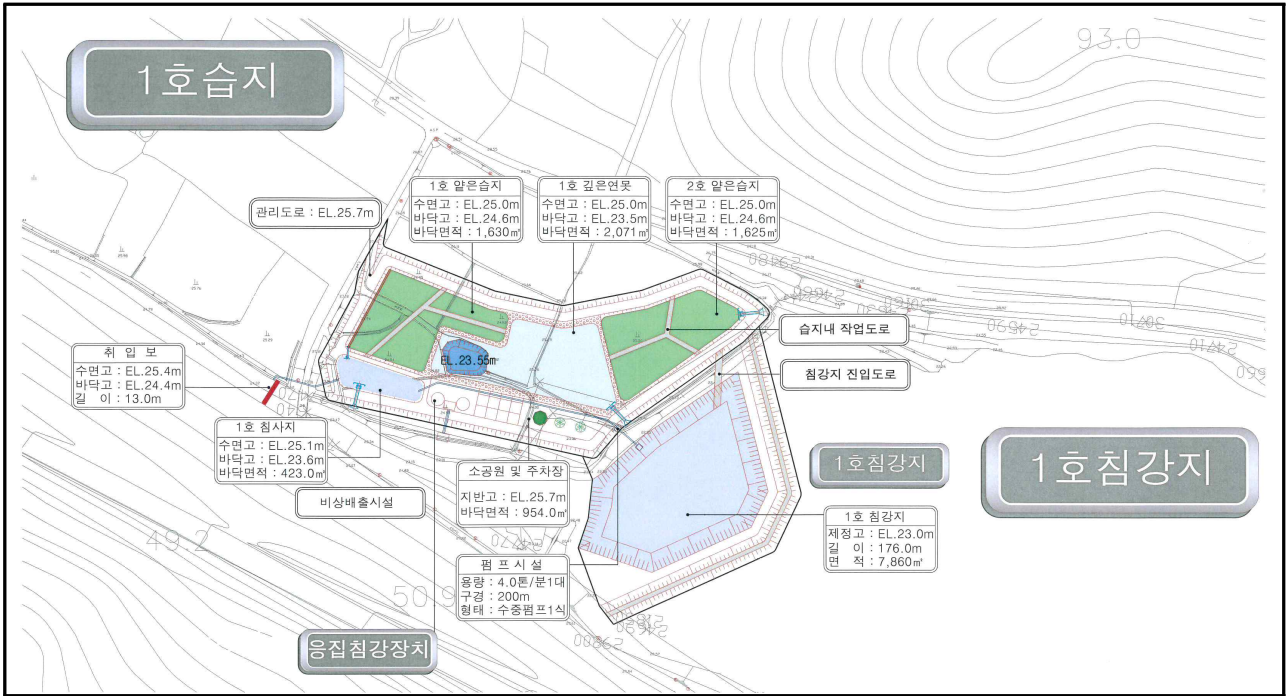
[표 5-10] 1호 인공습지 절·성토계획

구 분	인공습지 계획면적 (m ²)	평균지반고 (EL.m)	평균계획고 (EL.m)	절토량 (m ³)	성토량 (m ³)	순성토 (m ³)	비고
1호 인공습지	11,214	24.86	21.14	6,289	4,503	2,675	

- 1호 인공습지의 침사지, 배출연못 및 관리도로를 제외한 순수 습지는 얕은습지 2개소, 깊은연못 1개소로 습지면적은 5,684m²로 계획하였고, 내용적상으로는 4,823m³로서 유역에서 유출되는 유출량이 습지에서 평균적으로 약 19.7시간 정도 체류하도록 계획하였음



<그림 5-5> 1호 인공습지 수리계통도



<그림 5-6> 1호 인공습지 계획평면도

1.3 취수시설 설치계획

1.3.1 개요

- 유역의 하천에서 인공습지로 물을 유도, 취수하기 위해 수위상승이 필요하며, 이러한 시설물은 가급적 동력을 사용하지 않고 자연유하로 물을 취수토록 계획하는 것이 유지관리 및 공사비 측면에서 볼 때 유리함
- 하지만, 퇴적토의 발생, 하천수의 오염, 홍수시 하천범람 등의 문제점으로 고정보를 대체하기 위하여 국내에서는 철판을 주재료로 하는 개량식 가동보의 일종인 자동수문 전도게이트, 회전수문과 고무를 주재료로 하는 고무보가 점차적으로 설치되고 있음

1.3.2 취입보 설치계획

- 취입보 수위는 유역내 최저답고 등을 감안하고 인공습지에 자연유하로 취수시킬 수 있는 시설로 가동형 취입보와 취입관을 검토하였음. 1호 인공습지는 취입보를 계획하였으며, 폭은 유입하천의 단면을 고려하여 결정하였음.

- 또한, 비상펌프시설 2대(고장시 1대 운용)를 침강지내에 설치하도록 하였으며 갈수시 및 평상시 유입량이 적을 경우 가동하도록 계획하였음
- 한편, 취입관은 인공습지로 유입시키고자 하는 침사지의 수위조건에 따라 계획고를 결정하여 지형적여건을 고려하여 자연유하식으로 유입되도록 하였음. 취입관의 관경결정은 30mm 강우시 유입될 수 있는 최대유량을 기준으로 결정하였으며 토사, 이물질 등의 퇴사방지를 위하여 최소유속 0.3m/s 이상 유지하고 최대 3.0m/s 이하가 되도록 설정하였음

[표 5-11] 취수시설(취입보, 펌프시설) 제원표


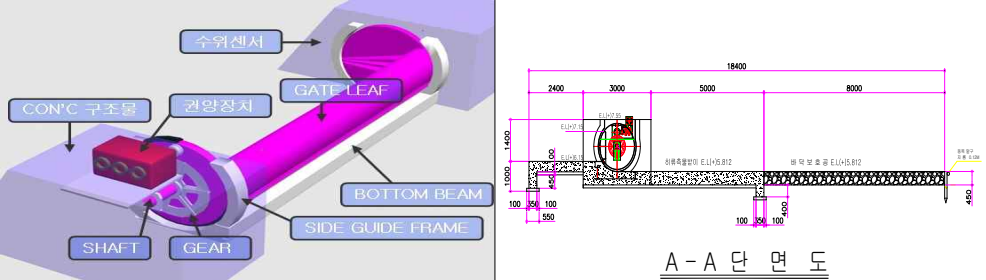
구 분	취입보					취입관			비고
	형식	지반고 (m)	수면계획고 (m)	높이(H) (m)	길이(L) (m)	형식	관경 (m)	길이(L) (m)	
1호 인공습지	가동보	24.00	25.20	1.2	13.0	원형관	0.40	32.0	
비상펌프시설	펌프시설 도입(4.0m ³ /분 1대 설치, 비상 1대)					원형관	0.30	87.0	

- 한편, 세부설계시 지자체에서 시행하는 소하천정비종합계획, 하천정비사업 등에 따라 하천개수가 이루어질 경우 개수현황을 검토하여 취수시설 및 기타 시설에 대한 사항을 반영하여야 함



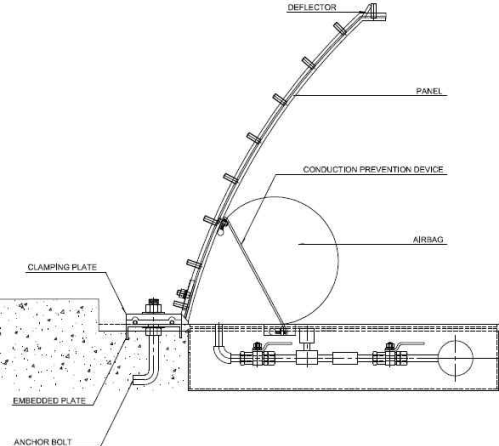
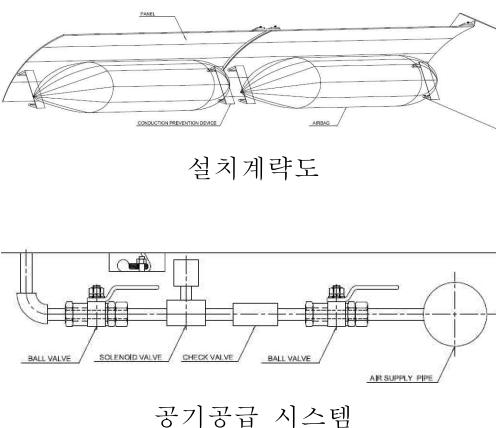
1.3.3 취입보 설치검토

- 1호 인공습지 유입부의 취입보 설치를 검토하였으며 다음과 같은 다양한 형식의 가동보가 검토되어짐. 세부설계시 지형현황 및 운영조건에 따라 적합한 사항을 채택함
- 또한, 신덕지는 유입소하천에 취입보를 설치하도록 계획하였으므로 어도에 관한 사항은 관련법에 따라 세부설계시 반드시 반영하여야 함



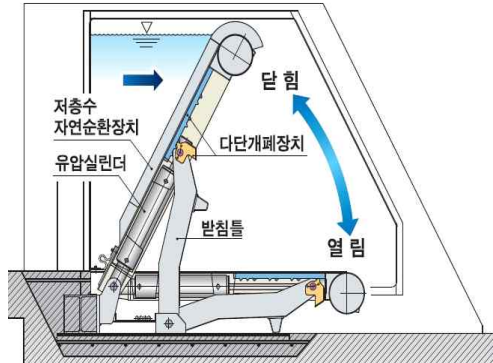

[표 5-12] 가동보의 종류

구 분	반달형 회전보	
시공사진		
표 준 단면도		
재 질	<ul style="list-style-type: none"> 스텐레스 	
원 리	<ul style="list-style-type: none"> 일정한 곡률반경을 갖은 SKIN PLATE가 상류측에 접하고, 횡주빔 방식의 골조구조와 I형 단면의 각주를 갖은 구조로 수위의 변화를 수위센서가 감시하여 감시 된 수위에 따라 GEAR식 권양기에 의해 수문이 자동 개폐되는 형식 	
하천수 유수방식	<ul style="list-style-type: none"> 월류/저류수 배출 선택 가능 	
홍수시 수위상승	<ul style="list-style-type: none"> 완전 도복이 가능하여 보로 인한 수위상승은 발생하지 않음 	
내구연한	<ul style="list-style-type: none"> 20년이상 	
시공실적	<ul style="list-style-type: none"> 국내 18기 정도 설치되어 있음 	
위 급 시	<ul style="list-style-type: none"> 단전시에 개별 발전시스템으로 동작할 수 있음, 권양장치 1개소 고장시 다른 1개로 작동 가능 	
경 관 성	<ul style="list-style-type: none"> 철판이 아닌 스텐레스로 되어 있어 경관성이 좋음 	
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> 유지관리비가 거의 없음(전기료 한달 약간 소요) 	
수위조절	<ul style="list-style-type: none"> 수문 위치센서와 수위센서에 의해 상류수위를 일정하게 유지하며 단계적으로 전도하고, 상단부 월류 및 하단부 배출이 가능하고 보의 높이를 상황에 따라 조정 가능 	
장 점	<ul style="list-style-type: none"> 보 높이 조절이 가능하여 수위 조절을 자유롭고, 홍수시 수위에 따라 단계적 개방으로 하류지역의 침수 염려가 없다. 하단부 열림으로 배사 기능이 가능하고, 부영양화 현상이 방지되어 수질오염 방지에 탁월함 	
단 점	<ul style="list-style-type: none"> 초기 투자 비용이 조금 높음 	



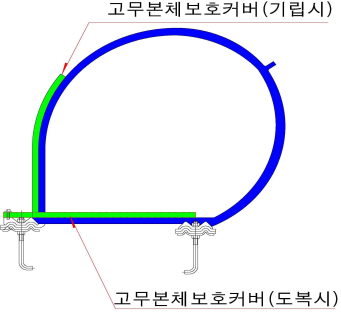
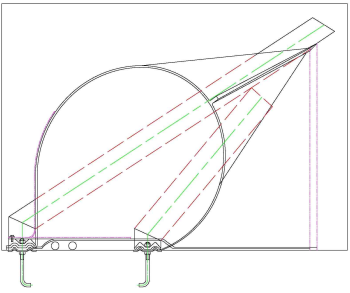
[표 5-12] 계속

구 분	ARS Dam (Air-inflatable Rubber and Steel Dam)	
시공사진		
표 준 단면도		
재 질	<ul style="list-style-type: none"> ● 스테인레스 스틸(STS304) 	
원 리	<ul style="list-style-type: none"> ● 공기의 급/배기로 인한 철판 패널의 기/도복 	
하 천 수 유수방식	<ul style="list-style-type: none"> ● 상단월류 배수 	
홍 수 시 수위상승	<ul style="list-style-type: none"> ● 홍수시 자동 도복으로 인한 상류측 수위상승 우려 해소 	
내구연한	<ul style="list-style-type: none"> ● 30년이상 	
시공실적	<ul style="list-style-type: none"> ● 국내 실적 60여기 시공 및 운영중 	
위 급 시	<ul style="list-style-type: none"> ● 정전시 UPS(보조전원장치) 운영 ● 수동 조작에 의한 전도, 기립 가능 	
경 관 성	<ul style="list-style-type: none"> ● 일체전도형, 혼합전도형으로 장경간이 가능하여 경관성 우수 	
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> ● 100% 국산자재로 신속한 유지관리 가능 	
수위조절	<ul style="list-style-type: none"> ● 철판 패널의 기립 높이를 조절함으로써 정밀한 수위조절 가능 	
장 점	<ul style="list-style-type: none"> ● 모든 소재의 국산화로 인한 경제적 시공 단가 ● 철판 패널의 사용으로 내구성 우수 ● 편류현상(가동보 일부분으로 월류하는 현상)을 방지하여 경관 우수 ● 정밀한 수위조절이 가능 	
단 점	<ul style="list-style-type: none"> ● 하천 폭이 길수록 고무보(공압식 가동보)보다 다소 고가 	

[표 5-12] 계속

구 분	개량형 가동보	
시공사진		
표 준 단면도		
재 질	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 스테인레스 스틸(STS304) 	
원 리	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 유압실린더에 의한 스테인레스 문비 기립 및 전도 	
하 천 수 유수방식	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 상단월류 - 수위상승 억제 ▪ 저층수 배출장치로 수질오염 방지 및 갈수기시 필요수량 확보 용이 	
홍 수 시 수위상승	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 홍수시 수위센서감지로 자동개방 ▪ 단계적 수위조절로 홍수소통능력 최대화 	
내구연한	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 30년이상 	
시공실적	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국내 실적 130여기 시공 및 운영중 	
위 급 시	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 단전시 대비한 엔진장치 추가 ▪ 기계식 플로트 장치로 위급시 자동도복, 수동 기립 운전가능 	
경 관 성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2.5m마다 설치되는 유압시스템은 장경간이 가능하여 경관성 우수 ▪ 받침틀 시스템 의한 경관성 증대 	
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 100% 국산자재로 신속한 유지관리 가능 ▪ 기립후 유압장치의 무부하가 가능하여 유지관리비 최소 	
수위조절	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 다단전도장치로 단계적 수위조절 가능 	
장 점	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 다단전도장치로 고장과 유지관리가 적으며, 반영구적인 내구성 ▪ 다수의 국내 시공실적과 해외로 수출된 검증된 공법 ▪ 정밀한 수위조절이 가능 	
단 점	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공압식 가동보보다 고가임 	

[표 5-12] 계속

구 분	개량형 고무보	
시공사진		
표 준 단면도		
재 질	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고무(나이론 보강) 	
원 리	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 에어백 공기공급 / 배출에 의한 고무보 기립 및 전도 	
하 천 수 유수방식	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 상단월류 - 수위상승 억제 ▪ 대구경 저층수 선택배출장치로 수질오염 방지 및 갈수기시 필요수량 확보 용이 	
홍 수 시 수위상승	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 홍수시 수위센서감지로 자동개방 ▪ 법면형상의 변화가 없어 홍수소통능력 최대화 	
내구연한	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 30년이상 	
시공실적	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국내 실적 170여기 시공 및 운영중, 해외 실적 10여기 시공 및 운영중 	
위 급 시	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 단전시 대비한 UPS(무정전전원장치)장치 추가 ▪ 공압장치에 수동벨브가 별도로 구비되어 있어 위급시 수동운전가능 및 기계식 플로트장치 추가 	
경 관 성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 철판이 아닌 유선형의 고무로 되어 있어 경관성 우수 ▪ 통기판에 의한 경관성 증대 	
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 100% 국산자재로 신속한 유지관리 가능 ▪ 유지관리비 최소화(연간 10만원 미만) 	
수위조절	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 부분적 수위조절 가능 	
장 점	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 전부품 국산화로 자재 수급에 용이 ▪ 다수의 국내 시공실적과 해외로 수출된 검증된 공법(180여기) ▪ 타공법보다 구조가 간단하여 유지관리 용이 	
단 점	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 정밀한 수위조절이 어려움 	

1.4 인공습지 식재계획

1.4.1 표토조성계획

- 저수지내 인공습지 조성은 지형조건을 최대한 활용하고 자연유하형으로 하며, 습지내의 설계수심은 토양의 안정과 강우시 유입토사의 퇴적을 고려하여 0.4m를 유지하게 함. 습지내의 성토량은 저수지의 준설토를 이용하고, 공사비 절감을 위해서 성토량이 최소가 될 수 있도록 계획함
- 수생식물의 빠른 초기 성장과 생존을 위해 모래, 미사, 점토 혼합물이 포함된 양토가 적합하고 습지상단에는 식물 성장에 적합한 토양으로 복토함. 토양은 적합한 토성, 수분보유를 위한 유기물을 가지고 있고, 산소, 이산화탄소의 확산이 가능하며 식물 뿌리에서 흡착할 수 있는 영양분을 보유하도록 함
- 한편, 저수지의 저습 담과 낮은 지대에 인공습지를 두어 농업용수 수질을 개선할 수 있는 습지는 수질 정화 역할 이외에도 홍수 및 침식 방지, 지하수 충전을 통한 지하수량 조절 등의 다양한 역할을 함. 또한, 습지는 다양한 종류의 식물 및 동물군으로 구성되어, 아름답고 특이한 자연경관을 만들어냄

1.4.2 수생식물 선정

- 인공습지에 식재한 식물종 선택은 목표수질, 평균/최저, 최고 수심, 기후, 유지 필요조건 등과 같은 변수가 고려되어야 하며, 식물 선택에 고려할 사항은 다음과 같음
 - 습지의 형태, 운영방법에 따라 식물 선택
 - 습지조성 예정지 주변에 서식하는 종 선택(지역의 자생식물)
 - 오염도가 높은 물속에서 잘 자라는 식물
 - 오염물질의 흡수 및 제거기능이 높은 식물
 - 다년생 식물
 - 성장이 빠른 식물
 - 자연경관 형성
 - 생물서식처로 활용도가 높은 식물
 - 공급, 유지, 관리가 용이한 식물

- 식물 초기식재밀도는 식물 피도의 정착 속도와 식재 비용에 크게 영향을 주고, 식재 간격이 넓으면 높은 피도를 형성하는데 시간이 많이 걸리고 원하지 않은 식물이 이입되어 설계된 방향으로의 식생 형성이 어려울 수 있음. 반면, 식재 간격이 좁으면 높은 피도를 형성하는데 시간이 짧게 소요되지만 경제성의 문제가 있음
- 인공습지 식물 중 경관적 가치가 높은 정수식물은 수생곤충의 서식처를 제공하는 등 생태계 유지에 중요한 역할을 하며 신덕저수지의 주변으로부터 흘러나오는 비점오염원 등과 같은 오염된 물을 정화하기 위해 인공습지의 정화식물을 수질정화능력이 우수한 주종으로 노랑꽃창포, 줄, 부들, 갈대 등을 검토하였음
- 신덕지의 습지내 식생은 물가에 자생하고 뿌리의 미생물에 의해 오염물질 흡수 및 흡착능이 뛰어난 갈대로 선정하였음

[표 5-13] 인공습지 수생식물

구분	노랑꽃창포	줄	부들	갈대
사진				
과	붓꽃과	천남성과	벼과	벼과
특징	저온기(봄, 가을)의 성장이 활발, 동절기의 흡착능력이 좋음	수위변동에 강하며, 오염도가 높은 수질에 적응력이 뛰어남	기근발생능력이 있어 부유된 오염물질의 정화에 적합함	습지, 물가에 자생하고 뿌리의 미생물에 의해 오염물질 흡수 및 흡착능력 뛰어남

- 인공습지 조성 초기에 식물의 성장이 미진한 이유는 너무 어린 포트묘의 사용으로 묘가 수면위로 성장하여 호흡활동 및 광합성으로 성장할 조건을 갖추지 못하였기 때문이며, 조성 초기의 수심이 40cm 정도 일 때 봄철 식물의 성장에도 지장을 초래함. 따라서 식물 성장 및 착근에 유리하도록 수심의 깊이 (5~10cm)를 조절하여 성장묘를 사용함

[표 5-14] 인공습지의 식물 및 형태에 따른 정화효율 비교

(단위 : %)

구 분	BOD	COD	SS	Chl-a	TN	TP
미나리	28.4	7.3	66.5	51.1	36.4	30.1
줄	31.4	5.4	64.9	56.7	35.6	27.9
애기부들	31.2	10.4	64.7	55.1	35.9	29.3
창포	29.9	7.7	62.9	58.3	36.2	36.1
갈대	39.9	5.5	60.6	62.1	36.1	28.0

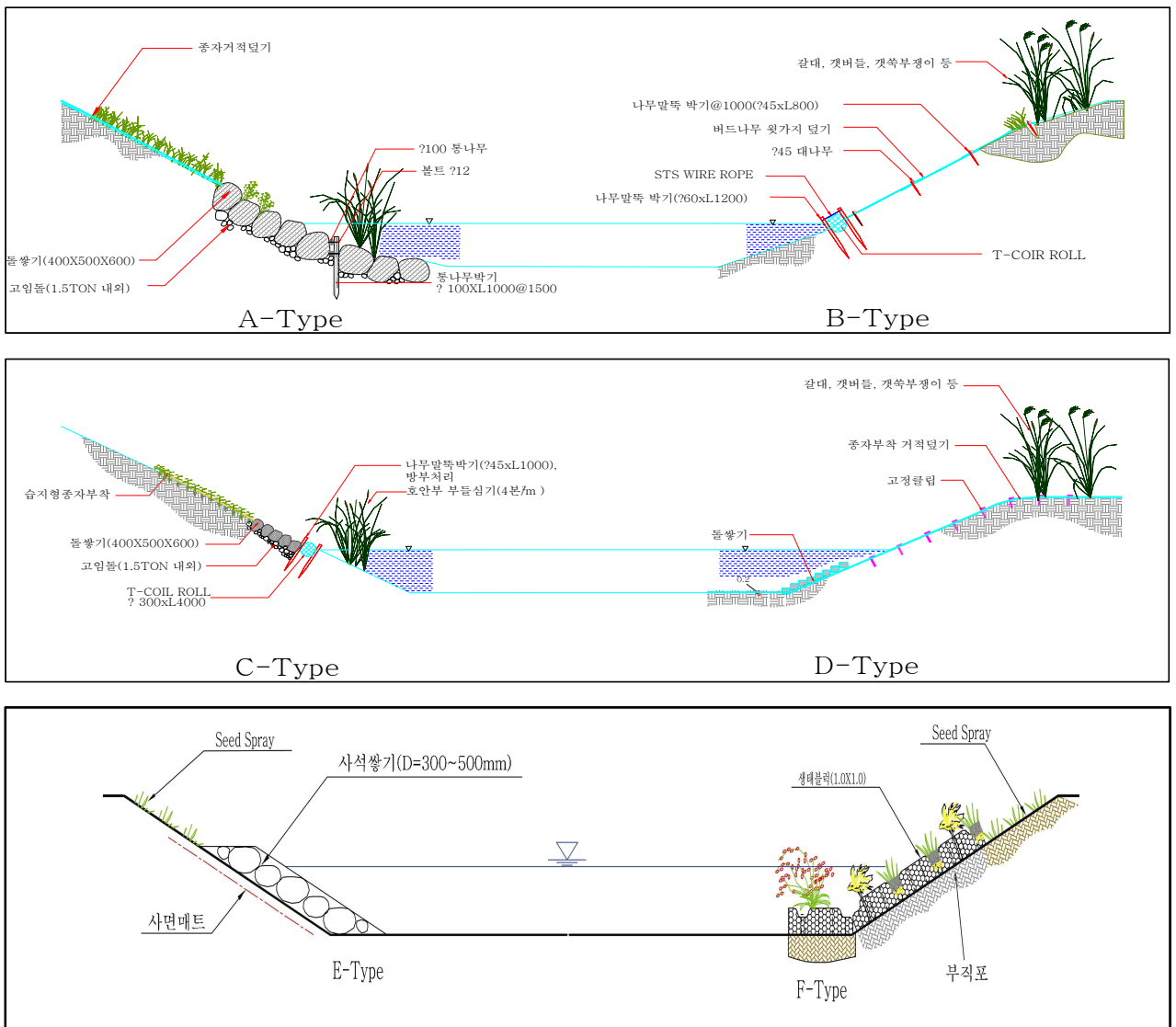
- 또한, 인공습지는 인접지의 주민들의 방문이 다소 많을 것으로 예상되므로 조경계획구역 중 조경식재를 하는 부분 및 관리도로 등은 홍수위보다 높게 조성하여 침수되지 않도록 함



<그림 5-7> 신덕지구 인공습지 조경계획

1.4.3 수변보호공 계획

- 습지의 호안사면은 수위변동과 침식작용의 방지를 위해 인공구조물을 지양하고, 친환경적인 자연소재로 보호공을 둠. 친환경적으로 조성된 수변은 야생동물의 서식처를 제공하고, 초본식물이 활착공간이 되며 보호공의 형식을 다음과 같은 유형 중 각 구간별로 적당한 타입을 선택하여 조성함
- 특히, 최근에는 사면부에 식재가 가능한 식생공간부와 유용미생물(EM) 배양액을 사용하여 자연친화적 효과, 내구성 및 수질정화 성능을 겸비한 호안용 블록이 다수 개발되어 있으므로 이를 이용한 수질정화 효과를 활용할 필요가 있음



<그림 5-8> 수변보호공 단면도

1.5 인공습지 조성시 유의사항

- 인공습지는 수생식물의 흡수, 토양미생물에 의한 분해, 줄기 또는 뿌리에 형성된 미생물막에 의한 흡착·분해에 의해서 수질정화능력을 발휘할 수 있음. 따라서, 우리나라와 같은 온대권에서 기온이 떨어지는 동계에는 미생물의 활동이 줄어 질소, 인, BOD 제거율이 감소하고, 습지식물의 잎이나 줄기가 말라죽은 잔재물(Litter)이 습지바닥에 유기쇄설물(Detrius)의 형태로 쌓여 최종 처리수와 함께 배출될 우려가 있음
- 또한, 고사한 식물사체에 의한 오염물질 재용출을 방지하기 위해서 유역 외로 제거하는 것이 바람직하며 유지관리비 등을 고려하여 년 1회 식물이 고사되기 전에 제거하는 것이 바람직함
- 유입수 중에 포함된 부유물은 유입수가 들어오는 입구 부분에 많이 쌓여 슬러지층이 형성될 우려가 있으므로 유입수가 특정 지점으로 집중되는 점유입(Point Inflow) 보다는 유입수가 넓은 면적으로 퍼지도록 하는 확산유입(Disperse Inflow)시설이 필요함
- 인공습지에 의한 수질개선은 유지관리비가 적게 소요되고 처리효율이 좋으므로 부지의 확보가 용이한 곳에서는 적극 활용하는 것이 바람직하나 기온이 떨어지는 동계의 처리효율 저하 등이 문제점으로 보고되고 있음
- 인공습지의 장점은 수질정화 기능 이외에 다양한 친환경적 기능을 제공하는 반면 많은 면적이 필요하다는 단점이 있으며 인공습지의 장·단점은 다음 표와 같음

[표 5-15] 인공습지 수질정화 및 친환경적 기능

	장 점	단 점
수질정화 기능	SS, BOD, N, P	·상대적으로 많은 면적 필요 ·동절기 처리효율 저하 ·식생관리 필요
	중금속, 병원균 제거	
친환경적 기능	물고기 및 야생동물 서식처제공	
	조류 관찰, 자연학습공간, 시민휴식공간	
	훼손된 습지복원, 지역경관 창출	

- 인공습지 시설계획시 유의점으로는
 - 인공습지의 취수시설은 취입보(갈수시 펌프시설)를 계획하였으며 홍수 유출량에 의해서 흐름이 정체되지 않도록 고려하여야 하며, 과도한 유입에 의해 습지가 침수되지 않도록 배치함
 - 지반의 형태에 따라 조성공법에 큰 영향을 미치므로 사전에 충분한 지반조사를 실시하여야 하며, 구조물은 태풍이나 호우 등에 의한 파손에 견딜 수 있는 구조로 함
 - 지역여건에 맞고 겨울철에도 수질개선효과가 뛰어난 수생식물을 충분히 검토하여 선정함

2. 침강지 조성계획

2.1 침강지 설계개념

2.1.1 침강지 정의

- 침강지(sedimentation basin)는 유입수를 일정한 체류시간 만큼 저장시켜 오염물질을 가라앉히는 일종의 저수지로서 저류지 유입부 바닥을 깊게 준설하거나 혹은 부댐을 쌓아 강우시 유입토사의 침강을 촉진하는 시스템을 침강지라 정의함
- 강우기간 중에는 유역에 퇴적되어 있던 많은 양의 비점오염원 물질이 저수지로 씻겨 들어오게 되며, 이들은 저수지의 부영양화 문제, 물고기의 폐사 등의 문제가 발생하기 때문에 강우시 오염부하량을 줄이는 효과적인 방법으로 침강지가 많이 이용되며, 이는 물리적, 화학적, 생물학적인 과정에 의해 강우유출에 포함된 오염물질의 상당량을 제거하는 기능을 함

2.1.2 침강지 목적

- 유입부에 퇴적을 집중적으로 유도함으로써 퇴적으로 인한 저수지의 내용적 감소를 줄일 수 있으며, 강우시 유입되는 토사와 이에 흡착된 인 등의 침강을 유입부에서 집중적으로 촉진시켜 저수지의 수질을 보호할 수 있음

2.1.3 침강지 특징

1) 특징

- 저수지의 유입하천은 유사와 각종 오염물질을 이송하게 되어 저수지내에서 유속의 감소로 저수지 바닥에 퇴적됨. 퇴사로 인한 내용적의 감소율은 통상적인 중규모 저수지 설계기준의 값 10%보다 2~3배 정도 큰 값을 보이고 있어 저수지의 내용적 확보를 위해서는 준설작업이 필요할 경우가 많음
- 유입부 침강지의 수질정화 기작은 주로 강우시 유입된 토사와 이에 흡착된 인의 침강을 촉진시키는 역할을 하며, 저수지로의 토사퇴적을 억제하여 내용적 확보에 큰 역할을 할 것으로 기대됨
- 유입하천의 수질정화를 위해 보(check dam), 부댐(debris dam), 체류지(settling basin) 등을 설치하여 유입수의 유속을 저하시켜 하천수 중의 현탁성 유기물 및 영양물질을 침전·제거하는 것과 같이 저수지를 준설할 때 저수지내 유입부

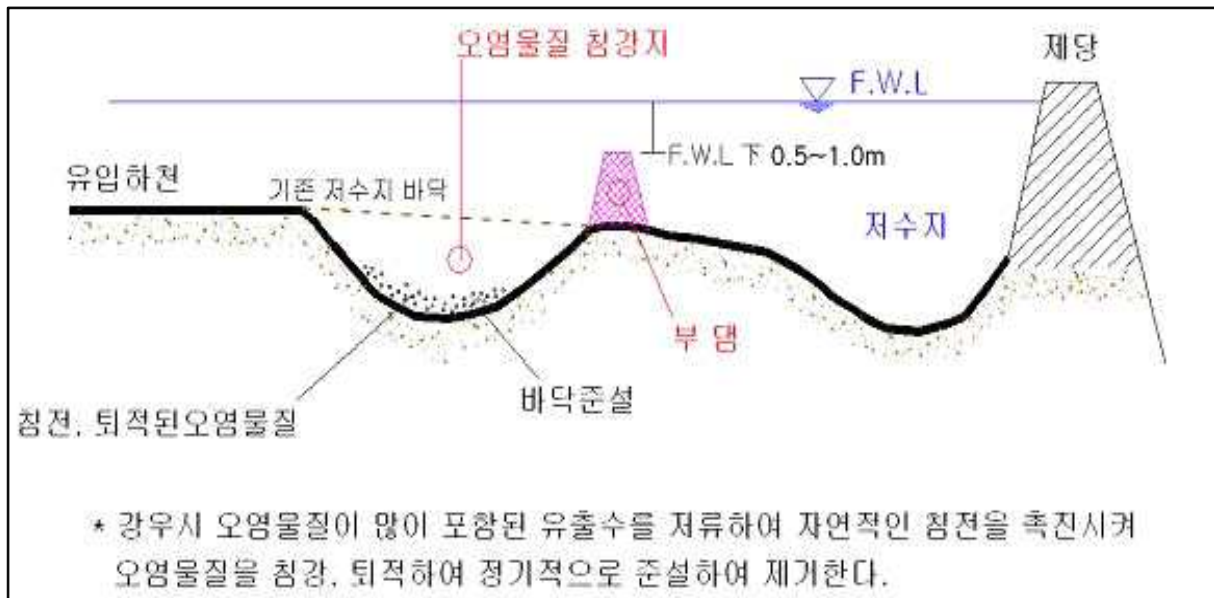
를 깊게 굴착하여 침강지 형태로 조성하면 저수지로 유입하는 오염물질을 효과적으로 침강·제거할 수 있을 뿐 만 아니라 유입부에 퇴적을 집중적으로 유도하여 퇴적으로 인한 내용적의 감소를 상당히 줄일 수 있을 것으로 보임

[표 5-16] 침강지의 장·단점 비교

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> · 시공비 측면에서 유출수의 수량과 수질을 모두 제어하는 가장 경제적인 방법 · 기존 유역의 수질정화 시설 갱신대안 · 사수역(dead storage)를 포함할 경우 퇴적물과 흡착된 오염물질을 상당한 수준으로 제거가능 · 육상 및 수생태 서식지에 혜택 	<ul style="list-style-type: none"> · 상대적으로 넓은 부지가 필요 · 용해성 오염물질의 제거효율이 낮음 · 큰 강우 후에 퇴적물 재부상 가능 · 추운 겨울에 오염물질의 생물학적 제거 속도가 낮음 · 유지관리가 부실할 경우 냄새와 쓰레기 등으로 지역주민에게 비호감이 될 수 있음

2 수질정화 원리

- 입자성 오염물질을 침강시키는 일차적인 물리적 처리와 침강지내에서 생물·화학적 작용에 의한 수처리의 효과가 있음



<그림 5-9> 침강지 수질정화 단면도

2.1.4 침강지 설계인자

1 침강지 규모산정

[1] 유역면적비 규모산정

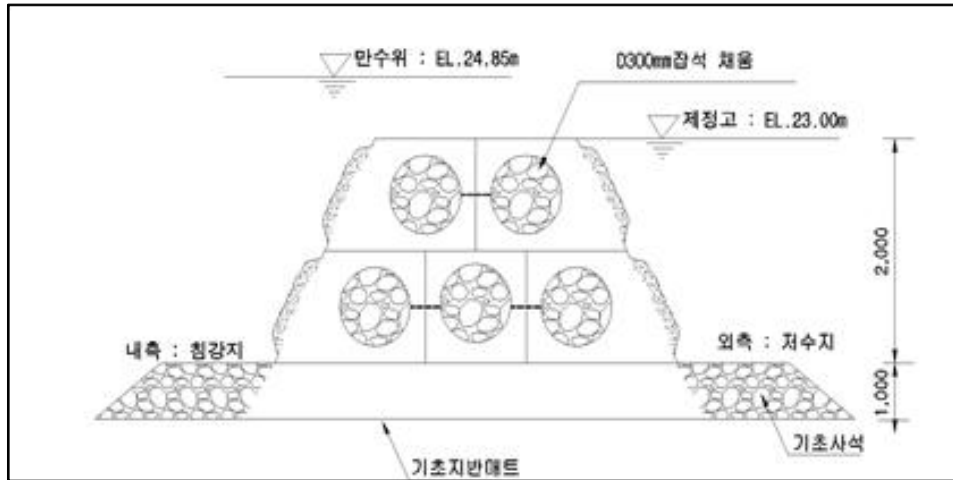
- 침강지의 규모는 얻고자 하는 유사 포착효율로부터 침강지의 용량을 결정할 수도 있고, 혹은 지형적으로 확보된 침강지 용량으로부터 유사의 포착효율을 추정할 수도 있음. 침강지의 이상적인 구조와 규모를 “침강지는 저수지 수체와 완전히 분리되는 구조이면서 유역면적 대비 0.7 ~ 1.0% 정도가 적절하다”고 연구된 바 있음
- 유역면적비(SAR)만을 고려하여 산정할 경우, 유역의 형상에 따라 침강지의 규모가 과다 또는 과소하게 결정될 수 있으며, 유역내 유출수가 침강지내에서 체류시간이 길어져 부영양화 등 수질오염의 원인으로 작용하게 될 우려가 있음

[2] 유출량에 따른 규모산정

- 강우시 유출되는 오염물질의 대부분은 초기 강우시 유출하게 되며, 유출된 오염물질이 유입되지 않도록 침강에 필요한 시간 이상으로 내용적을 확보할 수 있는 규모를 검토하며, 침강기준 최소시간은 6시간 이상으로 계획하고 유출량은 강우량 일30mm 초과 유출량을 기준으로 하되, 홍수시에도 어느 정도의 침강시간을 확보할 수 있는 규모로 계획함

2 부댐 규모 및 형식

- 침강지의 퇴사촉진유도와 저수지의 수질을 보호하기 위해 침강지와 함께 부댐을 계획하며, 부댐의 단면을 최대한 줄일 수 있는 방안을 강구하고 시공성과 향후 유지관리성을 고려하여 블록형 부댐을 계획함
- 부댐의 높이는 침강지의 홍수와 연간 수위변동 등을 고려하여 만수위보다 1.85m 정도 낮게 계획함
- 한편, 부댐 설치위치의 수심이 낮을 경우에는 별도의 부댐을 설치하지 않고 바닥을 굴착하여 침강지를 조성할 수 있음



<그림 5-10> 침강지 표준단면도

[표 5-17] 부궤형식 비교

구분	블럭형	사석형
설치 전경		
특징	<ul style="list-style-type: none"> 다공성 재료(구조물)를 이용한 부유물질 제거 	<ul style="list-style-type: none"> 사석 및 점토질의 차수벽으로 부유물질 침전
장점	<ul style="list-style-type: none"> 블럭형식의 제품이라 파손위험이 낮고 품질관리가 용이함 블록형태로 시공하므로 공기가 비교적 짧음 향후 유지관리가 편리하고 보수보강이 편리함 	<ul style="list-style-type: none"> 곡선부 설치가 자유로움 기초지반에 대한 제약이 적음 공사비가 상대적으로 저렴 시공실적이 다양함
단점	<ul style="list-style-type: none"> 사석담에 비해 다소 공사비가 높음 기초지반에 대한 침하검토가 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> 토질재료로 시공되어 충분한 유지관리가 필요 누수 및 파손시 유지보수가 어려움
공정	<ul style="list-style-type: none"> 기초지반조사 ⇒ 가체절 ⇒ 기초터파기 ⇒ 기초사석부설 ⇒ 기초사석다짐 ⇒ 블럭 설치 및 사슬연결 ⇒ 내부여재 및 잡석채움 ⇒ 가체절 헐기 	<ul style="list-style-type: none"> 기초지반조사 ⇒ 축제 재료의 조사 ⇒ 가체절 ⇒ 기초터파기 ⇒ 기초사석부설 ⇒ 그라우팅 또는 차수벽 설치 ⇒ 흙쌓기 ⇒ 다짐 ⇒ 도랑 및 파이프 매설 ⇒ 부직포 설치 및 사석 붙임 ⇒ 가체절 헐기

3 수심 및 체류시간

- 침강지의 수심은 성층화현상을 방지하기 위하여 6.0m 이하가 적정하며 평균수심이 3.0m 정도가 되도록 계획함
- 체류시간은 최소 6시간 정도되면 높은 정화효과를 기대할 수 있으나 신덕지의 경우 호내 문화재가 산포되어 있어 침강지 규모를 확장할 수 없는 상태임. 따라서, 보완대책으로 차수막형 부대를 추가적으로 설치하여 효과를 높이도록 하였음

2.1.5 수질개선 효과

- 침강지 정화효과는 유입수 중의 입자성 물질 함유량, 지내 체류시간, 침전물 제거빈도 등에 의존하며, 지형여건, 시공성 및 수질개선 목표달성 등을 감안하여 본 지구는 침강지에서 26~35시간 정도 체류 할 수 있는 규모로 계획하였음
- 한편, 침강지에서의 수처리 효율은 평균적으로 SS 20~60%, COD 5~50%, T-N 10~40%, T-P 20~40%인 것으로 보고되고 있으며, 국내에 소개된 침강지의 유형별 수처리효율을 살펴보면 다음과 같음

[표 5-18] 침강지 유형별 정화효율

구분	COD(%)		T-N(%)		T-P(%)		SS(%)		비 고
	강우	평시	강우	평시	강우	평시	강우	평시	
준 설 형	11	5	17	13	23	20	19	15	
차수막형	14	5	31	25	25	20	44	30	○
보조댐형	50	5	44	32	43	23	55	47	○

주) 농업용수 수질개선 조사,설계매뉴얼(2007, 한국농어촌공사, p130)

2.2 침강지 조성계획

2.2.1 설계유량 산정

- 침강지 설계유량은 강우량 일30mm 초과 유출량을 기준으로 산정하였으며 산정모형은 DIROM 모형으로 선정함
- 침강지 위치는 직접유역 중 오염물질 유입이 가장 많은 I 유역(1호 침강지)의 하천 말단부에 1개소를 계획하였음

[표 5-19] 신덕저수지 유역별 유출량 산정결과

유역 구분	유역 면적 (ha)	유출 율 (%)	년평균 유입량(천 m ³ /년)				일평균 유입량(m ³ /일)			비 고
			총유입	일30mm 미만	일30mm 이상		총 유입	일30mm 미만 유출시	일30mm 초과 유출시	
				유입량	재현 일수	유입량				
I	399.6	61.8	2,915.0	2,076.0	11	838.2	7,985.2	5,871.6	74,870.0	
II	94.3	62.3	694.5	453.8	11	240.7	1,902.7	1,283.3	21,595.9	
III	71.0	67.4	565.4	361.5	11	203.9	1,549.0	1,022.0	18,325.3	
IV	101.7	69.0	827.8	541.8	11	286.0	2,268.0	1,531.9	25,675.6	
V	30.0	59.9	212.2	127.5	11	84.68	581.4	360.5	7,629.1	
VI	23.0	69.0	187.4	112.1	11	75.35	513.5	316.8	6,797.7	
VII	237.7	56.0	1,574.0	1,071.0	11	503.6	4,313.5	3,028.1	45,036.2	금평지
저수지	45.4									
계	765.0	64.9	5,402.0	3,673.0	11	1,729.0	14,799.8	10,386.2	154,893.6	금평지제외

주) 유역별 유출량은 DIROM모형으로 산출하고, 강우자료는 군포관측소 자료 사용

[표 5-20] 신덕저수지 유역면적

유역	면적 (ha)	용 도 지 역 별(ha)					비 율(%)					비 고
		답	전	임야	대지	기타	답	전	임야	대지	기타	
I	399.6	30.5	68.9	296.4	3.3	0.5	7.6	17.2	74.2	4.1	0.8	
II	94.3	3.2	11.1	79.0	0.8	0.2	3.4	11.8	83.8	14.0	2.0	
III	71.0	1.5	13.0	55.2	1.1	0.2	2.1	18.3	77.7	-	12.6	
IV	101.7	1.6	21.2	76.5	1.4	0.9	1.6	20.8	75.2	8.0	2.8	
V	30.0	1.7	2.7	24.5	1.1	0.1	5.7	9.0	81.7	14.8	3.2	
VI	23.0	0.6	4.0	17.0	1.4	-	2.6	17.4	73.9	3.8	8.7	
VII	237.7	30.7	37.6	160.1	8.0	1.3	12.9	15.8	67.4	5.3	16.6	금평지
저수지	45.4											
계	765.0	39.1	120.9	548.6	9.1	1.9						

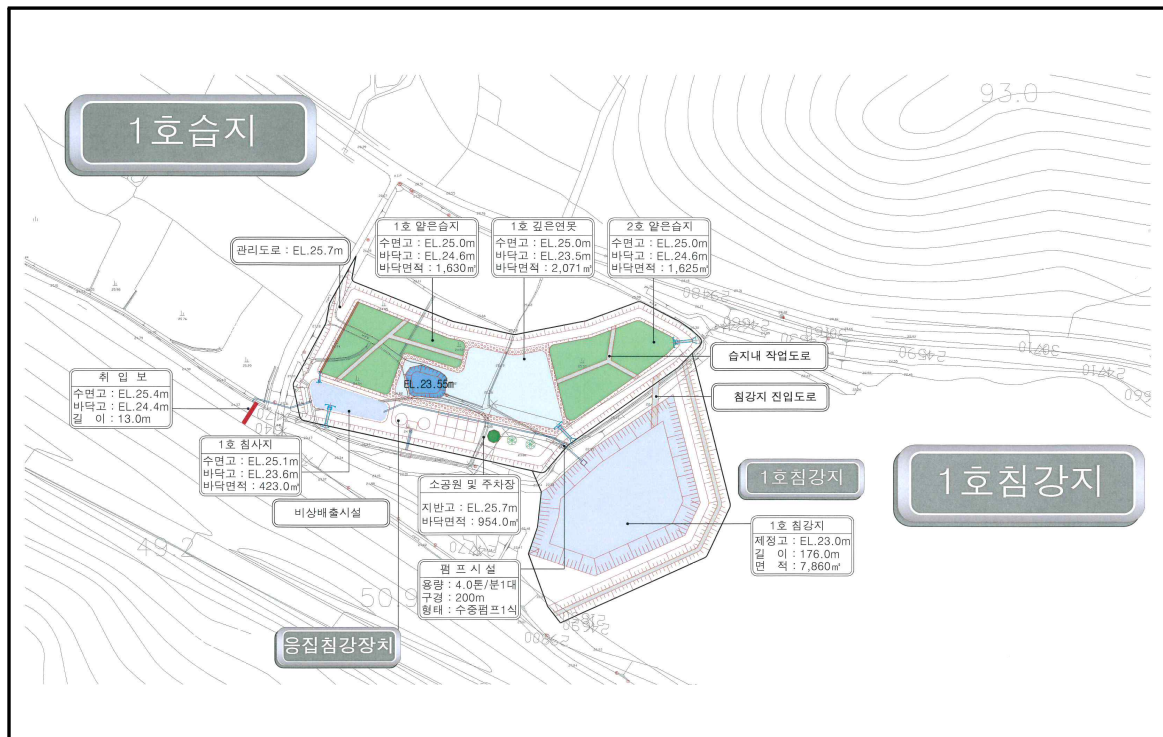
2.2.2 침강지 규모산정

- 침강지의 용량은 이수목적 및 수질개선 목적을 동시에 고려하고, 지형적으로 시공성도 감안되어야 함
- 본 지구의 침강지 규모는 유역의 유출량(강우량 일30mm초과 유출시 침강지 유입량)에 대하여, 침강지는 체류시간을 약 4시간 정도 체류시간을 확보할 수 있도록 계획하였음. 또한, 차수막형 부댐을 하류에 설치하여 침강효과를 제고하도록 계획하였음
- 본 지구 저수지의 만수위는 EL. 24.85m이며, 1호 침강지 계획은 만수위로부터 약 1.85m아래에 설치하고 계획수심은 3.0m로 검토하였음

[표 5-21] 침강지 계획 현황

구 분	유 역		일30mm 초과유입량 (m ³ /일)	계 획 수심 (m)	수표 면적 (m ²)	계 획 내용적 (m ³)	체류 시간 (hr)	비 고
	유역 구분	면적 (ha)						
1호 침강지	I	399.6	74,870.0	3.0	2,358.0	12,446.5	4.0	보조댐형

※부댐 제정고 기준



<그림 5-11> 1호 침강지 계획평면도

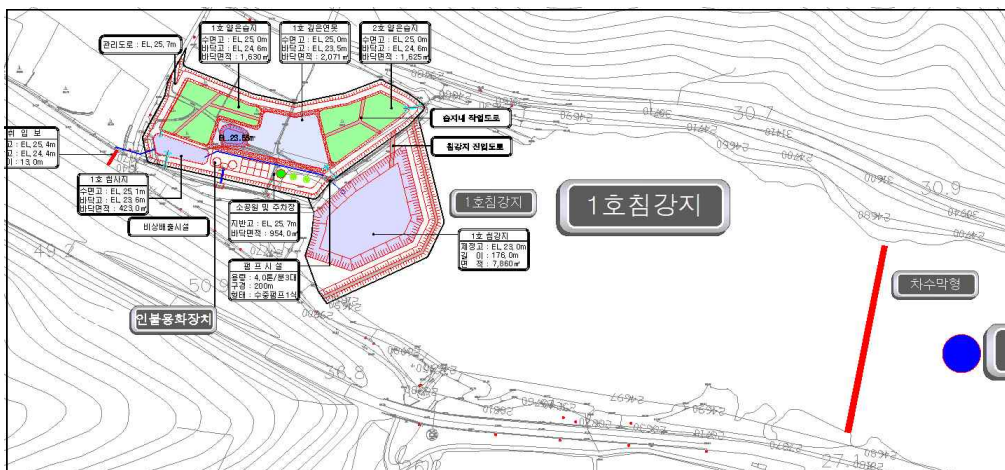
[표 5-22] 1호 침강지 시행 전·후 내용적

수위 (EL.m)	시행 전 (A)			시행 후 (B)			내용적증감 (B-A)
	누가면적 (m ²)	내용적 (m ³)	누가내용적 (m ³ , A)	누가면적 (m ²)	내용적 (m ³)	누가내용적 (m ³ , B)	
16.00	-	-	-	-	0	0	0
17.00	-	-	-	-	0	0	0
18.00	-	-	-	-	0	0	0
19.00	-	-	-	-	0	0	0
20.00	-	-	-	-	0	-	-
21.00	2,001	1,001	1,001	4,447	2,224	2,224	1,223
22.00	4,707	3,354	4,355	4,707	4,577	6,801	2,446
23.00	6,585	5,646	10,001	6,585	5,646	12,447	2,446
24.00	7,813	7,199	17,200	7,813	7,199	19,646	2,446
24.85	8,000	6,721	23,920	8,000	6,721	26,366	2,446

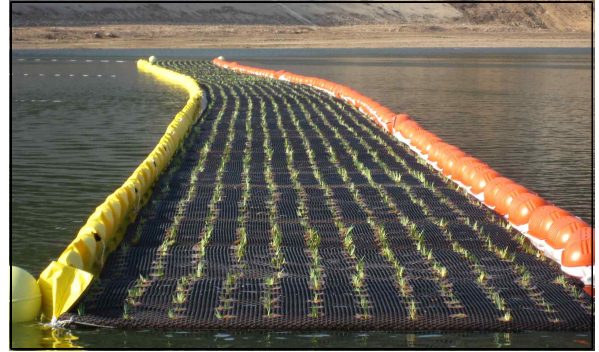
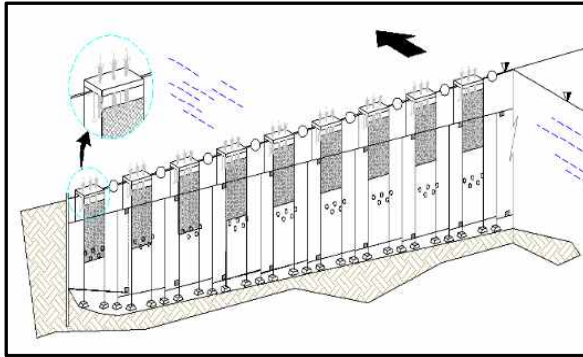
주) 시행후 내용적은 침강지 일부 표토제거

2.2.3 차수막형 침강지

- 신덕지의 경우 호내 문화재(청자요지)가 산포되어 있어 저수지 바닥을 준설하거나 부담을 설치하기 어려운 점이 있음. 따라서, 차수막형 침강지를 수표면에 설치함으로써 저수지 바닥을 훼손하지 않는 공법으로 시설을 설치하도록 계획하였음(차수막형 제원 : 길이 135.0m, 차수막형 제원 : 높이 6.0m)



<그림 5-12> 차수막형 침강지 설치위치도



<그림 5-13> 차수막형 침강지 단면도 및 설치예시도

2.3 침강지 준설계획

- 신덕지의 침강지는 문화재 산포로 인하여 퇴적된 표토의 일부분만 제거하는 것으로 계획하였으며, 차수막형은 수표면에 설치하는 것으로 별도의 준설은 계획하지 않음

[표 5-23] 침강지 준설계획

구 분	면 적 (m ²)	준설전 내용적 (m ³)	평균바닥고(EL.m)		준설후 내용적 (m ³)	준설계획량 (m ³)	비 고
			준설전	준설후			
1호 침강지	4,447	10,001	21.37	21.00	12,447	2,446	제정고 23.00

2.4 저수지 내용적 검토

- 본 저수지 수질개선 계획에 따른 시행 전·후 내용적의 변화를 살펴보면 인공습지, 침강지 설치 등으로 인한 신덕저수지 총 내용적은 2,446m³ 증가하는 것으로 나타났다

[표 5-24] 시행전·후 저수지 내용적

구 분	시행전 내용적 (m ³)	시행후 내용적 (m ³)	시행후 내용적 증감(m ³)	비 고
신덕저수지	3,369,078	3,371,524	2,446	EL.m 만수위 : 23.00

- 주) 1. 내용적증가 : 침강지 표토제거
 2. 내용적감소 : 없음(금회 인공습지 설치는 만수위 위에 설치 예정)
 3. 부록 시행 전·후 내용적 표 참조

3. 기타 수질개선 적용계획

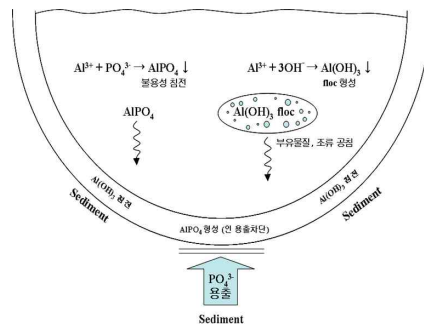
3.1 응집침강장치

3.1.1 응집침강장치 개요

- 저수지 수질을 개선하고 예방하기 위하여 준설, 영양염 불활성화, 피복, 조류의 회수와 처리, 살조제 처리, 인공순환, 먹이사슬 이용, 저니층 산화 등 많은 기술이 적용되고 있음
- 이상의 방법 중 가장 경제적이며 수중의 부유물을 제거하고 효과적으로 식물플랑크톤을 억제하기 위한 방법으로 영양염 불활성화를 위한 수처리제 사용이 증가되고 있음
- 특히, 알루미늄은 호수 내 식물플랑크톤의 대량번식 제어 방법으로 가장 경제적인 대책으로 평가되어 미국 등에서 널리 사용되고 있으며 투입기술도 많이 발전하고 있음

3.1.2 주요원리

- 녹조제어공법으로 인공습지, 침강지 등의 유입부대책을 제외한 호내발생을 제어할 수 있는 방안마련이 어려운 실정임. 따라서, 호내 내부생산에서 발생할 수 있는 녹조 등을 제어하기 위하여 다음과 같은 응집침강장치를 적용함
 - 식물플랑크톤의 성장에 필요한 인(P)의 지속적인 불활성화와 미세입자를 동시에 제거하기 위하여 적용함
 - 단시간에 수질개선 및 녹조제어효과를 기대할 수 있는 공법으로서 응집제인 알루미늄염 살포하여 저수지의 부영양화를 제어하는 경제적인 방안으로 제시됨
- 응집제는 부유물질과 함께 floc을 형성하여 공침하여 제거되며 호수 저질에 녹아있는 인의 재용출을 차단하여 녹조발생을 사전에 방지하는 역할을 함



<그림 5-14> 응집제의 호소 수질개선 기작

3.1.3 수처리제

- 응집침강장치에서 사용되는 수처리제는 알루미늄 응집제이며, 황산알루미늄(Alum), 폴리염화알루미늄(PAC) 등의 알루미늄염을 사용함

1 황산알루미늄(Alum, Aluminium Sulfate)

- 황산알루미늄은 황산반토라고도 하며, 고형과 액체가 있으며, 수질개선사업의 인(P) 불용화 공정에서는 액체인 황산알루미늄을 사용하도록 하며, 부득이 고체 황산알루미늄을 취급하여야 할 때는 물에 완전히 녹여 투입할 수 있도록 함
- 황산알루미늄은 대부분의 탁질에 대하여 유효하며 고탁도, 저수온 등에는 응집보조제를 병용하므로써 처리효과가 상승시킬 수 있음
- 액체 황산알루미늄은 겨울에 산화알루미늄의 농도가 높으면 결정이 석출하여 송액관을 막히게 할 수 있으므로 사용농도에 주의하여야 함

2 폴리염화알루미늄(PAC, Poly Aluminum Chloride)

- 폴리염화알루미늄(PAC)은 액체로써 그 자체가 가수분해로 중합되어 있으므로, 황산알루미늄(Alum)보다 응집성이 우수하고 적정주입률의 범위가 넓으며, 알칼리도의 저하가 적은 점 등의 특징이 있으나, 가격은 상대적으로 비싼 편임
- 처리가 잘되고 경제적인 면으로 보면, 평상시에는 황산알루미늄(Alum)를 사용하고 고탁도, 저수온일 때에는 폴리염화알루미늄(PAC)을 사용하는 방법이 좋음

3 응집 · 침강보조제

- 응집제의 성능을 높여서 응집과 침강효과를 증대시키기 위해 첨가하는 약제를 말하며, pH 조정용 알칼리제로는 소석회, 소다회, 가성 소다 등이 사용되고 있음
- 황토를 이용하는 방법은 응집제와 함께 투입할 경우 황토의 콜로이드 입자가 수중의 영양염과 플랑크톤을 응집하고 흡착하여 침강시키는데 도움이 됨

2 유입수 주입방법

- 유입수 주입방법은 저장탱크에서 투입유량을 조절할 수 있는 펌프를 이용하여 투입하며, 투입량은 연중(3월~10월) 강우시(10mm이상) 저수지로 유입되는 유입수에 수처리제를 투입하여 인(P)을 응집·침강시켜 처리하는 방식임



<그림 5-17> 응집침강장치(설치예시)

3 수표면 주입방법

- 수표면 주입방법은 저수지에 녹조가 발생했을 때 저수지 내에 직접 수처리제를 투입하여 인(P)을 응집·침강시켜 녹조의 발생을 억제 및 제거하는 방식임
- 투입방법으로 녹조발생시에는 선박을 이용하여 수처리제를 수면에 직접 살포하고 선박의 운행과 스크류의 회전 등을 이용하여 수처리제가 넓게 반응하여 응집, 침전 될 수 있도록 교반함

3.2 교반폭기장치

3.2.1 교반폭기장치 개요

- 저수지 바닥층은 빈산소 현상으로 인하여 퇴적층이 혐기성화 되고 이로 인한 악취, 영양염류 물질의 용출로 인한 부영양화 및 녹조 과다발생 등의 환경문제를 야기 할 수 있음. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 수중에서 기포를 발생시켜 교반폭기시키는 시설이 필요함
- 이러한 교반폭기장치의 주요원리는 기포를 부상시키는 부력과 부상을 막는 물의 표면장력, 물분자의 수소결합 고리 원리에 있음. 기포의 크기가 작아질수록 부력대비 표면장력이 힘의 균형을 이루어 부상속도는 현저하게 느려지는 원리를

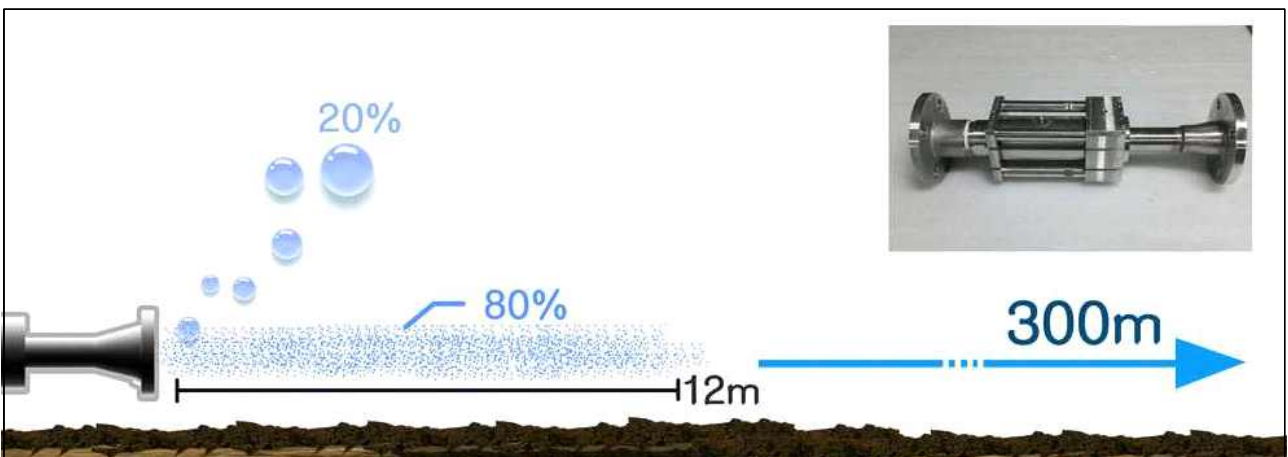
이용하여 버블의 직경을 작게 만드는 것임. 미세기포의 버블은 직경이 30 ~ 50 micron 이내인 초미세기포로 일반기포 직경은 1.0mm임(30micron = 0.03mm)

[표 5-25] 일반기포와 미세기포 버블 비교

항 목	일반기포	미세기포
기포직경	- 1 mm 이상	- 0.05 mm 이하(평균 0.03mm =30um) (일반기포보다 33배 정도 작음)
부피비교	- 4.19mm ³	- 1.13×10-4mm ³ (3만7천배 작음)
접촉표면적 (1리터 비교)	- 3,000,000mm ²	- 99,475,200mm ² (약 33배 넓음)
수중부상속도	- 1,000mm/s 급부상	- 0.05mm/s(2만배 느림)

3.2.2 교반폭기장치 특성 및 설치위치

- 저수지 생태계에도 일정량의 공기가 필요한데, 자연하천의 경우 물의 흐름이 유지되며 흐름의 과정에서 교반을 통해 공기가 유입되고, 물 분자 클러스터가 작아 물질 전달이 원활하여 혐기성 부패나 오염이 발생하지 않음. 하지만, 저수지 수환경은 수심깊이가 깊어지고 흐름이 약해지면서 공기가 물과 접촉할 기회가 줄어들어 퇴적층은 혐기성부패가 일어나고, 부유물은 각종 2차적 환경 문제를 유발하므로 이런 생태계 악순환을 막기 위하여 물속에 공기를 주입하는 것임



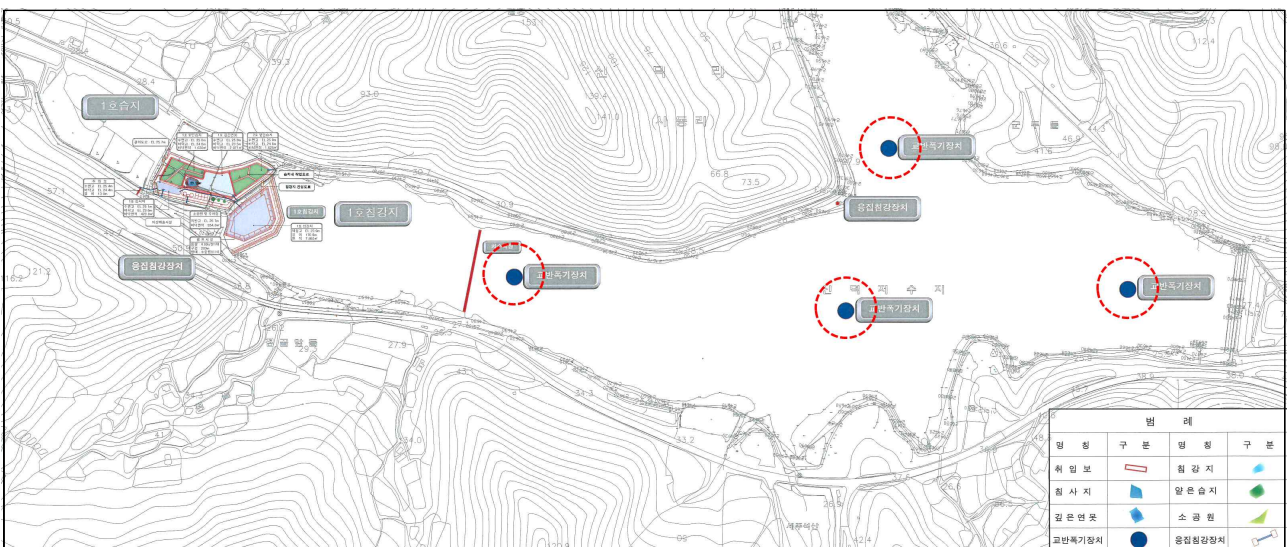
<그림 5-18> 미세기포 확산개념도



<그림 5-19> 교반폭기장치 설치(예시도)

[표 5-26] 미세기포의 물리적 특성 및 수환경 개선효과

항 목	물리적 특성	수환경 개선효과
수중부상속도	- 180초 이상 수중 잔류 - 300 m 이상 저층 확산	- 저층 빈산소 문제를 해결, 퇴적층 부패 방지 - 수생태계에 원활한 산소공급 - 균.남조.녹조류 발생 억제(클로로필-a 등) - 용해성 이온류(철, 인 등)를 응고하여 침전 시킴
전기적 특성	- 기포 경계면에 강한 음전하	- 수중 부유물질을 전기적으로 흡착 약취 원인 물질 흡착
물분자 구조	- 분자간의 클러스터 연결 차단	- 수중 물질의 이동을 원활하게 함 - 콜로이드성 정체 방지
기포붕괴	- 전기적 흡착으로 내압 증가 - 도너츠 모양의 버블체트 - 버블 붕괴	- BOD.COD. SS. 슬러지 획기적 감소 - T-N, T-P 도 급격 감소 - 병원성 바이러스, 박테리아등 사멸



<그림 5-20> 미세기포 확산개념도

4. 시설운영 및 유지관리 방안

4.1 인공습지 운영 및 관리

4.1.1 기본방향 및 목표

- 인공습지 설치 목적에는 홍수조절, 하·폐수 처리, 초기강우/비점오염원 제어, 습지생태계 보호, 야생 생물 및 어류 보호, 서식처 보호, 연구시설 등이 있음. 따라서 각 설치목적에 맞는 적절한 유지관리방안이 수립되어야만 목적에 따른 기능을 발휘할 수 있을 것임. 유지관리를 위해 필요한 사항이 새로이 발견되는 경우 적절하게 반영될 수 있어야 하며 검토한 사항 외에도 유지관리를 위해 필요한 사항이 추가로 발생할 수 있음
- 습지가 정상적으로 잘 운영되기 위해서는 지속적인 관리를 요하며, 습지의 운영 및 유지관리는 다음과 같은 사항에 초점을 맞추어야 함
 - 유입수가 미생물, 식물, 토양 등과 충분한 접촉을 갖도록 해야 함
 - 유입수의 흐름이 습지 전 지역을 골고루 통과해야 함
 - 미생물이 건강한 활동을 할 수 있는 환경을 조성해야 함
 - 식물들이 왕성히 성장하도록 유지시켜야 함

4.1.2 O/M 계획 (Planning)

- 일상 유지관리 보수·개수의 계획수립 등에 대하여 체계적이고 일괄적인 운용을 도모하기 위하여 필요한 기본적인 사항임
- 유지관리는 시설물의 제 기능유지, 내구성 향상, 설계 의도대로 유지하기 위하여 일상점검 또는 정기점검을 통하여 사전에 발생가능한 문제점들을 제거하고, 손상된 부분을 원상복구하여 당초 건설된 기능을 유지함과 동시에 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량으로 전체 시스템의 유지관리비용의 절감과 수명 연장에 목적이 있음

1 사용개시 직전의 점검(시운전)

- 정확한 설계와 시공은 인공습지 운영의 가장 기본적인 요소임. 단위조작의 오작동 및 부정확한 시공은 장기적으로 습지처리 시스템에 문제점을 야기 시킬 수 있으며, 습지 기능발휘의 지속성과 밀접한 관련이 있음
- 시운전시 고려해야할 요소들은 다음과 같음

[표 5-27] 시운전시 고려사항

항 목	시 운 전 시 고 려 사 항
비상대책	- 시운전 및 습지가 안정화되기 전에 자연재해의 발생에 대한 대책 마련 - 처리시설의 처리효율이 예상과 달리 나타날 때는 문제해결을 위해 관련 전문가 협조나 비상보수업체를 확보할 수 있는 체제를 구축함
악취발생	- 운전 중에 악취가 발생할 수 있으므로 악취발생 가능성에 대해 사전에 충분히 검토하고 필요한 대책을 마련함
안전사고	- 수심이 깊은 시설물이 설치되었을 경우 방문객들의 안전사고에 대비할 수 있는 시설이 시운전 중에 검토되어야 함
주민홍보	- 공사시작부터 지역주민에 대한 홍보를 통해 인공습지에 대한 이해와 관심을 높이도록 함 - 장기적으로 습지의 유지관리에 지역주민의 참여와 협조를 유도할 수 있는 기회가 될 수 있음
전문가 참여유도	- 학계나 민간으로부터의 전문가가 시운전에 참여하여 개선사항을 제안할 수 있도록 함
기술적 사항	- 수위 및 유량 - 수질 - 강우량 등의 기상자료 - 전처리 시설 및 모니터링장비 운전 - 습지 내외부 주변환경 확인 - 단위장치 및 기기의 작동여부 - 사진촬영 및 보관조건
시운전 자료의 관리	- 시운전 자료는 장기적으로 습지의 유지관리를 위한 근거자료로 활용됨 - 따라서 유지관리상의 비용절감과 효율을 증대시키기 위해서는 시운전 자료의 철저한 관리와 분석이 요구됨

자료) 주암호 인공습지시설 기본계획 및 실시설계보고서, 2002

2 청소계획

- 사람의 접근 및 이용으로 인한 일반폐기물의 발생은 거의 없을 것으로 판단되며, 내부에서 발생 가능한 낙엽, 식물사체 등에 의해서 취입보, 펌프장, 월류보 등 수리학적 제어에 방해되는 요인을 제거하며, 시스템 내의 정체지역 등이 발생되지 않도록 청소가 이루어져야 함
- 취입보와 월류보 등에서 이물질 등의 부착 유무 확인
- 급격한 수위상승 및 징후가 예상될 경우, 취입보의 높이조절과 이송수량을 조정

3 사면, 제방 등의 구조적 안정성 조사 계획

(1) 야생동물의 관리방안

- 땅을 파헤치거나 서식지를 동굴로 하는 설치류 등의 포유동물들은 구조물 안정성에 치명적인 악영향을 줌. 따라서 일시적으로 수위를 높여 이들의 서식을 막는 방법과 덩을 놓아 생포하는 방법 등을 동원하여 이들 동물들에 의한 피해를 최소화할 수 있는 방안을 수립해야 함

(2) 식생 구성(관속식물 배제)

- 사면 또는 제방 등은 인공구조물을 지양하고 자연석이나 토공시 남은 잔재물로 유지관리용 도로, 모니터링 접근로 등이 시공됨. 따라서 제방과 사면은 근권의 발달이 우수하여 제방 또는 사면을 보호할 수 있는 재료들로 구성되어져야 하며, 목본류를 배제하고 초본류로 구성되도록 관리해야 함

4 퇴적물 관리 계획

- 처리용량과 규모, 처리원수, 습지형태 등에 따라 퇴적물 제거 시기는 다를 수 있음. 인공습지의 경우 퇴적물에 의한 기능의 저하를 발견하였을 경우, 다른 오수 처리방식에 비해 회복속도가 느리다는 단점이 있으므로 최선의 방법은 조기 발견으로 적절한 대처방안을 구상하는 것임
- 시험연구 결과(농업용수 수질개선 시험연구, 마산저수지)에서는 연간 퇴적물의 축적속도가 연간 약 1~2cm 이하로 조사되어 10 ~ 20년 후에 처리를 위한 필요수심을 확보하기 어렵다고 판단될 경우 기능유지 차원에서 제거를 해야 할 필요가 있으며, 퇴적물 관리를 위한 점검내용은 아래와 같음
 - 월류부에서의 처리수 월류상황(이물질의 부착 유무 및 수평흐름의 유지)
 - 퇴적물의 유무 및 그 두께의 측정
 - 퇴적물에서 악취 발생

5 관리비, 유지보수비 등의 비용집행계획

- 자연습지와 인공습지에서의 운전과 유지관리비용은 주로 시스템 모니터링과 관련되며 유량관리를 위해 펌프장 시설을 운영하게 되었을 경우 전력의 사용, 관리인의 운용, 처리시설 관리를 위한 식물절취가 시행될 경우 추가되어 질 수 있음

4.1.3 수문관리

1 유량분배계획

- 유량은 지표흐름의 경우는 수평방향, 지하흐름의 경우는 수평과 수직방향에 대해 균등하게 유입 및 유출이 될 수 있도록 상시 관리가 필요함. 취입보의 가동에 의해 유량을 관리하게 되면 특별하게 유량계를 설치할 필요성은 없지만 지하로 침투, 증발량 등 수두손실이 크다고 판단될 경우 유입 또는 유출부에 유량계를 설치할 수 있음

2 취입 및 수위관리

(1) 취입 관리

- 새로운 습지의 설계와 최적의 유지관리 방안을 위해서는 물을 우회시켜 자연 유하를 유도하는 방법을 고려해 볼 수 있음. 이 방법은 자연에너지를 활용함으로써 경제적이며, 홍수부지 등에 위치하여 부지선정의 애로사항을 해결할 수 있는 장점이 있음. 그러나 가뭄이나 관개기, 홍수 등의 극심한 유량변동이 예상될 경우는 유출입시설물을 최대한 활용하여 식물 생육을 위한 물 확보에 최우선적으로 배려를 해야 하며 최악의 경우 유출수의 재순환, 보충수원, 예비펌프장 등을 고려해야 함. 또한, 하천유수상황을 파악하여 사전용수 공급계획을 수립하는 것도 고려해야 함

(2) 수위 관리

- 식재직후에는 식물의 성장에 따라 수위를 조금씩 증가시켜야 하며, 의도하는 식물종 조성을 유도하고 잡초를 제어하기 위해 정확한 수위조절이 필요함. 또한, 습지의 유지관리를 위해서 물을 완전히 배제해야 하는 경우도 있어 수위 조절 구조물의 설치가 필요함
- 식재 후 약 1년간의 수위관리는 식물생존에 가장 중요한 요소로 작용함. 초기 성장기간 동안 2 ~ 5 cm 크기의 작은 식물의 최적 생존과 성장을 위해서는 기질이 침수되지 않고 단지 포화만 되어 있어야 하며 이후 한두 달 동안은 맑은 물이나 농도가 낮은 하수를 유입시켜야 하고, 그 다음 6개월간은 계속 농도를 약간씩 증가시키고 유량도 증가시킴

- 봄철 성장 초기단계에서는 의도된 식물종의 유도, 잡초의 제어를 위해 수위조절이 필요함. 정상적인 운영상태의 수심은 처리하고자 하는 유입수의 특성에 따라 다르겠지만 하수를 처리하기 위한 수심은 10 ~ 20 cm, 저수지 수질개선을 위해 대규모 유량을 처리해야 할 경우 10 ~ 30 cm, 깊은 습지구간, 또는 연못의 경우 70 ~ 180 cm 정도임. 적절한 수심의 유지는 식물성장에 매우 중요함. 작고 새로운 식물은 앞에서 뿌리로 산소를 공급해주는 통기조직이 잘 발달되어 있지 않아 수심이 깊으면 심각한 문제를 일으킬 수 있으며, 특히 산소가 부족한 물의 경우는 더 심해짐
- 따라서 운영단계에서는 각 요소들의 수위는 필요시 검사하고 조절되어야 하며, 유량조절시설의 균열이나 누수를 육안으로 관찰해야 함. 일상적인 검사는 유입 및 유출구조물에서 유량의 정상적인 흐름, 습지 각 부분의 수위, 제방의 세굴이나 파손 등의 관찰임
- 연중 상시적으로 운영을 해야 할 필요성이 있으므로 동절기 유지관리를 위한 방안이 수립되어야 함. 동절기에 수표면은 얼기 쉬우며 이와 더불어 습지의 생물학적인 처리 효율이 저하됨. 그러나 대부분의 인은 SS와 같은 입자상 물질에 부착되어 유입되기 때문에 습지의 물질제거 기작 중 침강기능을 활용하여 제거하도록 유도함. 이를 위해서 유지수심 중 수표면이 동결되어 적정처리 수심이 감소하는 것을 막기 위해 기상변화를 고려하여 수위를 상향 조절함. 즉, 처리수가 동결된 수표면 위를 흐르게 해서는 안됨
- 일반적으로 식물의 완전한 정착은 두 번 정도의 성장기(약 2년)를 거쳐야 평형상태에 이르는 것으로 알려져 있어 식생초기부터 유입수질, 식물생존 및 번식률에 대하여 지속적인 관리가 필요함

4.1.4 시설관리

- 구조물에 대한 안정성과 연중 변동상황을 지속적으로 점검하여 성능을 유지하고 안전사고를 사전에 예방토록 함

1 사면침식제어 방법

- 절취에 의한 사면보호방안 비탈면의 침식을 완화시키기 위한 도입식물은 자연경관과 조화되고 척박한 환경에 잘 적응할 수 있는 자생종을 원칙으로 함

- 습지 주변에 자생한 원치 않는 식물들이 과도하게 성장하는 것을 막기 위해 일상적으로 풀베기를 해줘야 하며, 인공적으로 조성된 잔디의 경우는 사면보호 50~100 mm, 잔디가 아닌 식물들에 대해서는 100~150mm로 유지하도록 함

2 시설보수

- 습지를 설계하는 과정에서 최우선적으로 고려되어야 할 것은 유지관리 비용으로 지출되는 비용을 최소화하고 유지관리가 용이하도록 하여야 함. 따라서 시설보수는 가급적이면 현장에서 조달 가능한 자연재료를 이용하여 보수하도록 하며 최소 경비가 지출될 수 있도록 함

3 갈수기 인공습지 관리

- 갈수기에는 유역에서 유하하는 유출량 부족으로 인공습지 내 유량공급이 제한될 수 밖에 없음. 이로 인한 습지내 수생식물의 고사 및 저성장으로 인공습지의 수질개선 효과가 급격히 저하될 수 있음
- 인공습지의 효율적인 유지관리를 위해서는 갈수기에도 습지 내 유량을 공급할 수 있는 시설이 필요함. 저수지내의 용수를 pumping 할 수 있는 양수기 및 고무호스를 취입보 관리사내에 상시 배치하여 갈수기 인공습지내 용수를 공급토록 계획함

4 퇴적물 관리

- 퇴적물은 처리수 자체, 식물사체, 조류(藻類) 사멸 등 시스템의 내외부적인 기원에 의해 발생가능하며 이에 대한 적절한 관리방안이 수립되어야지 시스템의 안정성과 기능 저하 방지에 기여할 수 있음. 축적된 퇴적물의 경우 5~15년마다 제거되어야 하며 현장관찰자의 판단에 따라 유동적일 수 있으므로 퇴적물 제거를 통해 수심을 확보할 수 있으며, 균형적인 공간분포를 유지할 수 있음
- 바닥잔재물(debris and litter)은 유출부의 폐쇄현상을 막기 위해 정기적으로 제거되어야 하며, 이를 통해 습지는 심미적으로 안정적으로 보일 수 있음

5 단위시설별 주의사항

(1) 유출입시설

- 습지내 물이 정체되어 있으면 수질이 악화되기 쉬우므로 물을 지속적으로 유입시키거나 순환시킬 필요가 있음. 유출입부의 경우 낙엽 등의 이물질 또는 퇴적물에 의해 막힘현상이 발생할 수 있으므로 주기적으로 점검 후 제거해 주어야 하며 펌프를 가동할 경우 펌프의 필터를 자주 점검하여 청소해 주거나 교체해 줌

[2] 습지 시스템 또는 전처리시설

- 습지 내부 또는 전/후처리시설로서 침강지를 운영하게 될 경우 퇴적물이 쌓이게 되므로 수질악화 뿐 만 아니라 생물의 서식환경을 나쁘게 하는 원인을 제공하기 때문에 주기적으로 제거해 주는 것이 바람직함. 퇴적물의 과도한 증가를 방지하기 위해서 초겨울에 식물의 지상부를 제거하는 방안이 추천되어 짐

[3] 수위 관리

- 수위의 년중 변화는 처리효율 뿐 만 아니라 식물과 동물의 군집에 영향을 주므로 중요한 관리항목임. 항상 일정한 수위를 유지하기 보다는 식물의 성장주기에 맞추어 수위를 조절할 필요가 있으며 홍수기 또는 처리수량이 증가한 경우를 제외하고 설계수위를 유지할 수 있도록 관리함

[4] 수질관리

- 부영양화에 의한 녹조발생은 생활하수, 공장폐수, 농경배수, 대기, 퇴적물로부터 야기될 수 있으며, 조류는 습지의 형태, 수심, 수표면적, 유속, 수온 등의 물리적 인자, 화학적 영양분의 존재 여부, 습지 내부에 조성된 먹이사슬 관계로부터 성장속도가 조절됨
- 그러나 습지의 경우는 수화현상을 일으키는 조류의 성장이 수생식물에 의해 제한되며, 사상성 또는 부착성 조류가 상대적으로 많이 성장하므로 수처리에 일부 기여하는 것으로 알려져 있음

6 특수상황 발생시 대처요령

- 인공습지의 경우 운영관리 상의 특별한 기술이 필요 없으며, 전력사용량도 크지 않으므로 특별히 처리 성능에 영향을 미칠 정도의 수준의 문제가 발생하지 않을 것으로 판단됨. 그러나 인공습지의 생태적 기능의 유지 및 복원을 부가적으로 고려하고 있다면 탐방객의 안전을 위한 시설물을 확보토록 하여 안전사고를 미연에 방지하는 것이 좋을 것임
 - 시설물 안전관리 적정여부
 - 사고시 긴급 복구 계획
 - 긴급복구를 위한 주요장비구입 및 동원체계
 - 예비장비 확보 상태

[1] 태풍대비시스템 관리요령

- 태풍이 오기 전
 - 집중호우에 대비하여 제방과 유출입시설 등 수리시설물은 긴급히 점검보수
 - 수로 또는 제방에 나 있는 풀은 모두 베어서 물이 잘 흘러내리도록 함
 - 태풍에 의한 영향을 많이 받는 지역의 경우 태풍이 통과할 때는 물을 깊이 대주어 식재종이 쉽게 쓰러지지 않도록 함
- 태풍이 지나간 후
 - 물에 잠긴 식물은 가능한 빨리 물을 뺌
 - 쓰러진 식물은 즉시 일으켜 세우도록 함
 - 파손된 수리시설물, 구조물은 신속히 응급복구
 - 물에 잠겼던 시설물은 전문수리요원에게 점검 받은 후에 작동 여부 확인
 - 물에 잠겼던 식물들은 세척여부를 파악하여 신속히 세척

[2] 가뭄대비시스템 관리요령

- 사전대비
 - 가뭄관련 자료 조사 및 분석
 - 유입수원을 확보하지 못할 경우를 대비하여 용수확보 대책 강구
 - 시스템 내부 재순환 계획 수립
 - 시스템 폐쇄 후 저류상태 유지 계획 수립
- 발생 시
 - 용수확보 대책의 시행
 - 가뭄 중 개발된 시설물에 대한 항구화 작업 추진
 - 가뭄극복과 관련된 각종 자료 정리 및 보관

[3] 물고기 폐사대비시스템 관리요령

- 봄철 해빙기, 갈수기에 유량부족으로 유속이 느리거나 정체된 지역에서 수온상승 등 기상변화에 의해 발생하며 수온이 급상승하는 3~4월에 주로 발생
- 갈수기 하천수량이 부족한 상태에서 초기 강우 등에 의하여 씻겨진 오염 물질이 일시에 과다 유입되고, 유속이 빨라져 하상 퇴적물이 뒤집히는 현상이 발생되었을 경우 물고기들은 수중 용존산소 부족으로 집단폐사 위험이 높음

- 기타 복합적인 요인으로 용존산소의 부족, 유기물질, 암모니아성 질소 등의 오염도가 급상승하거나 조류가 과다번식 했을 경우 집단폐사의 위험이 높음
- 사고발생시 대처요령
 - 수질분석 및 현장확인을 통한 신속한 원인 규명
 - 정체구역 없이 물흐름을 원활히 하도록 시설물 점검
 - 조류의 번성이 심한 경우는 유입유량을 조정하여 물갈이 작업을 실시
 - 집단 폐사의 속도가 클 경우 임시적으로 이동식 표면 포기장치를 설치하여 한시적으로 운용

4.1.5 식생관리

- 정수식물은 미생물 성장과 오염물질을 흡수하므로 이러한 식물의 건강한 성장과 유지는 시스템 운영의 중요한 요인임. 처리 인공습지에서 건강한 식물 피도를 보장하는 첫 번째 단계는 습지 내에서 일어나는 환경 조건의 일반적인 범위에 내성을 가지는 종을 이용하는 것임
- 또한, 계획된 범위 내에서 지속적인 부하와 수심이 유지되는 한 평소에는 정수식물의 유지가 필요 없음. 습지식물 군집은 일반적인 습지 서식처에서 자가 유지를 하고 자라며 죽고 다음해 재생장함. 식물은 나지의 적합한 환경에서 자연적으로 번식하지만 스트레스가 있는 환경에서는 식물 성장과 다양성의 동적 평형이 이루어짐
- 관리 기본방향
 - 비용 vs 효율 고려
 - 식재종 이외의 종 이입에 대하여 허용 또는 배타의 방향을 명확히 함
 - 각 유지관리 방안의 장단점에 분석에 따른 관리방안 선택
- 새로운 습지를 조성하고 주의를 기울이더라도 식물 성장에 문제가 생길 수 있음. 대부분의 습지 시스템에서 식물 성장의 문제를 경험했거나 현재 문제를 가지고 있음. 아래 표는 오수 처리를 위해 사용되는 인공습지에서 식물의 성장과 생존을 악화시킬 수 있는 가장 일반적인 물리적, 화학적, 생물학적 요인들을 정리하였음

[표 5-28] 습지식생 유지에 영향을 주는 잠재적 요인 요약

문 제	해 결 방 법
수분 스트레스(수심이 너무 낮음)	- 적당한 토양 수분을 유지하기 위해 유출수 격벽을 올리거나, 물을 더 넣어주거나, 충분한 관개
침수 스트레스(수위 너무 높음)	- 수위를 낮추기 위해 유출수 격벽을 낮추거나 흐름 감소
다량원소 스트레스(N, P, K)	- 건강한 식물 성장을 위해 필요한 비료 살포
미량원소 스트레스(Fe, Mg 등)	- 건강한 식물 성장을 위해 필요한 미량원소를 넣어줌
용존산소 스트레스 a. 유기물 부하 b. 암모니아 부하 c. 물을 덮음(슬러지 또는 고형물) d. 압밀도 토양(tight soils)	- 산소 요구물질(BOD ₅ , NH ₄)의 이입을 감소 - 수위를 낮춤. 고형물(무기 고형물과 슬러지) 이입 감소 - 적당한 뿌리내릴 기질을 만들기 위해 양질의 표토를 이용하여 계획
병충해/초식 a. 곤충 b. 식물 질병 c. 동물	- 가능한 한 화학적 조절을 사용하지 않음 - 휴면기에 있는 곤충과 병원균을 감소시키기 위해 겨울에 불을 냄 - 필요하다면 트랩을 설치하여 동물을 제거
기후/물리적 환경 a. 냉해 b. 열 c. 바람 d. 과도한 증발산	- 적절한 뿌리 온도를 조절하기 위해 침수 상태를 유지 - 식물 안정성을 유지하기 위해 적당한 표토 사용

4.1.6 운영 및 유지관리 점검

- 점검을 행한 경우 그 작업 기록을 작성하여 보관토록 함. 점검표에는 점검의 결과, 그 결과에 기초해서 행한 조정 및 수리작업의 내용을 알 수 있도록 한 것으로 그 양식은 점검할 사항을 매번 행하지 않아도 좋도록 체크리스트의 양식을 겸비함과 함께 점검결과는 집계하기 쉽도록 정성적인 표현이 아닌 정량적인 표현으로 할 필요가 있음. 또한 필요할 경우 개략 도면에 표시하도록 함

1 일상점검

- 현장관리인에 의한 일일점검 형식이며, 전문가적인 판단요소를 줄여 습지 정도별로 이동하면서 점검할 수 있는 항목들로 구성되어 있음. 일상점검은 부유쓰레기 제거, 제초, 유량관리 차원에서 필수적인 항목들이며 항목의 중요성에 따라 긴급히 보수를 요하는 간단하면서 중요한 항목들이 포함됨

2 정기점검

- 전문가에 의한 점검이며 시설의 전체적인 운전상황과 시스템의 문제점을 분석하고 더 효과적인 운영관리를 위해 매월 1회 이상 모니터링과 병행 실시해야 함. 일상점검에 비해 더 전문화되고 세부적인 사항들을 포함하며 점검후 처리 결과는 장기간에 걸쳐 나타남. 점검의 결과는 모니터링 요소와도 결부되며 습지의 장기적 운영시의 유지관리비용 등을 추정할 수 있는 기초자료를 제공함

4.1.7 자연정화시설의 모기 등 해충 제어방안

- 모기발생은 과부하와 혐기적 조건에 의해 용존산소 농도가 1 mg/L 이하일 때 주로 발생하며, 모기는 자연습지에서 자연스러운 것이지만 인공습지의 경우는 인위적으로 모기 발생을 제어할 수 있음
- 즉, 모기에게 적합한 환경을 없애거나 유충이 자라는데 불리한 조건을 만드는 것으로 제어가 가능할 것으로 판단됨

1 포기

- 모기를 제어하는데 효과적인 방법은 DO를 1 mg/L 정도 유지하는 것으로써 국외사례 중 추가 포기를 실시함으로써 모기 문제를 해결하였음
- 산기방식으로는 미세기포를 발생시킬 수 있는 fine bubble 산기관을 사용하는 것이 coarse bubble 방식보다는 DO를 0.5~1.0 mg/L 더 높게 유지할 수 있어 모기제어 뿐만 아니라 BOD 부하도 더 높게 유지할 수 있음

2 정체해소 및 생물학적 천적 도입

- 정체된 물은 모기의 산란에, 그리고 영양염 농도가 높은 물은 유충이 성장하기에 적합함. 따라서 step-feed 방식이나 유입수 재순환으로 유입수를 분배하여 물의 흐름을 좋게 하고 물을 표면을 덮는 것(예; 개구리밥, 매트)이 모기의 발생을 최소화하는 방법임

- 또한, 모기유충을 먹는 물고기(예; 송사리)와 잠자리 유충, 모기 성충을 먹는 제비와 박쥐의 서식지 확보를 검토해 볼 수 있음

3 서식처 제거

- 음료수 캔, 버려진 자동차 타이어, 웅덩이, 수위조절장치, 개방형수로 등 물이 고일 수 있는 곳은 아무리 사소한 곳이라도 모두 확인하여 제거해야 하며, 모기문제는 흔히 습지 전체보다는 아주 작은 곳에서 발생하는 경우가 더 많음

4 수위조절

- 유충이 성충단계로 변태하기 전(5일 간격)에 유충을 죽이기 위해 반복하여 물을 빼주어 수위를 변동시켜 줌

[표 5-29] 습지에서의 모기 유충 및 성충의 친환경적 방제 방법 제안

분 류	방 법	자연정화시설 습지내 구체적 방제방법	문제점
물리적 방제	습지내에 물 제거 (서식처, 산란처 제거)	- 습지내의 정기적 물빼기 (5일이상 습지내 물 보유 하지 않도록 함)	- 습지내 물의 유출입과 체류기간을 정확히 파악해야 함
	성충의 유인 및 포획	- 시설 주변 유살등 설치 (성충의 포획)	- 설치간격 및 전기시설, 전지교환
		- 시설 주변 유인트랩과 포획트랩 설치(정화시설 유출부에 트랩설치)	- 유인트랩 및 포획트랩 정기적 교체 및 한계적 수명, 위치선정 중요
생물적 방제	유충방제제	- 곤충병원성미생물을 이용한 유충방제	- 대량 배양 가능 - 유충방제에 가장 효과적
	유충방제제 제형선택	- 습지내에 살포 및 분산 용이한 제형선택(액상수화제가 습지내 분산이 용이)	
	유충기생충 및 병원균 처리	- 유충기생성 선충, 원충, 곰팡이 대량사육 후 방사	- 대량사육 및 배양에 있어 어려움
종합적 방제	<ul style="list-style-type: none"> - 우기 전인 6월초 1차 곤충병원성미생물 처리 - 우기 직후인 8월 중순~9월 중순까지 2주 간격 처리 및 습지내 5일이상 물빼기 - 9월말~10월말까지 모기의 밀도변동양상의 정기적 조사를 통해 추가 방제계획 수립 		

[표 5-29] 계 속

분 류	방 법	자연정화시설 습지내 구체적 방제방법	문제점
경종적 방제	습지내 재식밀도 조절	<ul style="list-style-type: none"> - 습지내 정화식물의 재식밀도가 고르지 않아 용덩이가 발생하는 곳에는 모기유충의 집단 서식처 및 산란처가 되므로 발생밀도 증가 - 인위적인 미식재구는 모기성충의 은신처 부재로 인해 모기산란이 감소, 밀도감소의 좋은 요인이 됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 재식밀도를 고르게 습지내 빈 공간이 생기지 않도록 자연형습지에서는 불가능하지만, 인공습지에서는 가능할 것으로 여겨짐
	정화시설 유입부와 유출부의 유속조절	<ul style="list-style-type: none"> - 유속을 높혀 산란기회를 줄이거나 알과 서식하는 유충을 분산 	
	유입수의 종류에 따른 유충방제 가능성여부 타진	<ul style="list-style-type: none"> - 축산폐수가 농경배수보다 유충밀도 높음 	
	유량 및 유입수 체류기간 조절	<ul style="list-style-type: none"> - 유량을 최소화, 유입수 체류기간을 짧게 하도록 함 - 유입수의 체류기간이 2주 이상이 되지 않도록 하는 것이 모기유충의 성충으로의 우화 후 산란을 통해 다음세대의 급격한 밀도증가를 억제할 수 있음 	
	자연형습지의 설계시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> - Pond의 위치는 유입부쪽에 위치하는 시험포의 모기유충발생밀도가 낮았음 	
침강지(침사지) 존재 유무	<ul style="list-style-type: none"> - 침강지는 우기 후 빗물이 고여 모기유충의 집단서식지로 본 연구에서도 발생밀도가 가장 높아 습지내 물 10L당 600마리 이상이 존재하고 있었음 - 따라서, 침강지의 집중적 방제가 필요 - 침강지에서 서식 후 우화한 모기성충이 다른 정화시설로 이동하여 산란 및 서식할 가능성이 높음 		

※ 자료 : 농림수산식품부, 2009년 담수호 수질개선시험조사 및 실용화 보고서(2차년도), '09.12

4.2 침강지 유지관리

- 침강지에서 유역의 유출수는 그 체류시간이 길어질 기간이 많아지게 되므로 생물학적 작용에 의한 수질정화가 발생하는 일종의 산화지 역할을 하게 된다고 볼 수 있음. 이때 침강지내의 녹조현상 등이 발생할 수 있으며, 이를 제어하기 위한 몇 가지 방법을 살펴보면 다음과 같음

4.2.1 침강지내부의 정기적 준설

- 침강지내 퇴적물을 정기적으로 준설하여야 하며 침강지의 효율은 연평균 유입량과 침강지의 내용적에 좌우되기 때문에 유입량은 제어가 불가능하나, 내용적은 인위적(준설)으로 확보가 가능함

4.2.2 부유물질 유입차단 및 제거

- 홍수시에는 침강지내로 흘러오는 쓰레기 등 부유물질을 잘 제거해 주어야 하며 이를 적기에 제거하지 않으면 홍수에 의한 상류지역의 침수피해가 발생할 수 있고 2차적인 오염원이 되며 경관상으로도 좋지 않음

4.3 응집침강장치 유지관리

4.3.1 시설물 유지관리

1 약품저장조

- 약품저장조에 우수가 유입되지 않도록 상부 뚜껑을 잘 덮어 보관토록 함
- 약품저장조의 배관 부식이나 누수가 없도록 수시로 점검하도록 함
- 약품저장조에 약품 투입시나 관리시 보호안경, 마스크, 고무장갑을 착용하여, 약품에 의한 질식이나 피부에 직접 닿지 않도록 함
- 동절기 사용시에는 배관의 연결부위, 밸브 주변은 보온을 해주도록 함

2 펌프

- 펌프는 사용하지 않을시 약품저장조에서 꺼내어 물로 잘 씻어낸 후 부식이 되지 않도록 조치함

3 교반기

- 교반기는 사용하지 않을시 약품저장조에서 꺼내어 물로 잘 씻어낸 후 부식이 되지 않도록 조치하여 보관함

4.3.2 수처리제 유지관리

1 취급시 주의사항

- 피복 또는 작업복에 묻었을 경우에는 훼손우려가 있기 때문에 즉시 물로서 세척하여 주어야 함
- 피부에 접촉되었을 경우에는 장시간 경과하거나 그대로 방치하면 피부가 거칠어지는 경우가 있으므로 물로서 충분히 씻어 주어야 함
- 눈에 들어간 경우에는 즉시 깨끗한 물로서 씻고, 상태가 심한 경우에는 전문의에게 진료를 받아야 함. 눈에 들어가기 쉬운 작업을 할 경우에는 보호안경을 착용하여야 함

2 동절기 황산알루미늄(Alum)의 저장방법

- 황산알루미늄(Alum)의 저장에 있어서, 동절기에는 동결될 가능성이 있으므로 이는 배관 등을 폐쇄시키는 원인이 됨. 따라서 아래 사항에 대해서 유의하여 보관하여야 함
 - 배관, 밸브, 펌프, 저장탱크 등은 동절기시 보온하여 보관하거나, 황산알루미늄이 외기에 노출되지 않도록 실내에 옮겨 보관하도록 함
 - 11월경 보관탱크 내 황산알루미늄의 비중을 측정하여 1.327/20℃이상이 되어 있을 경우는 1.327/20℃이하로 되게 희석시켜 보관하여야 함

5. 사업비 및 사업효과

5.1 사업비 수지예산서

5.1.1 수입

(단위 : 천원)

구 분	사 업 비			비 고
	계	국 고	지 방 비	
신덕지구 수질개선사업	(170,000) 2,774,615	(170,000) 2,774,615	-	() : 외서 농어촌공사 직접교부액

5.1.2 지출

(단위 : 천원)

공 종	세부공정	사 업 비	비 고
총사업비		(170,000) 2,774,615	
순공사비	소 계	2,399,321	
	1) 1호 인공습지	627,457	
	2) 1호 침 강 지	970,749	
	3) 응집침강장치	450,000	
	4) 교반폭기장치	280,000	
	5) 부 대 공 사	71,115	
관리비 및 기타	소 계	(170,000) 375,294	() : 외서 기본조사비
	1) 기본조사비	(170,000)	문화재지표, 전략환경영향평가비포함
	2) 세부설계비	107,306	소규모환경영향평가 포함
	3) 매장문화재조사비	47,894	시굴조사
	4) 생태보전협력기금	14,305	
	5) 공사감리비	172,103	
	6) 사업관리비	33,686	

5.2 공사비 산출내역

5.2.1 제1호 인공습지 공사비 내역

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
< 토공 >						
흙깎기(습지)	굴삭기	6,289	m ³	990	6,226,000	
표토제거		1,753	m ³	1,240	2,173,000	
유용성토	습지	4,503	m ³	2,070	9,321,000	
순성토		2,675	m ³	5,650	15,113,000	
성토다짐		4,503	m ³	420	1,891,000	
사토처리		3,065	m ³	5,480	16,796,000	
면고르기	성토	3,505	m ²	1,320	4,626,000	
사석쌓기		257	m ³	36,860	9,473,000	
피복석쌓기	t=0.5m	51	m ³	36,990	1,886,000	
피복석면고르기		102	m ²	16,190	1,651,000	
기초지반매트	연약, 10ton	1,823	m ²	1,880	3,427,000	
사면매트	호안, 3ton	369	m ²	1,050	387,000	
사면보호공	seed spray	1,632	m ²	2,590	4,226,000	
도로자갈	도로포설	614	m ³	26,150	16,056,000	
식물식재(지표호름)	4본/m ²	3,536	m ²	5,510	19,483,000	
기타	공사비의 10%		식		11,273,000	
	소계				124,008,000	
<구조물>						
취수관(취입보)	D400*1런, L=32.0m	1	식	14,400,000	14,400,000	
배출관(펌프장)	D300*1런, L=87.0m	1	식	13,050,000	13,050,000	
배출관(배출연못)	D400*1런, L=10.0m	1	식	4,000,000	4,000,000	
비상배출관(침사지깊은연못)	D400*1런, L=10.0m	2	식	4,000,000	8,000,000	
울타리	1경간*2m	50	경간	198,220	9,911,000	
기타	공사비의 10%		식		4,936,000	
	소계				54,297,000	
취수관(취입보)	L=13.0,H=1.2m	1	식	235,000,000	235,000,000	
양수펌프시설	대당 4.0m ³ /분(2대)	1	식	80,000,000	80,000,000	
소공원조경	식재, 정자 등	1	식	30,000,000	30,000,000	
현황판 및 안내도	-	1	식	15,000,000	15,000,000	
직접공사비					538,305,000	
추정공사비					627,457,000	순공사비*150%

5.2.2 1호 침강지 공사비 내역

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
< 토공 >						
흙깎기(습지)	도져, 13ton	2,446	m³	1,920	4,696,000	
유용성토	습지	20,481	m³	2,070	42,395,000	
성토다짐		20,481	m³	420	8,602,000	
사토처리	준설토	2,446	m³	5,480	13,404,000	
면고르기	성토	7,190	m²	1,320	9,490,000	
기초사석	All size	3,780	m³	36,860	139,330,000	
기초지반매트	연약, 10ton	3,024	m²	1,880	5,685,000	
가체절쌓기		20,481	m³	980	20,071,000	
가체절헐기		20,481	m³	680	13,927,000	
톤마대쌓기		1,746	m³	36,790	64,235,000	
톤마대헐기		1,746	m³	16,270	28,407,000	
물푸기및기타	공사비의 10%	1	식		35,024,000	
	소계				385,266,000	
< 구조물공 >						
배수문		1	식	16,000,000	16,000,000	
기 타	공사비의 10%				1,600,000	
	소계				17,600,000	
부댐블럭		750	EA	288,600	216,450,000	
차수막형 부댐	L=135.0,H=6.0m	1	EA	150,000,000	150,000,000	
직접공사비					769,316,000	
추정공사비					970,749,000	순공사비*150%

5.2.3 응집침강장치 공사비 내역

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
응집침강장치		3	식	150,000,000	450,000,000	응집제 포함
추정 공사비					450,000,000	순공사비*100%

5.2.4 교반폭기장치 공사비 내역

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
교반폭기장치		4	식	70,000,000	280,000,000	응집제 포함
추정 공사비					280,000,000	순공사비*100%

5.2.5 부대공사 공사비 내역

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
가설공사	36개월	1	식	35,000,000	35,000,000	
중기운반		1	식	3,600,000	3,600,000	
시 험 비		1	식	4,500,000	4,500,000	
기 타	공사비의 10%	1	식		4,310,000	
직접 공사비					47,410,000	
추정 공사비					71,115,000	순공사비*150%

5.3 관리비 및 기타 산출내역

5.3.1 생태보전 협력기금

구 분	대 상 액			용도지역	할증계수	금액 (원)	비고
	개발면적	면적단가(원)	금액(원)				
1호 침강지	7,860	250	1,965,000	농림지역	3	5,895,000	
1호 인공습지	11,214	250	2,803,500	농림지역	3	8,410,000	
계	19,074	-	-	-	-	14,305,000	

5.3.2 세부설계비 산출내역

○ 세부설계비

(단위 : 천원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비고
	공사비	자재대	용지매수비	계			
세부설계비	2,159,389			2,159,389	3.58	77,306	농어촌정비법 요율
계	2,159,389			2,159,389		77,306	

○ 세부설계비 요율 결정

구 분	하한기준요율	직선보간법요율	상한기준요율	비 고
대상액(천원)	2,000,000	2,159,389	5,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액 : 3,000,000
설계요율(%)	3.60	3.58	3.30	(대 상 액)-(하한기준금액) : 159,389
				(상한기준)-(하한기준)요율 : -0.30

5.3.3 공사감리비 산출내역

○ 공사감리비

(단위 : 천원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비고
	공사비	자재대	용지매수비	계			
공사감리비	2,159,389			2,159,389	7.97	172,103	농어촌정비법 요율
계	2,159,389	-		2,159,389		172,103	

○ 공사감리비 요율 결정

구 분	하한기준요율	직선보간법요율	상한기준요율	비 고
대상액(천원)	2,000,000	2,159,389	5,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액 : 3,000,000
설계요율(%)	8.00	7.97	7.57	(대 상 액)-(하한기준금액) : 159,389
				(상한기준)-(하한기준)요율 : -0.43

5.3.4 사업관리비 산출내역

○ 사업관리비

(단위 : 천원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비고
	공사비	자재대	용지매수비	계			
사업관리비	2,159,389			2,159,389	1.56	33,686	농어촌정비법 요율
계	2,159,389			2,159,389		33,686	

○ 사업관리비 요율 결정

구 분	하한기준요율	직선보간법요율	상한기준요율	비 고
대상액(천원)	2,000,000	2,159,389	5,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액 : 3,000,000
설계요율(%)	1.57	1.56	1.42	(대 상 액)-(하한기준금액) : 159,389
				(상한기준)-(하한기준)요율 : -0.15

5.4 공 정 계 획

5.4.1 공정계획표

(단위 : 천원)

구분	공 종	사업비	1년차				2년차				3년차				비고
			1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	
수 질 개 선 사 업	계	2,774,615													
	1) 1호 인공습지	627,457													
	2) 1호 침 강 지	970,749													
	3) 응집침강장치	450,000													
	4) 교반폭기장치	280,000													
	5) 부 대 공 사	71,115													
	6) 관리비, 기타	375,294													

5.4.2 년차별 투자계획

(단위 : 천원)

구분	공 종	사업비	1년차	2년차	3년차	비고
수 질 개 선 사 업	계	2,774,615	150,000	1,442,000	1,203,317	
	1) 1호 인공습지	627,457		377,000	250,457	
	2) 1호 침 강 지	970,749		583,000	387,749	
	3) 응집침강장치	450,000		270,000	180,000	
	4) 교반폭기장치	280,000			280,000	
	5) 부 대 공 사	71,115	50,000	12,000	9,115	
	6) 관리비, 기타	375,294	100,000	200,000	75,294	

5.5 사업효과

5.5.1 직접효과

- 저수지 수질개선(수질예측 결과)
 - '26년 장래 COD 12.1mg/L → 장래 COD 7.4mg/L, 38.8% 개선
 - '26년 장래 TOC 6.2mg/L → 장래 TOC 3.7mg/L, 40.3% 개선
 - '26년 장래 T-N 1.38mg/L → 장래 T-N 0.99mg/L, 28.3% 개선
 - '26년 장래 T-P 0.115mg/L → 장래 T-P 0.050mg/L, 56.5% 개선

5.5.2 간접효과

- 양질의 농업용수 공급을 통한 안전한 농산물생산으로 국민건강 보호
- 환경친화적 수질개선을 통한 건전한 농업농촌환경 구축
- 친수환경 조성으로 지역주민 및 관광객에게 심미적 부가가치 창출
- 환경보존에 대한 국민홍보 및 교육공간 제공
- 조성된 자연정화시설을 이용한 다양한 연구활동 공간 제공

사업시행 여건

1. 지역주민
2. 시설관리자
3. 해남군
4. 조사자 종합의견

VI. 사업시행 여건

1. 지역주민

- 저수지의 심각한 녹조발생을 제거하고 친환경농산물 생산을 위해 필수적인 저수지 수질개선이 선행되어야 함
- 수질오염의 많은 부분을 차지하는 비점오염(밭작물)에 대한 지도계몽이 필요함
- 우수농산물 인증 등 친환경 안전한 농산물 생산기반 조성 및 친환경수변 활용을 위한 지역민의 수질개선의 지속적 요구가 있었으며, 지역주민의 호응도 높음

2. 시설관리자

- 신덕저수지는 전라남도 해남군 화원면 신덕리에 위치한 관개면적 428.5ha를 공급하는 중요한 농업용수원으로서의 역할을 충분히 수행하여 왔으나 수질오염이 급격히 진행되어 우수농산물 인증에 어려움이 있는 실정임
- 강우시 상류 각종 오수 및 쓰레기, 토사 유입으로 수질에 영향을 끼치므로 오염원 유입관리가 필요함
- 여름철 녹조가 번성하므로 적절한 제거공법이 필요하다고 판단됨
- 신덕저수지는 중점관리 농업용호소로 지정된 시설로써 '10년~'14년 조사결과 5개년 평균 COD가 9.7mg/L로 VI등급의 수질로 조사되어 친환경농산물인증(GAP)제도에 부응하고 친수공간 조성을 위한 수질개선사업이 추진되길 원함

3. 해남군

- 해남군이 현재 추진하는 상류대책은 없으나 마을하수도 설치계획시 우선 검토 지역으로 할 것으로 예상되며, 수질개선시설의 설치 및 정상적인 운영이 이뤄지면, 호내대책 사업추진 시 수질개선효과 기대함. 또한, 본 수질개선사업 추진 시 지자체 협조 사항은 적극 지원할 계획임
- 안전하고 청정한 농산물 생산기반 조성으로 농민소득 증대효과 기대

4. 조사자 종합의견

- 신덕저수지는 전라남도 해남군 한산면 신덕리에 위치한 수혜면적 428.5ha의 중 규모 농업용수원으로서 깨끗한 관개용수를 공급하여 이 지역의 중요한 농업용수로서 역할을 충분히 수행하여 왔으나, 유역상류에 일부 축산농가에서 발생하는 가축분뇨에서 생산되어 경작지에 살포된 퇴비, 화학비료 등과 도로 비점오염 물질 등의 강우에 의한 유입과 마을의 미처리 생활하수 유입 등으로 인해 저수지의 수질오염이 꾸준히 진행되어 오고 있음
- 신덕저수지의 수질개선 기본계획을 수립하기 위해 다각적인 면에서 조사를 수행하였음. 오염원으로부터 유출경로를 파악하기 위해 정밀한 현장답사를 하였으며 수질조사는 점·비점오염부하의 양적·질적 측면에서 파악하기 위해 노력하였고 자연정화 공법을 적용하기 위해 유역내의 유용한 생태자원 발굴과 수질개선사업 전 생태계를 파악하기 위해 면밀한 생태계 조사도 수행하여 지구여건에 가장 적합한 수질개선 공법을 도출하였음
- 1999년부터 과거 수질조사 자료를 분석한 결과 신덕저수지 수질은 꾸준히 농업용수 수질기준인 IV등급을 초과하고 있는 실정으로 신덕저수지의 수질오염 원인은 외적으로는 유역내 농경지에 살포된 퇴비 등의 강우에 의한 유입에 따른 비점오염물질로 나타났으며, 내적으로는 호내 유입부 및 녹조변성과 정제, 사멸에 따른 오염이 지속적으로 증가되는 것으로 나타났음
- 신덕저수지의 수질개선 대책은 현재 상태로 수질예측을 시행한 결과 목표수질을 만족하지 못하였기에 호내대책을 추가로 검토하였음
- 호내대책 수립시 신덕저수지에 자연정화기법을 도입하기 위해서는 저수지 주변에 평탄한 지형의 부지확보가 필요하며, 따라서 주요 유입부에 인공습지 조성을 위하여 최대한 저수지 수변부지를 활용하여 조성하였음
- 또한, 많은 강우유출수의 효율적인 처리를 위해 오염부하가 거의 대부분 유입되고 있는 유입부에는 부댐을 쌓아 강우시 다량으로 유입되는 토사와 오염물질을 집중적으로 침전·퇴적될 수 있도록 침강지를 조성하여 본 저수지의 수질을 보호할 수 있도록 하였음
- 주요 유입하천 신덕2천, 내동1천 등에는 응집침강장치를 설치하여 녹조발생 억제 및 부유물질 제거를 위한 시설을 계획하였음
- 이상의 호내대책 4개 시설의 수질개선 공법을 적용할 경우 신덕저수지의 수질

은 장래 목표수질인 호소의 생활환경기준 IV등급을 무난히 달성할 수 있을 것으로 예측됨

- 한편, 매장문화재 지표조사 결과 조사지역은 청자요지가 산포되어 있어 세부설계시 시굴조사 및 입회조사가 필요시됨
- 농업용수 수질개선사업은 농어촌지역이 사업의 주된 장소로 장래 유지관리 측면에서 이로운 공법, 농어촌의 자연적인 면과 조화를 이룰 수 있는 공법, 환경친화적이며, 자연정화기능을 최대한 이용한 수질개선 공법이 적용되도록 계획하였음. 또한, 국민의 환경의식 수준의 향상으로 친수환경에 대한 수요가 증가되고 있는 추세이므로 본 농업용수 수질개선사업도 수질개선 본연의 목적도 달성하면서 경관개선 등 친수 환경정비도 동시에 이루어 질 수 있도록 계획하는 것이 장래를 볼 때 바람직 할 것으로 판단됨

부 록

1. 시험성적표
2. 수질 및 수생태계 환경기준
3. 토양오염우려기준 및 대책기준
4. 기술검토회 결과
5. BM 및 기준점 성과표
6. 유역도 및 면적표
7. 유역별 유출량 산정결과
8. 시행전·후 내용적
9. 시설별 편입용지도 및 조서
10. 전략환경영향평가 협의자료
11. 지자체(해남군) 협의자료
12. 문화재지표조사 협의자료
13. 준설관련 검토자료

부록 1. 시험성적표

○ 현장 수질

구 분	조사지점	시료명	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	EC (μ S/cm)	BOD (mg/L)	투명도 (m)	저수율 (%)	수심 (m)
6월	유입 하천	SDS1	20.5	7.9	7.7	280.0	2.5	-	-	-
		SDS2	19.1	7.9	8.7	363.0	4.6	-	-	-
	강우시 조사	SDS1-1	21.4	8.8	8.2	368.0	-	-	-	-
		SDS1-2	21.5	8.5	8.8	362.0	-	-	-	-
		SDS1-3	20.8	7.9	7.3	195.0	-	-	-	-
		SDS1-4	20.4	7.9	7.5	115.0	-	-	-	-
		SDS1-5	20.2	7.8	7.4	278.0	-	-	-	-
		SDS2-3	20.4	8.2	8.1	210.0	-	-	-	-
		SDS2-4	18.9	7.5	7.9	294.0	-	-	-	-
		SDS2-5	18.7	7.7	8.5	351.0	-	-	-	-
		SDS3-3	20.4	7.9	6.8	217.0	-	-	-	-
		SDS3-4	19.5	7.8	7.0	247.0	-	-	-	-
	SDS3-5	18.2	7.4	7.1	215.0	-	-	-	-	
	저수지	SDR1	24.3	9.3	10.5	193.0	-	0.5	69.9	2.6
		SDR2	24.4	9.1	9.0	187.0	-	0.6	69.9	8.5
SDR3		24.2	8.9	9.9	185.0	-	0.6	69.9	11.5	
7월	유입 하천	SDS1	21.3	8.0	7.5	195.0	2.4	-	-	-
		SDS2	19.5	8.2	7.8	140.0	1.8	-	-	-
	저수지	SDR1	23.7	10.0	7.1	168.0	-	0.4	93.1	3.7
		SDR2	23.7	9.8	6.9	169.0	-	0.4	93.1	10
		SDR3	23.5	9.7	6.1	165.0	-	0.4	93.1	13.5
8월	유입 하천	SDS1	23.7	9.2	8.5	326.0	1.4	-	-	-
		SDS2	23.0	9.2	6.5	235.0	2.1	-	-	-
	저수지	SDR1	26.5	10.2	7.4	169.0	-	0.7	79.3	3.1
		SDR2	26.6	9.8	6.8	169.0	-	0.7	79.3	9.4
		SDR3	26.7	10.0	6.7	168.0	-	0.7	79.3	11.3

구 분	조사지점	시료명	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	EC (μ S/cm)	BOD (mg/L)	투명도 (m)	저수율 (%)	수심 (m)
9월	유입 하천	SDS1	20.1	9.8	8.8	381.0	1.2	-	-	-
	저수지	SDR1	24.0	10.5	8.4	175.0	-	0.6	70.8	2.8
		SDR2	24.0	10.5	8.2	175.0	-	0.6	70.8	8.5
		SDR3	23.8	9.9	6.7	174.0	-	0.6	70.8	10.8
10월	유입 하천	SDS1	17.2	8.1	12.9	375.0	1.0	-	-	-
	저수지	SDR1	19.7	8.1	9.1	181.0	-	0.7	69.9	2.7
		SDR2	19.7	7.9	6.7	181.0	-	0.8	69.9	9.2
		SDR3	19.7	7.2	7.2	180.0	-	0.8	69.9	10.0
11월	유입 하천	SDS1	14.6	9.7	11.5	416.0	0.4	-	-	-
	저수지	SDR1	15.9	9.8	7.1	182.0	-	0.7	68.3	2.3
		SDR2	16.3	9.3	7.1	181.0	-	0.7	68.3	9.2
		SDR3	16.3	8.6	6.4	181.0	-	0.7	68.3	12.0

"광복 70년, 위대한 여정 새로운 도약"



한국농어촌공사 농어촌연구원



수신자 환경사업처장

(경유)

(참조) 수질환경부장

제 목 2015년 농업용수 수질개선사업 기본조사 시료 분석결과 알림

1. 관 련 : 환경환경-346(2015.07.02.)호.
2. 2015년 농업용수 수질개선사업 기본조사 수질 및 토양시료의 분석결과를 알려드립니다.

가. 분석기간 : 2015.06.19 ~ 2015.12.30

나. 시료점수 : 수질 136점, 토양 14점

다. 분석결과 : 붙임 참조

- 붙 임 : 1. 시험성적서(N-W-15-004-0) 1부.
2. 시험성적서(N-W-15-027-1) 1부.
3. 시험성적서(N-W-15-027-2) 1부. 끝.

한국농어촌공사 농어촌연구원



담당자 손용태 수석연구원 김현수 농공연구실장 12/31 박우임

협조자

시행 연구농공-2723 (2015.12.31.) 접수 환경환경-951 (2015.12.31.)
우 15634 경기도 안산시 상록구 해안로 870 / <http://www.ekr.or.kr>
전화 031-400-1694 /전송 031-400-1683 / 2120709@ekr.or.kr / 공개

"같이가요. 함께해요. 행복 농어촌!"

시료 번호	시료명	COD	SS	chl - a	T-N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	T-P	PO ₄ -P	TOC
		(mg/L)									
WH-34	SDS-1	10.4	20.0	-	11.034	0.180	6.860	2.666	0.221	0.156	5.29
WH-35	SDS-2	8.6	25.3	-	24.268	0.023	24.137	0.086	0.162	0.090	3.84
WH-36	SDS-3	9.6	13.7	-	11.192	0.045	10.875	0.230	1.589	1.560	4.34
WH-37	SDS-4	6.4	27.0	-	7.062	0.006	6.759	0.036	0.134	0.082	2.99
WH-38	SDS-5	3.4	55.5	-	4.468	불검출	4.114	0.017	0.106	0.017	1.83
WH-39	SDS 1-1	6.2	4,222	-	7,332	-	-	-	0.151	-	3.68
WH-40	SDS 1-2	6.4	3,444	-	7,230	-	-	-	0.142	-	3.75
WH-41	SDS 1-3	25.7	400,000	-	5,851	-	-	-	1,174	-	11.92
WH-42	SDS 1-4	17.7	38,333	-	14,102	-	-	-	0,276	-	12,20
WH-43	SDS 1-5	11.6	25,333	-	11,062	-	-	-	0,261	-	5.85
WH-44	SDS-2-3	30.5	600,000	-	10,652	-	-	-	1,349	-	14,33
WH-45	SDS-2-4	15.6	79,500	-	9,907	-	-	-	0,541	-	6.98
WH-46	SDS-2-5	9.8	26,400	-	22,420	-	-	-	0,180	-	4.37
WH-47	SDS 3-3	33.7	1644,000	-	18,346	-	-	-	3,634	-	14,92
WH-48	SDS 3-4	21.7	366,000	-	13,235	-	-	-	1,839	-	12,40
WH-49	SDS 3-5	9.8	18,667	-	12,099	-	-	-	1,898	-	4.60
WH-50	SDW-6	21.7	30.7	332,500	4,482	0,098	2,264	0,311	0,246	0,007	12,72
WH-60	SDR-1	11.2	16.7	52.6	1,509	0,050	0,718	0,083	0,117	0,011	4.80
WH-61	SDR-2	10.2	16.7	38.6	1,380	0,052	0,764	0,053	0,096	0,011	4.61
WH-62	SDR-3	9.4	14.3	22.0	1,259	0,046	0,806	0,060	0,089	0,015	4.78

-계속-
2/8

KRC RRI-QP-20-3(7)

시료 번호	시료명	COD	SS	chl - a	T-N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	T-P	PO ₄ -P	TOC
		(mg/L)									
WH-64	SDS-1	7.0	5.0	-	6.126	0.014	5.601	0.104	0.136	0.078	4.44
WH-65	SDS-2	5.2	14.0	-	4.726	0.006	4.574	0.029	0.109	0.066	3.17
WH-66	SDS-3	4.4	7.8	-	2.300	0.004	1.954	불검출	0.653	0.592	2.71
WH-67	SDS-4	5.0	7.3	-	3.331	0.004	2.986	0.012	0.076	0.057	3.02
WH-68	SDS-5	3.2	97.0	-	5.316	0.004	5.126	불검출	0.117	0.017	1.76
WH-69	SDS-6	7.8	20.7	-	4.517	0.048	4.137	0.048	0.217	0.162	4.24
WH-70	CDR-1	10.0	8.7	40.4	0.971	0.044	0.262	0.169	0.074	0.014	6.58
WH-71	CDR-2	9.6	3.3	8.1	0.588	0.004	불검출	0.090	0.052	0.012	6.31
WH-72	CDR-3	10.2	7.7	23.5	0.590	불검출	불검출	0.037	0.094	0.004	6.13
WH-73	CDS-1	5.4	5.6	-	3.305	0.048	2.518	0.057	0.160	0.096	3.79
WH-74	CDS-2	5.6	13.8	-	2.710	0.014	2.348	0.011	0.111	0.030	3.27
WH-75	CDS-3	5.0	4.0	-	3.949	0.092	3.350	0.095	0.150	0.089	2.96
WH-76	CDS-4	6.6	9.7	-	5.616	0.156	4.654	0.123	0.207	0.105	3.72
WH-117	CDR-1	13.6	16.0	45.1	0.722	0.004	불검출	0.230	0.105	0.014	7.14
WH-118	CDR-2	13.2	9.7	13.0	0.592	불검출	불검출	0.096	0.094	0.006	7.64
WH-119	CDR-3	13.2	8.3	21.4	0.525	불검출	불검출	0.070	0.068	0.005	7.38
WH-120	CDS-1	7.2	7.3	-	1,210	0.018	0.752	0.053	0.188	0.117	4.65
WH-121	CDS-2	7.2	7.7	-	3,812	0.056	3.106	0.071	0.114	0.057	4.81
WH-122	CDS-3	8.2	4.7	-	1,155	0.022	0.449	0.118	0.102	0.047	5.72
WH-123	CDS-4	8.4	22.7	-	1,202	0.031	0.682	0.074	0.154	0.051	4.87

-계속-
3/8

KRC RRI-QP-20-3(7)

시료 번호	시료명	COD	SS	chl - a	T-N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	T-P	PO ₄ -P	TOC
		(mg/L)									
WH-178	SDR-1	11.2	9.3	25.4	0.553	불검출	불검출	0.021	0.034	0.004	5.87
WH-179	SDR-2	10.4	6.7	14.4	0.529	불검출	불검출	0.020	0.029	불검출	5.28
WH-180	SDR-3	10.4	6.3	13.7	0.474	불검출	불검출	0.021	0.025	불검출	5.96
WH-182	SDS-1	4.4	1.0	-	8.727	0.013	8.737	0.028	0.151	0.123	2.97
WH-183	SDS-2	4.4	5.0	-	15.455	0.079	14.311	0.206	0.158	0.122	2.38
WH-184	SDS-6	11.4	26.3	-	5.645	0.101	4.769	0.094	0.286	0.122	6.93
WH-185	CDS 1-1	7.8	9.0	-	1.264	-	-	-	0.203	-	4.72
WH-186	CDS 2-1	8.0	28.3	-	1.303	-	-	-	0.186	-	4.42
WH-187	CDS 3-1	7.2	3.0	-	1.448	-	-	-	0.066	-	4.87
WH-188	CDS 4-1	9.0	6.7	-	1.174	-	-	-	0.129	-	5.53
WH-189	CDS 1-2	8.4	9.0	-	1.672	-	-	-	0.196	-	5.38
WH-190	CDS 2-2	7.6	9.3	-	2.105	-	-	-	0.176	-	4.98
WH-191	CDS 3-2	8.2	19.0	-	1.790	-	-	-	0.119	-	5.00
WH-192	CDS 4-2	8.4	16.0	-	1.879	-	-	-	0.178	-	4.82
WH-193	CDS 1-3	8.6	9.3	-	2.124	-	-	-	0.244	-	5.71
WH-194	CDS 2-3	8.8	28.0	-	2.023	-	-	-	0.226	-	4.98
WH-195	CDS 3-3	7.8	5.7	-	1.839	-	-	-	0.111	-	4.97
WH-196	CDS 4-3	8.0	7.3	-	1.900	-	-	-	0.150	-	5.33
WH-197	CDS 1-4	7.6	7.7	-	1.978	-	-	-	0.211	-	5.02
WH-198	CDS 2-4	8.4	20.0	-	2.073	-	-	-	0.181	-	4.84

-계속-
4/8

KRC RRI-QP-20-3(7)

시료 번호	시료명	COD	SS	chl - a	T-N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	T-P	PO ₄ -P	TOC
		(mg/L)									
WH-199	CDS 3-4	7.8	5.6	-	2,282	-	-	-	0,102	-	5,34
WH-200	CDS 4-4	8.2	6.0	-	1,820	-	-	-	0,116	-	5,64
WH-201	CDS 1-5	7.4	4.2	-	1,596	-	-	-	0,191	-	4,93
WH-202	CDS 2-5	7.6	9.8	-	1,816	-	-	-	0,147	-	4,69
WH-203	CDS 3-5	7.4	3.5	-	2,126	-	-	-	0,075	-	4,70
WH-204	CDS 4-5	7.2	3.5	-	1,814	-	-	-	0,107	-	5,02
WH-205	CDS 1-6	7.2	2.7	-	1,507	-	-	-	0,162	-	5,00
WH-206	CDS 2-6	7.6	11.7	-	1,660	-	-	-	0,150	-	4,80
WH-207	CDS 3-6	9.2	5.3	-	1,926	-	-	-	0,056	-	5,19
WH-208	CDS 4-6	7.4	6.0	-	1,317	-	-	-	0,118	-	4,92
WH-209	CDS 1-7	7.0	6.7	-	1,586	-	-	-	0,168	-	4,95
WH-210	CDS 2-7	7.8	18.3	-	1,581	-	-	-	0,151	-	4,84
WH-211	CDS 3-7	7.6	5.7	-	1,417	-	-	-	0,058	-	4,91
WH-212	CDS 4-7	7.2	7.0	-	1,736	-	-	-	0,107	-	4,81
WH-213	CDS 1-8	7.0	5.0	-	1,417	-	-	-	0,129	-	4,87
WH-214	CDS 2-8	5.8	6.7	-	4,435	-	-	-	0,099	-	3,52
WH-215	CDS 3-8	6.6	2.0	-	1,564	-	-	-	0,052	-	4,46
WH-216	CDS 4-8	6.4	11.0	-	2,367	-	-	-	0,087	-	4,26
WH-239	CDR-1	9.8	9.0	19.1	0,696	불검출	불검출	0,025	0,047	불검출	7,28
WH-240	CDR-2	8.8	5.7	8.1	0,647	불검출	불검출	0,023	0,045	0,003	6,88

-계속-
5/8

KRC RRI-QP-20-3(7)

시료 번호	시료명	COD	SS	chl - a	T-N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	T-P	PO ₄ -P	TOC
		(mg/L)									
WH-241	CDR-3	8.8	7.0	11.5	0.628	불검출	불검출	0.020	0.046	0.004	6.60
WH-242	CDS-1	3.8	1.8	-	2.752	0.004	2.554	0.041	0.064	0.040	2.94
WH-243	CDS-2	5.2	13.0	-	3.351	0.008	2.980	0.034	0.092	0.052	3.62
WH-244	CDS-3	6.2	1.8	-	0.982	0.005	0.330	0.053	0.077	0.046	4.72
WH-245	CDS-4	3.8	2.8	-	4.175	0.007	3.923	0.036	0.077	0.055	2.70
WH-246	CDS-5	7.4	16.3	-	0.669	불검출	불검출	0.018	0.047	0.006	5.28
WH-251	SDR-1	14.4	17.0	37.6	0.900	불검출	0.025	0.015	0.064	0.005	8.61
WH-252	SDR-2	13.2	14.3	37.8	0.847	불검출	0.013	0.015	0.059	0.006	7.12
WH-253	SDR-3	11.2	10.7	32.7	0.961	불검출	0.037	0.047	0.049	불검출	6.58
WH-254	SDS-1	9.2	2.2	-	9.559	0.027	9.005	0.039	0.151	0.123	4.40
WH-255	SDS-7	7.2	4.0	-	3.489	0.019	0.110	2.476	0.110	0.042	3.83
WH-268	CDR-1	19.6	31.3	113.3	1.281	0.012	0.067	0.525	0.142	0.013	8.00
WH-269	CDR-2	14.8	17.5	56.9	0.651	0.002	0.042	0.197	0.048	0.005	6.92
WH-270	CDR-3	10.8	12.7	34.2	0.636	0.025	0.013	0.148	0.043	불검출	6.33
WH-271	CDS-1	6.4	8.3	-	6.821	0.008	6.042	0.059	0.110	0.077	4.06
WH-272	CDS-2	3.4	4.3	-	4.649	0.006	4.274	0.025	0.035	0.013	1.72
WH-273	CDS-3	3.4	2.8	-	4.433	0.014	4.061	0.049	0.025	0.012	1.51
WH-274	CDS-4	2.8	3.0	-	5.464	0.004	5.051	0.036	0.055	0.034	1.26

-계속-
6/8

KRC RRI-QP-20-3(7)

시료 번호	시료명	COD	SS	chl - a	T-N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	T-P	PO ₄ -P	TOC
		(mg/L)									
WH-315	SDR-1	9.4	12.0	20.1	1,002	0.086	0.323	0.039	0.048	불검출	6.50
WH-316	SDR-2	9.0	6.7	19.0	1,001	0.051	0.372	0.050	0.036	불검출	5.70
WH-317	SDR-3	8.8	6.3	17.8	0,966	0.091	0.336	0.050	0.029	불검출	5.52
WH-318	SDS-1	3.6	2.7	-	10,781	0.014	5.191	0.046	0.141	0.123	2.35
WH-320	CDR-1	16.0	24.7	72.0	2,040	0.012	0.275	0.601	0.120	0.003	8.40
WH-321	CDR-2	14.4	26.7	55.4	1,695	0.011	불검출	0.667	0.111	불검출	7.84
WH-322	CDR-3	14.8	24.7	66.0	1,578	0.010	불검출	0.610	0.109	불검출	8.22
WH-323	SDR-1	8.0	6.7	14.5	1,178	0.020	0.621	0.033	0.038	불검출	4.98
WH-324	SDR-2	7.8	6.3	17.7	1,114	0.011	0.595	0.041	0.031	불검출	4.88
WH-325	SDR-3	7.6	6.8	15.9	1,099	0.011	0.627	0.052	0.036	불검출	4.72
WH-327	SDS-1	4.2	0.9	-	8,810	0.016	8.544	불검출	0.185	0.159	2.58
WH-364	CDS-1	13.2	6.3	-	4,183	0.025	3.007	0.083	0.233	0.140	8.42
WH-365	CDS-2	10.4	9.0	-	2,503	0.004	1.665	0.052	0.125	0.068	6.97
WH-366	CDS-3	7.4	2.6	-	2,616	0.011	1.993	0.022	0.075	0.039	4.95
WH-367	CDS-4	13.6	7.0	-	3,018	0.005	2.081	0.060	0.166	0.072	8.42

-계속-

시료 번호	시료명	Cd	Pb	As	Cr6+	Hg	유기인	PCB	CN	ABS	총대장균 군 (균수/ 100mL)
		(mg/L)									
WH-239	CDR-1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	3784
WH-240	CDR-2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	4569
WH-241	CDR-3	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	1296
WH-242	CDS-1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	10112
WH-243	CDS-2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	6893
WH-244	CDS-3	불검출	불검출	0.00789	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	6015
WH-245	CDS-4	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	10112
WH-246	CDS-5	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	1674
WH-251	SDR-1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	2595
WH-252	SDR-2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	1616
WH-253	SDR-3	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	6294
WH-254	SDS-1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	10112
WH-255	SDS-7	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	3130

-끝-

이 시험결과는 당초 의뢰시 제출된 시료에 대한 결과이므로 다른 목적으로의 사용을
금합니다.

2015 년 12 월 31 일



한국농어촌공사 농어촌연구원

주소 : 경기도 안산시 상록구 사동 해안로 870번지 전화 : 031-400-1694 FAX : 031-400-1683

8/8

KRC RRI-QP-20-3(7)


시료번호	시료명	벤젠	톨루엔	에틸벤젠	크실렌	트리클로로 에틸렌	테트라클로로 에틸렌	벤조(a)피렌
		단위 (mg/kg)						
SH-1	CD-1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
SH-2	CD-2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
SH-3	CD-3	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
SH-4	CD-4	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
SH-5	SD-1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
SH-6	SD-2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
SH-7	SD-3	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
SH-8	SD-4	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

시료번호	시료명	입도				유기물 (%)	총질소 (mg/kg)	총인 (mg/kg)	강열감량 (%)
		모래(%)	미사(%)	점토(%)	토성				
SH-1	CD-1	19.3	64.7	16.0	SiL	8.47	5309.9	1215.4	14.6
SH-2	CD-2	22.7	54.3	23.0	SiL	10.85	6768.9	1185.5	16.5
SH-3	CD-3	31.4	49.6	19.0	L	9.53	5533.8	1196.4	15.9
SH-4	CD-4	14.3	72.7	13.0	SiL	5.61	2851.4	1211.2	11.3
SH-5	SD-1	14.9	70.1	15.0	SiL	4.05	662.0	713.0	7.4
SH-6	SD-2	5.4	65.6	29.0	SiCL	4.49	3654.0	1118.6	8.6
SH-7	SD-3	2.5	52.5	45.0	SiC	4.73	2957.9	1255.3	8.7
SH-8	SD-4	4.9	65.1	30.0	SiCL	4.22	2202.0	970.1	8.2

-끝-

이 시험결과는 당초 의뢰시 제출된 시료에 대한 결과이므로 다른 목적으로의 사용을 금지합니다.

2015년 12월 31일

 한국농어촌공사 농어촌연구원

주소 : 경기도 안산시 상록구 사동 해안로 870번지 전화 : 031-400-1623 FAX : 031-400-1683

시료번호	시료명	벤젠	톨루엔	에틸벤젠	크실렌	트리클로로 에틸렌	테트라클로로 에틸렌	벤조(a)피렌
		단위 (mg/kg)						
SH-9	신덕 S-1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
SH-10	신덕 S-2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
SH-11	축동 S-1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
SH-12	축동 S-2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
SH-13	축동 S-3	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
SH-14	축동 S-4	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

시료번호	시료명	입도				pH (1:5)	EC (1:5) dS/m	유기물 (%)	총질소 (mg/kg)	총인 (mg/kg)	강열감량 (%)	함수량 (%)
		모래(%)	미사(%)	점토(%)	토성							
SH-9	신덕 S-1	46.1	34.9	19.0	L	6.0	0.086	2.45	1818.6	478.1	4.9	19.5
SH-10	신덕 S-2	52.4	29.6	18.0	SL	5.6	0.052	2.04	1778.6	428.3	4.4	18.5
SH-11	축동 S-1	59.0	29.0	12.0	SL	5.7	0.029	0.88	1148.5	290.6	3.4	28.6
SH-12	축동 S-2	55.6	31.4	13.0	SL	5.9	0.048	1.22	1358.6	452.4	4.3	31.4
SH-13	축동 S-3	52.1	35.9	12.0	SL	5.6	0.040	0.82	770.7	353.6	4.3	25.5
SH-14	축동 S-4	50.9	39.1	10.0	L	6.4	0.040	0.88	1358.6	800.1	4.6	26.6

-끝-

이 시험결과는 당초 의뢰시 제출된 시료에 대한 결과이므로 다른 목적으로의 사용을
금지합니다.

2015년 12월 31일



한국농어촌공사 농어촌연구원

주소 : 경기도 안산시 상록구 사동 해안로 870번지 전화 : 031-400-1623 FAX : 031-400-1683


부록 2. 수질 및 수생태계 환경기준






가. 하천

1) 사람의 건강보호 기준

항목	기준값 (mg/L)
카드뮴 (Cd)	0.005 이하
비소 (As)	0.05 이하
시안 (CN)	검출되어서는 안 됨 (검출한계 0.01)
수은 (Hg)	검출되어서는 안 됨 (검출한계 0.001)
유기인	검출되어서는 안 됨 (검출한계 0.0005)
폴리클로리네이티드비페닐 (PCB)	검출되어서는 안 됨 (검출한계 0.0005)
납 (Pb)	0.05 이하
6가 크롬 (Cr6+)	0.05 이하
음이온 계면활성제 (ABS)	0.5 이하
사염화탄소	0.004 이하
1,2-디클로로에탄	0.03 이하
테트라클로로에틸렌 (PCE)	0.04 이하
디클로로메탄	0.02 이하
벤젠	0.01 이하
클로로포름	0.08 이하
디에틸헥실프탈레이트 (DEHP)	0.008 이하
안티몬	0.02 이하
1,4-다이옥세인	0.05 이하
포름알데히드	0.5 이하
헥사클로로벤젠	0.00004 이하

2) 생활환경 기준

등급	상태 (캐릭터)	기 준								
		수소 이온 농도 (pH)	생물 화학적 산소 요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소 요구량 (COD) (mg/L)	총유기 탄소량 (TOC) (mg/L)	부유 물질량 (SS) (mg/L)	용존 산소 량 (DO) (mg/L)	총인 (T-P) (mg/L)	대장균군 (군수/100mL)	
								총 대장균군	분원성 대장균군	
매우 좋음	Ia 	6.5~8.5	1 이하	2 이하	2 이하	25 이하	7.5 이상	0.02 이하	50 이하	10 이하
좋음	Ib 	6.5~8.5	2 이하	4 이하	3 이하	25 이하	5.0 이상	0.04 이하	500 이하	100 이하

약간 좋음	II		6.5~8.5	3 이하	5 이하	4 이하	25 이하	5.0 이상	0.1 이하	1,000 이하	200 이하
보통	III		6.5~8.5	5 이하	7 이하	5 이하	25 이하	5.0 이상	0.2 이하	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV		6.0~8.5	8 이하	9 이하	6 이하	100 이하	2.0 이상	0.3 이하		
나쁨	V		6.0~8.5	10 이하	11 이하	8 이하	쓰레기 등이 떠 있지 않을 것	2.0 이상	0.5 이하		
매우 나쁨	VI			10 초과	11 초과	8 초과		2.0 미만	0.5 초과		

비고

1. 등급별 수질 및 수생태계 상태

- 가. 매우 좋음: 용존산소(溶存酸素)가 풍부하고 오염물질이 없는 청정상태의 생태계로 여과·살균 등 간단한 정수처리 후 생활용수로 사용할 수 있음.
- 나. 좋음: 용존산소가 많은 편이고 오염물질이 거의 없는 청정상태에 근접한 생태계로 여과·침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수로 사용할 수 있음.
- 다. 약간 좋음: 약간의 오염물질은 있으나 용존산소가 많은 상태의 다소 좋은 생태계로 여과·침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수 또는 수영용수로 사용할 수 있음.
- 라. 보통: 보통의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 일반 생태계로 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 생활용수로 이용하거나 일반적 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.
- 마. 약간 나쁨: 상당량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 농업용수로 사용하거나 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.
- 바. 나쁨: 다량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 산책 등 국민의 일상생활에 불쾌감을 주지 않으며, 활성탄 투입, 역삼투압 공법 등 특수한 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.
- 사. 매우 나쁨: 용존산소가 거의 없는 오염된 물로 물고기가 살기 어려움.
- 아. 용수는 해당 등급보다 낮은 등급의 용도로 사용할 수 있음.
- 자. 수소이온농도(pH) 등 각 기준항목에 대한 오염도 현황, 용수처리방법 등을 종합적으로 검토하여 그에 맞는 처리방법에 따라 용수를 처리하는 경우에는 해당 등급보다 높은 등급의 용도로도 사용할 수 있음.

2. 화학적 산소요구량(COD) 기준은 2015년 12월 31일까지 적용한다.

나. 호소

- 1) 사람의 건강보호 기준: 가목1)과 같다.
- 2) 생활환경 기준

등급	상태 (캐릭터)	기 준									
		수소이온 농도 (pH)	화학적 산소 요구량 (COD) (mg/L)	총유기 탄소량 (TOC) (mg/L)	부유 물질량 (SS) (mg/L)	용존 산소량 (DO) (mg/L)	총인 (T-P) (mg/L)	총질소 (T-N) (mg/L)	클로로 필-a (Chl-a) (mg/m ³)	대장균군 (군수/100mL)	
										총 대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia 	6.5~8.5	2 이하	2 이하	1 이하	7.5 이상	0.01 이하	0.2 이하	5 이하	50 이하	10 이하
좋음	Ib 	6.5~8.5	3 이하	3 이하	5 이하	5.0 이상	0.02 이하	0.3 이하	9 이하	500 이하	100 이하
약간 좋음	II 	6.5~8.5	4 이하	4 이하	5 이하	5.0 이상	0.03 이하	0.4 이하	14 이하	1,000 이하	200 이하
보통	III 	6.5~8.5	5 이하	5 이하	15 이하	5.0 이상	0.05 이하	0.6 이하	20 이하	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV 	6.0~8.5	8 이하	6 이하	15 이하	2.0 이상	0.10 이하	1.0 이하	35 이하		
나쁨	V 	6.0~8.5	10 이하	8 이하	쓰레기 등이 떠 있지 않을 것	2.0 이상	0.15 이하	1.5 이하	70 이하		
매우 나쁨	VI 		10 초과	8 초과		2.0 미만	0.15 초과	1.5 초과	70 초과		

비고

1. 총인, 총질소의 경우 총인에 대한 총질소의 농도비율이 7 미만일 경우에는 총인의 기준을 적용하지 않으며, 그 비율이 16 이상일 경우에는 총질소의 기준을 적용하지 않는다.
2. 등급별 수질 및 수생태계 상태는 가목2) 비고 제1호와 같다.
3. 상태(캐릭터) 도안 모형 및 도안 요령은 가목2) 비고 제2호와 같다.
4. 화학적 산소요구량(COD) 기준은 2015년 12월 31일까지 적용한다.

부록 3. 토양오염우려기준 및 대책기준

[별표 3]

토양오염우려기준(제1조의5 관련)

(단위: mg/kg)

물질	1지역	2지역	3지역
카드뮴	4	10	60
구리	150	500	2,000
비소	25	50	200
수은	4	10	20
납	200	400	700
6가크롬	5	15	40
아연	300	600	2,000
니켈	100	200	500
불소	400	400	800
유기인화합물	10	10	30
폴리클로리네이티드비페닐	1	4	12
시안	2	2	120
페놀	4	4	20
벤젠	1	1	3
톨루엔	20	20	60
에틸벤젠	50	50	340
크실렌	15	15	45
석유계총탄화수소(TPH)	500	800	2,000
트리클로로에틸렌(TCE)	8	8	40
테트라클로로에틸렌(PCE)	4	4	25
벤조(a)피렌	0.7	2	7

※ 비고

1. 1지역: 「지적법」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지·광천지·대(「지적법 시행령」 제5조제8호가목 중 주거의 용도로 사용되는 부지만 해당한다)·학교용지·구거(溝渠)·양어장·공원·사적지·묘지인 지역과 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이 놀이시설(실외에 설치된 경우에만 적용한다) 부지
2. 2지역: 「지적법」에 따른 지목이 임야·염전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지(「지적법 시행령」 제5조제28호가목 또는 다목에 해당하는 부지만 해당한다)인 지역
3. 3지역: 「지적법」에 따른 지목이 공장용지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지(2지역에 해당하는 부지 외의 모든 잡종지를 말한다)인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1항제1호부터 제5호까지에서 규정한 국방·군사시설 부지
4. 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제48조에 따라 취득한 토지를 반환하거나 「주한미군 공여구역 주변지역 등 지원 특별법」 제12조에 따라 반환공여구역의 토양 오염 등을 제거하는 경우에는 해당 토지의 반환 후 용도에 따른 지역 기준을 적용한다.
5. 벤조(a)피렌 항목은 유독물의 제조 및 저장시설과 폐침목을 사용한 지역(예: 철도용지, 공원, 공장용지 및 하천 등)에만 적용한다.

[별표 7]

토양오염대책기준(제20조 관련)

(단위: mg/kg)

물질	1지역	2지역	3지역
카드뮴	12	30	180
구리	450	1,500	6,000
비소	75	150	600
수은	12	30	60
납	600	1,200	2,100
6가크롬	15	45	120
아연	900	1,800	5,000
니켈	300	600	1,500
불소	800	800	2,000
유기인화합물	-	-	-
폴리클로리네이티드비페닐	3	12	36
시안	5	5	300
페놀	10	10	50
벤젠	3	3	9
톨루엔	60	60	180
에틸벤젠	150	150	1,020
크실렌	45	45	135
석유계총탄화수소(TPH)	2,000	2,400	6,000
트리클로로에틸렌(TCE)	24	24	120
테트라클로로에틸렌(PCE)	12	12	75
벤조(a)피렌	2	6	21

※ 비고

1. 1지역: 「지적법」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지·광천지·대(「지적법 시행령」 제5조제8호가목 중 주거의 용도로 사용되는 부지만 해당한다)·학교용지·구거(溝渠)·양어장·공원·사적지·묘지인 지역과 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이 놀이시설(실외에 설치된 경우에만 적용한다) 부지
2. 2지역: 「지적법」에 따른 지목이 임야·염전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지(「지적법 시행령」 제5조제28호가목 또는 다목에 해당하는 부지만 해당한다)인 지역
3. 3지역: 「지적법」에 따른 지목이 공장용지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지(2지역에 해당하는 부지 외의 모든 잡종지를 말한다)인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1항제1호부터 제5호까지에서 규정한 국방·군사시설 부지
4. 벤조(a)피렌 항목은 유독물의 제조 및 저장시설과 폐침목을 사용한 지역(예: 철도용지, 공원, 공장용지 및 하천 등)에만 적용한다.

부록 4. 기술검토회 결과

“광복 70년, 위대한 여정 새로운 도약”



한국농어촌공사



수신자 내부결재

(경유)

(참조)

제 목 2015년 농업용수 수질개선사업 기본계획(안) 기술검토회 결과 보고

1. 관 련 : 환경환경-790(2015.12.02.)호.

2. 2015년 농업용수 수질개선사업 기본계획(안) 기술검토회 개최결과를 다음과 같이 보고합니다.

가. 안 건 : 축동·신덕지구 농업용수 수질개선사업 기본계획(안) 검토

나. 일시 및 장소 : 2015.12.15.(화), 본사 10층 회의실

다. 기술검토회 주요의견 반영사항

- 축동지구 : 관리도로 순성토 반영, 자연유하 가능한 취수시설, 상류대책 등
- 신덕지구 : 관리도로 순성토 반영, 자연유하 가능한 취수시설, 저수지 바닥 준설 검토, 추가적인 침강지 설치, 유지관리비용 최소화 등

구분	당초계획(안)	기술검토의견 반영사항
축동지구	·인공습지 : 1개소(1.4ha), 취수시설(펌프) ·침강지 : 3개소(5.9ha) ·식생제거 : 호내(25.0ha) ·웅집침강 : 1개소(유입부 설치) ·사업비 : 5,386,748천원	변경사항 없음
신덕지구	·인공습지 : 1개소(1.1ha), 취수시설(펌프) ·침강지 : 1개소(0.4ha) ·웅집침강 : 3개소(유입부, 호내설치) ·교반폭기 : 4개소(호내설치) ·녹조제어 : 1개소(금평지 도수로) ·사업비 : 2,731,250천원	·인공습지 : 1개소(1.1ha), 취수시설(취입보) ·침강지 : 1개소(0.4ha), 차수막형 추가설치 ·웅집침강 : 3개소(유입부, 호내설치) ·교반폭기 : 4개소(호내설치) ·녹조제어 : 미반영 ·사업비 : 2,795,309천원(증64,059천원)

덧붙임 : '15년 수질개선사업 기본계획(안) 기술검토회 결과 보고 1부. 끝.

“같이가요. 함께해요. 행복 농어촌!”

"광복 70년, 위대한 여정 새로운 도약"

담당자 최철관 과장 김형중 수질환경부장 김원중 환경사업처장 12/30
김호일

협조자

시행 환경환경-917 (2015.12.30.) 접수 ()

우 / <http://www.ekr.or.kr>

전화 061-338-5834 /전송 061-338-5819 / ironpipe@ekr.or.kr / 공개

"같이가요. 함께해요. 행복 농어촌!"

<덧붙임 1>

<덧붙임>

'15년 수질개선사업 기본계획안 기술검토회 결과 보고

2015. 12



농림축산식품부



한국농어촌공사

'15년 농업용수 수질개선사업 기본계획(안) 기술검토회 결과 보고

1. 회 의 명

○ '15년 농업용수 수질개선사업 기본계획(안) 기술검토회

2. 일시 및 장소

지구명	일 시	장 소
축 동	'15. 12. 15(화) 13:00 ~ 14:30	한국농어촌공사 본사 무궁화 3실(10층)
신 덕	'15. 12. 15(화) 14:30 ~ 16:00	

3. 검토위원

부위원장 : 수질환경부장 김완중

위 원

지구명	검 토 위 원		
축 동	7 인	대 외	▪ 김영철 교수(한서대), 이승철* 주무관(충남도청)
		대 내	▪ 함중화 과장(농어촌연구원), 이영복 차장(경기지역본부) ▪ 김영호* 부장(충남지역본부), 김중봉 과장(홍성지사) 강창하* 부장(서천지사)
신 덕	7 인	대 외	▪ 김영철 교수(한서대), 이화중* 계장(전남도청)
		대 내	▪ 함중화 과장(농어촌연구원), 이영복 차장(경기지역본부) ▪ 최원준* 부장(전남지역본부), 김중봉 과장(홍성지사) 오귀원* 부장(해남·완도지사)

주)* : 업무관련자로 당연직임

5. 검토의견 반영계획

5.1 검토의견 조치결과 요약

4. 검토의견 반영계획

4.1 검토의견 조치결과 요약

○ 축동지구 : 총 20건

- 반영 7건, 기반영 7건, 미반영 6건

● 반영결과 기본계획(안) 변화

시 설	당 초	변경내역
1호 인공습지	- 소유역 I, II, III, VII 처리용(지표흐름형) ▪ 면적 : 13,955m ² (순면적 : 3,847m ²) ※ 펌프시설(2대) 운영조건(수질예측 조건) · 가동시기 : 1월 ~ 12월 · 가동시간 : 평균 12hr/일(펌프량 : 3,955m ³ /일)	-
1호 침강지	보조댐형 : 면적 38,588m ²	-
2호 침강지	보조댐형 : 면적 14,279m ²	-
3호 침강지	보조댐형 : 면적 6,252m ²	-
식생제거	식생(마름) : 면적 250,000m ² (호내 마름 및 표토제거)	-
응집침강장치	유입부 1기 설치	-
수질예측(mg/L)	COD 7.9, TOC 4.0, T-N 0.710, T-P 0.061	-
사업비	5,386,748천원	-
기 타	인구 장래오염원 전망 : 현상유지	-

○ 신태지구 : 총 24건

- 반영 10건, 기반영 6건, 미반영 8건

● 반영결과 기본계획(안) 변화

시 설	당 초	변경내역
1호 인공습지	- 소유역 I 처리용(지표흐름형) ▪ 면적 : 11,214m ² (순면적 : 5,684m ²) ※ 펌프시설(2대) 운영조건(수질예측 조건) · 가동시기 : 1월 ~ 12월 · 가동시간 : 평균 12hr/일(펌프량 : 5,871m ³ /일)	- 취수시설 : 취입보 설치반영 · 형식 : 가동보(길이 : 13.0m) ※ 갈수시 및 저유량시 비상펌프시설 가동조건 · 가동시간 : 갈수시(펌프량 : 2,000m ³ /일)
1호 침강지	- 보조댐형 : 면적 4,447m ²	- 보조댐형 : 면적 4,447m ² - 차수막형 : 길이 134.0m 추가설치
응집침강장치	- 소유역 I, IV 처리(2기), 호내대책(1기) · 수처리제 살포를 통한 녹제발생 억제	-
교반폭기장치	- 호내 4기	-
녹조제거장치	- 금평지 유입부 1기 설치	- 삭제(금평지 도수로 폐쇄)
수질예측(mg/L)	- COD 7.9, TOC 4.0, T-N 0.880, T-P 0.086	-
사업비	- 2,731,250천원	- 2,795,309천원(증 64,059천원)
기 타	- 인구 장래오염원 전망 : 현상유지	-

5.2 검토의견 조치결과 세부내역

○ 신덕지구

○ 신덕지구

위 원	검토의견	조치결과
김영철 교 수	-현재의 습지구조로 시공되면 유수가 흐르지 못하는 사공간이 지나치게 클 것으로 예상되됨	(기반영) 침사지에서 얕은습지로 이동시 유도수로를 별도로 설치 계획하였으므로 정체수역은 발생하지 않을 것으로 판단됨.
	-유지관리 및 보수목적의 도로가 결국 습지를 구분하는 벽체기능을 수행할 것으로 예상되는 바, 유수흐름 모의(CFD)를 통하여 보수도로의 설치(위치, 형태)를 요망함.	(미반영) 습지내 작업도로(보수목적 도로)는 얕은습지 표고와 같은 높이로 설치되므로 지적하신 바와 같이 습지를 구분하는 벽체기능은 하지 않으며 유수방해가 발생하지 않음.
	-깊은습지 단독대신 2개 정도로 평행하게 배치(유지관리 도로 설치)	(미반영) 침사지가 깊은연못의 기능을 하므로 깊은연못이 2개 조성된 것과 같은 효과가 있음.
	-유입부, 습지간 유입 및 유출부 침식방지를 위한 구조물화(콘크리트수로), 인공습지부지의 침투속도 관리를 위한 대책 수립	(반영) 인공습지내 유속의 흐름은 매우 느리므로 침식을 발생시키지는 않음. 다만, 인공습지 부지에서 침투가 발생하지 않도록 시공시 다짐 등을 철저히 하도록 보고서에 반영하겠음.
	-호내대책은 국내외 다양한 연구를 통하여 입증된바 그 효율이 매우 제한적으로 판단됨.	(미반영) 호내대책(교반폭기, 응집 침강장치)은 본사에서 시범사업을 통해 그 효과를 검증하여 효율이 높은 것으로 분석되었음.
이화중 계 장	-상류에 위치한 밭에서 유입되는 비점오염 제거도 중요	(기반영) 상류에서 발생하는 비점오염저감을 위하여 저수지 유입부에 인공습지, 침장지를 계획하였음.
	-생활하수 유입은 해남군과 협의하여 마을하수처리계획을 반영토록 하겠음	(반영) 도청에서 신덕지구 상류 마을하수도처리 시설을 반영시켜 주시면 수질개선에 큰 도움이 될 것으로 판단됨.
	-저수지 바닥에 산재된 과거 양식장 오염물질 준설계획을 문화재청과 협의 및 재검토 필요	(미반영) 퇴적물 준설의 수질개선 효과가 확실히 검증되지 않고, 준설사업비가 과대하여 금회 수질개선사업에서는 준설을 고려하지 않음.

위 원	검토의견	조치결과
이영복 차장	- 준설토는 인공습지내 관리도로 형상을 유지하기에는 부적합하므로 외부 순성토 물량을 사업비에 반영 검토. 또한 사토물량도 사업비에 반영 검토	(기반영) 관리도로 조성은 순성토를 반영하였고, 사토물량은 기본 조사단계에서 산정하여 기반영하였음.
	- 문화재 지역과 관련되므로 부딪형 침강지보다는 차수막형 침강지 형식으로 검토함이 필요	(반영) 지적하신 바와 같이, 문화재 분포로 인한 침강지 축소로 체류시간이 작음. 따라서, 당초 침강지에 차수막형 침강지를 추가하여 설치하도록 반영하겠음.
	- 간접유역에서 들어오는 유입수만을 대상으로 녹조제거를 실시하지 말고 저수지 물을 유입시켜 녹조제거할 수 있는 방안 모색 필요	(미반영) 간접유역 도수로를 폐쇄하기로 협의되어 급회 급평지 관련대책은 제외하기로 하였음.
김종봉 과장	- 인공습지 등 수질개선사업 시설 대비 유지관리비용 부족(실비반영) ·국고확보(지속성 확보를 통한 수질개선 필요)	(반영) 향후 국고확보 등을 통하여 수질개선지구가 있는 본부 및 지사에 대해서는 유지관리비용을 더 반영하도록 최대한 노력하겠음.
	- 습지는 생태공원의 기능적인 측면을 고려하여 탐방로의 역할과 관리도로 본연의 기능발휘를 위하여 황토포장 등 반영 필요	(미반영) 관리도를 황토로 시공시 향후 강우시 포장면 씻김이나 중장비의 이동이 어려울 것으로 예상되므로 미반영됨.
	- 호내대책으로는 충분하나 호외대책 결여, 기존 시군의 역할로 분류한 환경기초시설부분에 대한 적극적인 개입이 필요함	(반영) 미처리 생활하수 관리를 위한 하수관거 정비 및 마을하수도 정비를 위하여 해남군과 적극적으로 협의하겠음.
	- 계곡형 저수지는 갈수기 20~30%의 저수량으로 부딪 기초이하의 수위를 형성할 것으로 예상됨. 따라서, 순환수개념의 외수유입을 통해 정화촉진 및 수량확보 차원의 접근 필요(암반관정 개발 등)	(미반영) 암반관정의 경우, 수질이 매우 양호한 수준이 될 것으로 판단되므로 이를 인공습지에 유입시킬 필요성이 없음. 다만, 침강지 또는 호내 나쁜 수질의 오염수를 습지로 공급하여 정화시킬 필요성은 있음.

위 원	검토의견	조치결과
합중화 과장	<p>- 신덕저수지는 유역의 오염원이 매우 적고 저수지의 수심이 깊어 저수지 수질관리에 매우 유리한 저수지이지만 현재 저수지가 오염된 상태임. 신덕저수지의 주된 오염원인은 과거 저수지 내 양식장 운영으로 바닥에 오염물질이 많이 퇴적된 상태에서 오염물질이 퇴적토에서 용출되어 수질이 악화된 것으로 판단됨. 수질조사 결과를 보면 항상 저수지 수질 농도가 높은 상태를 유지하지 않고 시기별 농도차이가 크게 나타나는 것으로 볼 때 저수지가 성층이되어 있는 시기에는 상층부의 수질을 양호하나, 봄, 가을에 turn over(전도현상)에 의해 저층의 오염된 물이 상층부와 섞이는 시기에 저수지 수질이 크게 악화되는 것으로 판단됨.</p>	<p>(기반영) 지적하신바와 같이, 신덕저수지의 녹조발생은 저층의 오염된 물이 상층부와 섞이는 과정에서 수질이 크게 악화되는 것으로 판단됨.</p>
	<p>- 그러므로 신덕저수지 수질개선을 위한 기본적인 접근 방법을 오염된 퇴적토로부터 오염물질이 용출되지 않도록 하는 것이 가장 주된 대책이고, 이후 유역에서 오염물질이 저수지로 유입되지 못하도록 유입부에 습지를 설치하여 오염물질을 처리하는 기본 계획은 매우 적절함.</p>	<p>(기반영) 응집침강장치를 통하여 신덕저수지의 오염물질이 재용출되지 않도록 설계에 반영하였음.</p>
	<p>- 저수지 바닥에 있는 오염된 퇴적토를 준설을 통해서 제거하는 방법이 가장 좋을 수 있으나, 신덕저수지의 경우 문화재가 다수 분포하여 준설이 어려운 상황이므로 오염물질 용출을 제어할 수 있는 다양한 대책을 적용한 기본계획은 바람직함.</p>	<p>(기반영) 호내대책으로 교반폭기장치, 응집침강장치 등을 설치하여 저수지내에서 문제되는 녹조를 제거하기 위한 다양한 시설을 적용하였음.</p>

위 원	검토의견	조치결과
함중화 과장	- 퇴적토로부터의 오염물질 용출을 제어하기 위해 계획한 인불용화시설, 교반폭기시설, 천적생물을 이용한 녹조제거시설은 정상 가동 시 퇴적토로부터 오염물질 용출을 차단시켜 저수지 수질을 크게 개선시킬 수 있음. 그러나 약품비용과 천적생물 배양을 위한 비용 및 전문기술이 필요하므로, 기본 설계 시 목표수질 달성을 위한 적정 운영운영방안(가동 시기, 약품 투입량 등)을 고려하여 비용을 산정하는 것이 바람직함. 특히, 이러한 시설들은 향후 유지관리를 위한 비용이 많이 소요되므로, 완공 후에도 지속적인 비용 및 기술 지원이 필요함	(반영) 지적하신바와 같이, 향후 유지관리를 위한 비용이 많이 소요될 것으로 판단되므로 일부 계획을 변경하도록 계획하였음. 주요 변경내용으로 간접유역에 대한 도수로 녹조제어장치는 경제성 및 전문기술 등을 고려하여 금회 계획에서 제외하기로 하였음. 또한, 유지관리비용을 최소화할 수 있도록 관리방안을 수립하여 보고서에 반영하겠음.
	- 보를 설치하여 인공습지로 오염된 하천수가 자연유하하도록 하면 좋지만, 지형적인 특성상 자연유하가 힘들다면, 비록 유지관리비가 들더라도 펌프시설을 적극 도입하는 것이 바람직함. 인공습지로 물이 안정적으로 공급되어야 지속적으로 높은 처리효율을 얻을 수 있음	(반영) 인공습지의 계획고를 낮추고 상류에 취입보를 설치하여 자연유하로 인공습지에 유입가능하도록 변경하였으며, 갈수시에 습지유지를 위한 간이 펌프시설을 도입하겠음.
최원준 부장	- 인공습지는 운영시 유지관리비용이 들지 않는 구조로 검토가 필요	(반영) 인공습지 유지관리비용을 최소화하기 위하여 취입보 설치로 반영하겠음.
오귀원 부장	- 과거 향어양식장으로 인한 오염된 퇴적물 준설계획 반영 검토	(미반영) 저수지 퇴적층의 오염도는 높지 않은 것으로 판단되므로 금회 수질개선사업에서는 준설을 고려하지 않음.
	- 취입보 설치시 펌프보다는 자연유하식으로 검토 필요	(반영) 인공습지 취수시설로 취입보를 설치하여 자연유하식으로 습지에 공급하도록 하겠음.
	- 인공습지 설치시 각종 시설물의 유지관리비를 최소화 할 수 있는 방안 검토	(반영) 인공습지 유지관리비용을 최소화할 수 있도록 관리방안 수립하여 보고서에 반영하겠음.

5.3 기술검토회 회의록

6.2 신덕지구

○ 오귀원 부장

- 유입하천의 수질은 양호한 것으로 판단되나 호내 수질이 좋지 못함. 이는 과거 향어양식으로 인한 퇴적물이 오염된 것으로 분석됨. 호내대책으로 퇴적물을 제거할 수 있는 준설대책이 필요함.
 - 답변 : 퇴적물조사 결과 오염이 심하지 않은 것으로 검토되어지며, 현실적으로 문화재분포 및 수질개선사업에서 준설을 하기에는 어려움이 있음.
- 인공습지의 취수시설이 펌프로 계획되어 있으나 가능하면 자연유하가 가능한 취입보로 계획되기를 바람.
 - 답변 : 상류 침수상황 및 소하천의 개수상태 등을 검토하여 반영여부를 결정하겠음.

○ 이화중 계장

- 녹조가 심한 것은 저수지 바닥에 침전된 것이 문제가 되는 것으로 판단되며 이를 제거할 수 있는 방안이 필요함.
 - 답변 : 본 사업에서는 녹조방지를 위하여 저수지 준설대신에 폭기시설, 녹조제어장치, 인블용화장치 등을 계획하여 녹조가 발생하지 않도록 계획하였음.

○ 김영철 교수

- 상류 유역의 많은 부분을 차지하는 밭은 평상시 기저유출에도 이동성이 강한 오염물질이 많이 녹아 있을 수 있음. 따라서, 평상시 또는 저유량시에도 펌프시설을 가동해서 운영하여야 함.
- 취수시설 중 취입보는 갈수시 계획유량을 만족하기 어렵고, 취입보 토사로 인한 퇴적토 제거 등의 어려움이 있어 최근에는 국토부, 환경부에서도 펌프시설을 많이 도입하고 있는 실정임.
- 유입 및 유출되는 시설에는 콘크리트 등으로 세굴되지 않도록 계획바람.
- 사양토는 복토시 습지식생이 가능하도록 다짐 등을 할 것.

○ 최원준 부장

- 기준공된 수질개선사업지구의 장단점을 잘 파악하여 가급적 유지관리비가

들어가지 않는 시설이 필요함. 예를들면 펌프시설, 교반폭기시설, 인불용화장치 등이 유지관리비가 적게 소요되도록 검토가 필요함.

▪ 답변 : 가급적 유지관리가 편리하고 향후 유지비용이 적게 소요되는 방안으로 검토하겠음.

○ 함중화 과장

- 신덕지구의 경우 밭에서 시비하는 질소질, 인산질 비료가 많은 것으로 판단되며, 이러한 오염물질이 저수지 바닥에 퇴적되어 녹조가 많이 발생하는 것 같음. 바닥의 퇴적물을 제거하기 위해서는 준설이 방법이 될 수 있으나 현실적으로 어려움이 있음. 따라서, 대안으로 인불용화장치, 녹조제어장치, 교반폭기장치를 설치하여 가장 문제시 되는 녹조발생을 제거하고자 계획되어진 것으로 생각됨.

- 펌프시설 등은 설치후 유지관리비가 다소 소요되므로 준공 후 이를 반영하여 예산배분이 이루어져야 할 것임.

○ 김종봉 과장

- 수질개선사업 준공지구의 경우 유지관리를 위한 비용이 실제 많이 부족하므로 현실적으로 반영이 필요함.

▪ 답변 : 펌프시설이 들어가는 지구에 대해서는 유지관리비를 최대한 반영하겠음.

○ 이영복 차장

- 인공습지 침강지가 다소 작은 것으로 판단되므로 추가적으로 차수막형 부댐을 설치될 수 있도록 검토바람

▪ 답변 : 침강지 차수막형 공법을 검토하여 반영하겠음

5.4 기술검토의견서, 참석자명단 및 사진대지

○ 기술검토의견서

5.2 신덕지구

첨부자료 3.

검토위원 기술검토서

○ 안전명 : 신덕 지구 농업용수 수질개선사업 기본계획(안)

전문분야	검토항목	기술검토 내용
인공습지	수계구조	~ 현재 습지 구조로 서공되면 유속이 느려 못가늌 사공간이 지나치게 좁 것으로 미양립 ~ 유거관개 및 보수 목적의 도로가 평곡 농지는 각분하수 병행기능을 수행할 것으로 예상 되나, 유수흐름 모의(CFD)를 통한 보수 도로의 설치(지리, 형태)를 다양함. ~ 관수습지 : 관수 대안 2지 검토로 평곡 습지 내치 (유거관개 도로 설치)
인공습지	복합구조	~ 하인류, 용기간 유·입 및 유출부 : 침식 방지 등을 검토(구조, 형태 등) ~ 인공습지 부지 : 관수특성 검토를 대안 검토
''	호내대책	~ 호내대책 : 호내 라벨링 면적과 서로를 동시에 압축된바 그 검토이 매우 저 1차적임. ~ 유거관개 문제 검토

2015년 12월 15일

검토위원 김영진 김영진

환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

검토위원 기술검토서

○ 안전명 : 선덕 지구 농업용수 수질개선사업 기본계획(안)

전문분야	검토항목	기술검토 내용
		<ul style="list-style-type: none"> · 상류밭에서 유입되는 비점오염 제거도 중요. · 생활하수 유입은 해남군과 협의 마늘하수 처리계획 반영토록 하겠음.
		<ul style="list-style-type: none"> · 저수역 바닥에 산재된 아미 양액강 오염물질을 분할 계획은 분량과 같은 협의 검토 필요

2015년 12월 15일

전봉호
 검토위원 이 라 중

환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

검토위원 기술검토서

○ 안건명 : 신덕 지구 농업용수 수질개선사업 기본계획(안)

전문분야	검토항목	기술검토 내용
인공습지	순성호 사드 사용비 반영	◦ 침강지에서 순성호 순성호는 인공습지에 관리로 총상 유지하기에는 부족함 대부 순성호 물량을 사용비에 반영
		사드 물량 또한 사용비에 반영
침강지		◦ 문화재 지역과 관련됨 침강지 보다는 차수의 침강지 총상 검토함 (비교검토 됨)
녹조제거		◦ 간접유역에서 들어오는 유입수만을 대상으로 녹조제거를 실시 하리만 저수지 물을 유입시켜 녹조 제거 환수
		있는 방안 모색 됨

2015년 12월 15일

검토위원 이영복 (인)

환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

검토위원 기술검토서

○ 안전명 : 신라 지구 농업용수 수질개선사업 기본계획(안)

전문분야	검토항목	기술검토 내용
유기농업	공익후 취수장 <지속성>	· 인공정리 등 수질개선사업 시술 대비 인위적 취수장 비용 부담(설비비용) ⇒ 취수장 (지속성 확보를 통한 수질개선 필요)
	인위도로	· 용수는 생태상원의 기능적인 측면을 인위 도로의 역할과 인위도로 본연의 기능 발휘 위해 강도 표상 등 표상 필요.
	총괄계획	· 호내 대책으로 준설이나 호내 대책 필요. 기타 수질 역할로 본래의 환경기능(수질)에 대한 객관적인 개입이 필요함.
	수질향상	· 계획한 수질 개선 2-3%의 미흡으로 부담이 이하의 수질은 예상한 수질에 미치지. 수질향상 대책의 미흡으로 인해 수질향상 대책이 필요함 (앞바다나 배수 등)

2015년 12월 15일

검토위원 김영봉 (인)


환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

검토위원 기술검토서

○ 안전명 : 신덕 지구 농업용수 수질개선사업 기본계획(안)

전문분야	검토항목	기술검토 내용
수질개선	오염원인 분석	신덕저수지는 유역의 오염원이 매우 적고 저수지의 중심이 깊어 저수지 수질관리에 매우 유리한 저수지이지만 현재 저수지가 오염된 상태임. 신덕저수지의 주된 오염원인은 과거 저수지내 양식장 운영으로 바다에 오염물질이 많이 퇴적된 상태에서 오염물질이 퇴적토에서 용출되어 수질이 악화된 것으로 판단됨. 수질조사 결과를 보면 항상 저수지 수질 농도가 높은 상태를 유지하지 않고 시기별 농도차이가 크게 나타나는 것으로 볼 때 저수지가 성층이되어 있는 시기에는 상층부의 수질을 양호하나, 봄, 가을에 turn over(전도현상)에 의해 저층의 오염된 물이 상층부와 섞이는 시기에 저수지 수질이 크게 악화되는 것으로 판단됨.
	수질개선 기본방향	그러므로 신덕저수지 수질개선을 위한 기본적인 접근 방법을 오염된 퇴적토로부터 오염물질이 용출되지 않도록 하는 것이 가장 주된 대책이고, 이후 유역에서 오염물질이 저수지로 유입되지 못하도록 유입부에 습지를 설치하여 오염물질을 처리하는 기본 계획은 매우 적절함.
	오염물질 용출제어대책	저수지 바다에 있는 오염된 퇴적토를 준설을 통해서 제거하는 방법이 가장 좋을 수 있으나, 신덕저수지의 경우 문화제가 다수 분포하여 준설이 어려운 상황이므로 오염물질 용출을 제어할 수 있는 다양한 대책을 적용한 기본계획은 바람직함.
	인불용화	퇴적토로부터 오염물질이 용출을 제어하기 위해 계획한 인불용화시설, 교반폭기시설, 천적생물을 이용한 녹조제거시설은 정상 가동 시 퇴적토로부터 오염물질 용출을 차단시켜 저수지 수질을 크게 개선시킬 수 있음. 그러나 약품비용과 천적생물 배양을 위한 비용 및 전문기술이 필요하므로, 기본 설계 시 목표수질 달성을 위한 적정 운영 운영방안(가동 시기, 약품 투입량 등)을 고려하여 비용을 산정하는 것이 바람직함. 특히, 이러한 시설들은 향후 유지관리를 위한 비용이 많이 소요되므로, 완공 후에도 지속적인 비용 및 기술 지원이 필요함.
	인공습지 펌프시설	보를 설치하여 인공습지로 오염된 하천수가 자연유하하도록 하면 좋지만, 지형적인 특성상 자연유하가 힘들다면, 비록 유지관리비가 들더라도 펌프시설을 적극 도입하는 것이 바람직함. 인공습지로 물이 안정적으로 공급되어야 지속적으로 높은 처리효율을 얻을 수 있음.

2015년 12월 15일

검토위원 함 종 화 


환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

검토위원 기술검토서

○ 안전명 : 신안 지구 농업용수 수질개선사업 기본계획(안)

전문분야	검토항목	기술검토 내용
		인공적인 유기인계미생물이 들어 있는 구조물 검토 바랍니다.

2015년 12월 15일

검토위원 김위원 

환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

검토위원 기술검토서

○ 안전명 : 신덕 지구 농업용수 수질개선사업 기본계획(안)

전문분야	검토항목	기술검토 내용
토목	근 배	화작물 분산처리 반영
	인공형식 차장차	보 설치 구역 수역의 경도
	각종 시행	수지 관내의 회산 기록

2015년 12월 15일

검토위원 김희원

환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

○ 참석자명단 및 사진대지

농업용수 수질개선사업 기본계획(안)
신덕지구 기술검토회 참석자 명단

○ 일 시 : 2015. 12. 15(화) 14:30~16:00(본사 10층 무궁화 3실)

번호	참석자	소속	서명	비고
1	김종복	홍성지사	김종복	
2	이영복	경기지역본부	이영복	
3	함종화	농어촌연구원	함종화	
4	김양재	한서대	김양재	
5	오규환	캐성.반도지사	오규환	
6	유상운	전남지역본부	유상운	
7	이희준	"	이희준	
8	이희준	전남도청 농업정책과	이희준	
9	김희원	지역총괄과	김희원	
10	이광호	전남도청 농업정책과	이광호	
11	최재호	관서사업부	최재호	
12	김남영	"	김남영	
13	백기성	"	백기성	
14	문희영	"	문희영	
15	이시행	"	이시행	
16	유지현	관서사업부	유지현	
17	박성진	"	박성진	
18	김상진	"	김상진	
19	송주태	"	송주태	
20	홍승룡	"	홍승룡	

**농업용수 수질개선사업 기본계획(안)
신덕지구 기술검토회 참석자 명단**

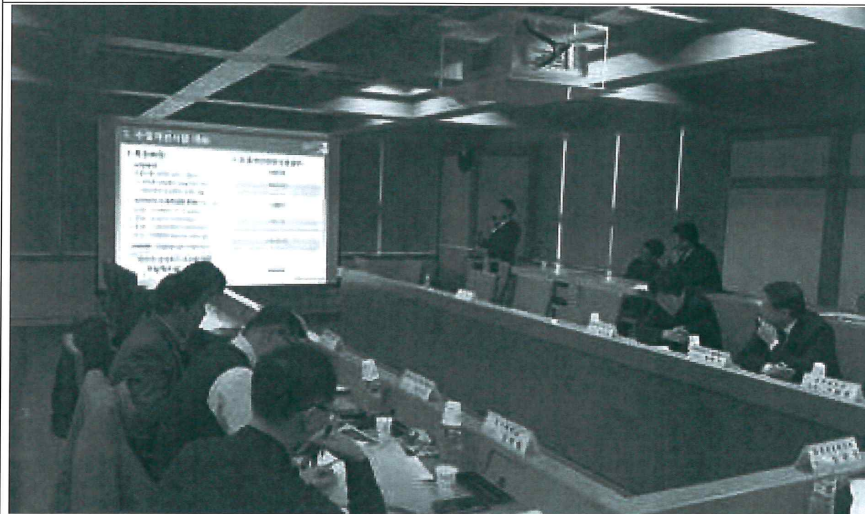
○ 일 시 : 2015. 12. 15(화) 14:30~16:00(본사 10층 무궁화 3실)

번호	참석자	소속	서명	비고
21	강의재	환경구방회	강의재	
22	김형중	"	김형중	
23	이인호	"	이인호	
24	김영중	"	김영중	
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				

8. 기술검토회 사진대지



축동저수지



신탣저수지

부록 5. BM 및 기준점 성과표

1) 기준1



구 분	표 고	좌 표	
		X	Y
기준점 1	EL. 28.442m	230,898.557	137,049.855

2) 기준2



구 분	표 고	좌 표	
		X	Y
기준점 2	EL. 27.926m	230,859.673	136,913.930

3) 기준3



구 분	표 고	좌 표	
		X	Y
기준점 3	EL. 29.081m	230,603.596	136,015.569

4) 기준4



구 분	표 고	좌 표	
		X	Y
기준점 4	EL. 28.582m	230,638.986	135,929.285

부록 6. 유역도 및 면적표

유역	면적(ha)	용도지역별					비율(%)			비고
		논	밭	임야	대지	기타	논 비율	밭 비율	임야 비율	
I	399.6	30.5	68.9	296.4	3.3	0.5	7.6	17.2	74.2	
II	94.3	3.2	11.1	79.0	0.8	0.2	3.4	11.8	83.8	
III	71.0	1.5	13.0	55.2	1.1	0.2	2.1	18.3	77.7	
IV	101.7	1.6	21.2	76.5	1.4	0.9	1.6	20.8	75.2	
V	30.0	1.7	2.7	24.5	1.1	0.1	5.7	9.0	81.7	
VI	23.0	0.6	4.0	17.0	1.4	-	2.6	17.4	73.9	
저수지	45.4									
계	765.0	39.1	120.9	548.6	9.1	1.9				
VII	237.7	30.7	37.6	160.1	8.0	1.3	12.9	15.8	67.4	간접유역



부록 7. 유역별 유출량 산정결과(By DIROM모형 : 목포관측소)

유역 구분	유역면적 (ha)	유출량(mm/년)							유출율 (%)	유입량(천 m ³ /년)				일평균 유입량(m ³ /일)			비고
		총 유출량	일13mm이상		일20mm이상		일30mm이상			총 유입	일13mm 미만	일20mm 미만	일30mm 미만	총 유입	일30mm 미만	일30mm 초과	
			재 현 일 수	유출량	재 현 일 수	유출량	재 현 일 수	유출량									
1	399.6	729.4	26.0	306.5	17.6	263.5	11.0	209.8	61.8	2,915	1,689.7	1,861.7	2,076.4	7,985.2	5,871.6	74,870.0	
2	94.3	736.5	26.0	360.7	17.6	316.0	11.0	255.2	62.3	694	354.3	396.5	453.8	1,902.7	1,283.3	21,595.9	
3	71.0	796.3	26.0	403.9	17.6	358.7	11.0	287.2	67.4	565	278.6	310.7	361.5	1,549.0	1,022.0	18,325.3	
4	101.7	814.0	26.0	399.3	17.6	348.3	11.0	281.2	69.0	828	421.7	473.6	541.8	2,268.0	1,531.9	25,675.6	
5	30.0	707.4	26.0	417.8	17.6	358.6	11.0	282.3	59.9	212	86.9	104.6	127.5	581.4	360.5	7,629.1	
6	23.0	814.9	26.0	484.7	17.6	418.9	11.0	327.6	69.0	187	75.9	91.1	112.1	513.5	316.8	6,797.7	
7	237.7	662.4	26.0	300.6	17.6	261.3	11.0	211.9	56.0	1,574	859.8	953.3	1,070.9	4,313.5	3,028.1	45,036.2	
저수지	45.4																
계	1,002.7	5,260.77	26.0	2,673.62	17.6	2,325.38	11.0	1,855.07	63.63	6,976	3,767.00	4,191.51	4,744.03	19,113.34	13,414.29	199,929.83	

신덕저수지 유역1 유출량(by DIROM모형 : 목포관측소)

년도별	유역 면적 (ha)	강우량 (mm/년)	유출량(mm/년)							유출율 (%)	유입량(천 m ³ /년)				일평균 유입량(m ³ /일)			비고
			총 유출량	일13mm이상		일20mm이상		일30mm이상			총 유입	일13mm 미만	일20mm 미만	일30mm 미만	총 유입	일30mm 미만	일30mm 초과	
				재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수	유출량									
2005	399.60	1,002.70	609.90	23	228.10	14	180.40	10	150.10	60.83	2,437.16	1,525.67	1,716.28	1,837.36	6,677.15	5,175.66	59,979.96	
2006	399.60	1,288.30	814.40	31	350.70	20	299.60	13	233.10	63.22	3,254.34	1,852.95	2,057.14	2,322.87	8,916.01	6,599.08	71,651.35	
2007	399.60	1,350.60	864.40	31	413.90	21	375.70	16	335.30	64.00	3,454.14	1,800.20	1,952.85	2,114.28	9,463.40	6,058.12	83,741.18	
2008	399.60	960.50	578.60	21	225.10	15	201.10	7	140.20	60.24	2,312.09	1,412.59	1,508.49	1,751.85	6,334.48	4,893.43	80,034.17	
2009	399.60	1,088.40	658.10	16	261.30	13	245.20	9	213.00	60.46	2,629.77	1,585.61	1,649.95	1,778.62	7,204.84	4,996.12	94,572.00	
2010	399.60	1,335.70	828.20	33	353.80	22	297.90	12	209.30	62.00	3,309.49	1,895.70	2,119.08	2,473.12	9,067.09	7,006.02	69,696.90	
2011	399.60	982.10	595.00	25	265.80	18	216.60	8	120.50	60.58	2,377.62	1,315.48	1,512.09	1,896.10	6,514.03	5,311.21	60,189.75	
2012	399.60	1,577.50	1,027.80	28	449.70	22	418.60	17	384.00	65.15	4,107.09	2,310.09	2,434.36	2,572.62	11,252.30	7,392.60	90,262.59	
2013	399.60	1,089.20	680.30	23	285.60	14	244.50	9	212.50	62.46	2,718.48	1,577.22	1,741.46	1,869.33	7,447.89	5,250.92	94,350.00	
2014	399.60	1,087.70	637.10	29	231.30	17	155.20	9	99.60	58.57	2,545.85	1,621.58	1,925.67	2,147.85	6,974.94	6,033.29	44,222.40	
평 균	399.60	1,176.27	729.38	26.0	306.53	17.6	263.48	11.0	209.76	61.75	2,914.60	1,689.71	1,861.74	2,076.40	7,985.21	5,871.64	74,870.03	

신덕저수지 유역2 유출량(by DIROM모형 : 목포관측소)

년도별	유역 면적 (ha)	강우량 (mm/년)	유출량(mm/년)							유출 율 (%)	유입량(천m ³ /년)				일평균 유입량(m ³ /일)			비고
			총 유출량	일13mm이상		일20mm이상		일30mm이상			총 유입	일13mm 미만	일20mm 미만	일30mm 미만	총 유입	일30mm 미만	일30mm 초과	
				재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수	유출량									
2005	94.30	1,002.70	606.20	23	273.20	14	223.80	10	190.10	60.46	571.65	314.02	360.60	392.38	1,566.16	1,105.30	17,926.43	
2006	94.30	1,288.30	825.90	31	418.20	20	365.90	13	293.30	64.11	778.82	384.46	433.78	502.24	2,133.76	1,426.82	21,275.53	
2007	94.30	1,350.60	876.60	31	480.40	21	440.20	16	397.60	64.90	826.63	373.62	411.53	451.70	2,264.75	1,294.26	23,433.55	
2008	94.30	960.50	583.60	21	267.20	15	242.70	7	170.60	60.76	550.33	298.37	321.47	389.46	1,507.77	1,087.87	22,982.26	
2009	94.30	1,088.40	660.20	16	299.60	13	283.20	9	246.70	60.66	622.57	340.05	355.51	389.93	1,705.67	1,095.31	25,848.68	
2010	94.30	1,335.70	839.10	33	418.10	22	358.40	12	257.00	62.82	791.27	397.00	453.30	548.92	2,167.87	1,555.02	20,195.92	
2011	94.30	982.10	604.10	25	318.40	18	268.30	8	160.10	61.51	569.67	269.42	316.66	418.69	1,560.73	1,172.81	18,871.79	
2012	94.30	1,577.50	1,042.00	28	524.10	22	492.00	17	450.90	66.05	982.61	488.38	518.65	557.41	2,692.07	1,601.75	25,011.69	
2013	94.30	1,089.20	684.70	23	330.90	14	287.50	9	250.50	62.86	645.67	333.63	374.56	409.45	1,768.96	1,150.14	26,246.83	
2014	94.30	1,087.70	642.30	29	277.10	17	198.40	9	135.20	59.05	605.69	344.38	418.60	478.20	1,659.42	1,343.25	14,165.96	
평 균	94.30	1,176.27	736.47	26.0	360.72	17.6	316.04	11.0	255.20	62.32	694.49	354.33	396.47	453.84	1,902.72	1,283.25	21,595.86	

신덕저수지 유역3 유출량(by DIROM모형 : 목포관측소)

년도별	유역 면적 (ha)	강우량 (mm/년)	유출량(mm/년)							유출 율 (%)	유입량(천m ³ /년)				일평균 유입량(m ³ /일)			비고
			총 유출량	일13mm이상		일20mm이상		일30mm이상			총 유입	일13mm 미만	일20mm 미만	일30mm 미만	총 유입	일30mm 미만	일30mm 초과	
				재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수	유출량									
2005	71.00	1,002.70	658.90	23	313.50	14	257.40	10	216.80	65.71	467.82	245.23	285.07	313.89	1,281.70	884.20	15392.80	
2006	71.00	1,288.30	888.90	31	418.20	20	413.70	13	331.10	69.00	631.12	334.20	337.39	396.04	1,729.09	1,125.11	18083.15	
2007	71.00	1,350.60	941.10	31	540.80	21	494.70	16	444.90	69.68	668.18	284.21	316.94	352.30	1,830.63	1,009.46	19742.44	
2008	71.00	960.50	634.30	21	306.30	15	278.10	7	191.30	66.04	450.35	232.88	252.90	314.53	1,233.84	878.58	19403.29	
2009	71.00	1,088.40	718.20	16	336.70	13	317.90	9	275.40	65.99	509.92	270.87	284.21	314.39	1,397.05	883.11	21726.00	
2010	71.00	1,335.70	905.40	33	476.10	22	407.00	12	289.10	67.78	642.83	304.80	353.86	437.57	1,761.19	1,239.58	17105.08	
2011	71.00	982.10	656.40	25	363.20	18	307.80	8	182.80	66.84	466.04	208.17	247.51	336.26	1,276.83	941.89	16223.50	
2012	71.00	1,577.50	1,116.00	28	585.20	22	550.10	17	501.30	70.74	792.36	376.87	401.79	436.44	2,170.85	1,254.13	20936.65	
2013	71.00	1,089.20	741.10	23	376.40	14	326.80	9	280.90	68.04	526.18	258.94	294.15	326.74	1,441.59	917.81	22159.89	
2014	71.00	1,087.70	703.00	29	322.70	17	233.50	9	158.20	64.63	499.13	270.01	333.35	386.81	1,367.48	1,086.54	12480.22	
평 균	71.00	1,176.27	796.33	26.0	403.91	17.6	358.70	11.0	287.18	67.45	565.39	278.62	310.72	361.50	1,549.03	1,022.04	18,325.30	

신덕저수지 유역4 유출량(by DIROM모형 : 목포관측소)

년도별	유역 면적 (ha)	강우량 (mm/년)	유출량(mm/년)						유출 율 (%)	유입량(천m ³ /년)			일평균 유입량(m ³ /일)			비고		
			총 유출량	일13mm이상		일20mm이상		일30mm이상		총 유입	일13mm 미만	일20mm 미만	일30mm 미만	총 유입	일30mm 미만		일30mm 초과	
				재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수										유출량
2005	101.70	1,002.70	675.70	23	304.20	14	247.70	10	210.60	67.39	687.19	377.82	435.28	473.01	1,882.70	1,332.41	21,418.02	
2006	101.70	1,288.30	907.60	31	461.70	20	401.60	13	322.60	70.45	923.03	453.48	514.60	594.95	2,528.85	1,690.18	25,237.25	
2007	101.70	1,350.60	960.40	31	531.30	21	484.80	16	438.30	71.11	976.73	436.39	483.69	530.98	2,675.96	1,521.42	27,859.44	
2008	101.70	960.50	648.70	21	296.80	15	267.90	7	187.80	67.54	659.73	357.88	387.27	468.74	1,807.47	1,309.32	27,284.66	
2009	101.70	1,088.40	735.80	16	329.50	13	310.70	9	270.80	67.60	748.31	413.21	432.33	472.91	2,050.16	1,328.38	30,600.40	
2010	101.70	1,335.70	924.40	33	462.40	22	393.70	12	282.70	69.21	940.11	469.85	539.72	652.61	2,575.66	1,848.75	23,958.83	
2011	101.70	982.10	671.20	25	352.80	18	296.90	8	177.30	68.34	682.61	323.81	380.66	502.30	1,870.17	1,406.99	22,539.26	
2012	101.70	1,577.50	1,138.40	28	575.50	22	540.10	17	495.10	72.16	1,157.75	572.47	608.47	654.24	3,171.93	1,879.99	29,618.63	
2013	101.70	1,089.20	758.20	23	369.40	14	319.10	9	276.80	69.61	771.09	395.41	446.56	489.58	2,112.57	1,375.24	31,278.40	
2014	101.70	1,087.70	719.40	29	309.40	17	220.70	9	150.10	66.14	731.63	416.97	507.18	578.98	2,004.47	1,626.34	16,961.30	
평 균	101.70	1,176.27	813.98	26.0	399.30	17.6	348.32	11.0	281.21	68.96	827.82	421.73	473.58	541.83	2,267.99	1,531.90	25,675.62	

신덕저수지 유역5 유출량(by DIROM모형 : 목포관측소)

년도별	유역 면적 (ha)	강우량 (mm/년)	유출량(mm/년)							유출 율 (%)	유입량(천m ³ /년)				일평균 유입량(m ³ /일)			비고
			총 유출량	일13mm이상		일20mm이상		일30mm이상			총 유입	일13mm 미만	일20mm 미만	일30mm 미만	총 유입	일30mm 미만	일30mm 초과	
				재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수	유출량									
2005	30.00	1,002.70	578.60	23	325.10	14	260.70	10	216.40	57.70	173.58	76.05	95.37	108.66	475.56	306.08	6,492.00	
2006	30.00	1,288.30	793.90	31	484.10	20	411.60	13	327.70	61.62	238.17	92.94	114.69	139.86	652.52	397.33	7,562.31	
2007	30.00	1,350.60	844.70	31	543.20	21	484.30	16	430.20	62.54	253.41	90.45	108.12	124.35	694.27	356.30	8,066.25	
2008	30.00	960.50	561.90	21	317.90	15	280.90	7	187.30	58.50	168.57	73.20	84.30	112.38	461.84	313.91	8,027.14	
2009	30.00	1,088.40	629.50	16	337.20	13	315.50	9	269.80	57.84	188.85	87.69	94.20	107.91	517.40	303.12	8,993.33	
2010	30.00	1,335.70	810.10	33	487.00	22	407.60	12	284.80	60.65	243.03	96.93	120.75	157.59	665.84	446.43	7,120.00	
2011	30.00	982.10	581.00	25	371.40	18	311.70	8	183.40	59.16	174.30	62.88	80.79	119.28	477.53	334.12	6,877.50	
2012	30.00	1,577.50	997.80	28	584.10	22	541.00	17	485.80	63.25	299.34	124.11	137.04	153.60	820.11	441.38	8,572.94	
2013	30.00	1,089.20	656.50	23	382.50	14	324.00	9	272.40	60.27	196.95	82.20	99.75	115.23	539.59	323.68	9,080.00	
2014	30.00	1,087.70	619.60	29	345.70	17	249.00	9	165.00	56.96	185.88	82.17	111.18	136.38	509.26	383.09	5,500.00	
평 균	30.00	1,176.27	707.36	26.0	417.82	17.6	358.63	11.0	282.28	59.85	212.21	86.86	104.62	127.52	581.39	360.54	7,629.15	

신덕저수지 유역6 유출량(by DIROM모형 : 목포관측소)

년도별	유역 면적 (ha)	강우량 (mm/년)	유출량(mm/년)						유출 율 (%)	유입량(천m ³ /년)			일평균 유입량(m ³ /일)			비고		
			총 유출량	일13mm이상		일20mm이상		일30mm이상		총 유입	일13mm 미만	일20mm 미만	일30mm 미만	총 유입	일30mm 미만		일30mm 초과	
				재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수										유출량
2005	23.00	1,002.70	677.10	23	387.60	14	307.60	10	254.00	67.53	155.73	66.59	84.99	97.31	426.67	274.12	5,842	
2006	23.00	1,288.30	908.40	31	484.10	20	478.10	13	380.60	70.51	208.93	97.59	98.97	121.39	572.42	344.87	6,734	
2007	23.00	1,350.60	958.20	31	639.70	21	562.10	16	496.80	70.95	220.39	73.26	91.10	106.12	603.80	304.07	7,142	
2008	23.00	960.50	653.20	21	378.90	15	330.00	7	216.70	68.01	150.24	63.09	74.34	100.40	411.61	280.43	7,120	
2009	23.00	1,088.40	734.40	16	392.30	13	365.30	9	311.50	67.48	168.91	78.68	84.89	97.27	462.77	273.22	7,961	
2010	23.00	1,335.70	930.30	33	574.10	22	474.20	12	329.80	69.65	213.97	81.93	104.90	138.12	586.22	391.26	6,321	
2011	23.00	982.10	668.90	25	440.40	18	368.40	8	215.90	68.11	153.85	52.56	69.12	104.19	421.50	291.85	6,207	
2012	23.00	1,577.50	1,133.60	28	678.60	22	624.80	17	557.90	71.86	260.73	104.65	117.02	132.41	714.32	380.49	7,548	
2013	23.00	1,089.20	757.10	23	454.90	14	379.50	9	315.60	69.51	174.13	69.51	86.85	101.55	477.08	285.24	8,065	
2014	23.00	1,087.70	727.70	29	416.40	17	299.10	9	197.10	66.90	167.37	71.60	98.58	122.04	458.55	342.80	5,037	
평 균	23.00	1,176.27	814.89	26.0	484.70	17.6	418.91	11.0	327.59	69.05	187.42	75.94	91.08	112.08	513.49	316.84	6,797.66	

신덕저수지 유역7 유출량(by DIROM모형 : 목포관측소)

년도별	유역 면적 (ha)	강우량 (mm/년)	유출량(mm/년)							유출 율 (%)	유입량(천m ³ /년)				일평균 유입량(m ³ /일)			비고
			총 유출량	일13mm이상		일20mm이상		일30mm이상			총 유입	일13mm 미만	일20mm 미만	일30mm 미만	총 유입	일30mm 미만	일30mm 초과	
				재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수	유출량									
2005	237.70	1,002.70	548.70	23	222.50	14	179.00	10	151.80	54.72	1,304.26	775.38	878.78	943.43	3,573.31	2,657.55	36,082.86	
2006	237.70	1,288.30	740.60	31	344.60	20	298.40	13	238.00	57.49	1,760.41	941.29	1,051.11	1,194.68	4,823.03	3,393.98	43,517.38	
2007	237.70	1,350.60	791.90	31	409.10	21	374.10	16	338.40	58.63	1,882.35	909.92	993.11	1,077.97	5,157.11	3,088.74	50,273.55	
2008	237.70	960.50	523.90	21	221.60	15	199.80	7	143.00	54.54	1,245.31	718.57	770.39	905.40	3,411.81	2,529.05	48,558.71	
2009	237.70	1,088.40	596.30	16	255.00	13	240.20	9	211.00	54.79	1,417.41	811.27	846.45	915.86	3,883.30	2,572.64	55,727.44	
2010	237.70	1,335.70	752.10	33	344.90	22	293.10	12	210.40	56.31	1,787.74	967.91	1,091.04	1,287.62	4,897.92	3,647.65	41,676.73	
2011	237.70	982.10	540.00	25	260.00	18	215.40	8	126.00	54.98	1,283.58	665.56	771.57	984.08	3,516.66	2,756.52	37,437.75	
2012	237.70	1,577.50	938.80	28	443.30	22	415.60	17	384.30	59.51	2,231.53	1,177.80	1,243.65	1,318.05	6,113.77	3,787.49	53,734.18	
2013	237.70	1,089.20	619.70	23	283.10	14	244.50	9	214.70	56.89	1,473.03	800.10	891.85	962.69	4,035.69	2,704.17	56,704.66	
2014	237.70	1,087.70	571.60	29	222.30	17	152.90	9	100.90	52.55	1,358.69	830.29	995.25	1,118.85	3,722.45	3,142.85	26,648.81	
평 균	237.70	1,176.27	662.36	26.0	300.64	17.6	261.30	11.0	211.85	56.04	1,574.43	859.81	953.32	1,070.86	4,313.51	3,028.06	45,036.21	

부록 8. 시행전 · 후 내용적

수위 (EL.m)	시 행 전 (A)			표고별 면적 증감(m ²)				시 행 후 (B)			시행 후 내용적 증감 (m ³)
	면적(m ²)	내용적 (m ³)	누가 내용적 (m ³)	1호 침강지	-	1호 인공습지	-	시행 후 면적 (m ²)	내용적 (m ³)	누 가 내용적 (m ³)	
15.00	125,740	109,691	265,422	0	-	0	-	125,740	109,691	265,422	-
16.00	159,900	142,820	408,242	0	-	0	-	159,900	142,820	408,242	-
17.00	197,540	178,720	586,962	0	-	0	-	197,540	178,720	586,962	-
18.00	240,820	219,180	806,142	0	-	0	-	240,820	219,180	806,142	-
19.00	304,010	272,416	1,078,558	0	-	0	-	304,010	272,416	1,078,558	-
20.00	321,610	312,810	1,391,368	0	-	0	-	321,610	312,810	1,391,368	-
21.00	373,500	347,556	1,738,924	2,446	-	0	-	375,946	350,002	1,741,370	2,446
22.00	405,430	389,466	2,128,390	-	-	0	-	405,430	389,466	2,130,836	2,446
23.00	428,210	416,821	2,545,211	-	-	0	-	428,210	416,821	2,547,657	2,446
24.00	446,160	437,186	2,982,397	-	-	0	-	446,160	437,186	2,984,843	2,446
24.85	465,370	386,681	3,369,078	-	-	0	-	465,370	386,681	3,371,524	2,446

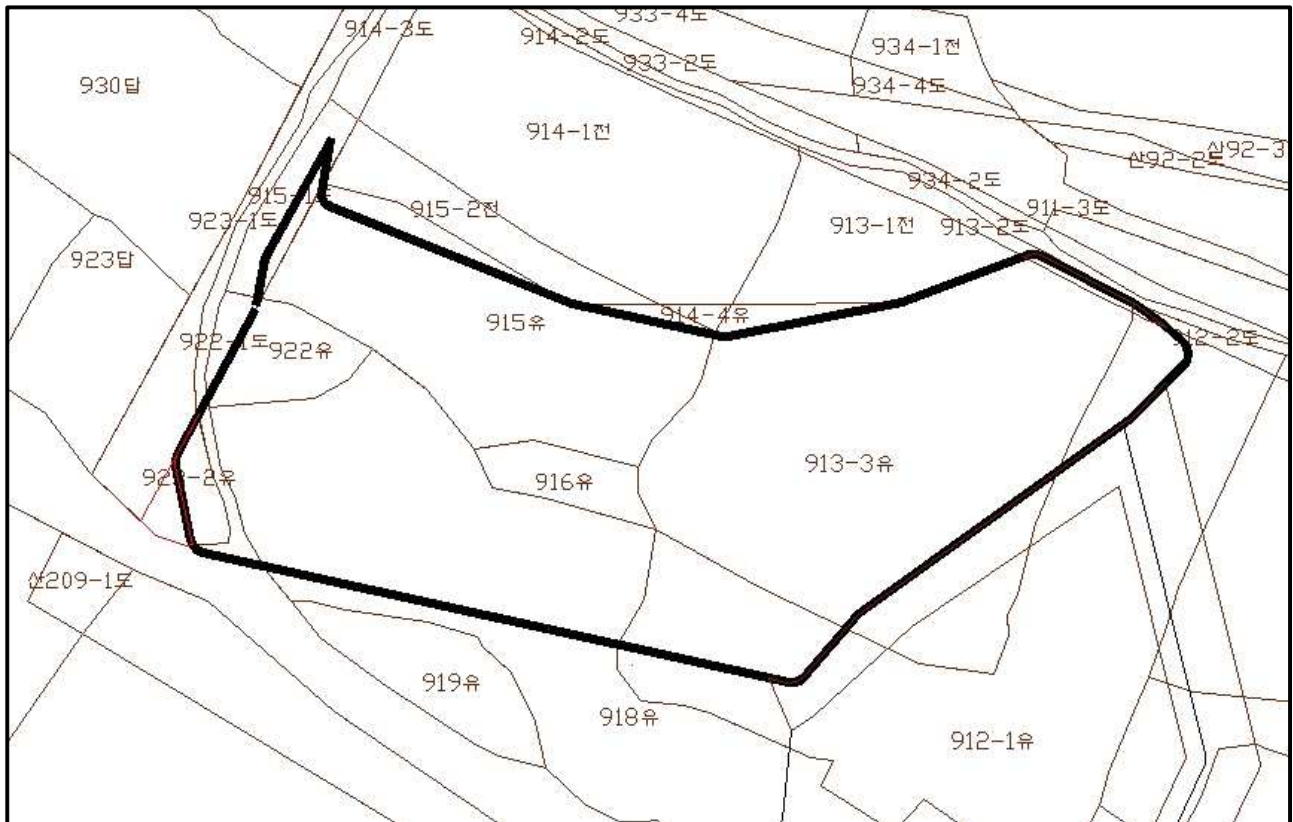
부록 9. 시설별 편입용지도 및 조서(총괄표)

구 분	면 적 (m ²)		비 고
	총면적	편입면적	
한국농어촌공사	21,157.6	11,113.5	1호인공습지
	47,980.6	7,834.2	1호침강지
소 계	69,138.2	18,947.7	
국유지	103,809.3	99.8	1호인공습지
	103,809.3	25.8	1호침강지
소 계	207,618.6	125.6	
사 유 지	-	-	1호인공습지
	-	-	1호침강지
소 계	-	-	
기 타	-	-	1호인공습지
	-	-	1호침강지
소 계	-	-	
합 계	276,756.8	19,073.3	

가. 시설별 편입용지도 및 조서

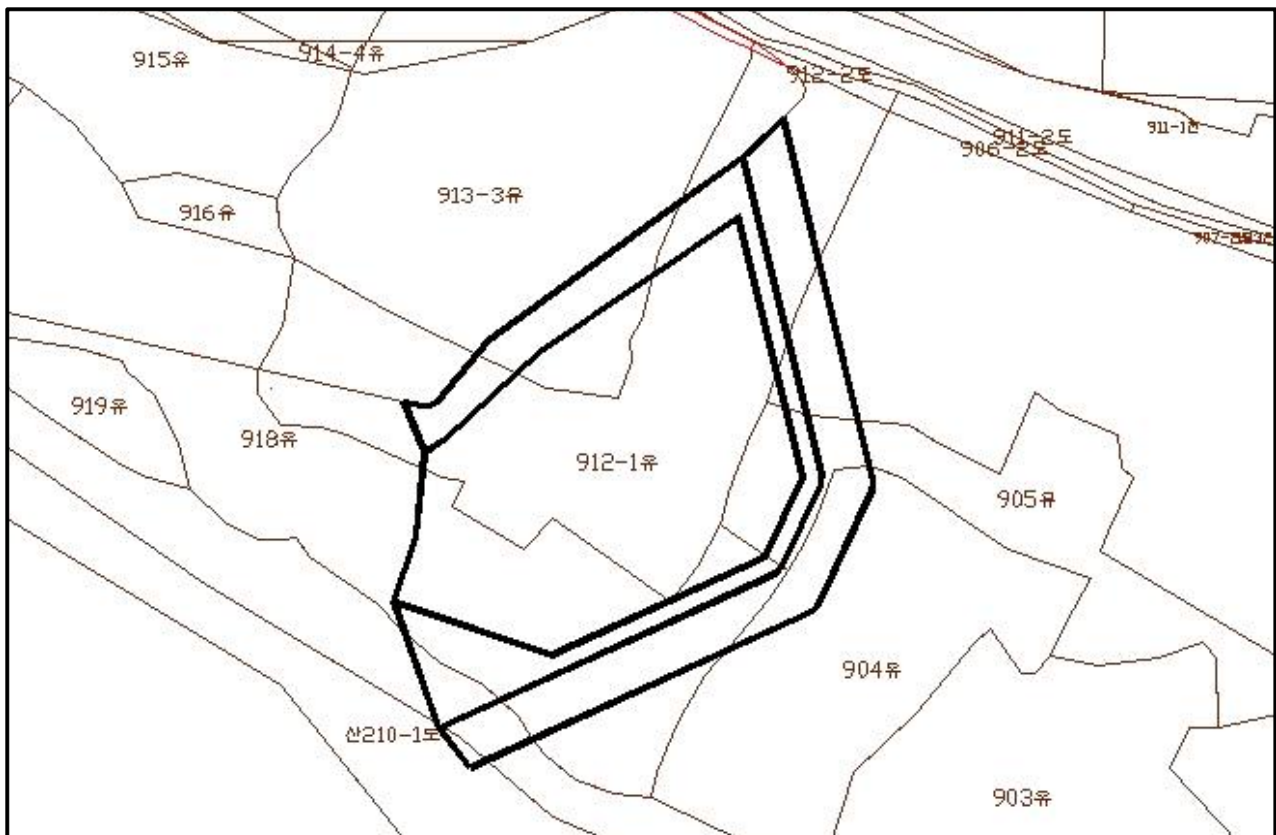
<제1호 인공습지>

토지소재지		지번	지 목		면 적 (㎡)		토지소유자	
면	리		공부상	실제	총면적	편입면적	성 명	주 소
회원면	신덕	912-1	유	유	5,223.9	974.6	한국농어촌공사	
회원면	신덕	913-3	유	유	5,005.0	4,207.8	한국농어촌공사	
회원면	신덕	915	유	유	2,453.9	2,217.6	한국농어촌공사	
회원면	신덕	915-1	도	도	332.3	80.0	한국농어촌공사	
회원면	신덕	916	유	유	331.9	331.9	한국농어촌공사	
회원면	신덕	918	유	유	7,054.8	2,674.9	한국농어촌공사	
회원면	신덕	922	유	유	421.1	421.1	한국농어촌공사	
회원면	신덕	922-1	도	도	95.7	0.7	한국농어촌공사	
회원면	신덕	923-2	유	유	239.0	204.9	한국농어촌공사	
회원면	신덕	1221	구	구	103,809.3	99.8	농림축산식품부	
계					124,966.9	11,213.3		



<제1호 침강지>

토지소재지		지번	지 목		면 적 (㎡)		토지소유자	
면	리		공부상	실제	총면적	편입면적	성 명	주 소
화원면	신덕	901	유	유	20,112.0	306.3	한국농어촌공사	
화원면	신덕	904	유	유	3,433.3	315.0	한국농어촌공사	
화원면	신덕	905	유	유	2,430.8	584.9	한국농어촌공사	
화원면	신덕	912-1	유	유	5,223.9	3,511.7	한국농어촌공사	
화원면	신덕	913-3	유	유	5,005.0	678.6	한국농어촌공사	
화원면	신덕	918	유	유	7,054.8	2,184.0	한국농어촌공사	
화원면	신덕	산210-1	도	도	4,720.8	253.7	한국농어촌공사	-
화원면	신덕	1221	구	구	103,809.3	25.8	농림축산식품부	
계					151,789.9	7,860.0		



나. 소유자별 편입용지 조서

<제1호 인공습지>

토지소재지		지번	지 목		면 적 (㎡)		토지소유자	
면	리		공부상	실제	총면적	편입면적	성 명	주 소
화원면	신덕	912-1	유	유	5,223.9	974.6	한국농어촌공사	
화원면	신덕	913-3	유	유	5,005.0	4,207.8	한국농어촌공사	
화원면	신덕	915	유	유	2,453.9	2,217.6	한국농어촌공사	
화원면	신덕	915-1	도	도	332.3	80.0	한국농어촌공사	
화원면	신덕	916	유	유	331.9	331.9	한국농어촌공사	
화원면	신덕	918	유	유	7,054.8	2,674.9	한국농어촌공사	
화원면	신덕	922	유	유	421.1	421.1	한국농어촌공사	
화원면	신덕	922-1	도	도	95.7	0.7	한국농어촌공사	
화원면	신덕	923-2	유	유	239.0	204.9	한국농어촌공사	
<한국농어촌공사 소계>					21,157.6	11,113.5		
화원면	신덕	1221	구	구	103,809.3	99.8	농림축산식품부	
<국유지 소계>					103,809.3	99.8		
< 계 >					124,966.9	11,213.3		

부록 10. 전략환경영향평가 협의자료

“국민 중심의 정부3.0을 통해 국민행복을 키워갑니다.”



농림축산식품부



수 신 한국농어촌공사사장

(경유)

제 목 축동.신덕지구 농업용수수질개선사업 전략환경영향평가 협의결과 알
림

1. 환경부 국토환경평가과-361(2016.2.11)호와 관련입니다.

2. 환경영향평가법 제12조 등에 따른 농업용수 수질개선 기본계획수립을 위한 전략환경영향평가서(초안)에 대한 협의결과, 관계기관 검토의견을 붙임과 같이 송부하니 전략환경영향평가서 작성시 반영하고, 조속 환경부와 협의될 수 있도록 하시기를 바랍니다.

붙임 : 환경부, 충청남도, 전라남도, 서천군의 관련 검토의견 각 1부.

농림축산식품부 장관



사무관 박봉수 농업기반과장 전결 02/12
한준희

협조자

시행 농업기반과-612 (2016.02.12.) 접수 환경총괄-354 (2016.02.15.)

우 30064 세종특별자치시 다솜2로 94 세종정부청사 농림축산식품부농업기반과 / http://www.mafra.go.kr

전화 044-201-1857 /전송 044-868-0415 / bspark11@korea.kr / 부분공개
국민 눈높이로 다가가는 열린 정부, 국민과 함께 하겠습니다.



환 경 부



수신 수신자 참조

(경유)

제목 농업용수 수질개선사업(축동, 신덕지구) 전략환경영향평가서(초안) 검토의견 알림

1. 농업기반과-6180(2015.12.16)호와 관련입니다.

2. 귀 부에서 「환경영향평가법」 제12조에 따라 제출한 “축동·신덕지구 농업용수 수질개선사업” 전략환경영향평가서(초안)에 대한 검토의견을 붙임과 같이 보내드리니 전략환경영향평가서 작성시 반영되도록 조치하여 주시기 바랍니다.

3. 아울러, 한국환경정책평가연구원에서는 환경영향평가정보지원시스템 관리에 참고하시기 바랍니다.

붙임 전략환경영향평가(초안) 검토의견 1부. 끝.

환 경 부 장 관



수신자 농림축산식품부장관(농업기반과장), 한국환경정책평가연구원장

주무관 김동숙 사무관승진에 정자 오수미 과장 전결 2016. 2. 11. 이상진

협조자

시행 국토환경평가과-361 (2016. 2. 11.) 접수 농업기반과-604 (2016. 2. 11.)

우 30064 세종특별자치시 도움6로 11, 환경부 국토환경평가과 / <http://www.me.go.kr>

전화번호 044-201-7297 팩스번호 044-201-7304 / ds04@me.go.kr / 대국민 공개

3년의 혁신 30년의 성장, 경제혁신 3개년 계획.

[붙임]

전략환경영향평가 초안 검토의견(총2쪽)

(축동·신덕지구 농업용수 수질개선사업)

〈 사업 개요 〉

구 분	축동지구(ME20150149)	신덕지구(ME20150150)
위 치	충남 서천군 한산면 축동리 일원	전남 해남군 화원면 신덕리 일원
저수지 축조년도	1955	1986
사업기간	착공후 3년이내	착공후 3년이내
사업비	53.8억원	27.3억원
사업면적	78,343㎡	19,073㎡
사업내용	인공습지 1지(지표흐름형), 침강지 3지(보조댐형), 식생제거(250,000㎡), 인불용화시설(1기) 설치	인공습지 1지(지표흐름형) 침강지 1지(보조댐형), 물순환장치 4기(호내), 인불용화시설(3기) 설치
시행자/ 승인권자	한국농어촌공사/농림축산식품부장관	

가. 계획의 적정성(공통)

- '07.12월 1차 수질개선사업(53개 지구) 결정 이후 본 사업이 순차적으로 시행중이나, 사업주관부서에서는 적정한 시점에 사업시행에 따른 효과가 당초 예상된 수준을 달성하고 있는지에 대하여 검증할 필요가 있음
- 현재까지 시행된 수질개선사업의 실적을 바탕으로 사업별 수질개선 효과를 분석하고 문제점 및 우수사례를 검토하여 후발사업의 시공 방법 및 규모 등을 확정할 필요가 있음
- 수질개선시설중 보조댐형 침강지를 설치할 예정이나 공사시 토사 유출량이 증가될 수 있으므로 저수지에 수질영향을 최소화 할 수 있는 대안구조물 설치를 검토하여야 함

- 또한, 수질개선시설 설치 후 유지·관리 방법에 따라 수질개선시설의 정상적인 기능이 가능하므로 이를 위한 예산 및 관리인력 등이 확보될 수 있도록 합리적인 운영계획(식생관리, 퇴적물 준설, 유입쓰레기 제거 등)을 수립하여야 함
- 아울러 저수지 수질개선사업 중 오염원의 저수지 유입을 차단하는 내용(저수지내 사업으로는 수질개선의 한계가 있어 상류지역의 주요 오염원인 생활계, 토지계 등 오염원 관리방안)을 포함하여 해당 자치단체와 함께 효율적으로 수질개선을 달성하는 방안을 강구하여야 함

나. 입지의 타당성

- 사업지 인근에는 다수의 범종보호종이 서식 및 활동이 확인되었으므로, 이에 대한 추가조사를 실시하여 범정보호종의 서식역을 보존할 수 있는 계획을 수립하여야 함
- 저수호안에서 발견되는 고유종은 가능한 유지되도록 하고, 귀화식물은 최대한 제거하도록 관리방안을 수립하여야 함
- 인불용화시설의 응집제투여로 발생하는 저수지 독성물질에 대한 모니터링의 국내외 사례와 문헌을 면밀히 조사하여 제시하여야 함

<축동지구>

- 마름이 수질에 미치는 부정적 영향에 대한 국내 추가사례와 문헌을 조사하고, 필요 시 합리적인 관리방안을 제시하여야 함

<신덕지구>

- 물순환장치(3개소)를 계획하고 있으므로, 저수지 저질(퇴적물)을 조사하고 오염도를 제시하여 물순환장치의 효과성을 검토하여야 함. 끝.



전라남도



수신 농림축산식품부장관(농업기반과장)
(경유)

제목 신덕지구 농업용수 수질개선사업에 따른 전략환경영향평가(초안) 협의의견 알림

1. 농림축산식품부 농업기반과-6180(2015. 12. 16.)호와 관련입니다.
2. 해남군 신덕지구 농업용수 수질개선사업에 따른 전략환경영향평가(초안) 협의의견을 다음과 같이 알려드립니다.

□ 계획내용

- 계 획 명 : 신덕지구 농업용수 수질개선사업
- 위 치 : 전남 해남군 화원면 신덕리 일원
- 사업규모 : 면적 19,073㎡
- 인공습지 11,215㎡(58.8%), 침강지 7,858㎡(41.2%)
- 시행자/승인권자 : 농림축산식품부

□ 검토 의견

- 자연환경특성을 최대한 유지하고, 생태계에 미치는 영향이 최소화 되도록 조치하여야 함.
- 공사시 자연지형 변화, 식생훼손 및 토사유출에 따른 동식물상, 법정보호종, 생태계 등 영향이 예상되므로 각 영향요인별로 적절한 저감대책을 수립 시행하여야 함.
- 공사시 발생하는 토사유출량을 산정하여 수환경에 피해가 없도록 침사지, 배수로 및 오탁방지막 설치 등 적극적인 수질오염 방지대책을 수립 시행하여야 함.
- 운영시 저수지의 수질이 호소 중 농업용수 수질기준에 적합하게 유지 관리될 수 있도록 정화시설 설치 및 공법 선정 시 충분한 검토가 필요하며, 시설 운영 및 유지관리 방안, 수질오염사고 대비체계 등 저감대책을 수립 시행하여야 함.
- 공사시 장비의 가동, 작업차량 진·출입 등 공사과정에서 발생하는 비산먼지로 인하여 인근 지역에 피해가 발생하지 않도록 비산먼지 발생 억제시설(차량 덮개, 살수시설, 세륜시설 등)을 설치하고, 대기오염물질(NO₂, CO₂ 등) 저감관리에 철저를 기하여야 함.
- 공사시 발생하는 비산먼지, 소음·진동으로 인해 주변 정온시설, 생태계 등에 피해가 없도록 적절한 저감대책을 수립 시행하여야 함.
- 공사시 생활폐기물, 사업장폐기물, 건설폐기물 및 분뇨 발생에 대하여 관련법에 적법하게 처리대책을 수립하여야 함.

“국민 중심의 정부3.0을 통해 국민행복을 키워갑니다.”



농림축산식품부



수 신 한국농어촌공사사장(환경사업처장)
(경유)

제 목 농업용수 수질개선사업(축동, 신덕지구) 전략환경영향평가 협의결과
통보

1. 환경총괄-664(2016.3.15.)호, 환경부 국토환경평가과-1401(2016.5.27.)호와
관련됩니다.

2. 농업용수 수질개선사업(축동, 신덕지구)에 대한 환경부의 전략환경영향평가 협의
내용을 불임과 같이 통보하니, 환경영향평가법 제19조에 따라 사업계획 수립시 동 협의
내용 반영 및 동법 시행령 제26조에 따라 협의내용에 대한 조치결과(계획)를 우리부에
제출하시기 바랍니다.

불임 : 1. 농업용수 수질개선사업 전략환경영향평가서 협의 환경부 공문 1부.

2. 축동, 신덕지구 농업용수 수질개선사업 환경부 검토의견 1부. 끝.

농림축산식품부 장관



사무관 **이재천** 농업기반과장 전결 05/30
한준희

협조자

시행 농업기반과-2320 (2016.05.30.) 접수 환경총괄-1312 (2016.05.31.)

우 30064 세종특별자치시 다솜2로 94, 세종정부청사 농림축산식품부 농업기반과 (어진동) / <http://www.mafra.go.kr>

전화 044-201-1857 / 전송 044-868-0415 / leejc@korea.kr / 비공개

국민 눈높이로 다가가는 열린 정부, 국민과 함께 하겠습니다.



환경부



수신 수신자 참조
(경유)

제목 "축동, 신덕지구 농업용수 수질개선사업" 전략환경영향평가서 협의내용 알림

1. 농림축산식품부 농업기반과-1206('16.3.18)호와 관련입니다.

2. 농림축산식품부에서 협의 요청한 「축동, 신덕지구 농업용수 수질개선사업」의 전략환경영향평가서에 대한 협의내용을 붙임과 같이 보내드리니, 농림축산식품부에서는 「환경영향평가법」 제19조에 따라 계획에 반영되도록 조치하여 주시기 바라며, 협의내용 조치결과(또는 조치계획)는 같은 법 시행령 제26조에 따라 협의내용을 조치한 날 또는 조치계획을 확정 한 날부터 30일 이내에 우리부로 통보하여 주시기 바랍니다.

3. 아울러, 유역환경청에서는 환경영향평가 협의 등 관련 업무에 참고하시기 바라며, 한국환경정책평가연구원에서는 환경영향평가정보지원시스템에 협의내용 입력 등 자료 관리에 참고하시기 바랍니다.

붙 임 : 전략환경영향평가서 협의내용 1부. 끝.

환경부 장관



수신자 농림축산식품부장관(농업기반과장), 한국환경정책평가연구원장, 환경유역환경청장(환경평가과장), 영산강유역환경청장(환경평가과장)

주무관 김동숙 사무관승진예 정자 오수미 과장 이상진
전결 2016. 5. 27.

협조자

시행 국토환경평가과-1401 (2016. 5. 27.) 접수 농업기반과-2315 (2016. 5. 27.)

우 30064 세종특별자치시 도움6로 11, 환경부 국토환경평가과 / http://www.me.go.kr

전화번호 044-201-7297 팩스번호 044-201-7304 / ds04@me.go.kr / 대한민국 공개

3년의 혁신 30년의 성장, 경제혁신 3개년 계획.

[붙임1]

전략환경영향평가서 검토의견

(축동, 신덕지구 농촌용수 수질개선사업)

〈 사업 개요 〉

구 분	축동지구(ME20150149)	신덕지구(ME20150150)
위 치	충남 서천군 한산면 축동리 일원	전남 해남군 화원면 신덕리 일원
저수지 축조년도	1955	1986
사업기간	착공후 3년 이내	착공후 3년 이내
사업비	53.8억원	27.3억원
사업면적	78,360㎡	19,073㎡
사업내용	인공습지 1지(지표흐름형), 침강지 3지(보조댐형), 식생제거(250,000㎡), 인불용화시설(1기) 설치	인공습지 1지(지표흐름형), 침강지 1지(보조댐형), 물순환장치 4기(호내), 인불용화시설(3기) 설치
시행자/ 승인권자	한국농어촌공사/농림축산식품부장관	

I. 총 괄

- 본 건(2건)은 저수지에 대한 농업용수 수질개선사업으로, 세부 협의내용을 반영하여 환경에 미치는 부정적인 영향을 최소화 하여야 함
- 전략환경영향평가 과정에서 예측되지 못한 상황의 발생 또는 예측의 부적정 등으로 주변 환경에 악영향이 있거나 그러할 경우에는 본 협의내용 및 평가서에 제시된 환경평가저감방안 외에 별도의 대책을 신속히 강구하여 환경피해를 사전에 방지하여야 함
- 환경영향평가법 시행령 제59조 [별표4]에 따른 소규모 환경영향평가 대상사업에 해당되므로, 사업의 허가(실시계획 확정) 전에 협의기관[유역(지방)환경청]과 협의절차를 이행하여야 함

II. 항목별 검토의견

1. 계획의 적정성(공통)

1) 근본적인 수질개선대책 마련

- 수질오염 원인파악, 오염원 유입차단 등 근본적인 수질개선대책을 우선적으로 마련하여야 함
 - 오염원 유입차단을 위해 해당 자치단체와 협력하여 생활하수 및 축산폐수에 대한 공공처리시설(하수종말처리장, 마을하수, 축산폐수 공공처리시설 등) 설치계획 제시
 - 저수지 구역 내 경작지에서 영양염류(질소, 인 등)가 용출될 수 있으므로 해당지역에 대한 경작금지(축동지구의 경우 평가서 추가자료 2쪽에 제시한 구역 포함)
 - 저수지 유입하천의 저질조사를 통해 오염도가 심각한 하천에 준설계획 검토
 - 강우 시 유입되는 부유물(쓰레기 등)에 대한 제거시설 설치 등

2) 응집침강장치의 설치 지양

- 응집침강장치에서 응집제 사용은 침전과 용출에 의한 2차 오염 발생이 우려되므로 동 시설의 설치 지양하고, 우선 침전지만을 운영해 보고 응집제 사용여부를 검토하되, 응집제를 사용하는 경우 협의기관의 의견을 들어 사용여부를 결정하여야 함

3) 인공구조물 설치 재검토 및 자연형습지 확대방안 검토

- 인공구조물(침강지, 보 등)의 설치 수체흐름 정체, 수생태계 단절 등 수환경에 영향을 미칠 것으로 예상되므로, 인공구조물의 적절한 위치 및 규모를 재검토하고 자연형습지를 확대하는 방안을 고려하여야 함

2. 입지의 타당성(공통)

<축동지구>

1) 법정보호종 보호대책

- 사업지에서 법정보호종(물고사리, 맹꽂이 등) 서식이 확인되고 있으므로, 사업시행으로 인한 영향이 예상되는 경우에는 법정 보호종 서식역을 보전할 수 있는 계획을 수립하여야 함
- 물고사리(멸종위기야생생물 Ⅱ급)의 경우, 사업지와 근접(70m)하여 서식역이 형성되어 있으므로, 사업시행으로 인한 부정적인 영향이 발생되지 않도록 계획 수립
- 맹꽂이의(멸종위기야생생물 Ⅱ급) 경우, 적정 활동시기에 모니터링을 실시하여 사업시행에 따른 영향여부를 검토하여, 이동경로 단절 또는 교란 방지 대책 마련

2) 수질오염 총량관리 검토

- 사업시행에 따른 오염물질 배출부하량은 아래와 같이 산정되었으나, 사업계획 변경시 수질오염총량관리 개발부하량을 재검토하여야 함

지자체	단위 유역	관리 대상물질	오염물질 배출부하량 (단위 : kg/일)			
			계	점	비점	비 고
서천군	금본L	BOD ₅	0.27	0.00	0.27	오수발생량 및 비점오염저감시설 없음
		T-P	0.007	0.000	0.007	오수발생량 및 비점오염저감시설 없음

<신탁지구>

1) 법정보호종 등의 보호대책

- 사업지 주변에서 법정보호종(황조롱이, 수달 등)의 서식이 확인되고 있으므로, 사업시행으로 인한 영향이 예상되는 경우에는 법정 보호종의 서식역을 보존할 수 있는 계획을 수립하여야 함
- 특히, 사업지 주변지역에서 여름철새(저어새 등)의 서식이 보고된 바 있으므로 이에 대한 모니터링 실시
- 보전가치가 높은 식물인 애기둥이 저수지 인근에 서식하는 것으로 조사된 바, 동 사업시행으로 인한 영향여부를 검토하여 필요시 이에 대한 보전방안을 강구하여야 함

3. 기타 (공통)

1) 적절한 유지관리계획 수립

- 수질개선시설 설치 후 유지·관리 방법에 따라 수질개선시설의 정상적인 기능이 가능하므로, 이를 위한 예산 및 관리인력 등이 확보될 수 있도록 합리적인 운영계획(식생관리, 퇴적물 준설, 유입 쓰레기 제거 등)을 수립하여야 함. 끝.

[붙임2]

협의내용 반영 결과 통보서

1. 사업개요

- 가. 사업명:
- 나. 사업장 위치:
- 다. 사업시행자(전화번호):
- 라. 착공예정일(준공예정일):
- 마. 승인기관명:

2. 사업계획등 (승인)내용

구 분	협의내용	사업계획(승인) 내용	협의내용 반영서류	비고

3. 참고사항

작성요령

1. 사업계획 (승인)내용란에는 시행방법, 시행시기 등 승인내용을 구체적으로 제시합니다.
2. 협의내용 반영서류란은 협의항목별로 설계보고서·설계도면·예산서 등(이하 "설계보고서등"이라 한다)의 반영서류명과 협의내용이 반영된 해당 서류의 페이지를 적고, 설계보고서등에 반영하지 못하였거나 반영할 사항이 아닌 내용인 경우에는 반영 여부를 확인할 수 있는 서류명을 적으며, 그 서류의 사본을 첨부합니다.
3. 비고 란에는 협의내용을 반영하지 못한 경우 그 사유를 구체적으로 적고, 이를 확인할 수 있는 서류를 첨부합니다.
4. 참고사항 란에는 「자연환경보전법」 제46조제2항제1호 및 제47조제1항에 따른 생태계보전협력금의 부과대상임을 시·도에 통보한 날짜 및 대상기관(부서명 포함)을 적습니다.

210mm×297mm[백상지 80g/㎡]

축동, 신덕지구 농업용수 수질개선사업

전략환경영향평가 협의내용 반영 결과 통보서

2016. 06



농림축산식품부
한국농어촌공사

전략환경영향평가 협의내용 반영 결과 통보서

1. 사업개요

가. 사업명 : 축동, 신덕지구 농업용수 수질개선사업

나. 사업장 위치 및 사업시행(예정)자(전화번호), 착공 및 준공예정일

구 분	사업장 위치	사업시행(예정)자(전화번호)	착공예정일 (준공예정일)
축동지구	충청남도 서천군 한산면 축동리 일원	한국농어촌공사 서천지사(041-950-7700)	2016.12(2019.12)
신덕지구	전라남도 해남군 화원면 신덕리 일원	한국농어촌공사 해남·완도지사(061-530-1500)	2016.12(2019.12)

다. 기본계획 수립기관 : 농림축산식품부

2. 전략환경영향평가 협의의견 조치결과 또는 조치계획

구분	협의내용	사업계획(승인) 내용			비고
		시행주체	시행방법	시행시기	
I. 총괄	○본 건(2건)은 저수지에 대한 농업용수 수질개선사업으로, 세부 협의내용을 반영하여 환경에 미치는 부정적인 영향을 최소화하여야 함	한국농어촌공사	○사업계획에 협의내용과 평가서에 제시한 저감방안을 사업계획에 반영하여 환경에 미치는 영향을 최소화 하겠음	공사시 및 운영시	
	○전략환경영향평가 과정에서 예측되지 못한 상황의 발생 또는 예측의 부적정 등으로 주변 환경에 악영향이 있거나 그러할 경우에는 본 협의내용 및 평가서에 제시된 환경평가저감방안 외에 별도의 대책을 신속히 강구하여 환경피해를 사전에 방지하여야 함	한국농어촌공사	○본 전략환경영향평가 및 향후 시행계획(소규모환경영향평가) 수립시 예측하지 못한 상황의 발생 또는 예측의 부적정 등으로 주변 환경에 악영향이 발생할 경우 공사를 즉시 중단하고 신속히 추가 저감방안을 수립하여 주변 환경에 미치는 영향을 최소화 하겠음	공사시 및 운영시	
	○환경영향평가법 시행령 제59조 [별표4]에 따른 소규모 환경영향평가 대상사업에 해당되므로, 사업의 허가(실시계획 확정) 전에 협의기관[유역(지방)환경청]과 협의절차를 이행하여야 함	한국농어촌공사	○본 계획에 따른 시행계획 수립 시 환경영향평가법 시행령 제59조[별표4]에 따른 소규모환경영향평가서를 작성하여 사업의 허가(시행계획 승인) 전에 협의기관(금강유역환경청, 영산강유역환경청)과 협의를 이행하겠음	시행계획	
II. 항목별 검토 의견	1. 계획의 적정성(공통)				
	1) 근본적인 수질개선대책 마련				
	○수질오염 원인파악, 오염원 유입차단 등 근본적인 수질개선대책을 우선적으로 마련하여야 함	한국농어촌공사	○수질오염 원인파악, 오염원 유입차단 등 근본적인 수질개선대책을 우선적으로 마련토록 지자체와 협력하여 추진하겠음	-	
- 오염원 유입차단을 위해 해당 자치단체와 협력하여 생활하수 및 축산폐수에 대한 공공처리시설(하수종말처리장, 마을하수, 축산폐수공공처리시설 등) 설치계획 제시	한국농어촌공사	○유역 내 오염원 유입차단을 위해 공공처리시설이 설치될 수 있도록 해당 자치단체와 지속적으로 협력하고 건의토록 하겠으며, 시행계획 수립시 설치계획 등을 제시하겠음	시행계획		

구분	협의내용	사업계획(승인) 내용			비고
		시행주체	시행방법	시행시기	
II. 항목별 검토 의견	- 저수지 구역 내 경작지에서 영양염류(질소, 인 등)가 용출될 수 있으므로 해당지역에 대한 경작금지(축동지구의 경우 평가서 추가자료 2쪽에 제시한 구역 포함)	한국 농어촌 공사	○향후 사업시행시 저수지 만수위 아래 부지에 대해서는 경작을 금지하여 경작지 영양염류 유출을 최소화 하겠음	공사시 및 운영시	
	- 저수지 유입하천의 저질조사를 통해 오염도가 심각한 하천에 준설계획 검토	한국 농어촌 공사	○시행계획(소규모환경영량평가) 수립 시 축동저수지 유입하천의 저질조사를 실시하여 오염도가 심각한 하천에 대해서는 지자체와 협의하여 준설계획을 검토하겠음	시행계획	
	- 강우 시 유입되는 부유물(쓰레기 등)에 대한 제거시설 설치 등	한국 농어촌 공사	○강우 시 부유물(쓰레기 등)의 저수지내 유입을 방지하기 위하여 시행계획(소규모환경영량평가) 수립 시 유입하천 하류부에 부유쓰레기 차단막 등의 제거시설을 설치하는 것을 검토하겠음	시행계획	
	2) 응집침강장치의 설치 지양				
	○응집침강장치에서 응집제 사용은 침전과 용출에 의한 2차 오염 발생이 우려되므로 동 시설의 설치 지양하고, 우선 침전지만을 운영해 보고 응집제 사용여부를 검토하되, 응집제를 사용하는 경우 협의기관의 의견을 들어 사용여부를 결정하여야 함	한국 농어촌 공사	○응집침강장치는 유입수 및 퇴적물로부터 오염물질을 침전시키거나 용출억제를 위한 시설로서 한번 불활성화 된 오염물질은 재용출 가능성이 매우 적으며, 최대한의 안정성 확보를 위해 기존공법(침강지, 습지)만으로 목표수질 달성이 어려울 경우에 한해 사용하겠음	운영시	
	3) 인공구조물 설치 재검토 및 자연형습지 확대방안 검토				
○인공구조물(침강지, 보 등)의 설치 수체흐름 정체, 수생태계 단절 등 수환경에 영향을 미칠 것으로 예상되므로, 인공구조물의 적절한 위치 및 규모를 재검토하고 자연형습지를 확대하는 방안을 고려하여야 함	한국 농어촌 공사	○침강지는 강우시 유입되는 오염물질 침전제거에 필요한 용량으로 검토되었으나, 향후 시행계획 수립시 기존 자연습지를 훼손하지 않고 최적 용량 및 위치선정을 위하여 재검토하겠음. 또한, 수생태계 단절을 예방하기 위해 침강지와 호본체 사이에 수문을 설치하고, 펌프 시설 운영으로 보 설치 최소화하여 수체흐름을 원활히 할 것임	시행계획		

구분	협의내용		사업계획(승인) 내용				비고																								
			시행주체	시행방법		시행시기																									
II. 항목별 검토 의견	1. 입지의 타당성(공통)																														
	<축동지구>																														
	1) 법정보호종 보호대책																														
	○ 사업지에서 법정보호종(물고사리, 맹꽂이 등) 서식이 확인되고 있으므로, 사업시행으로 인한 영향이 예상되는 경우에는 법정보호종 서식역을 보전할 수 있는 계획을 수립하여야 함	한국 농어촌 공사	○ 사업시행으로 인한 영향이 예상되는 경우에는 법정보호종 서식역을 보전할 수 있는 계획을 수립토록 하겠음	공사시																											
	- 물고사리(멸종위기야생생물 II급)의 경우, 사업지와 근접(70m)하여 서식역이 형성되어 있으므로, 사업시행으로 인한 부정적인 영향이 발생되지 않도록 계획 수립	한국 농어촌 공사	○ 사업시행으로 인한 부정적인 영향이 발생하지 않도록 본 평가서에 제시된 물고사리 저감대책을 철저히 반영토록 조치하겠음	공사시																											
	- 맹꽂이의(멸종위기야생생물 II급) 경우, 적정 활동시기에 모니터링을 실시하여 사업시행에 따른 영향여부를 검토하여, 이동경로 단절 또는 교란 방지 대책 마련	한국 농어촌 공사	- 맹꽂이의 경우 시행계획 수립(소규모환경영량평가) 수립시 모니터링을 실시하여 맹꽂이가 출현될 경우 사업시행에 따른 영향여부를 검토 후 적절한 저감대책을 마련토록 하겠음	시행계획 및 공사시																											
	2) 수질오염 총량관리 검토																														
	○ 사업시행에 따른 오염물질 배출부하량은 아래와 같이 산정되었으나, 사업계획 변경시 수질오염총량관리 개발부하량을 재검토하여야 함	한국 농어촌 공사	○ 사업계획 변경으로 할당받은 개발부하량이 변경될 경우 개발부하량을 재산정하여 해당 지자체와 협의하여 재할당 받도록 하겠음	시행계획																											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">지자체</th> <th rowspan="2">단위 유역</th> <th rowspan="2">관리 대상물질</th> <th colspan="4">오염물질 배출부하량 (단위 : kg/일)</th> <th rowspan="2">비고</th> </tr> <tr> <th>계</th> <th>점</th> <th>비점</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">서천군</td> <td rowspan="2">금분L</td> <td>BOD₅</td> <td>0.27</td> <td>0.00</td> <td>0.27</td> <td>오수발생량 및 비점오염저감시설 없음</td> <td rowspan="2">-</td> </tr> <tr> <td>T-P</td> <td>0.007</td> <td>0.000</td> <td>0.007</td> <td>오수발생량 및 비점오염저감시설 없음</td> </tr> </tbody> </table>							지자체	단위 유역	관리 대상물질	오염물질 배출부하량 (단위 : kg/일)				비고	계	점	비점		서천군	금분L	BOD ₅	0.27	0.00	0.27	오수발생량 및 비점오염저감시설 없음	-	T-P	0.007	0.000	0.007	오수발생량 및 비점오염저감시설 없음
지자체	단위 유역	관리 대상물질	오염물질 배출부하량 (단위 : kg/일)							비고																					
			계	점	비점																										
서천군	금분L	BOD ₅	0.27	0.00	0.27	오수발생량 및 비점오염저감시설 없음	-																								
		T-P	0.007	0.000	0.007	오수발생량 및 비점오염저감시설 없음																									

구분	협의내용	사업계획(승인) 내용			비고
		시행주체	시행방법	시행시기	
Ⅱ. 항목별 검토 의견	1. 입지의 타당성(공통)				
	<신덕지구>				
	1) 법정보호종 보호대책				
	○ 사업지 주변에서 법정보호종(황조롱이, 수달 등)의 서식이 확인되고 있으므로, 사업시행으로 인한 영향이 예상되는 경우에는 법정보호종의 서식역을 보존할 수 있는 계획을 수립하여야 함	한국 농어촌 공사	○ 사업시행으로 인한 영향이 예상되는 경우에는 법정보호종 서식역을 보존할 수 있는 계획을 수립토록 하겠음	공사시	
○ 특히, 사업지 주변지역에서 여름철새(저어새 등)의 서식이 보고된 바 있으므로 이에 대한 모니터링 실시	한국 농어촌 공사	○ 시행계획(소규모환경영향평가) 수립시 여름철새(저어새 등)에 대한 모니터링을 실시하겠음	공사시		
○ 보전가치가 높은 식물인 애기등이 저수지 인근에 서식하는 것으로 조사된 바, 동 사업시행으로 인한 영향여부를 검토하여 필요시 이에 대한 보전방안을 강구하여야 함	한국 농어촌 공사	○ 시행계획(소규모환경영향평가) 수립시 사업시행으로 인한 보전가치가 높은 식물에 대한 영향여부를 검토하여 필요시 이에 대한 보전방안을 강구하겠음	시행계획		
Ⅱ. 항목별 검토 의견	3. 기타(공통)				
	1) 적절한 유지관리계획 수립				
○ 수질개선시설 설치 후 유지·관리 방법에 따라 수질개선시설의 정상적인 기능이 가능하므로, 이를 위한 예산 및 관리인력 등이 확보될 수 있도록 합리적인 운영계획(식생관리, 퇴적물 준설, 유입쓰레기 제거 등)을 수립하여야 함	한국 농어촌 공사	○ 수질개선시설의 정상적인 기능이 가능하도록 유지·관리를 위한 예산 및 관리인력 등을 확보하여 식생관리, 퇴적물 준설·처리, 유입쓰레기 제거 등의 합리적인 운영계획을 수립토록 하겠음	시행계획		

3. 참고사항

가. 생태계보전협력금 부과관련 통보여부 : 「자연환경보전법」 제47조에 의거 시행계획 승인 후 통보

부록 11. 지자체 협의자료

• 관련공문 사본

- 유역내 오염원 및 개발계획 등 자료 요청(2015.06.16.)

“광복 70년, 위대한 여정 새로운 도약”



한국농어촌공사



수신자 수신자참조
(경유)
(참조)

제 목 2015년 농업용수 수질개선사업 기본조사 신태지구 오염원 및 개발계획 등 자료 요청

1. 귀 시의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 농림축산식품부 농업기반과-2168(2015.05.12.)호 관련입니다.

3. 농림축산식품부에서 농어촌정비법 제 21조(농어촌용수 오염방지와 수질개선 등)에 의거 ‘신태저수지 수질개선 기본계획’ 수립지시가 우리 공사로 시달됨에 따라 계획수립에 필요한 신태지구 유역내 오염원 및 개발계획 등에 관한 자료를 요청하오니 협조하여 주시기 바랍니다.

가. 대상지구 : 신태저수지(해남군 화원면 신태리 소재)

나. 요청자료 : 유역내 오염원 및 개발계획 등 ※ 세부내역은 덧붙임 참조

다. 회신요청일 : 2015.07.10(금)까지

4. 또한, 필요시 요청자료에 대한 사진설명·추가조사 및 관련 행정·통계자료에 대해 방문조사가 원활히 이루어질 수 있도록 협조 부탁드립니다.

가. 방문시기 : 2015년 6월~9월경

나. 방문기관 : 해남군청 각 과 및 화원면사무소

덧붙임 : 신태지구 유역내 오염원 및 개발계획 등 요청내역 1부. “끝”.

한국농어촌공사



수신자 해남군수(지역개발과장), 해남군수(안전건설과장), 해남군수(환경보육과장), 해남군수(상하수도사업소장), 해남군수(화원면장)

담당자 강의태 차장 이인호 수질환경부장 061-338-5819 / 환경사업처장 출장

협조자

시행 환경환경-314 (2015.06.16.) 접수 ()

우 437-703 경기도 의왕시 안양관교로 98 / http://www.ekr.or.kr

전화 061-338-5824 /전송 061-338-5819 / watermanager@ekr.or.kr / 공개

“같이가요. 함께해요. 행복 농어촌!”

<덧붙임> 신덕지구(신덕저수지) 유역내 오염원 및 개발계획 등 요청내역

1. 목 적

- 저수지 유역내 오염원 및 개발계획 등을 파악하여 신덕저수지 수질에 미치는 현재 및 장래 오염부하량 등 산정

2. 유역 세부내역

- 해남군 화원면 신덕리
 - ※ 유역 : 신덕저수지로 물이 유입되는 구역

3. 요청자료

해당 1개리 전체에 대한 자료를 제공받아 공사 업무담당자가 현장조사, 해남군 담당과, 화원면사무소 등 방문을 통해 유역개발·수질개선사업의 세부 추진현황 및 오염원 유역내 위치 여·부 등을 파악할 계획임

1) 신덕저수지 유역내 오염원 현황

- 2014년 12월말 기준 “전국오염원조사(환경부)” 자료
 - 생활계, 축산계, 토지계, 산업계, 양식계, 매립계, 환경기초시설, 기타수질오염원
 - ※ 해당 리가 없는 오염원은 미작성
- 서 식 : 환경부 오염원자료 입력 후 다운받는 Excel 양식

☞ **관련부서 : 해남군 환경교통과, 상하수도사업소**

2) 유역내 택지개발 등 도시개발 및 산업·농공단지 조성, 도로확·포장 건설 등 계획(공사중 포함)

- 최근 도시기본계획(변경 포함) 반영
- 서 식

구분①	주소②	면적③	세부내역④

<기재방법>

- ① : 계획된 개발사항 기재
- ② : 위치 기재(번지 포함)
- ③ : 개발면적(m²)을 기재
- ④ : 세부내용(도시개발 : 사업기간, 인구, 오수처리계획 등, 산업·농공단지 : 사업기간, 유치업종, 오폐수처리방법 등, 도로건설 : 사업기간, 폭, 길이 등, 수변개발사업 : 사업면적, 사업기간 등)

☞ **관련부서 : 해남군 지역개발과, 안전건설과 등**

3) 해남군이 추진중인 신덕저수지 수질개선관련 사업현황(공사중 및 계획)

- 최근 하수도정비 기본계획(변경 포함) 반영
- 서 식

구분①	위치②	규모③	세부내역④

<기재방법>

- ① : 현황 또는 계획된 사업명칭을 기재(예 : 공공하수처리시설, 가축분뇨공공처리시설, 하수관거정비, 마을하수도, 자연형하천사업, 비점오염저감시설, 위생매립장, 소각시설, 기타 시설 등)
- ② : 위치 기재(번지 포함)
- ③ : 사업규모를 기재
- ④ : 수질개선관련 사업에 대한 사업개요 및 계획

☞ **관련부서 : 해남군 환경교통과, 상하수도사업소**

4) 수질오염총량관리지역 포함 여부 :

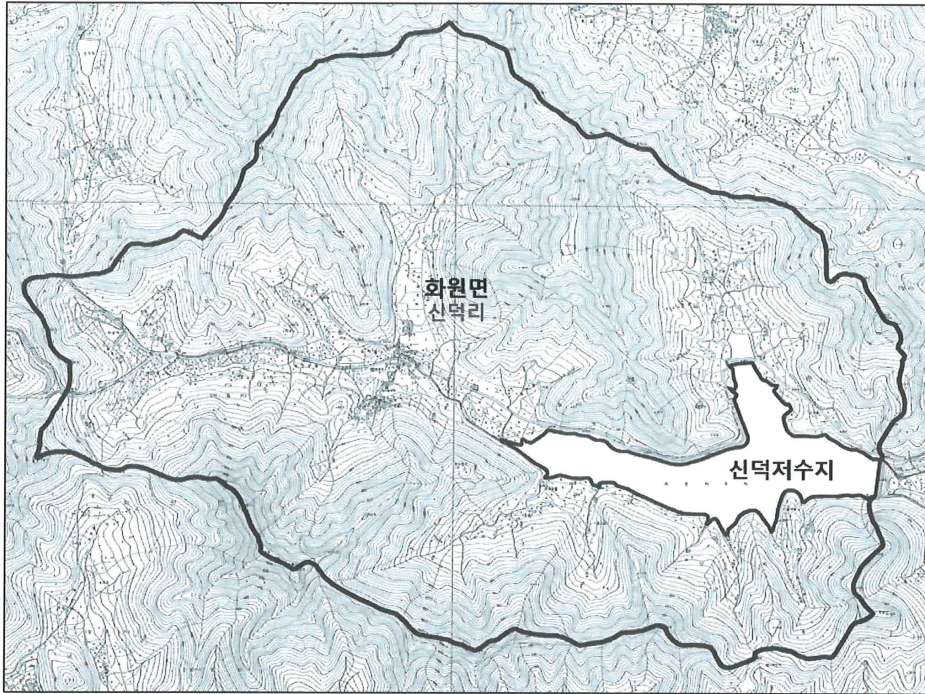
※ 총량관리지역 포함할 경우 작성

- 단위유역(하천명) :
- 목표수질 : BOD mg/L, T-P mg/L
- 목표연도 :

☞ **관련부서 : 해남군 환경교통과**

[첨부자료]

신덕저수지 유역경계도



- 수질개선사업 기본계획(안) 기술검토회 개최(2015.12.02.)

“광복 70년, 위대한 여정 새로운 도약”



한국농어촌공사



수신자 내부결재
(경유)
(참조)

제 목 '15년 농업용수 수질개선사업 기본계획(안) 기술검토회 개최

1. 관 련 : 농림축산식품부 농업기반과-2166(2015.05.12.)호.
2. 2015년 농업용수 수질개선사업 기본계획(안) 기술검토회를 개최하겠습니다.
 가. 목 적 : 기술검토회의 운영규정에 의거 '15년 축동·신덕지구 농업용수 수질개선사업 기본계획(안)에 대한 기술적 타당성 검토
 나. 대상지구
 ○ 축동지구 : 충청남도 서천군 한산면 축동리 축동저수지
 ○ 신덕지구 : 전라남도 해남군 화원면 신덕리 신덕저수지
 다. 일 정

지구명	일 시	장 소
축 동	'15. 12. 15(화) 13:00 ~ 14:30	한국농어촌공사 본사 무궁화 3실(10F)
신 덕	'15. 12. 15(화) 14:30 ~ 16:00	

- 라. 검토위원
 ○ 위 원 장 : 환경사업처장 김호일
 ○ 부위원장 : 환경사업처 수질환경부장 김완중
 ○ 위 원 : 농림축산식품부 1인, 교수 1인, 지자체 2인, 농어촌 연구원 1인, 지역본부 및 지사 부장 등 6인
- 마. 소요예산 : 금팔십만칠천육백원(₩807,600원)
 ○ 심의료 : 금347,600원
 ○ 식대·다과류 : 금460,000원
 ※ 세부내역은 덧붙임1 참조
- 바. 예산과목
 ○ WBS : 용수수질개선-환경사업처-수질환경-공통(33118-033-02-0001)
 ○ G/L : 자문상담(특정)수수료(51316020), 사업직접분석비(51109024)

“같이가요. 함께해요. 행복 농어촌!”

- 수질개선사업 기본계획 관련 의견 요청(2015.12.30)

"광복 70년, 위대한 여정 새로운 도약"



한국농어촌공사



수신자 해남군수(환경교통과장)

(경유)

(참조) 지역개발과장, 안전건설과장, 상하수도사업소장

제 목 신덕지구 농업용수 수질개선사업 기본계획 수립을 위한 의견 요청

1. 귀 군의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 농림축산식품부 농업기반과-2168(2015.05.12.)호 관련입니다.
3. 농림축산식품부와 우리 공사에서는 농어촌정비법 제21조(농어촌용수 오염 방지와 수질개선 등)에 의거하여 해남군 화원면 소재 신덕지구 농업용수 수질개선사업 기본계획을 수립하고 있습니다.
4. 신덕지구 수질개선 계획수립의 효율적 추진을 위해 귀 군의 의견을 수립하고자 하니 덧붙임의 기본계획(안)을 검토하시어 2016.01.22.(금)까지 의견을 회신하여 주시기 바랍니다.

□ 주요검토 요청사항

- 하수도정비기본계획에 신덕저수지 상류유역 미처리 생활하수 관리를 위한 마을하수도시설 반영 및 시행 요청
- 신덕지 상류유역 농경배수, 축분야적 등 비점오염관리감독 강화 요청 등

※ 의견이 없을 경우에는 반드시 "의견없음"으로 회신 요청드립니다.

- 덧붙임 : 1. 신덕지구 수질개선사업 기본계획(안) 요약문 1부.
 2. 신덕지구 수질개선사업 기본계획(안) 의견서 양식 1부. 끝.

한국농어촌공사 사장



담당자 최철관 과장 김형중 수질환경부장 김완중 환경사업처장 12/30 김호일

협조자

시행 환경환경-914 (2015.12.30.) 접수 ()

우 / http://www.ekr.or.kr

전화 061-338-5834 /전송 061-338-5819 / ironpipe@ekr.or.kr / 공개

"같이가요. 함께해요. 행복 농어촌!"

<덧붙임 1>

'15년 농업용수 수질개선사업 기본조사 결과요약
- 신 덕 지 구 -

2015. 12



농림축산식품부



한국농어촌공사

1. 사업의 배경

- 급속한 사회환경변화에 따른 오염물질 유입량의 증가로 저수지 수질 악화
- 오염된 용수공급으로 농산물 경쟁력 약화 및 농작업환경 악화
- 농산물우수관리(GAP) 인증제도 시행에 따라 기준에 적합한 용수수요 증대
- 농어촌의 용수수요 다양화 및 지역주민들 친수환경 수요 증가

2. 사업의 목적

- 오염된 농업용수원의 수질을 개선하여 환경정책기본법 농업용수 수질 기준(IV등급)에 적합한 수질 유지
- 양질의 농업용수 공급을 통해 안정적 농산물생산 기반구축
- 환경친화적 수질개선을 통한 건전한 농업농촌환경 구축
- 안전한 농식품 공급으로 국민건강 보호 및 건전하고 지속가능한 농업기반 조성

3. 사업시행 근거

- 농어촌정비법 제21조(농어촌용수 오염방지와 수질개선 등)
- 환경영향평가법 제9조 및 동법 시행령 제7조 별표 2

4. 사업추진 경위

- '08.06 : 농식품부·환경부 공동 수질개선사업 대상지구 선정(1단계 53, 2단계 16)
- '11.05 : 수질개선사업 대상지구 재정비(축동, 신덕지구 1단계 포함)
- '12.03 : 농업용수 수질개선사업 예정지조사 시행
- '15.02.23 : 2015년 농업용수 수질개선사업 시행계획 승인
- '15.05.12 : 농업용수 수질개선사업 기본조사지구 선정·통보(2지구)
- '15.06.02~11.18 : 농업용수 수질개선사업 기본조사 현장조사 시행
- '15.12.15 : 농업용수 수질개선사업 기본계획(안) 기술검토회
- '15.11.09~12.08 : 신덕지구 매장문화재 지표조사 시행
- '15.12.30 : 해당 지자체 기본계획(안)에 대한 의견 요청 공문 발송
- '15.09~'16.02 : 전략환경영향평가 시행, 환경부 협의 완료 예정

5. 기본조사 총괄

○ 현지여건 및 저수지 특성 등을 고려, 수질개선대책 기본계획 수립

구 분		신덕지구
위 치		전라남도 해남군 화원면 신덕리
수해면적 (ha)		428.5
만수면적 (ha)		45.5
수질 및 주요염원 현황		V 등급(나쁨), 토지계(54.0%) > 생활계(38.1%) > 축산계(8.1%)
상류대책 (지자체 추진)		<ul style="list-style-type: none"> 생활하수처리를 위한 마을하수도 설치 지자체 요구 상류 비점오염관리감독 지자체 요구
호 내 대 책	인공습지	1개소 (1.12ha)
	침 장 지	1개소 (0.44ha)
	식생제거	-
	응집침강장치	3기
	교반폭기장치	4기
	사업비(천원)	2,795,309
수질예측 결과 (개선효과) (mg/L)	COD	12.1 ('26년 장래) → 7.9(대책시)
	TOC	6.2 ('26년 장래) → 4.0(대책시)
	T-N	1.38 ('26년 장래) → 0.88(대책시)
	T-P	0.115 ('26년 장래) → 0.086(대책시)
사업시행 여건		<ul style="list-style-type: none"> 지역주민의 호응도 높음 해남군의 상류대책 계획 없으나 호내대책 사업추진 시 수질개선 효과 기대

6. 신덕지구 세부내용

6.1 신덕지구 검토내용

6.1.1 신덕저수지 현황

- 소재지 : 전라남도 해남군 화원면 신덕리 일원

조성년도	유역면적	만수면적	수해면적	총저수량	제당높이	제당연장
1986년	765.0 ha	45.5 ha	428.5 ha	3,369.1 천톤	23.6 m	187.0 m

- 유역은 화원면 신덕리 일대의 비교적 경사가 급한 해발 약 150~300m 정도의 산지로 둘러싸인 골짜기 765ha로 이루어짐
- 주 수계는 신덕2천, 내동1천 소하천이며 전체유역의 60% 이상을 차지하며 그 외 다수의 미지정 소하천이 유입됨

6.1.2 수리·수문조사 결과

- 총 유입량에서 강우량 일30mm미만은 인공습지, 일30mm초과는 침강지에서 처리

소유역 번호	유역면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량 (천m ³ /년)	일평균 유입량(m ³ /일)			비고
				총 유입	일30mm 미만	일30mm 초과	
I	399.6	61.8	2915	7,985.2	5,871.6	74,870.0	
II	94.3	62.3	694.5	1,902.7	1,283.3	21,595.9	
III	71.0	67.4	565.4	1,549.0	1,022.0	18,325.3	
IV	101.7	69.0	827.8	2,268.0	1,531.9	25,675.6	
V	30.0	59.9	212.2	581.4	360.5	7,629.1	
VI	23.0	69.0	187.4	513.5	316.8	6,797.7	
VII	237.7	56.0	1574	4,313.5	3,028.1	45,036.2	금평지
저수지	45.4						
계	765.0	64.9	5402	14,799.8	10,386.2	154,893.6	

6.1.3 오염원 및 배출부하량

- 전형적인 농촌지역으로 유역내 124명이 거주하고 있으며, 인구밀도 0.2인/ha로 조사됨
- 유역내 하수관거 정비가 이뤄지지 않아 생활하수가 저수지로 유입

- 유역내 사육되는 가축은 한우 26두(개별 퇴비화)로 감소추세임
- 농지 중 논보다 밭이 많은 유역 특성상 강우시 비점오염물질 배출이 신덕저수지 수질에 큰 영향을 미치므로 비점오염물질에 의한 대책 수립이 필요
- 산업시설로 저수지 우안에 토석채취장 2곳이 개발 중이며, 비점오염저감시설 2곳을 운영중에 있음
- 양식계 등의 기타 오염원은 없는 것으로 조사됨
- 유역내 택지개발(도시개발, 산업·농공단지 조성, 도로 확·포장 등) 및 수질 개선관련 개발계획은 없는 것으로 조사됨
- 유역상류에 산재한 마을의 미처리 생활하수의 지속적인 유입과 경작지에 살포된 퇴비, 도로 비점오염물질 등의 강우에 의한 유출 등이 저수지 수질오염을 가중시키고 있음



< 유역내 가축분뇨 퇴비 야적에 의한 침출수 발생 및 토사유출 >

- 오염원(BOD 배출부하량 기준)은 생활계(38.1%), 축산계(8.1%), 토지계(54.0%) 순으로 주요오염원은 토지계로 나타났으며, 강우에 의한 비점오염원 차단을 위한 대책 마련이 필요함

구 분		배출부하량(kg/day)			비 고
		BOD	T-N	T-P	
합 계		12.32	13.93	1.13	
생활계	인구	4.68	1.49	0.04	
축산계	가축	1.00	0.92	0.07	
토지계	비점오염	6.65	11.52	1.02	주요오염원

6.1.4 수질조사 결과

- 유입하천 6개지점
 - BOD 2.0~14.8mg/L, 하천 생활환경기준 좋음(I b등급)~매우나쁨(VI등급)
 - COD 3.6~35.3mg/L, 하천 생활환경기준 좋음(I b등급)~매우나쁨(VI등급)
 - TOC 2.4~15.7mg/L, 하천 생활환경기준 좋음(I b등급)~매우나쁨(VI등급)
 - T-N 1.558~12.586mg/L로 최소값 대비 최대값이 8.1배로 지점·시기별(평시·강우시 등)로 변화가 큰 것으로 조사되었음
 - T-P 0.105~1.226mg/L, 하천 생활환경기준 보통(III등급)~매우나쁨(VI등급)
 - 유역내 오염원이 가장 많이 위치하고 유역유입량이 가장 큰 소유역 I 과 면소재지로 미처리 생활하수가 집중적으로 유입되는 소유역 II, III의 유입 수질농도가 대체로 타 지점에 비해 높은 것으로 나타났음
- 신탣저수지
 - '15년 농업용수 수질측정망조사 및 본 기본조사 결과(7회, 4월~9월) 저수지 상류, 중류, 하류 3지점 COD가 10.8~18.9mg/L로 호소 생활환경기준 매우나쁨(VI등급), TOC가 6.0~10.3mg/L로 호소 생활환경기준 약간나쁨(IV등급)~매우나쁨(VI등급)에 해당함
 - T-N은 1.337~3.060mg/L로 호소 생활환경기준 나쁨(V등급)~매우나쁨(VI등급), T-P는 0.069~0.366mg/L로 호소 생활환경기준 약간나쁨(IV등급)~매우나쁨(VI등급)에 해당함
 - '10년~'14년 농업용수 수질측정망조사 결과 수질변화 추이를 보면, 5개년간 신탣저수지의 평균 COD는 9.7mg/L, TOC 5.0mg/L, T-N 1.422mg/L, T-P 0.098mg/L로 발의 비율이 높은 지역특성상 비점오염물질이 지속적으로 유입되어 농업용수 수질기준인 IV등급을 초과하고 있음
 - 목표수질(농업용수 수질기준)을 만족하기 위해서는 인공습지, 침강지 및 비점오염저감시설 등 호내대책의 수질개선사업이 필요

- 신덕저수지 '10~'14년 수질변화 추이(농업용수 수질측정망 조사결과)

년 도	'10	'11	'12	'13	'14	평균	수질등급
COD(mg/L)	9.0	8.6	9.7	11.5	9.8	9.7	VI등급 (매우나쁨)
TOC(mg/L)	3.3	4.9	5.2	6.2	5.2	5.0	
T-N(mg/L)	1.149	1.109	1.845	2.075	0.930	1.422	
T-P(mg/L)	0.068	0.065	0.154	0.142	0.063	0.098	

※ 수질기준(IV등급) : COD 8.0mg/L, TOC 6.0mg/L, T-N 1.0mg/L, T-P 0.1mg/L 이하

6.1.5 퇴적물환경

- 퇴적토 제거기준(팔당호, 한강하류, 대청호)와 비교시 저수지 중류, 하류지점에서 기준을 초과하고 있으나, 카드뮴, 구리, 비소, 수은 등 토양오염우려기준 21개 항목은 기준이내인 것으로 조사됨
 - 저수지내 4지점 평균 유기물은 4.4%, 완전연소가능량(강열감량) 8.2%, T-N 2,369.0mg/kg, T-P 1,014.3mg/kg로 나타났음
- 2003년 신덕저수지 준설 사업시 '해남 화원면 청자요지(전남 기념물 제220호)'가 분포한 것으로 조사되어 사업이 중단되었음
- 평균수심이 10m 내외로 수심이 깊고, 준설사업 추진이 불가능한 상황에서 저수지 녹조 제어를 위한 수질개선공법 적용이 필요함
 - 인공습지·침강지는 부유물질 유입차단, 응집침강장치는 내부부하 저감, 교반폭기장치는 응집침강물질의 교반을 통해 오염물질의 침강을 촉진하고 저층을 호기상태로 만들어 퇴적토에서 오염물질 용출 억제효과 있음

지 점 명	평 균	저수지 상류		저수지 중류 (SD2)	저수지 하류 (SD3)
		(SD1)	(SD4)		
유기물(%)	4.4	4.0	4.2	4.5	4.7
총질소(mg/kg)	2,369.0	662.0	2,202.0	3,654.0	2,957.9
총인(mg/kg)	1,014.3	713.0	970.1	1,118.6	1,255.3
완전연소가능량(%)	8.2	7.4	8.2	8.6	8.7

6.1.6 생태환경

- 식물

- 조사지점 일원에서 확인된 소산식물은 총 73과 177종이며, 산림청 지정 희귀식물, 환경부 지정 멸종위기 야생식물은 분포하지 않는 것으로 조사됨
- 식물구계학적 특정종은 I 등급 13종, III등급 멸구슬나무 1종, 보호가치가 높은 IV~V등급 종으로는 애기등 1종이 내동제 주변에서 조사되었음
- 포유류
 - 현지조사 결과 6과 7종, 문헌상 7과 9종이 확인되었고 문헌상·현지조사 결과 법정보호종은 삿(멸종위기 야생생물 II급), 수달(멸종위기 야생생물 I급)이 확인됨
 - 개발지역과 확인된 위치가 상이하어 직접적인 영향은 없을 것으로 판단됨
- 조류
 - 현지조사 결과 20과 151종, 문헌상 36과 89종이 확인되었으며, 현지조사 결과 법정보호종인 황조롱이(천연기념물 제323-8호)가 관찰됨
 - 황조롱이는 순차적 공사 시행으로 주요 먹이원인 소형육상동물의 종수 및 개체수 감소를 방지할 계획임
- 양서·파충류
 - 현지조사 결과 3과 4종, 문헌상 9과 16종이 확인되었고 문헌상·현지조사 결과 천연기념물 등의 법정보호종은 확인되지 않았음
- 육상곤충류
 - 현지조사 결과 24과 50종, 문헌상 58과 236종이 확인되었으며, 문헌상·현지조사 결과 천연기념물 등의 법정보호종은 확인되지 않았음
- 어류
 - 현지조사 결과 2과 3종, 문헌상 5과 18종이 확인되었으며, 문헌상·현지조사 결과 천연기념물 등의 법정보호종은 확인되지 않았음
- 저서성대형무척추동물
 - 현지조사 결과 7과 8종, 문헌상 40과 65종이 확인되었으며, 문헌상·현지조사 결과 천연기념물 등의 법정보호종은 확인되지 않았음
- 본 계획지구의 생태자연도는 모두 3등급이 분포하였음

6.1.7 토양조사

- 인공습지 구간은 현재 답(畓)으로 이용되고 있으며, 토성은 자갈의 함량(35%)이 많은 양토(Loam)~사양토(Sandy loam)임(유효토심 20~35cm)
- 시공 후 유효토심 이하 자갈함량이 많은 토양이 지표에 노출되지 않도록 하여야 하며, 부득이 지표에 자갈이 노출시에는 수생식물의 생육에 적합한 양질의 토양으로 복토(25cm이상)를 하여야 함
- 토양배수는 약간양호(Moderate Well)하여 현 상태에서 중기작업시 지반지지력이 약한 지역은 없으나, 성토작업시 토양교란으로 인해 지반지지력이 약화 될 수 있음

6.1.8 매장문화재 지표조사

- 조사결과, 조사지역은 인공습지는 시굴조사, 침강지는 입회조사로 의견 통보됨

6.1.9 전략환경영향평가

- 환경부와 협의 중

6.1.10 기본계획

기본구상

- 환경친화적이며, 주변의 지형조건을 최대한 활용한 수질개선공법의 적용
- 안전성 및 유지관리가 용이한 자연정화공법 적용
- 저수지 홍수면 부지를 최대한 활용

수질개선 목표수질 및 달성년도

- 수질개선 목표수질 : 호소 생활환경기준 IV등급(농업용수)
 - COD 8.0mg/L 이하, TOC 6.0mg/L 이하, T-N 1.0mg/L 이하, T-P 0.1mg/L
- 수질목표 달성년도 : 준공 후 5년
 - 장래 오염원 전망 연도는 2026년
 - ※ 수질목표 달성년도는 침강지, 자연정화습지 등의 공사로 인한 토양교란, 정화식물이 활착하여 안정상태를 보이는 기간을 포함하여 설정

□ 장래 오염원 전망

- 관련계획 : 없음
- 장래 오염원 분포

구 분	'14년말 기준	'26년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과
인 구 (명)	124	124	자연증감(수학적방법) + 개발인구(관련계획) : 현수준 유지
축 산 (두)	한우 26	한우 26	축산단지조성 계획 등 관련계획 : 없음
산업폐수 (m ³ /일)	-	-	장래 공업단지조성 계획 없음
토 지 이 용 (ha)	논	39.1	도시개발 및 용도지역 변경, 도로공사 등 계획 없음 : 현 수준 유지
	밭	120.9	
	임야	548.6	
	대지	9.1	
	기타	1.9	
합계	719.6	719.6	
방류량(m ³ /일)	-	-	해남군 하수도정비 기본계획 없음

※ 토지이용에서 신덕저수지 수면적 45.4ha 제외

※ 장래 오염원 전망 예측방법 : 수질오염총량관리기술지침, 2014, 국립환경과학원

• 장래(2026년) 소유역별 오염물질 배출부하량

- 배출부하량은 토지계가 집중되어 있는 소유역 I 이 가장 크며, 소유역 IV에 서 두 번째로 많은 것으로 조사되었음
- 소유역 I 과 IV이 유역전체의 73.8% ~ 79.2%로 대부분을 차지하고 있음
- 유역유입량에 대한 처리대상 우선순위(배출부하량이 큰 순)는 소유역 I > 소유역 IV 로 나타났음

(단위 : kg/d)

소유역	항목	계	생활계	축산계	토지계
계	BOD	12.320	4.677	0.995	6.647
	T-N	13.928	1.490	0.921	11.518
	T-P	1.126	0.037	0.068	1.021
I	BOD	7.452	4.257	0.077	3.118
	T-N	7.953	1.353	0.071	6.530
	T-P	0.613	0.033	0.005	0.574
II	BOD	0.707	0.001		0.706
	T-N	1.311	0.001		1.310
	T-P	0.110	0.000		0.110
III	BOD	0.719	0.001		0.718
	T-N	1.137	0.001		1.135
	T-P	0.102	0.000		0.102
IV	BOD	2.303	0.415	0.919	0.969
	T-N	2.664	0.133	0.850	1.682
	T-P	0.219	0.003	0.063	0.152
V	BOD	0.531	0.001		0.530
	T-N	0.447	0.001		0.446
	T-P	0.041	0.000		0.041
VI	BOD	0.608	0.001		0.607
	T-N	0.416	0.001		0.414
	T-P	0.042	0.000		0.042

□ 수질개선사업 기본계획(안)

구분	대안	시설	규모	비고
□ 상류대책(해남군 추진)				
1	관리감독 강화	비점오염 관리	- 강우시 비료야적 및 채석장 유입발생 ▪ 집단야적장 조성 및 비닐덮개 등 관리감독 강화	해남군 관리요구
2	하수처리	마을하수도 설치	- 미처리 생활하수 관리를 위한 마을하수도 설치 요구	해남군 설치요청
□ 호내대책				
1	평시 및 강우 유출수 처리	1호 인공습지	- 소유역 I 처리용(지표흐름형) ▪ 면적 : 11,214m ² (수면적 : 5,684m ²) ▪ 취입보 : 길이 13.0m, 가동보 ※ 갈수시 및 저유량시 비상펌프시설 가동 · 가동시간 : 갈수시(뽕프량 : 2,000m ³ /일)	비점오염 물질 처리
2	강우유출수 처리	1호 침강지	- 소유역 I 처리용 ▪ 침강지 유형 : 보조댐형(수면적 : 4,447m ²) 차수막형(길이 : 134.0m)	비점오염 물질 처리
3	내부생산저감	응집침강	- 소유역 I,IV처리(2기), 호내대책(1기) ▪ 수처리제 살포를 통한 녹조발생 억제	내부오염 물질 처리
4	내부생산저감	교반폭기	- 호내 4기	호내교반 및 DO 공급

• 호내대책이 모두 완료시 목표수질 만족

(단위 : mg/L)

구분	5개년 평균	예측수질		목표수질	비고
		'26년 장래	호내대책시		
COD	9.7	12.1	7.9	8.0이하	
TOC	5.0	6.2	4.0	6.0이하	
T-N	1.422	1.38	0.88	1.0이하	
T-P	0.098	0.115	0.086	0.1이하	

※ 5개년 평균수질(10~'14)은 농업용수 수질측정망 조사결과임

□ 사업비(호내대책)

• 수입

(단위 : 천원)

구 분	사 업 비			비 고
	계	국 고	지방비	
신덕지구 수질개선사업	(170,000) 2,795,309	(170,000) 2,795,309	-	() : 외서 한국농어촌공사 직접교부액

• 지출

(단위 : 천원)

공 종	세부공정	사 업 비	비 고
총사업비		(170,000) 2,795,309	
	소 계	2,399,315	
	1) 1호 인공습지	627,457	
순공사비	2) 1호 침 강 지	970,743	
	3) 응집침강장치	450,000	
	4) 교반폭기장치	280,000	
	5) 부 대 공 사	71,115	
	소 계	(170,000) 389,423	() : 외서 기본조사비
관리비 및 기타	1) 기본조사비	(170,000)	문화재지표, 전략환경영향평가비포함
	2) 세부설계비	107,305	소규모환경영향평가 포함
	3) 매장문화재조사비	68,596	시굴조사, 입회조사
	4) 생태보전협력기금	14,305	
	5) 공사감리비	172,102	
	6) 사업관리비	33,686	

□ 재원조달 방안(호내대책)

- 농업용수 수질개선사업비(국고 100%)로 추진하는 것이 타당함

6.1.11 사업효과

□ 직접효과

- 저수지 수질개선(수질예측 결과)
 - '26년 장래 COD 12.1mg/L → 장래 COD 7.9mg/L, 34.7% 개선
 - '26년 장래 TOC 6.2mg/L → 장래 TOC 4.0mg/L, 35.5% 개선
 - '26년 장래 T-N 1.38mg/L → 장래 T-N 0.88mg/L, 36.2% 개선
 - '26년 장래 T-P 0.115mg/L → 장래 T-P 0.086mg/L, 25.2% 개선

□ 간접효과

- 양질의 농업용수 공급을 통한 안전한 농산물생산으로 국민건강 보호
- 환경친화적 수질개선을 통한 건전한 농촌환경 구축
- 친수환경 조성으로 지역주민 및 관광객에게 심미적 부가가치 창출
- 환경보존에 대한 국민홍보 및 교육공간 제공
- 조성된 자연정화시설을 이용한 다양한 연구활동 공간 제공

6.1.12 사업시행 여건

- 저수지의 심각한 녹조발생을 제어하고 친환경농산물 생산기반 조성을 위한 지역민의 수질개선의 지속적 요구가 있었으며, 지역주민의 호응도 높음

신덕지구 농업용수 수질개선사업 기본계획 의견서

지자체명	해남군
담당부서	환경교통과
검토 항목	검 토 의 견
상류대책	<p>※ 본 기본계획에서 제시된 상류대책의 시설용량 등 변경 내역 ※ 신규로 추가할 상류대책 추진계획 유·무(세부내역 포함) 등</p> <p style="text-align: center;">의견 없음</p>
기 타	

부록 12. 문화재지표조사 협의자료

군민과 함께 여는 활기찬 해남



해남군



수신자 한국농어촌공사사장
(경유)

제목 해남 신덕지구 농업용수 수질개선사업 관련 문화재보존대책 통보

1. 한국농어촌공사 환경환경-812(2015.12.7.)호 및 전라남도 문화예술과-19835(2015.12.17.)호와 관련입니다.
2. 『매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률』 제8조에 따라 '해남 신덕지구 농업용수 수질개선사업'과 관련한 문화재보호대책을 다음과 같이 통보합니다.
 - 가. 사업지구 내 '해남 신덕리 사동 유물산포지'를 조사할 경우, 유적 확인 등으로 당초 사업계획이 변경되거나 조사가 상당기간 소요될 수 있으므로 현상 보존 방안 검토 필요
 - 나. 동 유적에 대한 사업을 하고자 할 경우, 지표조사보고서에서 '시굴조사로 설정한 지역(11,213㎡, 보고서 참조)'은 『매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률』 제11조 규정에 따라 별도의 허가를 받아 시굴조사 실시
 - 다. 지표조사보고서에서 '입회조사로 설정한 지역(7,860㎡, 보고서 참조)'은 『매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률 시행규칙』 제5조에 따라 관계전문가 입회조사를 실시하고 사진자료 등이 포함된 보존조치 결과보고서 제출
 - (1) 유구·유물이 확인될 경우 매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률』 제11조에 따라 발굴조사 실시
 - (2) 유구·유물이 확인되지 않을 경우 계획대로 사업시행하고, 공사로 사업예정 부지와 인접한 유물산포지 등이 훼손되지 않도록 주의
 - 라. 사업부지와 인접하여 '해남 화원면 청자요지(전라남도 기념물 제220호)'가 분포하므로, 『전라남도 문화재 보호 조례』 제25조에 따라 동 사업이 문화재 보존에 영향을 미치는지 검토

붙임 전라남도 공문 1부. 끝.



주무관 **운동환** 문화재단담당 **공창배** 문화관광과장 **전결 12/21**
민섭배

협조자

시행 문화관광과-25770 (2015.12.21.) 접수 환경환경-878 (2015.12.22.)

우 59028 전라남도 해남군 해남읍 군청길 4 / <http://www.haenam.go.kr>

전화 061-530-5856 / 전송 061-530-5577 / yada2134@korea.kr / 공개

부록 13. 준설관련 검토자료

□ 준설검토

○ (검토조건) 호내 퇴적물조사 결과 반영

- 퇴적물조사 결과, 퇴적물을 준설할 정도의 오염이 심각한 상황은 아님.
- ※ 현재 농업용저수지 퇴적토 제거기준은 없으며, 먹는물 기준을 참고함

<신덕지구>

물리·화학적특성

✓ 퇴적토 제거기준과 비교시 일부 지점에서 기준 초과

	CD1	CD2	CD3	CD4	
H입	Sand(%)	14.9	5.4	2.5	4.9
	Silt(%)	70.1	65.6	52.5	65.1
	Clay(%)	15.0	29.0	45.0	30.0
	토성	SiL	SiCL	SiC	SiCL
유기물(%)	4.0	4.5	4.7	4.2	
총질소(mg/kg)	662.0	3,564.0	2,957.9	2,202.0	
총인(mg/kg)	713.0	1,118.6	1,255.3	970.1	
완전연소가능량(%)	7.4	8.6	8.7	8.2	



<퇴적토 제거기준>

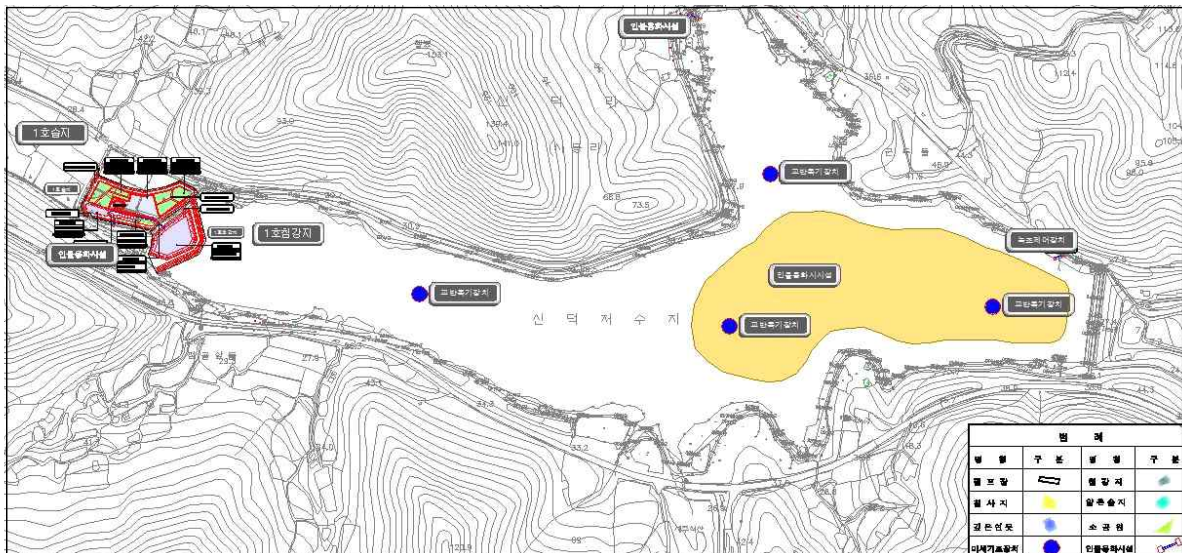
항목	필당호	한강하류	대청호
COD(mg/kg)	20,000이상	20,000이상	20,000이상
안전연소가능량(%)	7.0이상	10.0이상	7.0이상
총질소(mg/kg)	1,100이상	2,000이상	3,000이상
총인(mg/kg)	800이상	1,000이상	1,500이상
황화물(mg/kg)	-	1,000이상	-
준설판단	4개 중 2~3개 항목 초과지역	5개 중 2~3개 항목 초과지역	2개 항목 이상 기준초과지역

- 호내 준설시 추정금액 산정

- 호내 준설가능 구역 : 12.0ha, 준설심 0.5m
- 시공조건 : 펌프준설선 기준 작업가능 수심 반영(5.0m)
- 추정금액 : 57 억원

구분	수중준설 (진공흡입 압송식)	준설토처리 (폐기물처리, 오니기준)	합계
준설량(m ³)	60,000	60,000	
단가(원/m ³)	70,000	25,000	
사업비(억원)	42.0	15.0	57.0

※ 2015년 7월 경기도 기흥저수지 준설검토시 단가적용



참여자 명단

직 책	성 명	직종	참 여 분 야
환경사업처장	김호일	환경	업무지도
수질환경부장	김완중	환경	기본계획수립 총괄
팀 원	이인호	환경	수질 및 퇴적물조사 등
팀 원	김형중	환경	기본계획수립
팀 원	강의태	환경	수질조사 및 수질예측
팀 원	최철관	환경	토목기본설계
팀 원	유지현	토목	토목기본설계
분석센터장	김미옥	환경	분석 총괄
주임연구원	정경은	환경	수질분석
연 구 원	이주순	환경	수질분석
주임연구원	이복자	환경	토양 및 퇴적물분석
연 구 원	도효석	환경	토양 및 퇴적물분석
자문위원	태용진	환경	수질
	강호근	환경	수리·수문
	하진구	환경	대기질
	신동숙	환경	지형·지질
	김선겸	환경	동물상
	황인찬	환경	식물상