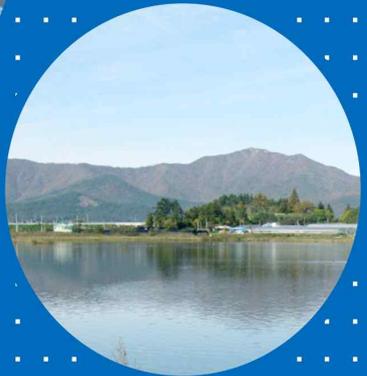
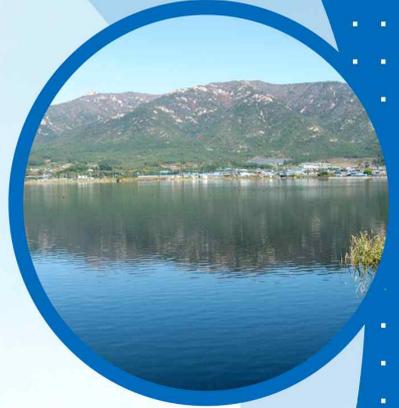


발 간 등 록 번 호

11-1543000-001606-01

2016 서산지구 농업용수 수질개선사업 기본조사보고서

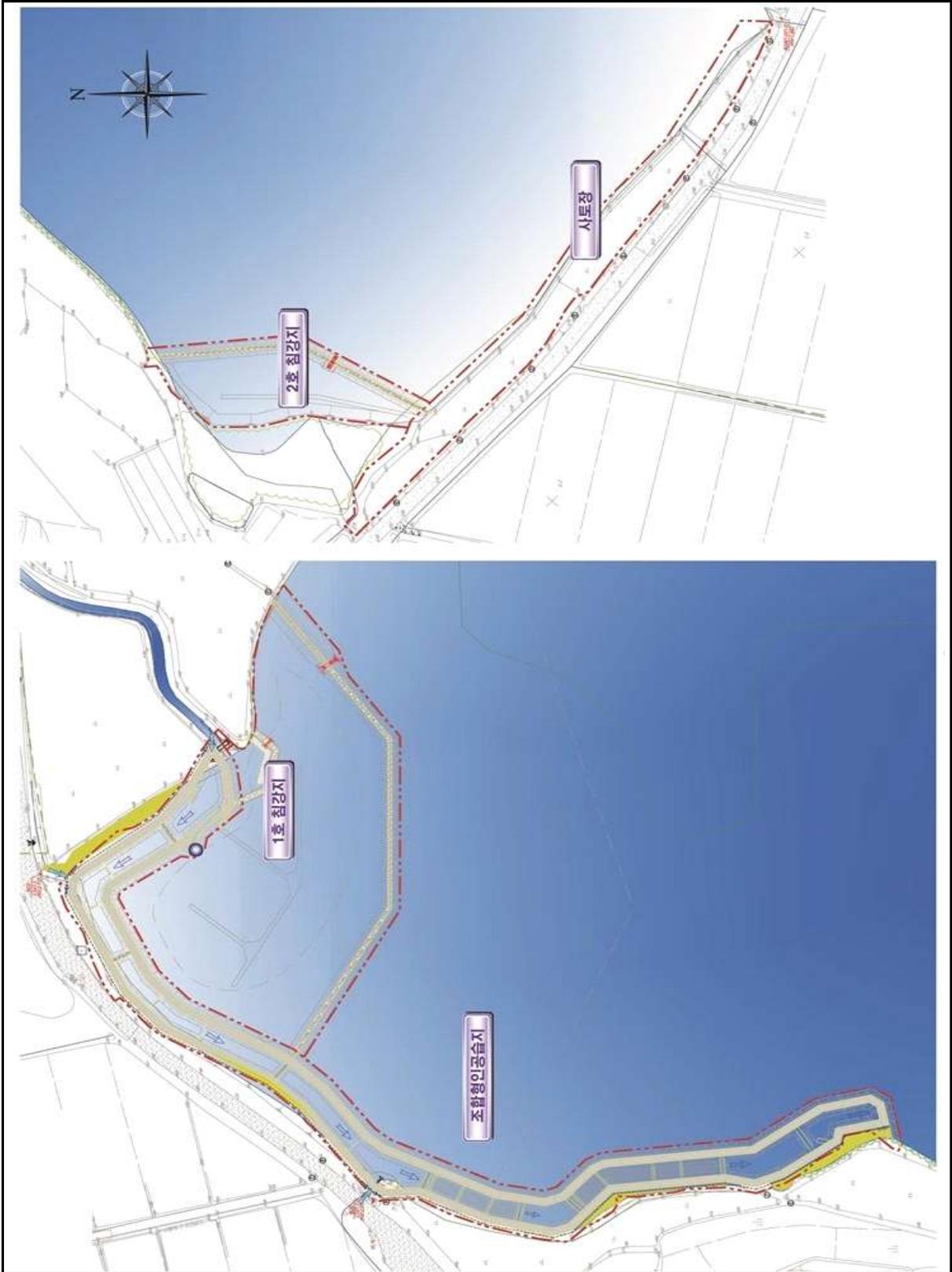


농림축산식품부



한국농어촌공사

서산지구 농업용수 수질개선사업 계획평면도



요 약 문

1. 사업명

- 서산지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

2. 사업 배경

- 급속한 사회환경 변화에 따른 오염물질 유입량의 증가로 저수지 수질 악화
- 농업용수 수질오염에 따른 농산품 품질 경쟁력 저하 및 농업환경 악화
- 농산물우수관리인증제도(GAP) 시행에 따른 양질의 용수수요 증가
- 농어촌의 용수수요 다양화 및 지역주민들의 쾌적한 친수환경 수요 증대

3. 사업 목적

- 수질기준을 초과한 농업용 호소의 수질을 개선하여 환경정책기본법 시행령 호소생활 환경기준 IV등급에 적합한 수질유지
- 양질의 농업용수 공급을 통해 안전한 농식품 공급으로 국민건강 보호
- 수질개선을 통한 건전하고 지속가능한 농업농촌환경 구축

4. 추진 방향

- 조합형인공습지, 침강지(이중부담) 등 수질정화시설을 계획하여 농업용수원의 수질개선
- 사업 효과를 높일 수 있도록 전문가 자문, 국내외 사례조사, 신공법 적용 등을 최대한 반영
- 깨끗한 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 지구 현황 조사

- 사업지구 주변의 자연환경 및 인문·사회 환경 조사

5.2 오염원 조사

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

5.3 수질 조사

- 유입하천과 저수지의 수질현황을 파악하기 위하여 유입하천(평시, 강우시) 및 저수지에서 현장조사 및 실시하고 시료를 채수하여 실내시험 실시

5.4 퇴적물 조사

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

5.5 생태 조사

- 저수지 및 주변지역의 동·식물 등에 대한 생태환경조사

5.6 토양 조사

- 수질정화시설 설치예정지 토양의 물리·화학적 특성 조사를 위해 현장조사를 실시하고 시료를 채취하여 실내분석 시행

5.7 매장문화재 지표조사

- 농업용수 수질개선사업 시행으로 인하여 문화재 보존환경에 변화를 가져오는 영향 요소 등을 조사·분석하여 그 관련대책 수립

5.8 수리·수문 조사

- 유역피복 및 토지이용현황 조사
- 유입하천 특성 및 유량조사
- 유역의 기상자료 조사·분석

5.9 토목조사 및 기본설계

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

5.10 기타

- 원활한 사업시행을 위한 관련기관 업무협의 및 자료 수집

6. 조사결과

6.1 서산저수지 현황

- 소재지 : 전라남도 장흥군 대덕읍 연지리, 회진면 회진리 일원(1군 1읍 1면 2리)

지구명	조성 년도	유역 면적	만수 면적	수해 면적	유효저수량 (총저수량)	제당 높이	제당연장	관리주체
서산지구	1923년	367.9ha	47.2ha	169ha	793.0천톤 (809.5천톤)	6.5m	936m	장흥지사

- 유역은 장흥군 대덕읍 연지리 일대의 비교적 경사가 급한 천관산 일대가 북측에 위치하고 있으며 개활지에 위치한 경작지가 북측과 남측에 위치하여 유역면적 367.9ha로 이루어짐
- 주 유입수계는 소하천 산박골천과 다수의 미지정 소하천이 유입됨

6.2 수리·수문 조사

- 총 유입량에서 강우량 30mm/일 이하는 인공습지, 30mm/일 초과는 침강지에서 처리

소유역 번호	유역면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량 (천 m ³ /년)	일평균 유입량(m ³ /일)		
				총 유입량	30mm/일 이하	30mm/일 초과
I	115.1	64.9	1,134.3	3,107.8	1,889.6	32,916.3
II	78.6	52.2	578.9	1,585.9	689.5	23,470.1
III	50.5	56.4	402.1	1,101.8	698.2	10,959.5
IV	17.2	67.0	174.1	477.1	213.8	6,989.1
V	59.3	44.7	403.7	1,106.1	567.8	14,309.6
저수지	47.2					
계	367.9	57.0	2,693.2	7,378.7	4,058.9	88,644.6

6.3 오염원 및 배출부하량

- 전형적인 농촌지역으로 유역내 144명이 거주하고 있으며, 인구밀도는 0.45인/ha로 조사됨
- 유역 내 하수관거정비는 소유역 II,III에 되어 있고, 소유역 I은 장흥군 하수도정비기본계획(부분변경)에서 계획하고 있어 조속한 하수관거 정비 등이 필요하며 그 외 소유역은 계획이 없어 생활하수가 직접 저수지로 유입됨
- 유역 내 사육되는 가축은 한우 783두, 돼지 400두로 축산분뇨는 일부 위탁처리(1개소)되며 대부분은 개별 퇴비화 되고 있음.
- 토지이용 형태 중 전, 답, 대지가 총 면적의 42.8%를 차지하고 있어 강우시 비점오염물질에 의한 대책 수립이 필요
- 산업계, 양식계 등의 기타 오염원은 없는 것으로 조사되었음
- 유역내 택지개발(도시개발, 산업·농공단지 조성, 도로 확·포장 등) 및 수질개선관련 개발계획은 없는 것으로 조사됨
- 소유역 I에 위치한 마을의 미처리 생활하수의 지속적인 유입, 가축분뇨 야적에 의한 관리 소홀 및 경작지에 살포된 퇴비, 도로 비점오염물질 등의 강우에 의한 유출수 등이 저수지 수질오염을 가중시키고 있음



<유역내 가축분뇨 야적에 의한 강우 시 오염물질 및 토사유출>

- 오염원(BOD 배출부하량 기준)은 축산계(73.4%), 토지계(25.1%), 생활계(1.4%) 순으로 주요오염원은 축산계이며, 점오염원 외에도, 강우에 의한 비점오염물질 유입저감을 위한 수질 대책 마련이 필요함

구 분		배출부하량(kg/day)			비 고
		BOD	T-N	T-P	
합 계		96.96	28.67	3.07	-
생활계	인구	1.40	0.96	0.14	-
축산계	가축	71.17	11.94	1.66	주오염원
매립계	회진쓰레기매립장	0.10	-	-	-
토지계	비점오염	24.29	15.77	1.27	-

6.4 수질 조사 결과

- 유입하천 3개 지점(SSS1, SSS2, SSS3)
 - BOD 3.6~6.9mg/L, 하천 생활환경기준 보통(III등급)~약간나쁨(IV등급)
 - COD 9.2~15.2mg/L, 하천 생활환경기준 나쁨(V등급)~매우나쁨(VI등급)
 - TOC 3.2~6.7mg/L, 하천 생활환경기준 약간좋음(II등급)~나쁨(V등급)
 - T-N 0.591~1.275mg/L로 최소값 대비 최대값이 2.1배로 지점·시기별로 차이가 있음
 - T-P 0.052~0.106mg/L, 하천 생활환경기준 약간좋음(II등급)~보통(III등급)
 - 유역내 오염원이 가장 많이 위치하고 미처리 생활하수가 집중적으로 유입되는 소유역 I 지점(SSS1~SSS2)의 유입 수질농도가 대체로 타 지점에 비해 높은 것으로 나타났음
- 저수지
 - 저수지 상류, 중류, 하류 3지점 COD가 9.9~14.3mg/L로 호소 생활환경기준 나쁨(V등급)~매우나쁨(VI등급), TOC가 4.89~7.55mg/L로 호소 생활환경기준 보통(III등급)~나쁨(V등급)에 해당함
 - T-N은 0.675~0.865mg/L로 호소 생활환경기준 약간나쁨(IV등급), T-P는 0.052~0.157mg/L로 호소 생활환경기준 약간나쁨(IV등급)~매우나쁨(VI등급)에 해당함
 - ‘11년~’15년 농업용수 수질측정망조사 결과 수질변화 추이를 보면, 5개년간 서산저수지의 평균 COD는 11.2mg/L, TOC 6.3mg/L, T-N 0.928mg/L, T-P 0.081mg/L로 일부지역에 생활하수 등에 대한 상류대책이 미운영중이어서 지속적으로 농업용수 수질관리 기준인 IV 등급을 초과하고 있음
 - 농업용수 수질관리 기준 IV등급을 만족하기 위해서는 상류대책과 함께 인공습지, 침강지 및 마름제거 등 호유입부와 호내 수질개선대책이 필요

- '11~'15년 서산저수지 수질변화 추이(농업용수 수질측정망 조사결과)

년 도	'11	'12	'13	'14	'15	평균	수질등급
COD(mg/L)	8.0	10.8	13.4	11.4	12.6	11.2	V 등급 (나쁨)
TOC(mg/L)	4.3	7.1	7.1	6.6	6.4	6.3	
T-N(mg/L)	0.865	1.397	0.995	0.651	0.734	0.928	
T-P(mg/L)	0.049	0.078	0.079	0.042	0.157	0.081	

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

6.5 퇴적물 조사 결과

- 호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준은 유기물 및 영양염류가 IV등급 이내, 금속류가 I~II등급으로 양호한 수준이며, 호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준은 약간 나쁨으로 조사됨.
- 저수지내 3지점 평균 유기물은 2.51%, 완전연소가능량(강열감량) 8.4%, T-N 1,427.62 mg/kg, T-P 330.89mg/kg로 나타나 양호한 수준임
- 카드뮴, 구리, 비소, 수은 등 토양오염우려기준 21개 항목은 토양오염우려기준 이내(지역구분 : 2지역)로 조사되었기에 침강지 조성부지의 퇴적토 등을 준설 후 사토 처리할 경우에도 주변 영향은 없을 것으로 판단됨

지 점 명	평 균	저수지 상류 (서산1)	저수지 중류 (서산2)	저수지 하류 (서산3)
유기물(%)	2.51	3.08	2.40	2.06
총질소(mg/kg)	1,427.62	1,811.56	1,347.17	1,124.14
총인(mg/kg)	330.89	230.44	225.19	537.04
완전연소가능량(%)	8.4	8.2	8.5	8.5

6.6 생태 환경 조사 결과

- 현지 조사 결과 저수지 제방주변 농경지 일대 및 상류부 호안 일대에서 수달(멸종위기 I 급)의 배설물이 관찰되었음. 주변 농경지 일대에서 비행중인 황조롱이(천연기념물 제323-8호) 개체가 관찰되었고, 북측 산림지역에서 선회하며 비행하는 참매 개체가 관찰되었음. 식물의 경우 법정보호종이 관찰되지 않았음
- 식물
 - 조사지점 일원에서 확인된 소산식물은 39과 69속 74종 7변종으로 총 81분류군이며, 식물구계학적 특정종은 I 등급에 예덕나무, 사철나무(식재) 2종이 확인됨
- 포유류
 - 현지조사 결과 두더지(굴), 너구리(족적, 배설물, 탐문), 개(목견), 족제비(탐문), 수달(배설물), 삵(배설물), 고양이(목견), 고라니(족적, 배설물, 탐문), 청설모(탐문), 다람쥐(탐문), 집쥐(목견, 탐문) 및 등줄쥐(굴)로 7과 11종이며, 법정보호종은 수달 (멸종위기 I 급, 천연기념물 제330호)과 삵(멸종위기 II 급)으로 2종의 서식흔적이 관찰되었음
- 조류
 - 현지조사 결과 총 21과 38종 558개체, 문헌상 32과 79종이 관찰되었으며, 법정보호종은 참매(멸종위기 II 급, 천연기념물 제323-1호)와 황조롱이(천연기념물 제323-8호)로 2종이 관찰되었음
- 양서·파충류
 - 현지조사 결과 양서류는 2과 3종 그리고 파충류는 2과 3종이 조사되어 총 4과 6종이, 문헌상 양서류는 5과 9종 그리고 파충류는 5과 8종으로 총 10과 17종이 확인되었고 문헌상 법정보호종은 관찰되지 않았음
- 육상곤충류
 - 현지조사 결과 총 8과 9종이, 문헌상 총 63과 218종이 확인되었으며, 문헌상·현지조사 결과 천연기념물 등의 법정보호종은 확인되지 않았음
- 어류
 - 현지조사 결과 총 6과 9종이, 문헌상 총 4과 19종이 발견되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음
- 저서성대형무척추동물
 - 현지조사 결과 총 3문 5강 11목 22과 28종이 조사되었으며, 문헌상 총 4문 7강 21목 51과 73종이 확인되고, 현지조사 및 문헌조사 결과 천연기념물 등의 법정보호종은 확인되지 않았음

6.7 토양 조사 결과

- 서산저수지의 수질개선을 위해 조성예정인 수질개선대책시설(조합형인공습지)이 설치되는 구간은 현재 유지(저수지)로 이용되고 있으며, 대부분 지역의 토성은 사양토(Sandy loam)와 사질식양토에 분포하고 있음
- 중금속 분석결과, 비소, 구리, 납, 아연, 니켈이 검출되었지만 토양오염우려기준 1지역을 하회하여 양호한 것으로 판단됨

6.8 매장문화재 지표조사

- 조사결과 조사지역은 유구, 유물이 확인되지 않았으므로 별도의 보존 조치는 필요하지 않음(공사 시 관련 법률 이행 철저)

6.9 전략환경영향평가

- 환경부와 협의 완료(공사·운영 시 협의의견 및 조치계획 이행철저)

7. 기본구상

7.1 기본방향

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

7.2 수질개선 목표수질 및 달성년도

- 수질개선 목표수질 : 호소 생활환경기준 IV등급
 - TOC 6.0mg/L 이하, T-N 1.0mg/L 이하, T-P 0.1mg/L 이하
- 수질목표 달성년도 : 준공 후 5년
 - 장래 오염원 전망 연도는 2027년

※수질목표 달성년도는 인공습지 정화식물이 활착하여 안정상태를 보이는 기간을 고려하여 설정

7.3 장래오염원 전망

◦ 장래 오염원 전망

구 분	'15년말기준	'27년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과
인 구 (명)	144	144	자연증감(수학적방법)+개발인구(관련계획) :현 수준 유지
축 산 (두)	한우 783 돼지 400	한우 783 돼지 400	축산단지조성 계획 등 관련계획 : 없음
산업폐수 (m ³ /일)	-	-	장래 공업단지조성 계획 없음
토지 이용 (ha)	논	70.5	도시개발 및 용도지역 변경, 도로공사 등 계획 없음 : 현 수준 유지
	밭	43.3	
	임야	168.8	
	대지	23.6	
	기타	14.5	
	합계	320.7	
마을하수도 방류량(m ³ /일)	-	-	연지리 일부(소유역Ⅱ,Ⅲ) : 하수처리구역, 유 역외 배출됨

※ 토지이용에서 서산저수지 수면적 47.2ha 제외

※ 장래 오염원 전망 예측방법 : 수계오염총량관리기술지침, 2014, 국립환경과학원

◦ 장래 2027년 소유역별 오염물질 배출부하량

- 배출부하량은 축산계가 집중되어 있는 소유역 I, V이 가장 크며, 소유역 II에서 세 번째로 많은 것으로 조사되었음
- 소유역 I과 V가 유역 전체 BOD 배출부하량의 69.3%로 대부분을 차지하고 있음
- 유역유입량에 대한 처리대상 우선순위(배출부하량이 큰 순)는 소유역 I > 소유역 V > 소유역 II > 소유역 III > 소유역 IV로 나타났음

[단위: kg/일]

소유역	항목	계	생활계	축산계	토지계
계	BOD	96.96	1.40	71.17	24.29
	T-N	28.67	0.96	11.94	-
	T-P	3.07	0.14	1.66	-
I	BOD	40.44	1.05	33.84	5.55
	T-N	10.78	0.50	6.14	-
	T-P	1.17	0.08	0.80	-
II	BOD	18.12	0.04	14.28	3.80
	T-N	5.40	0.07	1.62	-
	T-P	0.57	0.01	0.32	-
III	BOD	8.30	0.14	-	8.16
	T-N	4.08	0.28	-	-
	T-P	0.41	0.03	-	-
IV	BOD	3.38	0.16	-	3.22
	T-N	1.42	0.10	-	-
	T-P	0.13	0.02	-	-
V	BOD	26.72	0.01	23.05	3.56
	T-N	6.98	0.01	4.18	-
	T-P	0.78	-	0.54	-

7.4 수질개선대책 내용

구분	대상	시설	내용	비고
상류 대책	생활계	마을하수도 신설	<ul style="list-style-type: none"> 장흥군 하수도정비계획에 반영된 소유역 I 에 대한 하수처리구역 편입 시행 필요 - 소유역 I 	지자체 협조
	축산계	가축분뇨 관리	<ul style="list-style-type: none"> 가축분뇨처리시설 위탁처리 및 감독강화 필요 - 소유역 I, II 축사시설 하류부 : 식생수로, 저류지 설치 	지자체 협조
	토지계	비점오염 저감시설	<ul style="list-style-type: none"> 식생수로,저류지 : 축사 및 주거지 하류에 반영 - 소유역 I, II, V 둠범 : 경작지(답)의 하류에 반영 - 소유역 II, III, V ※ 농업비점오염저감(농업BMP)을 위한 거버넌스 구축 추진* 	지자체 협조
호유입부 및 호내 대책	평시 및 강우 시 비점오염 처리	조합형 인공습지	<ul style="list-style-type: none"> 지표흐름형인공습지+지하흐름형인공습지 - 소유역 I, II, III - 면적 : 15,609㎡(순면적 : 6,287㎡) ※취입보(1개소) + 양수시설(1개소) ※펌프시설(1개소, 2대) 운영조건 ·가동시기 : 갈수기 및 저유량시 ·가동시간 : 평균 12hr/일(펌프량 : 3,277㎡/일) 	농어촌 공사
	강우시 비점오염 처리	침강지	<ul style="list-style-type: none"> 1호 침강지(이중부담) - 소유역 I, II, III - 유형 : 보조댐형(수면적 : 19,016㎡) 2호 침강지(단일부담) - 소유역 IV, V-1 - 유형 : 보조댐형(수면적 : 4,734㎡) 	농어촌 공사
	내부생산 저감	수생 식물제거	<ul style="list-style-type: none"> 마름제거 : A=200,000㎡ - 공사기간 중 매년(3개년) 시행 	농어촌 공사

* 농업비점오염저감 거버넌스 구축 : 논 물관리, 시비관리, 완효성비료 사용, 밭 지표피복, 밭 초생대 설치 등으로 오염물질 유출 감소

- 호내대책이 모두 완료시 목표수질을 만족할 것으로 예측되나 상류오염원 변화 및 유출특성, 기후변화 등 외부요인에 따라 유동적이므로 상류오염원 저감대책 병행 필요

[단위: mg/L]

구분	5개년 평균	예측수질		목표수질	비고
		'27년 장래 (무대책시)	호내대책시		
COD	11.2	10.6	7.7	(8.0이하)	'15.12.31까지
TOC	6.3	6.1	4.4	6.0이하	
T-N	0.928	1.120	0.910	1.0이하	
T-P	0.081	0.082	0.061	0.1이하	

※5개년 평균수질('11~'15)은 농업용수 수질측정망 조사결과임

7.5 사업비(호내대책)

◦ 수입

(단위 : 천원)

구분	사업비			비고
	계	국고	지방비	
서산지구 수질개선사업	(170,000) 5,620,394	(170,000) 5,620,394	-	() : 외서 한국농어촌공사 직접교부액(기본조사비)

◦ 지출

(단위 : 천원)

공종	세부공정	사업비	비고
총사업비		(170,000) 5,620,394	
순공사비	소계	4,906,777	
	1) 조합형인공습지	2,827,807	
	2) 1호 침강지	896,542	
	3) 2호 침강지	362,660	
	4) 식생제거 및 처리	819,768	
관리비 및 기타	소계	(170,000) 627,044	() : 외서, 기본조사비
	1) 기본조사비	(170,000)	문화재, 전략환경영향평가비 포함
	2) 세부설계비	179,433	소규모환경영향평가 포함
	3) 생태보전협력기금	41,334	
	4) 공사관리비	340,797	
	5) 사업관리비	65,480	
보상비	토지매입비	86,573	

◦ **재원조달방안** : 농업용수 수질개선사업비(국고 100%)로 추진

8. 사업효과

8.1 직접효과

- 저수지 수질개선(수질예측 결과)
 - '27년 장래 COD 10.6mg/L → 장래 COD 7.7mg/L, 27.4% 개선
 - '27년 장래 TOC 6.1mg/L → 장래 TOC 4.4mg/L, 27.9% 개선
 - '27년 장래 T-N 1.120mg/L → 장래 T-N 0.910mg/L, 18.8% 개선
 - '27년 장래 T-P 0.082mg/L → 장래 T-P 0.061mg/L, 25.6% 개선

8.2 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

9. 사업시행 여건

- 저수지의 심각한 마름번성을 제거하고 친환경농산물 생산기반 조성을 위한 지자체의 수질개선 요구가 지속적으로 있었으며, 지역주민의 호응도 높음
- 향후 수질개선대책의 지속적이고 안정적인 효과 구현을 위해 하수미처리구역의 하수 처리구역 편입, 축산계 오염원에 대한 관리감독 강화, 농업비점오염 저감 대책 추진 병행 필요

목 차

제1장 과업의 개요

1.1 사업명	3
1.2 배경 및 필요성	3
1.3 목적	3
1.4 사업 범위	3
1.4.1 공간적범위	3
1.4.2 내용적범위	5
1.5 사업 수행 방법	5
1.5.1 기본방향	5
1.5.2 기본계획 수립과정	6
1.6 기대 효과	6

제2장 현황조사

2.1 자연환경	9
2.1.1 일반현황	9
2.1.2 토지이용현황	11
2.1.3 환경관련 지구·지역 지정현황	12
2.1.4 지형·지질	14
2.1.5 기상해황	17
2.2 인문·사회 현황	22
2.2.1 인구 현황	22
2.2.2 산업 현황	23
2.3 환경기초시설	24
2.3.1 상·하수도 및 환경피해유발시설물 현황	24
2.3.2 환경기초시설 현황	26
2.4 농업현황	28
2.4.1 농가현황	28
2.4.2 연간시비량 및 농업용수 사용량 현황	28
2.5 축산업 현황	30

제3장 환경현황

3.1 오염원 및 오염부하량	33
3.1.1 서산저수지 개요	33
3.1.2 수계 현황 및 유역구분	35
3.1.3 유역내 오염원 현황	38
3.1.4 오염부하량 산정	43
3.2 수질환경	51
3.2.1 조사지점, 내용 및 분석방법	51
3.2.2 유입하천의 수질 및 유량조사	53
3.2.3 서산저수지 수질현황	68
3.3 퇴적물 현황	72
3.3.1 조사내용	72
3.3.2 분석방법	74
3.3.3 조사결과	74
3.4 생태 환경	78
3.4.1 조사항목	78
3.4.2 조사범위	78
3.4.3 조사방법	79
3.4.4 조사결과	90
3.5 토양 환경	121
3.5.1 조사방법	121
3.5.2 조사결과	122
3.6 매장문화재 지표조사	123
3.7 하천 현황	125
3.7.1 하천구간	126
3.7.2 빈도별 기점 홍수위	126

제4장 기본구상

4.1 대책수립 방향설정	131
4.2 목표연도 및 목표수질의 설정	131

4.3 장래오염원 및 오염부하량 전망	132
4.3.1 장래 오염원 전망	132
4.3.2 장래 오염부하량	136
4.4 수질개선공법 선정	139
4.4.1 호소 수질개선공법 종류	139
4.4.2 서산저수지 적용 가능 공법 선정	144
4.5 수질 예측	149
4.5.1 유역모델을 이용한 유역분석	149
4.5.2 호소 수질 모델을 이용한 저수지 수질분석	156
4.5.3 장래 부하량 변화에 따른 수질 변화 예측	162

제5장 기본설계

5.1 인공습지 조성계획	169
5.1.1 시설의 일반사항	169
5.1.2 인공습지 설계 일반사항	174
5.1.3 설계시 고려사항	182
5.1.4 조합형인공습지 조성계획	183
5.1.5 취수시설 취입보 계획	188
5.1.6 취수시설 양수계획	189
5.1.7 취수시설 방식에 따른 수질개선효과 비교	192
5.1.8 수생식물 선정 및 식재계획	194
5.1.9 인공습지 조성 시 유의 사항	198
5.2 침강지 조성계획	199
5.2.1 침강지의 설계 개념	199
5.2.2 침강지 설계인자	201
5.2.3 수질개선 효과	203
5.2.4 침강지 조성계획	204
5.2.5 침강지내 준설 계획	208
5.2.6 저수지 내용적 검토	208
5.2.7 부담에 배수문 설치계획	209
5.2.8 보조부담 설치에 따른 하천 영향 검토	211

5.3 식생제거 계획	214
5.3.1 식생제거의 필요성	214
5.3.2 식생제거 방법	214
5.4 시설운영 및 유지관리 방안	216
5.4.1 인공습지의 운영 및 관리	216
5.4.2 침강지의 유지관리	230
5.5 사업비 및 사업효과	233
5.5.1 사업비 수지예산서	233
5.5.2 공사비 산출내역	234
5.5.3 관리비 및 기타 산출내역	239
5.5.4 공정계획	242
5.5.5 사업효과	243
5.6 유지관리비	244

제6장 사업시행 여건

6.1 지역주민	247
6.2 시설관리자	247
6.3 장흥군	247
6.4 조사자 종합의견	248

부 록	251
------------------	-----

표 차 례

<표 1.1-1> 사업지구 개요	4
<표 2.1-1> 장흥군 경·위도상 위치	9
<표 2.1-2> 지목별 토지이용현황	11
<표 2.1-3> 용도지역별 토지이용현황	11
<표 2.1-4> 상수원보호구역 현황	12
<표 2.1-5> 야생생물 보호구역 지정현황	12
<표 2.1-6> 자연공원 현황	13
<표 2.1-7> 용도지역별 토지이용현황	13
<표 2.1-8> 표고분석	14
<표 2.1-9> 경사분석	14
<표 2.1-10> 년도별 기상개황	17
<표 2.1-11> 월별 기온분포	18
<표 2.1-12> 월별 강수량 분포	20
<표 2.1-13> 월별 평균풍속 분포	21
<표 2.2-1> 장흥군 연도별 인구변화 추이	22
<표 2.2-2> 장흥군 산업 대분류별 사업체 현황	23
<표 2.3-1> 장흥군 상수도 현황	24
<표 2.3-2> 장흥군 하수도 보급현황	24
<표 2.3-3> 장흥군 하수도 하수관거 처리현황	25
<표 2.3-4> 장흥군 환경오염물질 배출시설 현황	25
<표 2.3-5> 장흥군 하수처리시설 현황	26
<표 2.3-6> 장흥군 분뇨 배출량 현황	26
<표 2.3-7> 폐기물 매립시설 현황	27
<표 2.3-8> 폐기물 소각시설 현황	27
<표 2.3-9> 연도별 장흥군 쓰레기 발생 및 수거현황	27
<표 2.4-1> 장흥군의 농가현황	28
<표 2.4-2> 지대별, 논 유형별 시비 기준	28
<표 2.4-3> 장흥군 성분별 연간 시비량	29
<표 2.4-4> 농업용수 사용량	29

<표 2.5-1> 장흥군의 가축사육두수	30
<표 3.1-1> 서산저수지 시설규모	33
<표 3.1-2> 서산저수지 표고별 표면적 및 내용적	34
<표 3.1-3> 소유역별 토이지용 현황	36
<표 3.1-4> 유역별 인구 현황	38
<표 3.1-5> 소유역별 가축 사육두수 현황	39
<표 3.1-6> 소유역별 가축사육 세부 현황	39
<표 3.1-7> 소유역별 토지이용현황	40
<표 3.1-8> 폐기물 매립시설 현황	41
<표 3.1-9> 폐기물 매립시설 세부운영 현황	41
<표 3.1-10> 유역내 소유역별 오·폐수 발생유량	43
<표 3.1-11> 소유역별 생활계 오염물질 발생부하량	44
<표 3.1-12> 소유역별 가축에 의한 오염물질 발생부하량	44
<표 3.1-13> 소유역별 산업체에 의한 오염물질 발생부하량	45
<표 3.1-14> 소유역별 토지이용에 의한 오염물질 발생부하량	45
<표 3.1-15> 소유역별 생활계에 의한 오염물질 배출부하량	46
<표 3.1-16> 소유역별 가축에 의한 오염물질 배출부하량	46
<표 3.1-17> 소유역별 산업체에 의한 오염물질 배출부하량	47
<표 3.1-18> 소유역별 토지이용에 의한 오염물질 배출부하량	47
<표 3.1-19> 오염원별 발생부하량	48
<표 3.1-20> 오염원별 배출부하량	48
<표 3.1-21> 오염물질별 발생·배출부하량 비교	49
<표 3.1-22> 소유역별 BOD 배출부하량	49
<표 3.1-23> 소유역별 T-N 배출부하량	49
<표 3.1-24> 소유역별 T-P 배출부하량	49
<표 3.2-1> 수질 조사지점 위치	51
<표 3.2-2> 분석방법 및 분석기기	52
<표 3.2-3> 조사시기별 기상상태	53
<표 3.2-4> SSS-1 지점의 유기물 조사결과	54
<표 3.2-5> SSS-1 지점의 영양염류 조사결과	54
<표 3.2-6> SSS-2 지점의 유기물 조사결과	56

<표 3.2-7> SSS-2 지점의 영양염류 조사결과	57
<표 3.2-8> SSS-3 지점의 유기물 조사결과	59
<표 3.2-9> SSS-3 지점의 영양염류 조사결과	59
<표 3.2-10> 조사시기별 기상상태	60
<표 3.2-11> SSS-1 지점 수질 측정 결과(1차)	61
<표 3.2-12> SSS-1 지점 수질 측정 결과(2차)	62
<표 3.2-13> SSS-1 지점 수질 측정 결과(3차)	62
<표 3.2-14> SSS-2 지점 수질 측정 결과(1차)	63
<표 3.2-15> SSS-2 지점 수질 측정 결과(2차)	64
<표 3.2-16> SSS-2 지점 수질 측정 결과(3차)	64
<표 3.2-17> SSS-3 지점 수질 측정 결과(1차)	65
<표 3.2-18> SSS-3 지점 수질 측정 결과(2차)	66
<표 3.2-19> SSS-3 지점 수질 측정 결과(3차)	66
<표 3.2-20> 조사지점별 유량조사 결과	67
<표 3.2-21> 서산저수지 수질현황	68
<표 3.3-1> 기상 현황	72
<표 3.3-2> 퇴적물 측정지점	73
<표 3.3-3> 퇴적물 분석방법 및 분석기기	74
<표 3.3-4> 입도 분석방법 및 분석기기	74
<표 3.3-5> 퇴적물의 토양항목 분석 결과	75
<표 3.3-6> 호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준	76
<표 3.3-7> 하천·호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준	76
<표 3.3-8> 퇴적물 측정 결과	77
<표 3.3-9> 퇴적물 영양염류 용출속도	77
<표 3.4-1> 생태조사 조사일	79
<표 3.4-2> 귀화율 및 도시화지수 산출	79
<표 3.4-3> 식물구계학적 특정식물의 구분	80
<표 3.4-4> 우점도 계급(Braun-Blanquet(1964))의 판정기준	80
<표 3.4-5> 식생보전등급 평가항목 및 평가요령	81
<표 3.4-6> 식생보전등급 분류기준	82
<표 3.4-7> 군집분석 방법	85

<표 3.4-8> 생태.자연도(자연환경보전법 제34조)	88
<표 3.4-9> 육상식물상 조사결과	90
<표 3.4-10> 조사지역의 소산식물 현황	90
<표 3.4-11> 각 조사지역별 소산식물 현황	91
<표 3.4-12> 소산식물의 생활형 비교.분석	92
<표 3.4-13> 조사지역의 식생형 분포현황	94
<표 3.4-14> 식생보전등급 분포현황	94
<표 3.4-15> 조사지역의 서식지 현황	99
<표 3.4-16> 포유류 조사 현황	100
<표 3.4-17> 조류 조사 현황	102
<표 3.4-18> 양서·파충류 조사 현황	106
<표 3.4-19> 육상곤충류 조사 현황	107
<표 3.4-20> 육상동물상 조사 현황	109
<표 3.4-21> 담수어류 조사 현황	110
<표 3.4-22> 담수어류 군집분석 결과	112
<표 3.4-23> 저서성 대형무척추동물 조사 현황	113
<표 3.4-24> 저서성 대형무척추동물 군집분석 결과	115
<표 3.4-25> 생물학적 수질평가 결과	116
<표 3.4-26> 법정보호종 조사목록	118
<표 3.5-1> 서산지구 토양분석 결과	122
<표 3.7-1> 서산저수지 유역 내 하천 현황	125
<표 3.7-2> 하천구간	126
<표 3.7-3> 유역의 특성	126
<표 3.7-4> 홍수량 산정	126
<표 3.7-5> 빈도별 기점홍수위	126
<표 3.7-6> 계획 홍수위, 기설제방고	128
<표 4.2-1> 서산저수지 목표수질	132
<표 4.2-2> 호소 생활환경기준	132
<표 4.3-1> 장흥군 인구 변화 추이	133
<표 4.3-2> 장흥군 장래 가축사육 전망	134
<표 4.3-3> 서산저수지 유역 장래 가축사육 전망	134

<표 4.3-4> 장래 소유역별 토지이용 전망	135
<표 4.3-5> 장래 오염원 전망 결과	136
<표 4.3-6> 오염원별 발생부하량	136
<표 4.3-7> 2027년 오염원별 배출부하량	137
<표 4.3-8> 소유역별 장래 2027년 오염물질 배출부하량	138
<표 4.4-1> 호소 수질개선공법의 종류 및 적용성 판단	139
<표 4.4-2> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약	140
<표 4.4-3> 상류 수질개선공법 종류 및 특성 요약	143
<표 4.4-4> 지구 환경현황 및 수질개선대책 선정방향	145
<표 4.4-5> 수질개선대책(안)	146
<표 4.4-6> 시설설계 주요인자	146
<표 4.5-1> 유역 토지이용 분석결과	149
<표 4.5-2> 유역-수질모델 구축을 위한 입력자료	151
<표 4.5-3> 모형효율 적용 범위	152
<표 4.5-4> 유역모형 유출량 보·검증에 따른 모형효율 평가	153
<표 4.5-5> 유역모형 수질 보·검증에 따른 모형효율 평가 (%Difference)	154
<표 4.5-6> 질소 및 인 용출율	158
<표 4.5-7> 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS) 서산저수지 모니터링 결과	159
<표 4.5-8> 환산계수	160
<표 4.5-9> 호소수질모형 보·검증에 따른 모형효율 평가 (%Difference)	161
<표 4.5-10> 장래 부하량 변화에 따른 수질 예측 시나리오 구성	162
<표 4.5-11> 수질정화시설별 정화 효율	163
<표 4.5-12> 시나리오별 수질예측결과	164
<표 4.5-13> 시나리오별 수질예측결과(연최대, 연최소)	164
<표 4.5-12> 시나리오별 수질예측결과(분기평균)	165
<표 5.1-1> 인공습지 장·단점	172
<표 5.1-2> 인공습지 수질정화 기작	173
<표 5.1-3> 습지에 의한 T-N의 제거율에 관한 사례	173
<표 5.1-4> 습지에 의한 T-P의 제거율에 관한 사례	173
<표 5.1-5> RBS(습지용량/발생유량)에 따른 기대 처리효율(%)	179
<표 5.1-6> 조합형인공지습지 정화효율	183

<표 5.1-7> DIROM 모형에 의한 서산저수지 유역별 유출량 산정결과	183
<표 5.1-8> 인공습지별 설계유량	183
<표 5.1-9> 조합형인공습지 조성계획	184
<표 5.1-10> 조합형인공습지 절.성토계획	185
<표 5.1-11> 전도게이트와 고무보 검토	189
<표 5.1-12> 양수시설 설치 위치 선정	190
<표 5.1-13> 양수시설 제원	191
<표 5.1-14> 인공습지로 유입되는 소유역 1,2,3의 평균 일 유출량 검토	192
<표 5.1-15> 수질모형에 의한 수질 예측 결과	193
<표 5.1-16> 인공습지의 식물에 따른 오염물질별 정확효율 비교	195
<표 5.2-1> 침강지 장·단점	200
<표 5.2-2> 침강지의 부댐 형식에 따른 장·단점 검토	202
<표 5.2-3> 침강지 유형별 수처리 효율	203
<표 5.2-4> 서산저수지 유역별 유출량 산정결과	204
<표 5.2-5> 서산저수지 유역별 토지이용현황	204
<표 5.2-6> 침강지 계획	205
<표 5.2-7> 1호 침강지 시행 전·후 내용적 검토	206
<표 5.2-8> 2호 침강지 시행 전·후 내용적 검토	207
<표 5.2-9> 침강지내 준설 시행 전·후 내용적 변화	208
<표 5.2-10> 시행 전·후 서산저수지 내용적	208
<표 5.2-11> 최근 7년간의 서산저수지의 일별 최저 저수율(%)	209
<표 5.2-12> 산박골천 하구 기점수위 검토	211
<표 5.2-13> 산박골천(저수지입구)기점홍수위 검토	212
<표 5.2-14> 경계조건	213
<표 5.2-15> 홍수위 검토결과	213
<표 5.4-1> 시운전 시 고려사항	217
<표 5.4-2> 습지식생 유지에 영향을 주는 잠재적 요인 요약	226
<표 5.4-3> 습지에서 모기 유충 및 성충의 친환경적 방제 제안	228
<표 5.4-4> 침강지별 퇴적물량 및 퇴적두께	231
<표 5.4-5> 1호 침강지의 보조부댐 내 퇴적물량 및 퇴적두께	231
<표 5.4-6> 보조부댐의 준설에 따른 1호 침강지의 퇴적물량 및 퇴적두께 검토 ..	231
<표 5.4-7> 용풍지구 수질개선사업 모니터링 계획	232

그림 차례

(그림 1.1-1) 서산저수지 위치도	4
(그림 2.1-1) 서산저수지 위치도	10
(그림 2.1-2) 표고 및 경사분석도	14
(그림 2.1-3) 서산지구 지질도	15
(그림 2.1-4) 월별 평균기온 분포(2006~2015)	19
(그림 2.1-5) 월별 평균 강수량 분포(2006~2015)	20
(그림 2.1-6) 월별 평균풍속 분포(2006~2015)	21
(그림 3.1-1) 서산저수지 내용적 곡선	34
(그림 3.1-2) 서산저수지 수계현황	35
(그림 3.1-3) 서산저수지 소유역 구분도	37
(그림 3.1-4) 오염원별 위치도	42
(그림 3.1-5) BOD 배출부하량 기여도	50
(그림 3.1-6) T-N 배출부하량 기여도	50
(그림 3.1-7) T-P 배출부하량 기여도	50
(그림 3.2-1) 수질조사지점 위치도	51
(그림 3.2-2) SSS-1 평시 측정사진	53
(그림 3.2-3) SSS-1 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이	54
(그림 3.2-4) SSS-1 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이	55
(그림 3.2-5) SSS-2 평시 측정사진	56
(그림 3.2-6) SSS-2 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이	57
(그림 3.2-7) SSS-2 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이	57
(그림 3.2-8) SSS-3 평시 측정사진	58
(그림 3.2-9) SSS-3 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이	59
(그림 3.2-10) SSS-3 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이	60
(그림 3.2-11) SSS-1 강우시 측정사진	61
(그림 3.2-12) SSS-2 강우시 측정사진	63
(그림 3.2-13) SSS-3 강우시 측정사진	65

(그림 3.2-14) 지점별 유량변화	67
(그림 3.2-15) 서산저수지 측정사진	69
(그림 3.2-16) 서산저수지 강수량 및 COD, TOC 연도별 변화추이	70
(그림 3.2-17) 서산저수지 T-N 및 T-P 농도의 연도별 변화추이	71
(그림 3.3-1) 퇴적물 조사지점 위치도	72
(그림 3.3-2) 퇴적물 채취 사진	73
(그림 3.4-1) 조사경로도	89
(그림 3.4-2) 현존식생도	95
(그림 3.4-3) 식생보전등급도	97
(그림 3.4-4) 분류군별 출현비율 및 상대풍부도 비교	111
(그림 3.4-5) 조사지역의 법정보호종 현황	117
(그림 3.5-6) 법정보호종 위치도(현지조사)	119
(그림 3.4-7) 법정보호종 위치도(문헌조사)	120
(그림 3.5-1) 토양 조사지점 위치도	121
(그림 3.6-1) 조사대상지역 위치도	124
(그림 3.7-1) 하천현황도	125
(그림 3.7-2) 산박골천 홍수량 산정도	127
(그림 4.4-1) 서산저수지 수질개선 상류대책(안)	147
(그림 4.4-2) 서산저수지 호내대책(안)	148
(그림 4.5-1) 대상지역 Delineation 및 토지이용분석 수행	150
(그림 4.5-2) 서산저수지 유역 WinHSPF 구축	152
(그림 4.5-3) 유역모형 유출량 보검증 결과	153
(그림 4.5-4) 유역모형 BOD 보검증 결과	155
(그림 4.5-5) 유역모형 T-N 보검증 결과	155
(그림 4.5-6) 유역모형 T-P 보검증 결과	155
(그림 4.5-7) EFDC 모델의 구조	156
(그림 4.5-8) 3차원 수리모델 EFDC 격자구축	157
(그림 4.5-9) EFDC 모델 구축	157
(그림 4.5-10) 호소수질모델 기상자료 입력결과	158
(그림 4.5-11) 서산저수지 수질 보검증 결과	161

(그림 4.5-12) 서산지구 농업용수 수질개선사업 계획평면도	163
(그림 4.5-13) 시나리오별 장래수질예측 연간변화	165
(그림 5.1-1) 지표흐름형 습지 개념도	170
(그림 5.1-2) 지하흐름형 습지 개념도	170
(그림 5.1-3) 지표-지하흐름 조합형인공습지 개념도	171
(그림 5.1-4) 소유역구분도 및 DIROM모형 구조도	177
(그림 5.1-5) 조합형인공습지 수리계통도	185
(그림 5.1-6) 얇은습지와 지하흐름조의 통수단면도	186
(그림 5.1-7) 지하흐름조 배치도	186
(그림 5.1-8) 조합형인공습지 계획평면도	187
(그림 5.1-9) 양수시설 표준단면도	191
(그림 5.1-10) 선정된 식재 식물	195
(그림 5.1-11) 수변보호공 단면도	196
(그림 5.1-12) 습지구획화 및 작업로 설치 계획도	197
(그림 5.2-1) 침강지 설치 개념도	200
(그림 5.2-2) 침강지 표준단면도	202
(그림 5.2-3) 1호 침강지 계획평면도	206
(그림 5.2-4) 2호 침강지 계획평면도	207
(그림 5.2-5) 최근 7년간의 서산저수지 저수율	209
(그림 5.2-6) 부댐의 배수문 바닥고(EL.1.33m)에 따른 유도가능저수율 검토	210
(그림 5.2-7) 부댐의 배수문 단면도 및 정면도	210
(그림 5.2-8) 이중부댐 개념도	211
(그림 5.2-9) 취입보 및 보조부댐 설치 위치도	212
(그림 5.3-1) 서산저수지 마름 전경	214
(그림 5.3-2) 마름제거 사례	214
(그림 5.3-3) 서산저수지 마름제거 구역	215
(그림 5.4-1) 서산저수지 침강지내 진입로 및 작업로	232

제 1 장

사업의 개요

- 1.1 사업명
- 1.2 배경 및 필요성
- 1.3 목적
- 1.4 사업 범위
- 1.5 사업수행방법
- 1.6 기대효과

제1장 사업 개요

1.1 사업명

- 서산지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

1.2 배경 및 필요성

- 서산저수지는 1945년에 조성된 이후 유역상류에 위치한 마을에서 발생된 미처리 생활하수의 지속적인 유입과 축산농가에서 발생한 가축분뇨, 경작지에 살포된 퇴비, 화학비료 및 도로 비점오염물질 등이 강우 시에 유입되면서 호소 수질환경이 악화되고 있는 실정임
- 서산저수지의 5개년간('11 ~ '15) 연평균 수질이 호소 생활환경기준의 “약간 나쁨” 등급인 해당하는 IV등급(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 농업환경 유지에 지장이 우려됨
- 따라서 농촌의 용수수요 다양화 및 지역주민들의 쾌적한 친수환경 수요 증대, 친환경 농산물시장 확대 정책에 부응하기 위해 수질개선대책이 필요함

1.3 목적

- 서산저수지 수질을 개선하여 환경정책기본법 시행령 제2조(환경기준) 호소 생활환경 기준 IV등급에 적합한 수질을 유지하기 위한 대책 수립
- 양질의 농업용수를 농경지에 공급하여 안전한 농식품 생산기반 제공
- 환경친화적인 수질개선사업을 통한 서산저수지 자연환경을 보전하고 건전한 호소생태계를 유지하여 지속가능한 농업농촌환경 구축
- 서산저수지 수질개선사업 세부설계에 활용

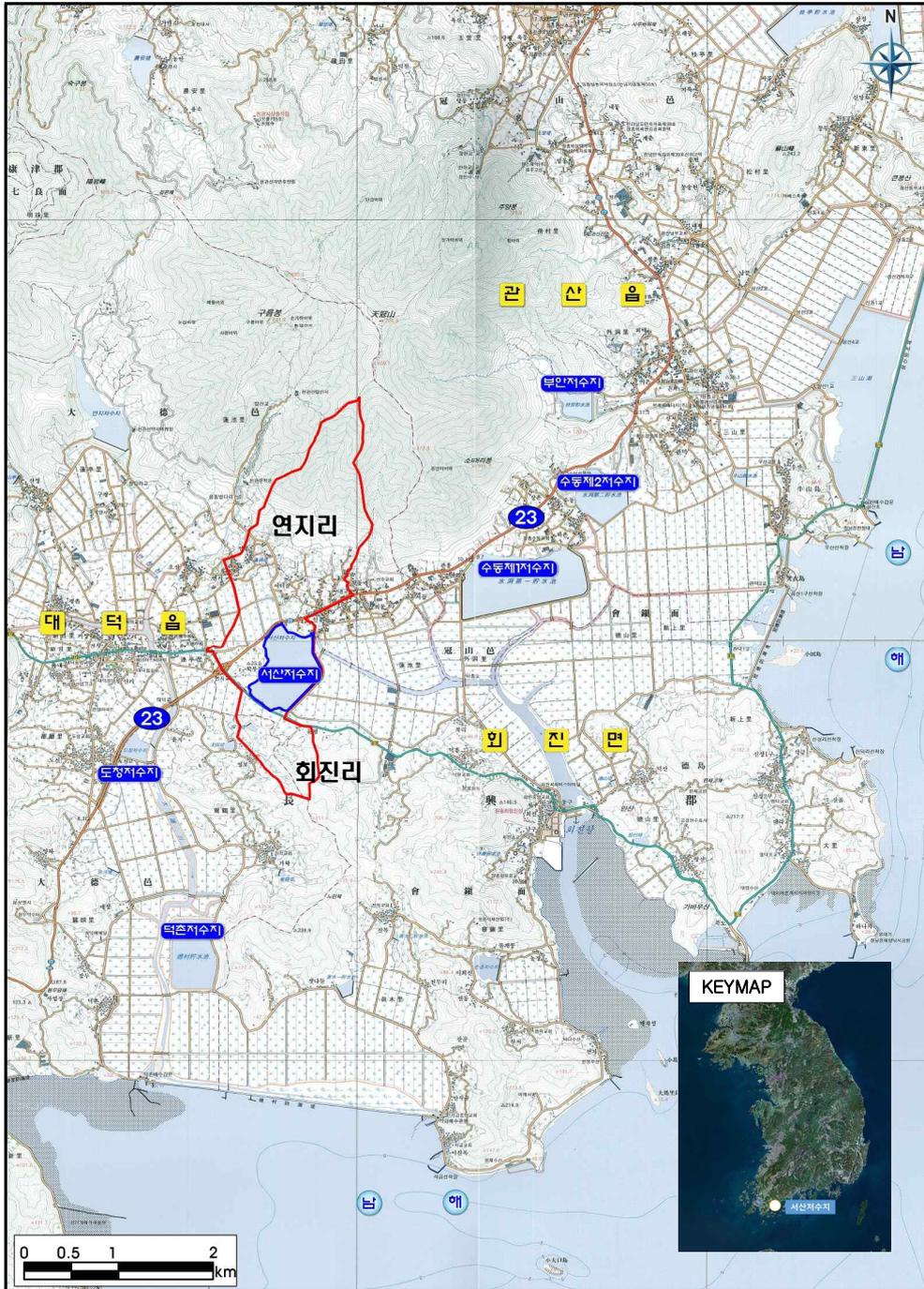
1.4 사업 범위

1.4.1 공간적 범위

- 위 치
 - 서산지구 : 전라남도 장흥군 대덕읍 연지리, 회진면 회진리 일원(서산저수지)

<표 1.1-1> 사업지구 개요

지구명	조성년도	유역면적	만수면적	수해면적	유효저수량 (총저수량)	제당 높이	제당연장	관리주체
서산지구	1945년	367.9 ha	47.2 ha	169.0 ha	793.0 천톤 (809.5 천톤)	6.5 m	936.0 m	장흥지사



(그림 1.1-1) 서산지수지 위치도

1.4.2 내용적 범위

- 사업지구 주변의 자연 환경 및 인문·사회 환경조사
- 서산저수지의 수질개선대책 수립을 위한 수질, 동·식물상, 퇴적물, 수리·수문, 오염원 등 수환경 조사
- 서산저수지 유역내 현재 오염원 및 장래 오염원 변화에 따른 오염부하량 산정
- 서산저수지 목표수질 달성을 위한 상류 및 호내대책 수질개선대안별 수질예측
- 수질예측 결과를 검토하여 서산저수지 수질개선 최적 대안 선정 및 기본계획(안) 수립

1.5 사업 수행 방법

1.5.1 기본방향

- 사업은 크게 현장조사와 실내분석으로 구분되며, 현장조사는 과거조사자료 등 이용 가능한 자료를 최대한 활용
- 현장조사는 주요 유입 하천과 서산저수지에 대하여 수질변화 특성을 파악할 수 있도록 지점·시기별 조사를 실시
- 저수지별 내부 생산 정도를 파악하기 위하여 퇴적물 조사 및 저수지 주변에 서식하는 동·식물 등 환경 파악
- 현장조사 결과를 바탕으로 서산저수지의 오염상태를 진단
- 수질예측 모형을 이용하여 장래 오염원의 변화에 따른 수질변화를 예측하여 목표 수질을 달성할 수 있는 최적의 수질개선대안을 선정
 - 지자체 등에서 운영·추진·계획 중인 상류 대책을 먼저 검토하여 본 기본조사에서 반영
 - 호내 대책은 사업효과가 높고 안전성과 유지관리가 용이한 대책을 선정하여 목표 수질을 만족할 때까지 검토
- 선정된 수질개선방안을 바탕으로 토목 현장조사, 관계기관 의견수렴 결과를 반영하여 기본계획(안) 수립

1.5.2 기본계획 수립 과정



1.6 기대 효과

- 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
- 환경보전에 대한 국민 홍보 및 교육 공간 제공

제 2 장

현황 조사

- 2.1 자연환경
- 2.2 인문사회 현황
- 2.3 환경기초시설
- 2.4 농업 현황
- 2.5 축산업 현황

제2장 현황 조사

2.1 자연환경

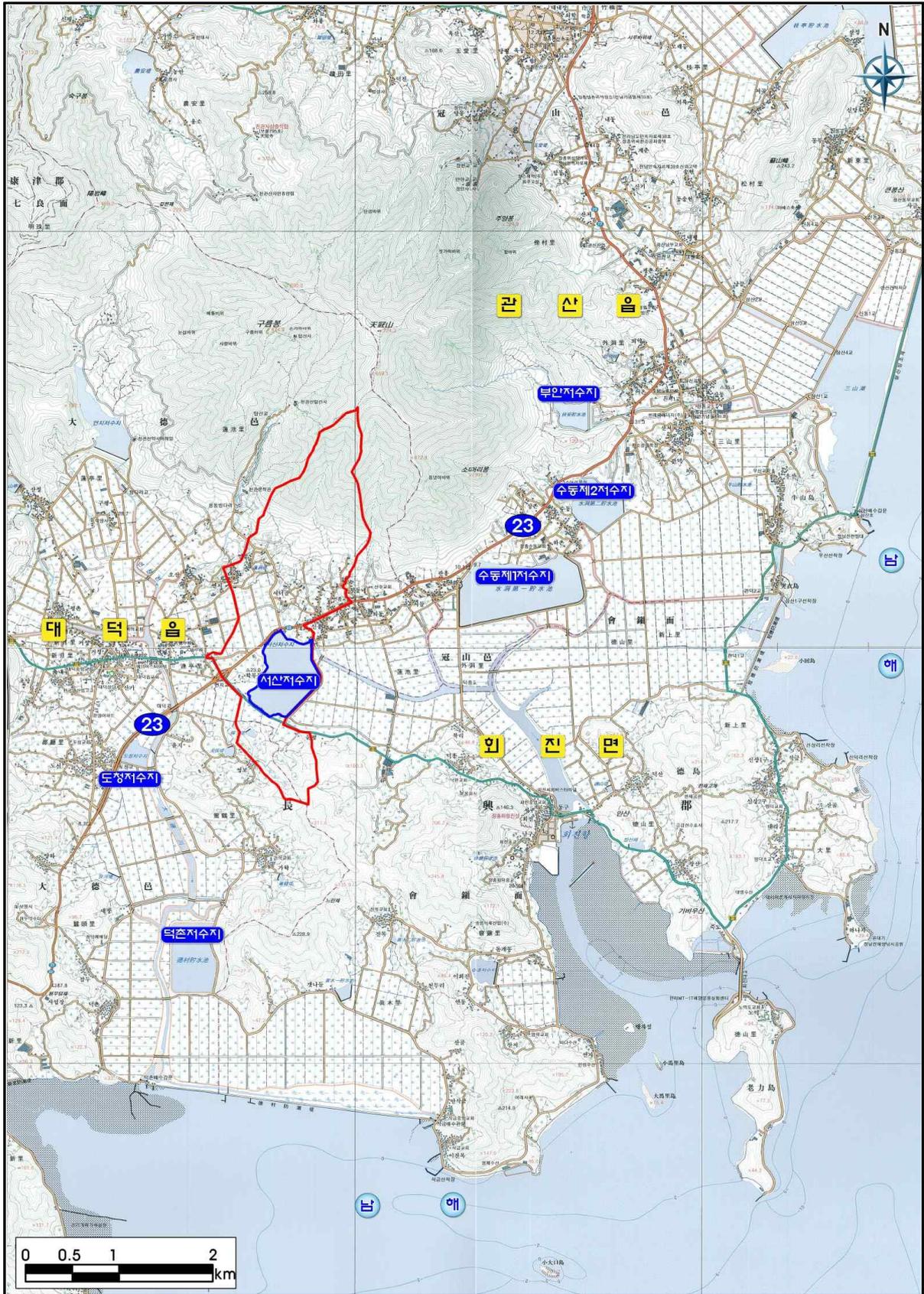
2.1.1 일반현황

- 장흥군은 전라남도 남부에 위치하여 북방으로부터 동남방에 이르는 경계의 고지대로 화순, 보성군과 경계를 이루면서 득량만이 접하고 안양, 용산, 관산, 대덕, 회진 5개 읍·면은 해안선에 연해 있어 고흥, 완도군과 경계를 이루며 북부에서 서남방 경계는 산악지대로 영암, 강진군과 경계를 이루고 용반들, 부산들, 한들평야 등의 동북쪽의 보성강 유역과 남부의 득량만에 흐르는 대소하천 유역에 평야가 산재되어 있음
- 장흥군의 산악은 노령산맥의 일부지맥으로 북방 유치면의 삼계봉(503.9m)을 거점으로 동남으로는 장평면의 봉미산, 벽옥산(479.2m)등에 연결되고 중앙으로는 유치면의 가지산(509.9m) 용두산, 보성군과 경계인 장흥군의 제암산(807.0m), 안양면의 사자산(666.0m) 공치산 등에 연결되어 있고, 서남으로는 유치면의 민들고랑(479.9m), 국사봉(613.3m), 부산면의 수인산(561.2m), 용산면의 부용산(609.0m), 관산읍의 천관산(723.1m)과 양암봉(464.9m)으로 연결되어 남북 일대의 산맥을 이루고 있음
- 전라남도 3대강의 하나인 탐진강은 영암 금정산에서 발원하여 유치, 부산, 장흥에 이르기까지 대소 20개 하천이 합류되어 장흥군에서 예양(일명 금강)강이라고 하고 사인암에 이르러 영암군 월출산에서 발원한 금강천과 합류하여 강진만으로 흐르며, 강유역에서 용반, 부산, 한들 등의 비옥한 평야가 전개되어 있어 농산물이 풍부하여 장흥군의 명산물의 하나인 은어가 여름철에 서식하고 있으며, 기타 대소하천으로 동북쪽 장평면의 9개 하천은 보성강에 흐르고 남쪽의 남상천의 16개 하천은 득량만으로 흐르고 있음

<표 2.1-1> 장흥군 경·위도상 위치

군청 소재지	단	경도와 위도의 극점		연장거리
		지 점	극 점	
장흥군 장흥읍 건산리 715-11	동단	장평면 진산리	동경 127° 02' 104", 북위 34° 50' 05"	동서간 25.5km
	서단	유치면 관동리	동경 126° 47' 17", 북위 34° 47' 30"	
	남단	대덕읍 웅암리	동경 126° 53' 00", 북위 34° 25' 02"	남북간 51.5km
	북단	유치면 운월리	동경 126° 53' 00", 북위 34° 52' 30"	

자료 : 장흥군 통계연보, 2015



(그림 2.1-1) 서산저수지 위치도

2.1.2 토지이용현황

가. 지목별 토지이용현황

- 장흥군의 지목별 토지이용현황 조사결과, 전체면적 622.4km² 중 임야가 404.0km² (64.9%)로 가장 넓은 면적을 차지하며, 다음으로 답 97.8km²(15.7%), 전 33.8km² (5.4%) 등의 순으로 조사됨
- 서산지구가 위치하는 장흥군 대덕읍의 지목별 토지이용현황 조사결과, 전체면적 58.1km² 중 임야가 35.3km²(60.8%)로 가장 넓은 면적을 차지하며, 다음으로 답 9.6km² (16.5%), 전 5.3km²(9.0%) 등의 순으로 조사됨

<표 2.1-2> 지목별 토지이용현황

(단위:km², %)

구 분		계	전	답	임야	대지	도로	하천	기타
장흥군	면적	622.4	33.8	97.8	404.0	11.0	19.7	14.1	42.0
	구성비	100.0	5.4	15.7	64.9	1.8	3.2	2.3	6.7
대덕읍	면적	58.1	5.3	9.6	35.3	1.1	1.7	1.1	4.0
	구성비	100.0	9.0	16.5	60.8	1.9	2.9	2.0	6.9

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

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

나. 용도지역별 토지이용현황

- 장흥군의 용도지역별 토지이용현황 조사결과, 도시지역 37.3km², 비도시지역 612.0km²로 총 649.3km²가 용도지역으로 지정되어 있는 것으로 조사되었으며, 이중 비도시지역의 농림지역이 422.3km²(65.0%), 관리지역이 137.3km²(21.2%) 등으로 넓은 면적을 차지하고 있는 것으로 조사됨

<표 2.1-3> 용도지역별 토지이용현황

(단위:km², %)

구 분	합계	도시지역					비도시지역			
		주거	상업	공업	녹지	미지정	관리	미세분	농림	자연환경보전
면적	649.3	3.0	0.5	2.2	31.6	-	137.3	-	422.3	52.4
구성비	100.0	0.4	0.1	0.3	4.9	-	21.2	-	65.0	8.1

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

2.1.3 환경관련 지구·지역 지정현황

가. 생태·경관보전지역 지정현황

- 장흥군에는 환경부, 시·도지사 지정 생태·경관보전지역으로 지정된 곳은 없는 것으로 조사됨(생태·경관보전지역 지정 현황(2015.12, 환경부))

나. 백두대간보호지역 지정현황

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

다. 상수원보호구역

- 장흥군에는 관산, 대덕, 장흥댐 상수원보호구역 등 총 3개소가 지정되어 있는 것으로 조사됨

<표 2.1-4> 상수원보호구역 현황

관리청	보호구역명	면적(km ²)	지정거리(m)	지정폭(m)	거주인구(명)	취수장명
전라남도 장흥군	관산	771	2,200	370	-	옥당
	대덕	184	2,500	300	-	연정
	장흥댐	10,485	-	-	-	장흥댐

자료 : 상수원보호구역 지정현황(2013년말 기준), 환경부

라. 습지보호지역

- 장흥군에는 습지보호지역으로 지정된 곳은 없는 곳으로 조사됨(습지보호지역 지정현황(2015.7, 환경부))

마. 야생생물 보호구역 지정현황

- 장흥군에는 총 2개소의 야생생물 보호구역이 지정되어 있는 것으로 조사됨

<표 2.1-5> 야생생물 보호구역 지정현황

고시번호	소재지	총면적(km ²)	종현황			비고
			일반야생동물	멸종위기 I·II 등급	천연기념물	
장흥 '97-4	장흥군 유치면 봉덕리 산10-1	0.11	멧토끼, 꿩, 어치, 청설모	-	-	-
장흥 '98-25	장흥군 장흥읍 덕제리 산1-1외 6	0.19	백로, 왜가리	-	-	-

자료 : 야생생물보호구역현황('14.07 기준), 환경부

바. 자연공원 지정현황

- 장흥군의 자연공원 지정현황 조사결과, 천관산 도립공원이 총 면적 7.594km²가 지정되어 있으며 서산저수지의 북측에 인접하여 위치함

<표 2.1-6> 자연공원 현황

공원명	위치	지정년월	면적(km ²)	비고
천관산	전남 장흥	1998.10.13	7.594	-

자료 : 자연공원 지정현황(2014 기준), 환경부

사. 배출허용기준(폐수)적용 지역 지정현황

- 장흥군의 수질오염물질 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정 현황을 조사한 결과 계획지구 전체가 배출허용기준 “가”지역으로 지정되어 있는 것으로 조사됨

<표 2.1-7> 용도지역별 토지이용현황 (단위:km², %)

행정구역	지역별		
	청정지역	가 지역	나 지역
장흥군	장동·유치·부산·장평면	"청정"지역을 제외한 전역	-

자료 : 배출허용기준(폐수)적용을 위한 지역지정 규정(환경부고시 제2007-107호), 2009. 1. 1부터 적용되는 지역현황

2.1.4 지형·지질

가. 표고 및 경사분석

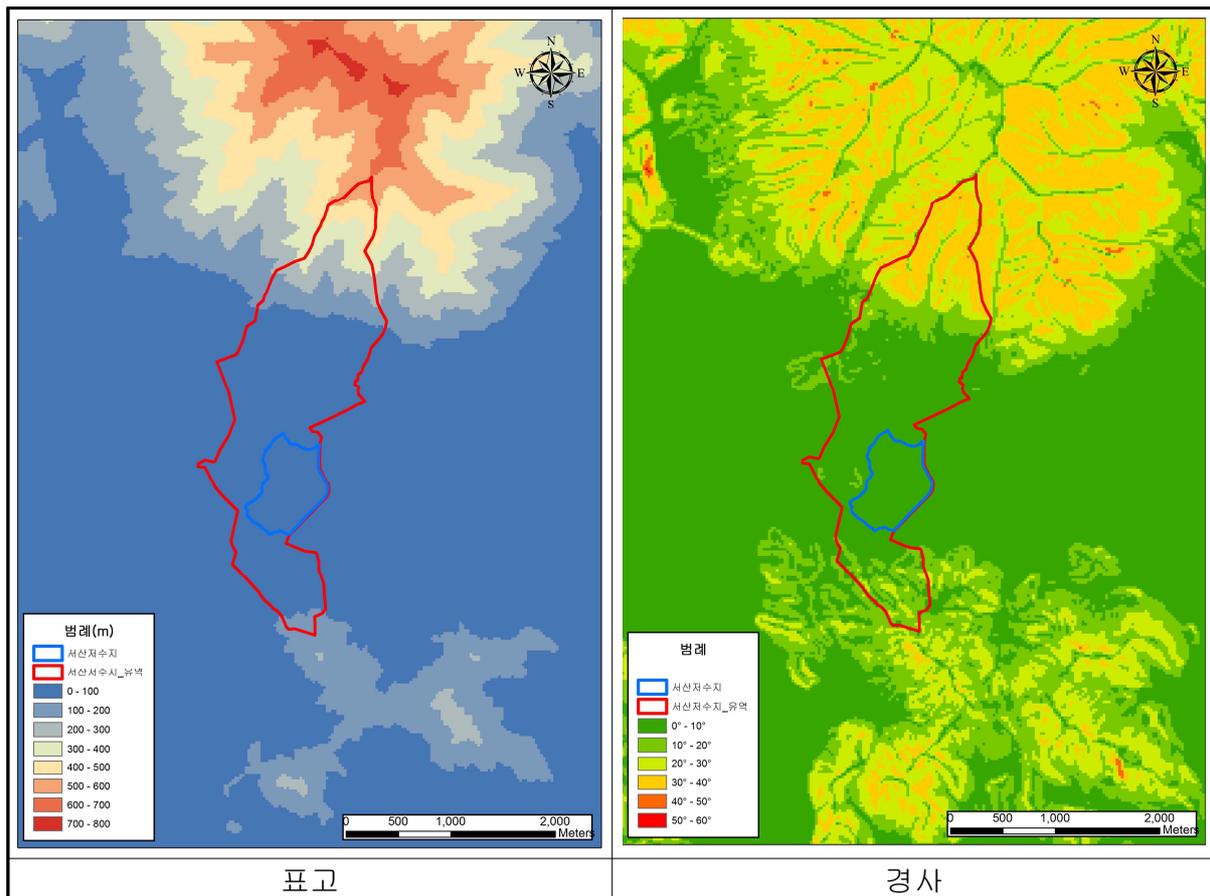
- 서산지구의 표고는 EL.0~605.0m로 이루어져 있는 것으로 조사되었으며, 표고차는 약 605.0m로 분석됨
- 서산지구의 경사는 0~52°로 이루어져 있으며, 평균경사는 약 11°인 것으로 분석됨

<표 2.1-8> 표고분석

구 분	합 계	0~100m	100~200m	200~300m	300~400m	400~500m	500~605m
면 적(km ²)	3,670,000	2,748,011	347,567	232,941	177,873	113,428	50,180
구성비(%)	100.0	74.9	9.5	6.3	4.8	3.1	1.4

<표 2.1-9> 경사분석

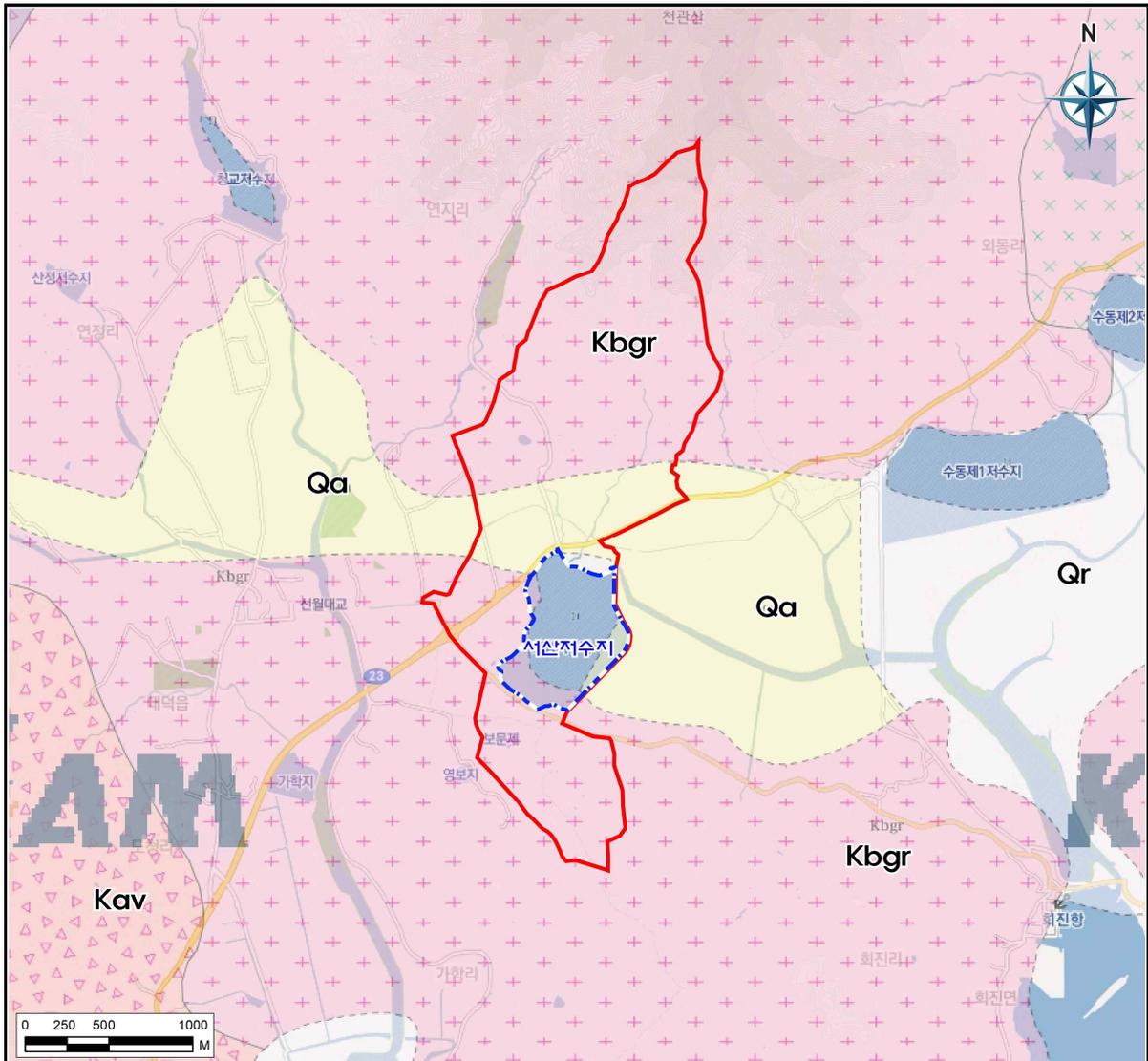
구 분	합 계	0~10°	10~20°	20~30°	30~40°	40~52°
면 적(km ²)	3,670,000	2,224,167	599,762	309,757	523,545	12,770
구성비(%)	100.0	60.6	16.3	8.4	14.3	0.4



(그림 2.1-2) 표고 및 경사분석도

나. 지질조사

- 서산저수지 및 그 주변의 지질현황은 한국지질자원연구원(<http://www.kigam.re.kr>)에서 제공하는 지질주제도서비스를 활용하여 조사한 결과, 신생대 4기의 총적층 및 중생대 백악기의 흑운모화강암으로 이루어져 있는 것으로 조사되었음



분례	기 호	시대	지층명	대표암석	도폭
	Qa	신생대 제4기	총적층	-	-
	Kbgr	중생대 백악기	흑운모화강암	-	-
	Kav	중생대 백악기	유문암및유문암질응회암	-	-
	Qr	신생대 제4기	매립지	-	-

(그림 2.1-3) 서산지구 지질도

다. 보존가치가 있는 지형·지질 존재여부

- 서산지구 및 주변지역에 ‘자연경관적·학술적·역사적·예술적’ 보존가치가 있는 지형·지질의 분포 여부 조사를 위하여 관련 문헌을 조사함
 - 한국의 지질노두 150선, 2004, 한국지질자원연구원
 - 지질·광물 문화재 자원조사 보고서, 2001, 문화재청
 - 한국의 지질유산 정보구축과 관리방안, 2008, 한국환경정책·평가연구원
- 서산지구가 위치한 장흥군에는 보존가치가 있는 지형·지질이 존재하지 않는 것으로 조사됨

라. 백두대간 및 주요 정맥 분포 현황

- 서산지구가 위치한 장흥군은 「백두대간 및 보호에 관한 법률」 제2조에 의한 백두대간 보호지역에 해당되지 않는 것으로 조사됨
- 서산지구와 인접하여 위치한 주요 산계는 호남정맥에서 분기한 사자지맥(서산저수지와 약 4.2km이격)이 서산저수지 서측으로 위치하고 있는 것으로 조사됨
- 본 사업은 서산저수지 내 인접수변에서 공사가 예상되는 사업으로 주변 주요 산계 훼손 및 생태축 단절 등의 영향은 없을 것으로 검토됨

2.1.5 기상개황

- 서산지구는 지리상으로 한반도의 남부지역인 전라남도 장흥군에 위치하고 있으며, 기후는 동한난류가 흘러 비교적 기온이 온화한 해양성기후의 특징을 나타냄
- 장흥군 내에 장흥관측소가 위치하고 있으며 최근 10개년 자료를 수집하여 비교분석 하였음
- 과거 10년(2006~2015년)간 연평균 기온은 13.6℃, 연평균 강수량은 1,507.1mm이나 연중 고르지 못하며, 조사기간 중 가장 많은 강수량을 보인 해는 2007년도의 1,978.0mm임

<표 2.1-10> 년도별 기상개황

년 도	기 온(℃)			강수량 (mm)	바람(m/sec)
	평균기온	최고기온	최저기온		평균풍속
2006	13.2	19.4	8.0	1,678.6	2.1
2007	13.5	19.4	8.4	1,978.0	2.2
2008	13.5	19.3	8.3	981.6	2.3
2009	13.8	19.6	8.4	1,461.5	2.5
2010	13.6	19.1	8.7	1,748.8	2.6
2011	13.5	19.0	8.4	1,583.8	2.5
2012	13.3	18.5	8.6	1,774.7	2.3
2013	13.7	19.5	8.5	1,157.3	2.1
2014	13.7	19.5	8.6	1,546.0	2.0
2015	13.9	19.5	8.9	1,161.0	1.9
평균	13.6	19.3	8.5	1,507.1	2.3

자료 : 기상연보(2006~2015)

가. 기 온

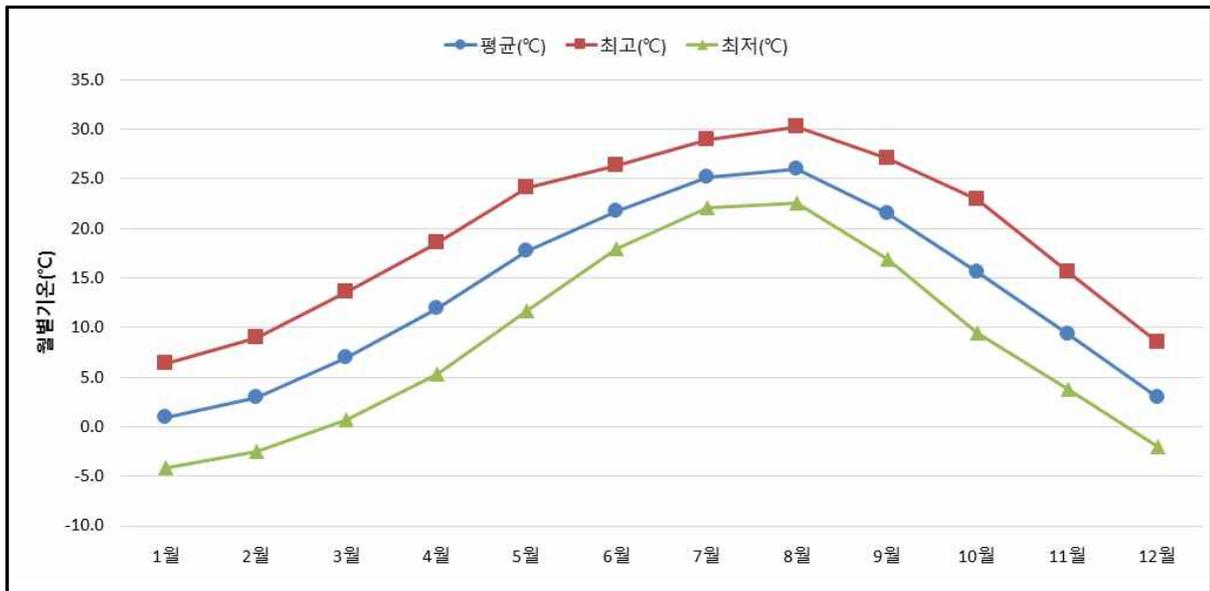
- 장흥관측소에서 조사한 자료로 2006년부터 2015년까지 월별 평균기온과 최저, 최고 기온을 비교해 보았으며, 10년 동안 연평균기온은 13.6℃로 조사되었고, 최고기온은 19.6℃(2009), 최저기온은 8.0℃(2006)이었음

<표 2.1-11> 월별 기온분포

[단위 : °C]

구 분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
2006	평균	1.8	1.8	6.3	11.3	16.7	20.9	23.8	26.5	19.4	16.7	10.0	3.2	13.2
	최고	7.6	7.9	13.8	17.8	22.4	26.3	27.6	31.9	25.5	25.6	16.4	9.4	19.4
	최저	-3.3	-3.8	-0.9	4.6	11.7	16.6	21.3	22.8	14.4	10.1	4.0	-1.9	8.0
2007	평균	1.7	4.9	7.3	11.3	17.2	21.2	23.9	26.1	21.8	15.3	7.7	4.1	13.5
	최고	7.8	12.2	13.7	18.4	23.5	25.5	28.0	30.3	25.9	22.0	15.3	9.7	19.4
	최저	-3.8	-1.9	1.3	3.6	11.5	17.7	20.8	23.0	18.6	9.5	1.0	-0.9	8.4
2008	평균	1.5	0.7	7.2	12.7	17.0	20.7	26.2	25.4	22.2	16.3	8.6	3.2	13.5
	최고	6.3	7.1	14.3	19.3	23.5	24.4	30.2	29.9	27.6	24.0	15.6	9.8	19.3
	최저	-2.3	-5.2	0.0	6.1	10.5	17.6	23.2	21.4	17.7	10.0	2.7	-2.6	8.3
2009	평균	1.0	5.3	7.7	12.4	18.2	21.9	24.5	25.0	21.8	15.3	9.1	2.9	13.8
	최고	6.9	11.6	14.1	20.0	25.3	26.6	28.2	29.3	27.8	23.1	14.9	7.9	19.6
	최저	-4.3	-0.6	1.2	5.1	11.3	17.5	21.3	21.1	17.1	8.9	4.4	-1.8	8.4
2010	평균	0.7	3.9	7.2	10.5	17.4	22.4	25.4	27.2	23.0	15.5	7.7	2.8	13.6
	최고	6.1	9.1	11.8	16.2	23.5	27.4	29.0	30.9	28.3	22.2	15.2	8.9	19.1
	최저	-4.3	-1.0	2.1	4.5	11.8	18.0	22.7	24.2	18.8	9.5	0.8	-3.0	8.7
2011	평균	-2.4	3.1	5.2	11.6	18.0	22.5	26.0	25.6	22.1	14.9	12.4	2.5	13.5
	최고	2.2	10.0	12.0	18.6	23.5	27.0	29.6	29.1	28.3	22.2	17.7	7.5	19.0
	최저	-7.1	-3.0	-1.2	4.2	12.7	18.7	23.0	23.0	17.0	8.4	7.8	-2.2	8.4
2012	평균	0.8	0.6	6.6	12.7	18.8	22.3	25.6	26.9	20.7	15.1	8.2	1.3	13.3
	최고	6.0	5.6	12.0	18.6	25.2	26.6	29.5	30.3	25.9	22.3	13.4	6.0	18.5
	최저	-4.4	-3.9	1.7	6.2	13.2	18.6	22.6	23.9	16.3	8.6	2.9	-3.1	8.6
2013	평균	0.2	2.4	7.2	10.9	17.9	22.3	26.7	27.4	22.0	16.4	8.2	3.0	13.7
	최고	5.4	7.7	15.0	17.3	24.5	27.0	30.3	32.4	27.8	23.1	14.8	8.6	19.5
	최저	-4.9	-2.7	0.2	4.0	11.3	19.1	23.7	23.4	17.1	10.7	2.5	-1.9	8.5
2014	평균	1.6	4.0	7.9	13.4	17.8	21.9	24.5	24.3	21.4	15.6	10.0	1.9	13.7
	최고	8.4	9.8	14.0	20.3	24.7	26.6	28.4	28.1	27.3	22.9	16.4	6.8	19.5
	최저	-4.8	-1.3	1.8	7.0	11.0	18.3	21.4	21.5	16.6	9.3	4.7	-2.5	8.6
2015	평균	2.2	3.2	7.4	12.9	18.3	21.2	24.5	25.1	20.4	15.1	11.4	5.1	13.9
	최고	7.5	8.5	14.6	19.3	25.1	25.5	28.7	30.1	26.3	22.3	16.0	10.1	19.5
	최저	-2.8	-2.0	0.5	7.5	11.8	17.6	21.1	21.1	15.1	9.0	7.3	0.3	8.9
평균	평균	0.9	3.0	7.0	12.0	17.7	21.7	25.1	26.0	21.5	15.6	9.3	3.0	13.6
	최고	6.4	9.0	13.5	18.6	24.1	26.3	29.0	30.2	27.1	23.0	15.6	8.5	19.3
	최저	-4.2	-2.5	0.7	5.3	11.7	18.0	22.1	22.5	16.9	9.4	3.8	-2.0	8.5

자료 : 기상연보(2006~2015)



(그림 2.1-4) 월별 평균기온 분포(2006~2015)

나. 강수량

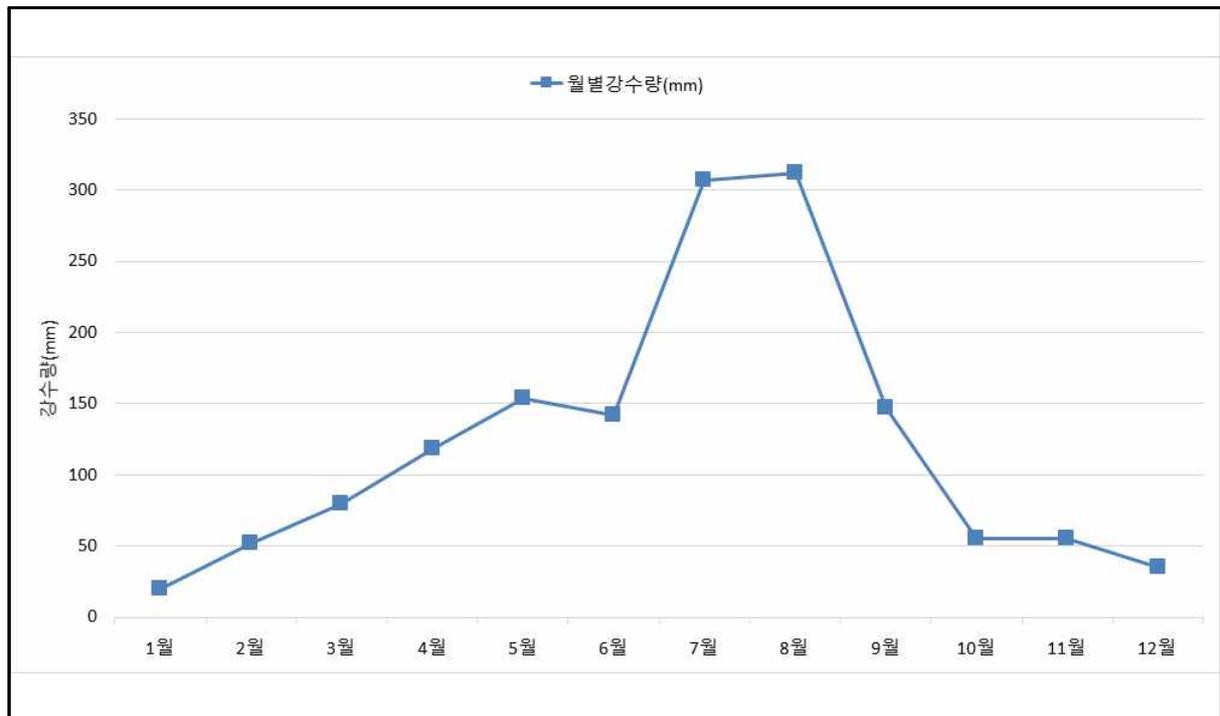
- 장흥관측소의 기상자료를 이용하여 2006년에서부터 2015년까지의 강우자료를 다음 표에 나타내었으며, 조사기간 중 최고 강수량은 2007년에 1,978.0mm, 최소 강수량은 2008년에 981.6mm로 조사되었음
- 총 강수량의 50~60%가 여름철에 내리는 것으로 나타났으며, 2007년 총강수량은 1,978.0mm로 장흥관측소의 최근 10년 평균값 1,507.1mm 보다 470.9mm 많은 강수량을 보이고 있음
- 과거 10년간 연간 강수량은 매년 고르지 못하며 남부지역 강수량 1,000~1,800mm 범위와 일치하는 1,507.1mm의 수치를 나타내고 있음

<표 2.1-12> 월별 강수량 분포

[단위 : mm]

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
2006	17.0	50.5	20.5	137.5	275.5	270.5	506.5	208.5	83.0	34.5	34.5	40.1	1,678.6
2007	14.9	49.4	159.5	42.5	148.0	37.5	274.5	577.0	530.5	90.0	1.5	52.7	1,978.0
2008	44.0	11.1	51.4	52.1	192.2	262.2	127.3	127.2	42.5	35.5	26.9	9.2	981.6
2009	12.9	64.5	62.0	121.0	157.4	118.2	638.6	107.1	66.9	57.4	20.0	35.5	1,461.5
2010	34.6	119.0	111.4	159.5	146.0	88.5	268.5	565.2	114.6	64.5	23.8	53.2	1,748.8
2011	1.9	74.0	31.0	134.8	127.7	272.2	360.3	354.5	25.3	24.0	167.5	10.6	1,583.8
2012	17.1	35.1	165.1	235.5	38.0	53.9	267.0	554.1	248.5	55.0	42.4	63.0	1,774.7
2013	19.0	59.5	71.0	59.9	225.2	88.1	180.0	256.4	82.1	27.6	81.1	7.4	1,157.3
2014	13.5	22.9	87.7	64.6	105.1	119.0	214.2	528.2	209.4	84.0	72.7	24.7	1,546.0
2015	25.6	29.4	39.5	178.6	124.5	104.9	231.0	149.0	64.4	77.9	84.3	51.9	1,161.0
평균	20.1	51.5	79.9	118.6	154.0	141.5	306.8	342.7	146.7	55.0	55.5	34.8	1,507.1

자료 : 기상연보(2006~2015)



(그림 2.1-5) 월별 평균 강수량 분포(2006~2015)

다. 풍 속

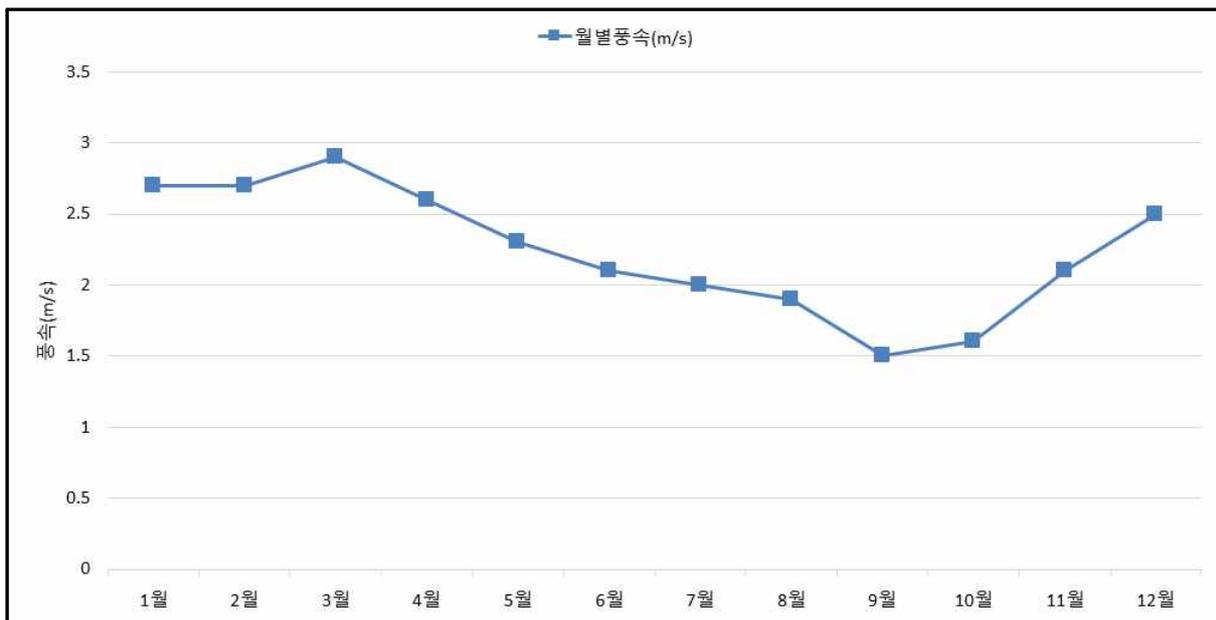
- 연평균 풍속은 1.9m/s~2.6m/s로 풍속의 변화는 크지 않는 것으로 조사됨
- 10개년 평균 풍속은 2.3m/s로 풍력 계급의 제2등급인 남실바람(1.6m/s ~ 3.3m/s)에 해당하며, 이 정도는 바람이 얼굴에 느껴지고 잔물결이 뚜렷이 일어나는 정도임

<표 2.1-13> 월별 평균풍속 분포

[단위 : m/s]

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
2006	2.2	2.8	2.9	2.6	2.3	2.0	2.1	1.4	1.5	1.2	2.0	2.1	2.1
2007	2.2	2.5	2.7	2.4	2.4	2.0	1.9	2.1	1.7	1.6	2.0	2.4	2.2
2008	3.1	3.6	2.7	2.6	2.3	2.4	1.9	1.9	1.5	1.4	1.7	2.7	2.3
2009	3.0	2.9	3.4	2.9	2.4	2.4	2.1	1.9	1.6	1.8	2.8	3.1	2.5
2010	3.1	2.6	3.2	3.0	2.5	2.0	2.3	2.4	2.0	2.1	2.3	3.1	2.6
2011	3.8	2.5	3.6	2.9	2.6	2.6	2.3	2.1	1.4	1.7	1.9	2.4	2.5
2012	2.4	2.7	2.9	2.8	1.9	2.2	1.9	2.7	1.7	1.8	2.5	2.6	2.3
2013	2.4	2.7	2.6	2.8	2.2	1.9	1.9	1.5	1.5	1.8	2.1	2.3	2.1
2014	2.1	2.1	2.3	2.2	2.2	1.9	1.8	1.8	1.4	1.5	1.7	2.5	2.0
2015	2.6	2.6	2.4	2.1	2.1	1.8	1.9	1.3	1.1	1.3	1.5	1.8	1.9
평균	2.7	2.7	2.9	2.6	2.3	2.1	2.0	1.9	1.5	1.6	2.1	2.5	2.3

자료 : 기상연보(2006~2015)



(그림 2.1-6) 월별 평균풍속 분포(2006~2015)

2.2 인문·사회 현황

2.2.1 인구 현황

- 장흥군 인구는 2014년 기준으로 20,603세대 43,683명으로 그 중 남자가 21,136명, 여자가 22,547명으로 여자가 남자보다 약간 많은 것으로 조사되었으며, 인구밀도는 70.2명/km²이며 전남의 157.1명/km²(전라남도 통계연보, 2015)보다 낮은 것으로 조사됨
- 장흥군 전체 인구는 전라남도 전체 인구 1,934,034명의 약 2.26%에 해당하며, 장흥군 인구추이는 2005년부터 2009년까지 감소하였다가 2009년 이후로는 증가 추세인 것으로 조사됨

<표 2.2-1> 장흥군 연도별 인구변화 추이

연도별	세대수	인구			인구밀도	면적(km ²)
		합계	남	여		
2005	19,393	45,758	22,010	23,748	74.0	618.2
2006	19,333	44,654	21,474	23,180	72.2	618.24
2007	19,319	43,703	21,004	22,699	70.7	618.19
2008	19,265	43,051	20,712	22,339	69.64	618.19
2009	19,431	42,433	20,459	21,974	68.64	618.18
2010	19,878	42,732	20,631	22,101	69.13	618.18
2011	20,085	42,890	20,688	22,202	68.91	622.37
2012	20,228	43,014	20,796	22,218	68.92	622.37
2013	20,447	43,409	20,999	22,410	69.7	622.41
2014	20,603	43,683	21,136	22,547	70.2	622.41

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

2.2.2 산업 현황

- 장흥군의 2015년 통계연보에 따른 산업대분류별 산업현황을 살펴보면, 사업체수 및 종업원 수는 도매 및 소매업이 각각 1,006개 업체, 2,232명으로 가장 많이 종사하는 것으로 나타남

<표 2.2-2> 장흥군 산업 대분류별 사업체 현황

구 분	사업체수	종사자수	구 분	사업체수	종사자수
농업, 임업 및 어업	37	188	금융 및 보험업	47	392
광업	2	33	부동산업 및 임대업	37	86
제조업	330	1,641	전문, 과학 및 기술서비스업	58	255
전기, 가스, 증기 및 수도사업	6	92	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	26	62
하수·폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	12	85	공공행정, 국방 및 사회보장행정	50	1,330
건설업	178	662	교육서비스업	105	932
도매 및 소매업	1,006	2,232	보건업 및 사회복지 서비스업	118	1,142
운수업	203	441	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	68	241
숙박 및 음식점업	651	1,395	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업	456	857
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	17	134	-	-	-
2014년	사업체수 : 3,407 종사자수 : 12,200				

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

2.3 환경기초시설

2.3.1 상·하수도 및 환경피해유발시설물 현황

가. 상수도 현황

- 장흥군 상수도 급수현황은 2014년 기준 총인구 43,683명의 77.2%인 33,731명이 급수 혜택을 받고 있으며, 1일 1인당 급수량 일평균은 315L임

<표 2.3-1> 장흥군 상수도 현황

연도별	총인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	시설용량 (m ³ /d)	급수량 (m ³ /d)	1일 1인당 급수량(L)
2010	42,732	22,430	52.5	8,000	8,700	388
2011	42,890	23,018	53.7	8,405	8,566	372
2012	43,014	24,703	57.4	8,405	8,789	356
2013	41,770	29,502	71.0	11,905	10,625	211
2014	43,683	33,731	77.2	11,900	10,625	315

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

나. 하수도 현황

- 장흥군의 하수도 현황은 오수와 우수가 분리되어 있는 분류식 배제방식이 적용되어 있으며, 2014년 기준 장흥군의 하수관거 보급현황은 총 222,374km로 전체가 분류식으로 처리되는 것으로 조사됨

<표 2.3-2> 장흥군 하수도 보급현황

년도	처리인구			하수관거		
	총인구 (인)	하수처리 인구(인)	보급률 (%)	계획연장 (km)	시설연장 (km)	보급률 (%)
2010	42,732	25,513	59.7	317,857	218,974	68.9
2011	42,890	25,463	59.4	320,126	221,162	69.1
2012	43,014	25,629	59.6	320,126	221,164	69.1
2013	43,409	25,905	59.7	320,126	222,374	69.5
2014	43,683	26,325	60.3	320,126	222,374	69.5

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

<표 2.3-3> 장흥군 하수도 하수관거 처리현황

년도	합류식			분류식				
	계획면적 (km ²)	계획연장 (km)	시설연장 (km)	계획면적 (km ²)	계획연장(km)		시설연장(km)	
					오수	우수	오수	우수
2010	-	-	-	265.02	139.039	178,818	98,058	120,916
2011	-	-	-	265.02	141,308	178,818	100,248	120,916
2012	-	-	-	265.02	141,308	178,818	100,248	120,916
2013	-	-	-	265.02	141,308	178,818	100,743	121,631
2014	-	-	-	265.02	141,308	178,818	100,743	121,631

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

다. 환경피해유발시설물 현황

- 장흥군의 환경오염물질 배출시설은 총 97개소로 대기(가스, 먼지, 매연 및 악취) 배출 시설 40개소, 수질(폐수) 배출시설 37개소, 소음 및 진동 배출시설 20개소의 환경오염 물질 배출시설이 분포하는 것으로 조사됨

<표 2.3-4> 장흥군 환경오염물질 배출시설 현황

구분	총계	대기(가스, 먼지, 매연 및 악취)						수질(폐수)						소음 및 진동
		계	1종	2종	3종	4종	5종	계	1종	2종	3종	4종	5종	
장흥군	97	40	-	-	-	16	24	37	-	1	-	3	33	20

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

2.3.2 환경기초시설 현황

가. 하수처리시설 현황

- 장흥군 하수처리장은 장흥, 관산, 대덕, 회진하수처리장 등 총 4개소가 운영되고 있는 것으로 조사됨
- 서산지구 유역 내에는 하수종말처리장 및 마을하수처리장은 위치하고 있지 않는 것으로 조사됨

<표 2.3-5> 장흥군 하수처리시설 현황

연 별	시설명 (하수/마을)	소재지	시설용량(하수/마을)($\text{m}^3/\text{일}$)			
			생물 학적	고 도	가동 개시일	
2010	-	-	6,400	-	6,400	2011.3.18
2011	-	-	6,400	-	6,400	2011.3.18
2012	-	-	6,400	-	6,400	2011.3.18
2013	-	-	6,400	-	6,400	2011.3.18
2014	-	-	6,400	-	6,400	2011.3.18
하수 종말 처리	장흥	평화리	4,400	-	4,400	2011.3.18
	관산	죽교리	600	-	600	2011.3.18
	대덕	도청리	800	-	800	2011.3.18
	회진	회진리	600	-	600	2011.3.18

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

나. 분뇨처리시설 현황

- 장흥군은 2014년 기준 총 $28\text{m}^3/\text{일}$ 의 분뇨를 배출하고 있음
- 장흥군은 $50\text{m}^3/\text{일}$ 처리용량인 생물학적 처리시설을 갖춘 장흥군분뇨처리시설에서 자체 처리하는 것으로 조사됨

<표 2.3-6> 장흥군 분뇨 배출량 현황

년 도	발생량($\text{m}^3/\text{일}$)			처리대상량($\text{m}^3/\text{일}$)		
	계	수거식	수세식	계	수거분뇨	정화조오 니
2010	141.0	51.0	90.0	141.0	51.0	90.0
2011	42.0	9.0	33.0	42.0	9.0	33.0
2012	42.0	11.0	31.0	42.0	11.0	31.0
2013	41.0	11.0	30.0	41.0	11.0	30.0
2014	28.0	5.0	23.0	28.0	4.0	24.0

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

다. 폐기물매립시설 및 소각시설 현황

- 2014년 기준 장흥군 관내에는 폐기물매립시설 2개소 및 폐기물소각시설 1개소가 운영 중이며 서산저수지 유역 내 남측에 인접하여 회진폐기물매립시설 1개소가 위치함

<표 2.3-7> 폐기물 매립시설 현황

구 분	소재지	총매립지 면적(㎡)	총매립용량 (㎡)	잔여매립 가능량(㎡)	사용기간 (년-년)
장흥군	부산면 부춘리 83	54,000	238,000	78,579	1998-2024
	회진면 회진리 1411	12,536	72,000	53,536	2003-2033

자료 : 2014 전국폐기물발생 및 처리현황, 2015, 환경부

<표 2.3-8> 폐기물 소각시설 현황

구 분	소재지	시설용량 (톤/일)	소각방식	운영방식	2014년 처리량(톤)
장흥군	부산면 부춘리 95	20	화격식	연속식	3,032

자료 : 2014 전국폐기물발생 및 처리현황, 2015, 환경부

라. 쓰레기처리 현황

- 2014년 기준 장흥군의 쓰레기 배출량은 321.17톤/일이고, 현재 장흥군의 생활폐기물 처리형태는 대부분 재활용, 매립 및 소각되고 있음

<표 2.3-9> 연도별 장흥군 쓰레기 발생 및 수거현황

년 도	청소구역내 인구(인)	배출량 (톤/일)	처리량 (톤/일)	수거율 (%)	수거처리(톤/일)				
					매립	소각	재활용	해역 배출	기타
2010	42,732	291.07	291.07	100	17.71	15.42	257.94	-	-
2011	42,890	446.8	446.8	100	15.02	8.38	423.4	-	-
2012	42,890	350.51	350.51	100	17.64	7.66	325.21	-	-
2013	43,004	642.34	187.03	100	32.48	17.66	592.2	-	-
2014	43,190	321.17	321.17	100	16.24	8.83	296.1	-	-

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

2.4 농업현황

2.4.1 농가현황

- 장흥군의 농가 수는 2010년부터 2014년까지 꾸준한 감소추세를 보이는 것으로 조사되었으며, 2014년 기준 농가 수는 5,402호인 것으로 조사됨

<표 2.4-1> 장흥군의 농가현황

[단위 : 호]

연도별	농 가		
	계	전업	겸업
2010	6,674	3,832	2,842
2011	6,254	4,327	1,927
2012	5,816	4,192	1,624
2013	5,793	4,079	1,714
2014	5,402	3,758	1,644

자료 : 국가통계포털(www.kosis.kr)

2.4.2 연간시비량 및 농업용수 사용량 현황

가. 시비현황

(1) 시비기준

<표 2.4-2> 지대별, 논 유형별 시비 기준

[단위 : kg/10a]

지대	논유형	거름주는 양(성분량)		
		질소	인산	가리(칼륨)
평야지 및 중간지 (표고 250m 이하)	보통논, 미숙논	11	4.5	5.7
	모래논, 고논 ¹⁾	13	5.1	7.1
중간산지 및 냉조풍지 ²⁾ (250~400m)	-	11	6.4	7.8
산간 고랭지 (400m 이상)	-	11	7.7	9.3
간척지	염해논	20	5.1	5.7

주) 1. 고논 : 붓물이 가장 먼저 들어오는 물꼬가 있는 논

2. 냉조풍지 : 많은 양의 해수 입자와 한랭한 바람을 동반한 태풍이 발생하는 지역

자료 : 시비기준 및 시비량 결정 계산방법, 2001, 농업기술센터

(2) 연간 시비량

- 장흥군의 비료사용량은 2011년 이후 감소하는 것으로 조사됨

<표 2.4-3> 장흥군 성분별 연간 시비량

[단위 : M/T]

지역	연 별 Year	성 분 별				
		계	질 소 질	인 산 질	가 리 질	기 타
		Total	Nitrogenous	Phosphate	Potash	Others
장흥군	2010	1,874	1,245	292	337	-
	2011	2,985	1,889	440	656	-
	2012	2,504	1,642	359	503	-
	2013	2,278	1,531	335	412	-
	2014	2,272	1,532	346	394	-

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

나. 농업용수 사용량

- 장흥군의 경우 농업용수의 89% 이상이 논 용수로 이용되고 있음.

<표 2.4-4> 농업용수 사용량

[단위 : 천³/년]

지역	년도	계	논용수	밭용수	축산용수
장흥군	2007	112,404.9	98,990.6	12,690.2	724.1
	2008	167,897.8	147,966.9	18,526.2	1,404.7
	2009	165,861.9	144,363.4	19,972.7	1,525.8
	2010	154,391.5	133,590.5	19,095.1	1,705.9
	2011	147,063.7	131,581.2	13,938.6	1,543.9

주) 논밭용수이용량(유효수량포함) 및 축산용수 이용량의 합

자료 : 국가수자원관리 종합정보시스템(www.wamis.go.kr)

2.5 축산업 현황

- 2014년 기준 장흥군은 닭 846,458마리, 기타·가금류 595,307마리, 한육우 49,637마리 등의 순으로 사육하고 있는 것으로 조사됨

<표 2.5-1> 장흥군의 가축사육두수

[단위 : 마리]

연도별	한육우	젓소	돼지	닭	말	양	사슴	토끼	개	기타 가금류 ¹	꿀벌
2010	50,197	302	14,518	1,013,157	3	1,666	551	136	4,011	603,533	7,162
2011	54,238	278	17,971	866,205	25	1,496	487	146	3,765	646,397	5,776
2012	56,282	284	16,780	683,625	36	1,475	291	119	2,421	633,735	4,021
2013	54,026	679	16,706	834,822	101	1,677	242	50	3,279	619,623	4,021
2014	49,637	334	14,723	846,458	128	1,853	230	56	4,618	595,307	5,501

주) 기타 가금류 : 오리, 칠면조, 거위

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

제 3 장

환경 현황

3.1 오염원 및 오염부하량

3.2 수질 환경

3.3 퇴적물 환경

3.4 생태 환경

3.5 토양 환경

3.6 매장문화재 지표조사

3.7 하천현황

제3장 환경현황

3.1 오염원 및 오염부하량

3.1.1 서산저수지 개요

- 서산저수지는 1945년에 조성된 저수지로 전라남도 남부지역의 장흥군 대덕읍 연지리에 위치하고 있으며, 본 저수지는 유역면적 367.0ha, 만수면적 47.2ha, 수혜면적 169.0ha로 한국농어촌공사 장흥지사에서 관리하고 있음
- 유역은 장흥군 대덕읍 연지리, 가학리 및 회진면 회진리 일부로 1도 1군 2면 3리에 해당되며 해발 0~605m로 북측과 남측에 임야가 분포하고 북서측과 동측에 평야로 농경지 비율이 높은 농촌지역임
- 현재 저수지내 북측에는 농촌마을이 인접하여 위치하고 북측과 남측에 축사 14개소가 위치하고 있음
- 또한 서산저수지의 남측에 장흥군 회진면 회진리에 위치한 회진위생매립장이 있음

<표 3.1-1> 서산저수지 시설규모

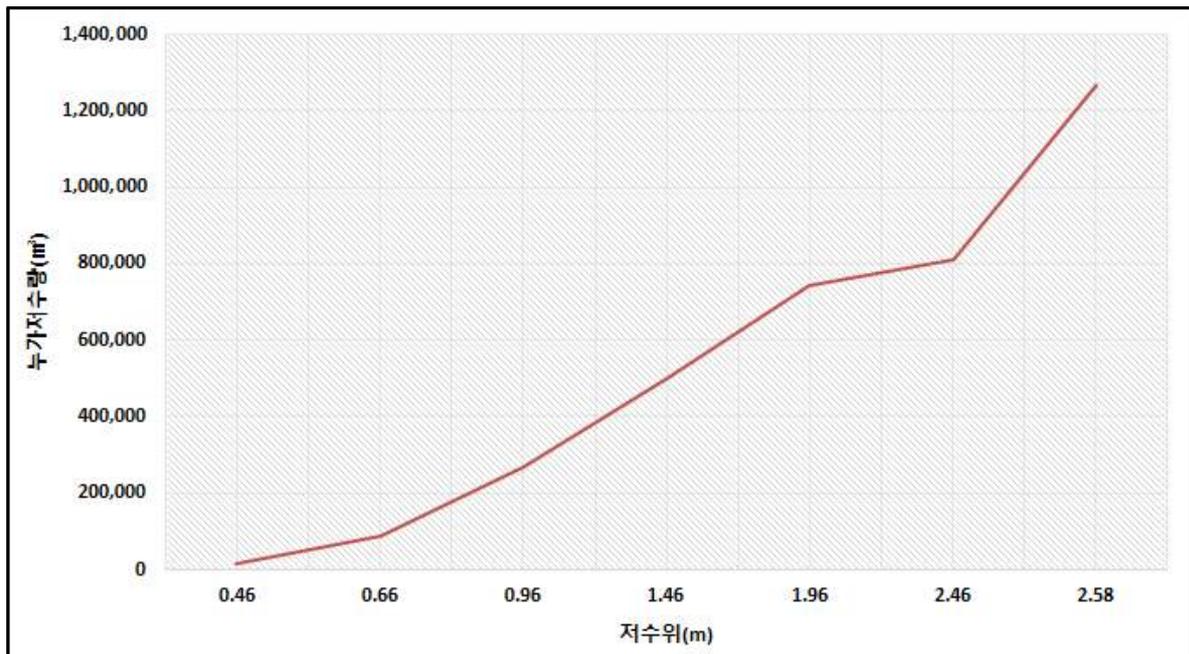
유역면적 (ha)	만수면적 (ha)	수혜면적 (ha)	유효저수량 (천 m ³)	총저수량 (천 m ³)	제당(m)		
					연장	높이	구조
367.0	47.2	169.0	793.0	809.5	936.0	6.5	토언제중 심점토형

주) 수혜면적은 관개면적임

<표 3.1-2> 서산저수지 표고별 표면적 및 내용적

순번	표고 (EL.m)	고차 (m)	면적(㎡)		내용적(㎡)		저수율 (%)	비 고
			표고별	평균	구간별	누가		
1	0.46	-	24,670	12,335	-	-	-2.09	바닥고
2	0.66	0.2	140,740	82,705	16,541	16,542	-	사수위
3	0.96	0.3	299,750	220,245	66,074	86,957	8.88	-
4	1.46	0.5	435,900	367,825	183,913	270,279	32.00	-
5	1.96	0.5	465,260	450,580	225,290	500,603	61.04	-
6	2.46	0.5	470,570	467,915	233,958	745,017	91.86	-
7	2.58	0.12	471,710	471,140	56,537	809,542	100.00	만수위
8	3.58	1.0	475,200	473,455	473,455	1,265,244	157.47	홍수위

주) RIMS 여수로 표고 EL.2.12m→금회 측량 EL.2.58m

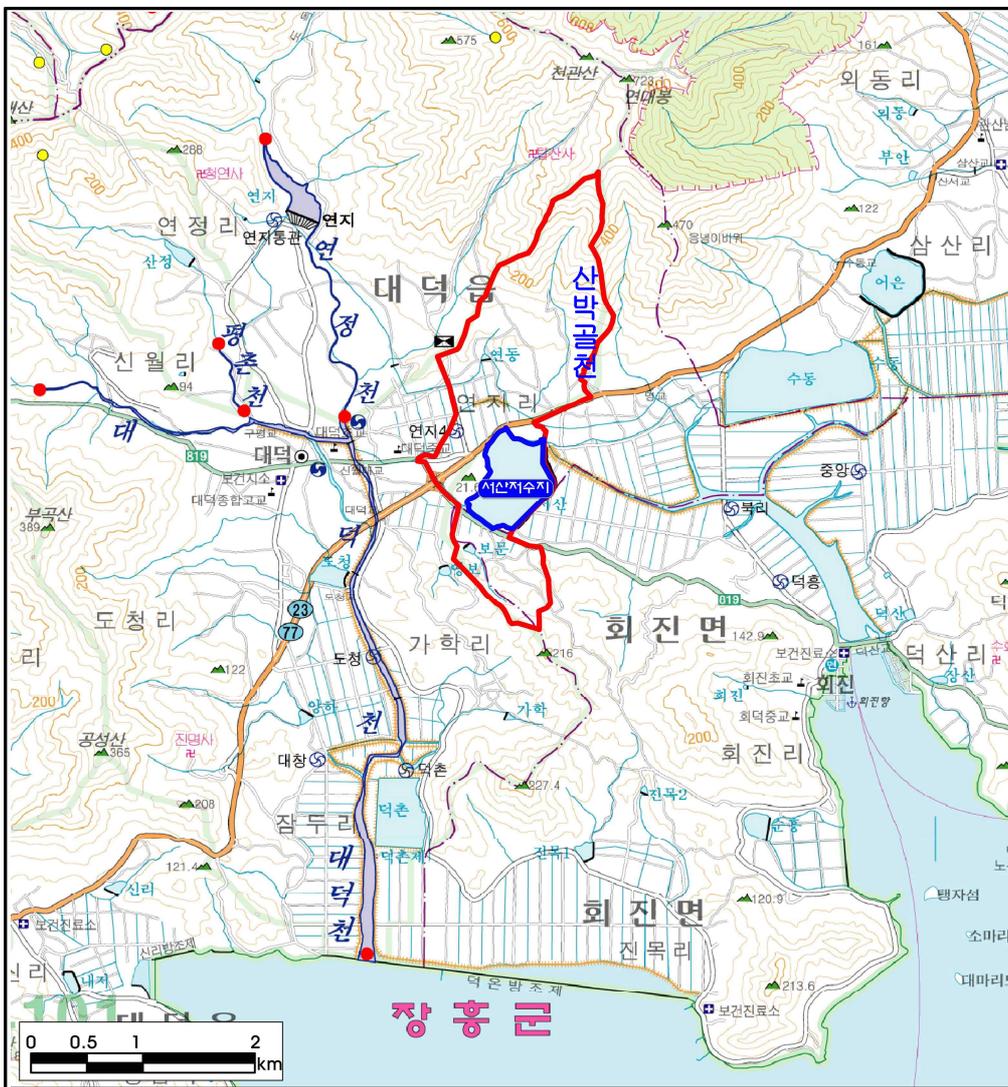


(그림 3.1-1) 서산저수지 내용적 곡선

3.1.2 수계 현황 및 유역구분

가. 수계현황

- 서산저수지로 유입되는 지방하천은 없으며 산박골천(연지소하천)이 천관산의 남사면에서 발원하여 연지리 마을을 유하하여 서산저수지의 북측으로 유입되고 있음
- 소하천보다 작은 규모의 농배수로가 서산저수지의 북측에 3개소, 남측에 3개소 유입되고 있으나 평시에는 하상이 드러날 정도로 유량이 거의 없으며 강우 시에 한시적으로 유량이 많은 특성이 있음
- 서산저수지의 직접유역은 아니지만 서측 간접유역의 청교저수지에서 발원하여 연정천→대덕천→남해로 유입되는 수계가 있음. 이 대덕천의 신월보에서 수동저수지로 주로 도수를 하고 있으며 서산저수지에도 도수가 가능하도록 배수로에 수문이 설치되어 있음



(그림 3.1-2) 서산저수지 수계현황

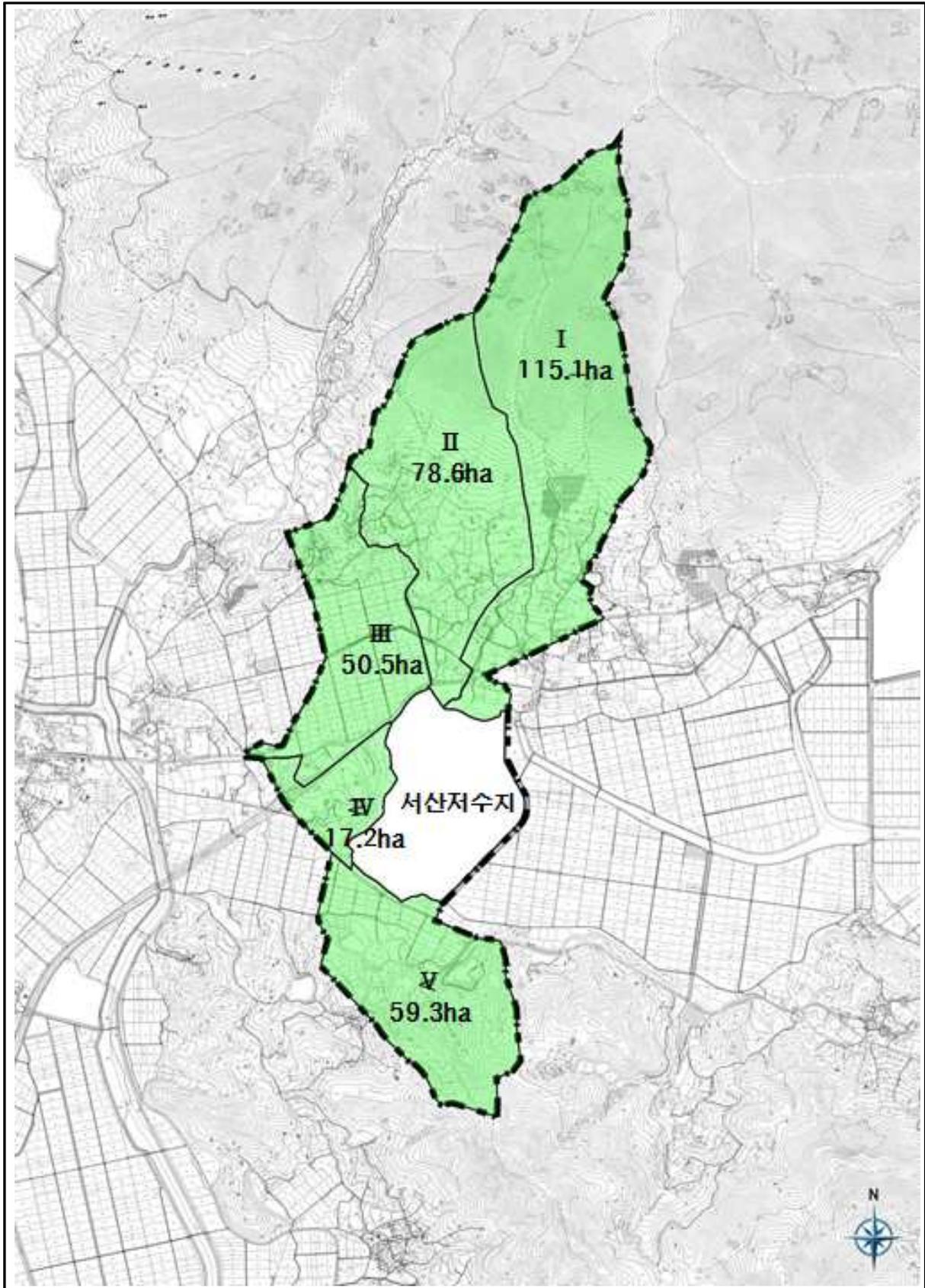
나. 유역 구분

- 서산저수지 유역을 유입하천 및 배수구역에 따라 소유역으로 구분하고 오염원조사 및 오염부하량을 산정하여 소유역별 특성을 파악하고자 함
- 주유입하천은 북측 소하천과 몇 개의 농수로로 상류에 가축사육시설이 분포하고 있어 강우시 비점오염물질이 유입될 수 있고 마을과 지방도 23호선이 동서로 분포하고 있어 미처리 생활하수가 유입되고 있음
- 다음의 <표 3.1-3>과 같이 5개 소유역으로 구분하여 소유역별 토지이용현황과 서산저수지 소유역구분도 (그림 3.1-3)을 제시함

<표 3.1-3> 소유역별 토지이용 현황

구분	읍·면·동	유역별리	면적(ha)					
			계	답	전	임야	대지	기타
계	-	-	320.7	70.5	43.3	168.8	23.6	14.5
소유역Ⅰ	대덕읍	연지리	115.1	4.3	12.7	87.4	5.1	5.6
소유역Ⅱ	대덕읍	연지리	78.6	12.0	15.4	45.6	3.3	2.3
소유역Ⅲ	대덕읍	연지리	50.5	31.4	5.3	2.2	8.5	3.1
소유역Ⅳ	대덕읍	연지리	17.2	3.8	5.4	3.5	3.5	1.0
소유역Ⅴ	대덕읍, 회진면	가학리, 회진리	59.3	19.0	4.5	30.1	3.2	2.5

주) 서산저수지 수면적(47.2ha) 제외



(그림 3.1-3) 서산저수지 소유역 구분도

3.1.3 유역내 오염원 현황

- 오염원 현황은 점오염원인 생활계, 축산계, 산업계, 양식계, 매립계 및 비점오염원인 토지계 오염원을 조사하였으며, 조사방법 및 항목은 「수질오염총량관리기술지침(2014.5)」에 준하여 조사하였음
- 본 검토에서는 장흥군 대덕읍의 서산저수지로 유입되는 유역의 소하천 및 농수로를 중심으로 5개 소유역별로 오염원 현황을 조사함

가. 생활계 (인구)현황

- 서산저수지 유역의 인구 현황 조사결과, 대덕읍 연지리, 가학리와 회진면 회진리 모두 비시가지로 구분되며, 연지리 142명(67세대), 회진면 회진리 2명(1세대)이 거주하는 것으로 조사됨
- 서산저수지 유역 내에 전체 144명이 거주하고, 소유역 I 이 58명으로 가장 많이 거주하며, 소유역 III, 소유역 IV, 소유역 II, 소유역 V 순으로 거주자가 많음
- 소유역 II와 소유역 III의 하수는 하수처리구역으로 대덕하수종말처리장에 유입되고 나머지 소유역 I, IV, V은 미처리구역으로 2025년까지 하수도정비계획이 없는 것으로 확인됨

<표 3.1-4> 소유역별 인구 현황

[단위: 명]

소유역	계	비시가지 인구							비고
		하수처리구역			하수미처리구역				
		소계	분류식	합류식	소계	수세식		수거식	
						오수처리	정화조		
총 계	144	-	-	-	144	65	79	-	
I	58	-	-	-	58	27	31	-	미처리
II	14	14	14	-	-	-	-	-	하수처리
III	54	54	54	-	-	-	-		
IV	16	-	-	-	16	7	9	-	미처리
V	2	-	-	-	2	0	2	-	미처리

주) 1. 세대당인구 2.0명으로 산정

2. I 구역은 하수도정비기본계획(변경)상에는 하수처리구역으로 계획되어 있으나 현재 미처리 되고 있음 (2025년까지 하수도 정비계획 없음)

3. 2015 전국오염원조사자료

나. 축산계 축산현황

- 유역내에 사육되는 가축은 한우 783두, 돼지 400두, 염소 10두이며 한우가 가장 많은 것으로 조사됨
- 가축분뇨는 위탁처리 1개소 외에는 개별퇴비화 등으로 자체처리되어 과수원, 초지, 경작지(논, 밭)로 살포되고 있는 실정임
 - 장흥축협 경축순환자원화센터 70m³/일 운영 중 : 유역내 축산시설 중 1개소 수거

<표 3.1-5> 소유역별 가축 사육두수 현황 [단위: 두]

소유역	한우	젓소	돼지	말	사슴	염소(산양포함)	닭	오리	개	기타
총 계	783	-	400	-	-	10	-	-	-	-
I	442	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	40	-	400	-	-	10	-	-	-	-
III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	301	-	-	-	-	-	-	-	-	-

자료 : 전국오염원자료, 2015

<표 3.1-6> 소유역별 가축사육 세부 현황 [단위: 두]

소유역	리	지번	축종	사육두수	법적규제	분뇨처리방법		살포지역 용도
						폐수	고형물	
I	대덕읍 연지리	128	한우	78	허가	퇴비화	퇴비화	논
		131		65	신고	퇴비화	퇴비화	논
		134		32	신고	퇴비화	퇴비화	밭
		145-1	한우	20				
		225-4	한우	18	신고			논
		225-5	한우	47	신고	퇴비화	퇴비화	초지
		226	한우	46	신고	퇴비화	퇴비화	과수원
		66	한우	30				
		233-1	한우	17	신고	퇴비화	퇴비화	초지
		239-3	한우	12				
		187-1	한우	23				
199	한우	54						
II	연지리	157	돼지	400	신고	위탁처리	위탁처리	-
	연지리	158	한우	40		퇴비화	퇴비화	밭
V	대덕읍 가학리	549-4	한우	19(60)	신고	퇴비화	퇴비화	초지
		744-2	한우	67(40)	신고	퇴비화	퇴비화	논
		743-4	한우	40				
	회진면 회진리	1489-2	한우	91(100)	허가	퇴비화	퇴비화	밭
		1459	한우	84(138)	허가	퇴비화	퇴비화	논

자료 : 전국오염원자료, 2015

다. 산업계 현황

- 서산저수지 유역내에는 산업체가 분포하지 않는 것으로 조사됨

라. 비점오염원[토지계]

- 비점오염원의 유입경로는 주로 지표면에 축적되어 있는 오염물질이 강우에 의해 표면 유출되는 것으로 그 발생원에는 농경지의 잔존 비료 및 농약, 도시지역의 지표오염물질, 퇴비화로 살포된 가축분뇨 등이 있음
- 농촌지역에 가축사육시설이 산재되어 있고 가축분뇨를 농경지에 개별퇴비화하거나 야적 시 관리가 소홀할 경우 강우 시에 유출되어 비점오염원이 될 수 있음
- 서산저수지 유역면적은 320.7ha로 토지이용현황을 살펴보면 임야가 168.8ha(52.6%)로 가장 넓게 분포하고 답, 전, 대지 순으로 분포하고 있음

<표 3.1-7> 소유역별 토지이용현황

소유역	읍·면·동	지목별 면적(ha)					
		계	답	전	임야	대지	기타
총 계	(%)	320.7 (100.0)	70.5 (22.0)	43.3 (13.5)	168.8 (52.6)	23.6 (7.4)	14.5 (4.5)
소유역 I	대덕읍 연지리	115.1	4.3	12.7	87.4	5.1	5.6
소유역 II	대덕읍 연지리	78.6	12.0	15.4	45.6	3.3	2.3
소유역 III	대덕읍 연지리	50.5	31.4	5.3	2.2	8.5	3.1
소유역 IV	대덕읍 연지리	17.2	3.8	5.4	3.5	3.5	1.0
소유역 V	대덕읍 가학리, 회진면 회진리	59.3	19.0	4.5	30.1	3.2	2.5

주) 서산저수지 수면적(47.2ha) 제외

마. 양식계

- 서산저수지 유역내에는 양식장이 소재하지 않는 것으로 조사됨

바. 매립계

- 2014년 기준 장흥군 관내에는 폐기물매립시설 2개소가 운영 중이며 서산저수지 유역 내의 남측에 인접하여 장흥(회진)쓰레기위생매립장 1개소가 위치함

- 2015년도 침출수 평균 발생유량 36.0m³/일, 평균 방류유량 20.2m³/일이고 평균 발생농도 BOD 249.8mg/L, COD 407.8mg/L, 평균방류농도 BOD 4.9mg/L, COD 15.3mg/L로 조사되어 서산저수지 수질에 영향을 미칠 것으로 예상됨

<표 3.1-8> 폐기물 매립시설 현황

구분	소재지	총매립지 면적(m ²)	총매립용량 (m ³)	잔여매립 가능량(m ³)	사용기간 (년-년)
장흥군	부산면 부춘리 83	54,000	238,000	78,579	1998-2024
	회진면 회진리 1411	12,536	72,000	53,536	2003-2033

자료 : 2014 전국폐기물발생 및 처리현황, 2015, 환경부

<표 3.1-9> 폐기물 매립시설 세부 운영현황

운영일자	침출수량(m ³ /일)		발생농도(mg/L)		방류농도(mg/L)	
	발생유량	방류유량	BOD	COD	BOD	COD
2015-01-21	5.0	10.0	3.0	243.7	1.70	63.0
2015-02-13	6.0	-	-	-	2.80	35.2
2015-03-18	58.0	25.0	-	-	0.30	2.0
2015-04-22	13.0	24.0	252.2	304.9	2.00	9.0
2015-05-20	55.0	40.0	-	-	1.60	7.0
2015-06-30	155.0	24.0	-	-	3.40	12.6
2015-07-20	9.0	40.0	265.4	334.2	2.50	9.4
2015-08-17	3.0	-	-	-	2.30	8.5
2015-09-02	5.0	24.0	-	-	34.10	11.8
2015-10-20	3.0	10.0	-	-	3.20	8.7
2015-11-17	-	40.0	478.5	748.5	2.00	7.8
2015-12-11	120.0	5.0	-	-	2.50	8.2
평균	36.0	20.2	249.8	407.8	4.9	15.3

자료 : 전국오염원조사, 2015, 환경부

3.1.4 오염부하량 산정

- 서산저수지 수질에 영향을 미치는 생활계, 축산계, 산업계 등의 점오염원과 강우시 토지계에서 유출되는 비점오염원으로 구분함
- 각 종 오염원에 의해 발생하는 오염 발생부하량과 유역 내에 환경기초시설 및 개별처리시설 등에서 삭감되고 공공수역으로 배출되는 배출부하량을 산정함
- 오염부하량 산정시 원단위는 지역적 특성을 반영할 수 있도록 실측자료를 통해 구한 원단위를 사용하는 것이 바람직하나 실측자료는 측정 회수의 제한으로 사용하지 않고, 「수질오염총량관리기술지침(2014.5)」의 원단위를 사용한 부하량 산정 방법에 의해 발생 및 배출부하량 등을 산정하였음

가. 오·폐수 발생유량

- 유역내에서 발생하는 총 오·폐수발생량은 76.6m³/일이며, 매립계가 전체 발생량의 47.0%인 36.0m³/일이 발생되어 가장 큰 비율을 차지하고 있으며, 다음이 생활계로 25.7m³/일(33.6%)이 발생되고 있음
- 소유역 V가 40.8m³/일로 전체의 53.3%를 차지하고, 소유역 I이 16.8m³/일로 두 번째로 많이 발생함

<표 3.1-10> 유역내 소유역별 오·폐수 발생유량

[단위: m³/일]

소유역	계	생활계	축산계	산업계	매립계	비 고
총 계	76.6	25.7	14.9	-	36.0	-
소유역 I	16.8	10.3	6.5	-	-	-
소유역 II	6.5	2.5	4.0	-	-	-
소유역 III	9.6	9.6	-	-	-	-
소유역 IV	2.9	2.9	-	-	-	-
소유역 V	40.8	0.4	4.4	-	36.0	-

나. 오염물질 발생부하량

(1) 생활계

- 인구에 의한 오염물질 발생부하량은 소유역내 인구에 발생원단위를 곱하여 산정하였으며, BOD 발생부하량은 총 7.00kg/일이고, T-N 발생부하량은 1.87kg/일, T-P 발생부하량은 0.20kg/일로 산정됨
- 소유역 I의 경우 BOD 발생부하량 2.82kg/일로 전체의 40.3%를 차지하고 T-N, T-P도 각각 40.1%, 38.1%로 가장 발생량이 많음

<표 3.1-11> 소유역별 생활계 오염물질 발생부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	7.00	1.87	0.20
소유역 I	2.82	0.75	0.08
소유역 II	0.68	0.18	0.02
소유역 III	2.62	0.70	0.08
소유역 IV	0.78	0.21	0.02
소유역 V	0.10	0.03	0.00

(2) 축산계

- 가축에 의한 오염물질 발생부하량은 소유역내 축종별 발생원단위를 곱하여 산정하였으며, BOD발생부하량은 총 455.13kg/일이고, T-N 발생부하량은 102.60kg/일, T-P 발생부하량은 32.96kg/일로 산정됨
- 소유역 I의 경우 BOD 발생부하량 233.38kg/일로 전체의 51.1%를 차지하고 T-N, T-P도 각각 50.4%, 48.1%로 가장 발생량이 많음

<표 3.1-12> 소유역별 가축에 의한 오염물질 발생부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	455.13	102.60	32.96
소유역 I	233.38	51.63	15.96
소유역 II	64.82	15.81	6.33
소유역 III	-	-	-
소유역 IV	-	-	-
소유역 V	156.93	35.16	10.67

(3) 산업계

- 서산저수지 유역내에는 산업체가 소재하지 않아 산업체에 의한 오염물질 발생부하량은 없는 것으로 조사됨

(4) 매립계

- 장흥회진쓰레기 위생매립장에 의한 오염물질 BOD 발생부하량은 8.99kg/일이고 T-N, T-P는 발생농도 자료가 없어 산정할 수 없음

<표 3.1-13> 소유역별 산업체에 의한 오염물질 발생부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	8.99	-	-
소유역 I	-	-	-
소유역 II	-	-	-
소유역 III	-	-	-
소유역 IV	-	-	-
소유역 V	8.99	-	-

(5) 토지계

- 토지이용에 의한 오염물질 발생부하량은 소유역내 공부상 지목별 발생원단위를 곱하여 산정하였으며, BOD 발생부하량은 총 24.29kg/일이고, T-N 발생부하량은 15.76 kg/일, T-P 발생부하량은 1.27kg/일로 산정됨
- 유역 면적이 가장 넓은 소유역 III의 경우 BOD 발생부하량 8.16kg/일로 전체의 33.6%를 차지하고 T-P도 30.7%로 가장 발생량이 많음

<표 3.1-14> 소유역별 토지이용에 의한 오염물질 발생부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	24.29	15.76	1.27
소유역 I	5.55	4.14	0.29
소유역 II	3.80	3.71	0.24
소유역 III	8.16	3.80	0.39
소유역 IV	3.22	1.32	0.11
소유역 V	3.56	2.79	0.24

다. 오염물질 배출부하량

(1) 생활계

- 인구에 의한 오염물질 배출부하량에 하수처리시설, 분뇨처리시설 등 환경기초시설, 오수처리시설, 단독정화조 등의 개별처리시설의 처리효율을 고려하여 삭감한 후 배출부하량을 산정함
- BOD배출부하량은 총 1.39kg/일이고, T-N 배출부하량은 0.96kg/일, T-P 배출부하량은 0.14kg/일로 산정됨
- 소유역 I의 경우 BOD 배출부하량 1.05kg/일로 전체의 75.5%를 차지하고 T-N, T-P도 각각 52.1%, 57.1%로 가장 배출량이 많음

<표 3.1-15> 소유역별 생활계에 의한 오염물질 배출부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	1.39	0.96	0.14
소유역 I	1.05	0.50	0.08
소유역 II	0.04	0.07	0.01
소유역 III	0.14	0.28	0.03
소유역 IV	0.15	0.10	0.02
소유역 V	0.01	0.01	-

(2) 축산계

- 가축에 의한 오염물질 배출부하량은 소유역내 축종별 마리(두)수에 배출계수를 곱하여 산정하였으며, BOD배출부하량은 총 71.17kg/일이고, T-N 배출부하량은 11.94kg/일, T-P 배출부하량은 1.66kg/일로 산정됨
- 소유역 I의 경우 BOD 배출부하량 33.84kg/일로 전체의 47.6%를 차지하고 T-N, T-P도 각각 51.4%, 48.2%로 배출량이 많음

<표 3.1-16> 소유역별 가축에 의한 오염물질 배출부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	71.17	11.94	1.66
소유역 I	33.84	6.14	0.80
소유역 II	14.28	1.62	0.32
소유역 III	-	-	-
소유역 IV	-	-	-
소유역 V	23.05	4.18	0.54

(3) 산업계

- 서산저수지 유역내에는 산업체가 분포하지 않아 산업체에 의한 오염물질 배출부하량은 없는 것으로 조사됨

(4) 매립계

- 소유역 V에 속하는 장흥회진매립장에 의한 오염물질 BOD 배출부하량은 0.10kg/일이고 T-N, T-P는 배출농도 자료가 없어 산정할 수 없음

<표 3.1-17> 소유역별 산업체에 의한 오염물질 배출부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	0.10	-	-
소유역 I	-	-	-
소유역 II	-	-	-
소유역 III	-	-	-
소유역 IV	-	-	-
소유역 V	0.10	-	-

(5) 토지계

- 토지이용에 의한 오염물질 배출부하량은 소유역별 발생부하량에 배출계수 1.0을 곱하여 산정하였으며, BOD배출부하량은 총 24.29kg/일이고, T-N 배출부하량은 15.76 kg/일, T-P 배출부하량은 1.27kg/일로 산정됨
- 유역 면적이 가장 넓은 소유역 III의 경우 BOD 발생부하량 8.16kg/일로 전체의 33.6%를 차지하고, T-P는 30.7%를 차지함

<표 3.1-18> 소유역별 토지이용에 의한 오염물질 배출부하량 [단위: kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	24.29	15.76	1.27
소유역 I	5.55	4.14	0.29
소유역 II	3.80	3.71	0.24
소유역 III	8.16	3.80	0.39
소유역 IV	3.22	1.32	0.11
소유역 V	3.56	2.79	0.24

라. 총 오염부하량

(1) 오염물질 총 발생부하량

- 서산저수지 유역 전체에서 BOD 발생부하량은 497.30kg/일이고, T-N은 120.23kg/일, T-P는 34.63kg/일임
- 오염원별로는 축산계가 BOD의 91.9%, T-N의 85.3%, T-P의 95.7%로 가장 높은 비율을 차지하고, 비점오염원(토지계)은 전체 BOD의 4.9%, T-N의 13.1%, T-P의 3.7%를 차지함

<표 3.1-19> 오염원별 발생부하량

[단위: kg/일]

소유역		발생부하량			비 고
		BOD	T-N	T-P	
합 계		497.30	120.23	34.63	
생활계	인구	7.00	1.87	0.21	
	하수처리장	-	-	-	
축산계		457.02	102.59	33.15	주오염원
매립계		8.99	-	-	
토지계(비점오염)		24.29	15.77	1.27	

(2) 오염물질 총 배출부하량

- 서산저수지 유역 전체에서 BOD는 96.96kg/일, T-N은 28.67kg/일, T-P는 3.07kg/일의 오염부하량이 배출됨
- 오염원별로 축산계가 BOD부하량의 73.4%, T-N의 41.7%로, T-P의 54.1%로 가장 높은 비율을 차지하고, 비점오염원(토지계)은 전체 BOD부하량 중 25.1%, T-N의 55.0%, T-P의 41.4%로 배출됨

<표 3.1-20> 오염원별 배출부하량

[단위: kg/일]

오염원별		배출부하량			비 고
		BOD	T-N	T-P	
합 계		96.96	28.67	3.07	
생활계	인구	1.40	0.96	0.14	
	하수처리장	-	-	-	
축산계		71.17	11.94	1.66	주오염원
매립계		0.10	-	-	
토지계(비점오염)		24.29	15.77	1.27	

- 서산지구유역 전체의 오염물질별 발생부하량과 배출부하량은 다음과 같으며, BOD, T-N, T-P 중 BOD 발생·배출부하량이 가장 많은 것으로 나타남

<표 3.1-21> 오염물질별 발생·배출부하량 비교 [단위: kg/일]

구 분	발생부하량	삭감부하량	배출부하량	삭감률(%)
BOD	497.30	400.34	96.96	80.5
T-N	120.23	91.56	28.66	76.2
T-P	34.63	31.56	3.07	91.1

<표 3.1-22> 소유역별 BOD 배출부하량 [단위: kg/일]

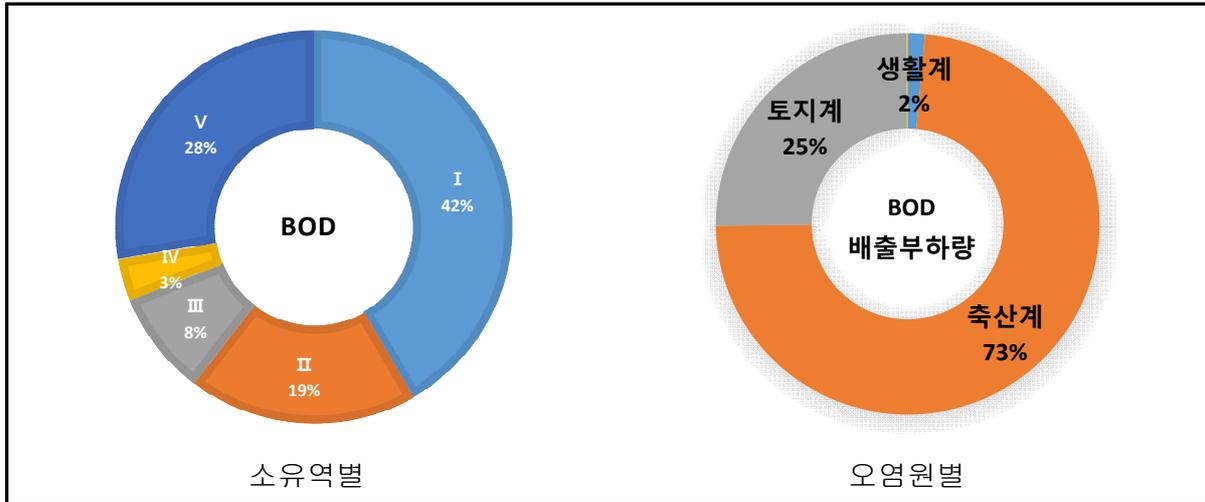
소유역	계	생활계		축산계	산업계	토지계	매립계
		인구	하수처리장				
총 계	96.96	1.40	-	71.17	-	24.29	0.10
소유역 I	40.44	1.05	-	33.84	-	5.55	-
소유역 II	18.12	0.04	-	14.28	-	3.80	-
소유역 III	8.30	0.14	-	0.00	-	8.16	-
소유역 IV	3.38	0.16	-	0.00	-	3.22	-
소유역 V	26.72	0.01	-	23.05	-	3.56	0.10

<표 3.1-23> 소유역별 T-N 배출부하량 [단위: kg/일]

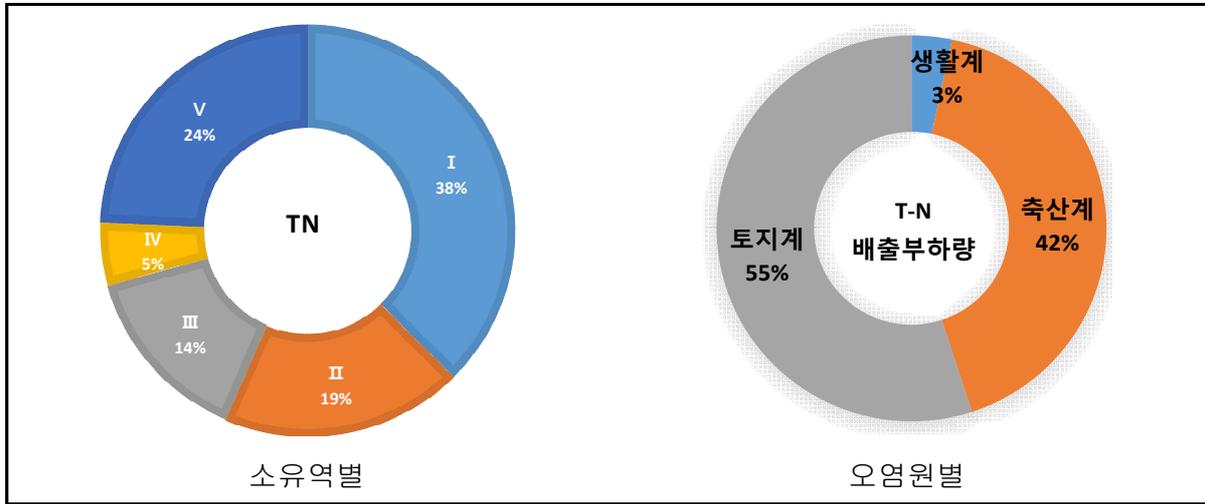
소유역	계	생활계		축산계	산업계	토지계	매립계
		인구	하수처리장				
총 계	28.66	0.96	-	11.94	-	15.76	-
소유역 I	10.78	0.50	-	6.14	-	4.14	-
소유역 II	5.40	0.07	-	1.62	-	3.71	-
소유역 III	4.08	0.28	-	0.00	-	3.80	-
소유역 IV	1.42	0.10	-	0.00	-	1.32	-
소유역 V	6.98	0.01	-	4.18	-	2.79	-

<표 3.1-24> 소유역별 T-P 배출부하량 [단위: kg/일]

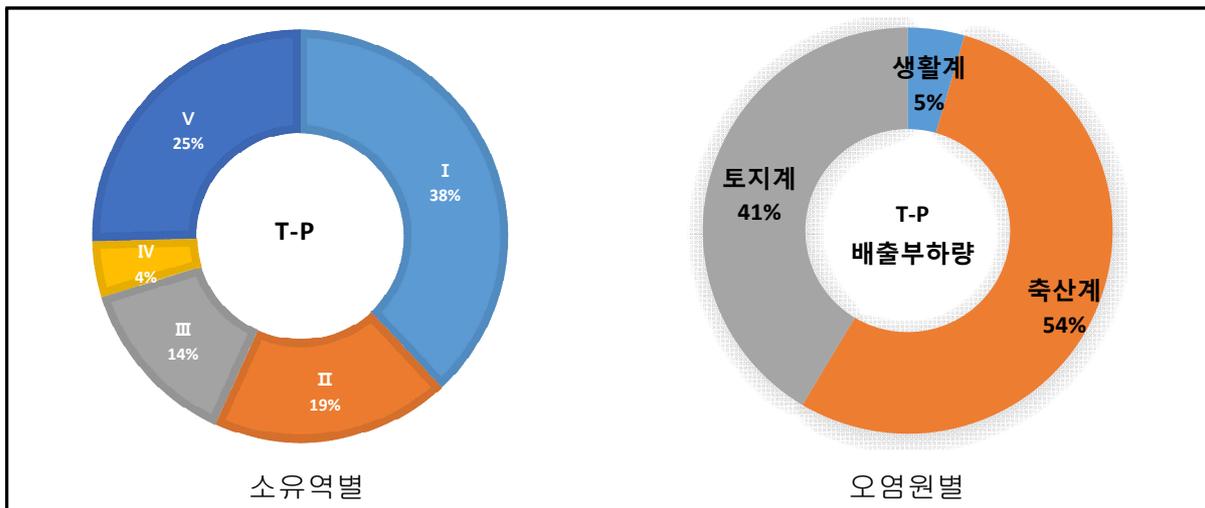
소유역	계	생활계		축산계	산업계	토지계	매립계
		인구	하수처리장				
총 계	3.07	0.14	-	1.66	-	1.27	-
소유역 I	1.17	0.08	-	0.80	-	0.29	-
소유역 II	0.57	0.01	-	0.32	-	0.24	-
소유역 III	0.42	0.03	-	0.00	-	0.39	-
소유역 IV	0.13	0.02	-	0.00	-	0.11	-
소유역 V	0.78	0	-	0.54	-	0.24	-



(그림 3.1-5) BOD 배출부하량 기여도



(그림 3.1-6) T-N 배출부하량 기여도



(그림 3.1-7) T-P 배출부하량 기여도

3.2 수질환경

3.2.1 조사지점, 내용 및 분석방법

가. 조사지점

- 수질조사는 서산저수지와 유입하천으로 구분하여 조사하였고, 조사지점은 서산저수지 3지점, 유입하천 3지점으로 총 6지점에서 시행하였음

<표 3.2-1> 수질 조사지점 위치

구 분	지점번호	조 사 위 치	비 고
유입하천	SSS - 1	전남 장흥군 대덕읍 연지리 577-12	
	SSS - 2	전남 장흥군 대덕읍 연지리 295-1	
	SSS - 3	전남 장흥군 대덕읍 연지리 1492-5	
서산저수지	SSR - 1	서산저수지 하류	북측
	SSR - 2	서산저수지 중류	가운데
	SSR - 3	서산저수지 상류	남측



(그림 3.2-1) 수질조사지점 위치도

나. 조사내용 및 분석방법

- 조사항목은 수온, pH, DO, BOD, TOC, COD, SS, T-N, T-P, 전기전도도, NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N, PO₄-P, Chl-a, 유량 등 16개 항목임
- 하천은 하천수질을 대표할 수 있는 위치에서 하상 퇴적물의 교란이 없도록 최대한 주의하여 흐르는 물을 채수기를 이용하여 채취하였음
- 조사항목별 분석방법은 아래 표와 같음

<표 3.2-2> 분석방법 및 분석기기

항 목	분 석 방 법	분 석 기 기
pH	유리전극법	pH Meter
DO	격막전극법	DO Meter
BOD	격막전극법	BOD Incubator, DO Meter
COD	산성KMnO ₄ 법	COD Water Bath
TOC	고온연소법	TOC Analyzer
SS	유리섬유여지법	Dry Oven
T-N	자외선 흡광광도법	분광광도계(UV)
T-P	흡광광도법(아스코르빈산 환원법)	분광광도계(UV)
NO ₂ -N	흡광광도법(다이아조화법)	분광광도계(UV)
NO ₃ -N	흡광광도법(부루신법)	분광광도계(UV)
NH ₃ -N	흡광광도법(인도페놀법)	분광광도계(UV)
PO ₄ -P	흡광광도법(아스코르빈산환원법)	분광광도계(UV)
클로로필a	흡광광도법	분광광도계(UV)
유량	유속-면적법	Velocity Meter, FP-101, Staff, 5m

3.2.2 유입하천의 수질 및 유량 조사

가. 평시

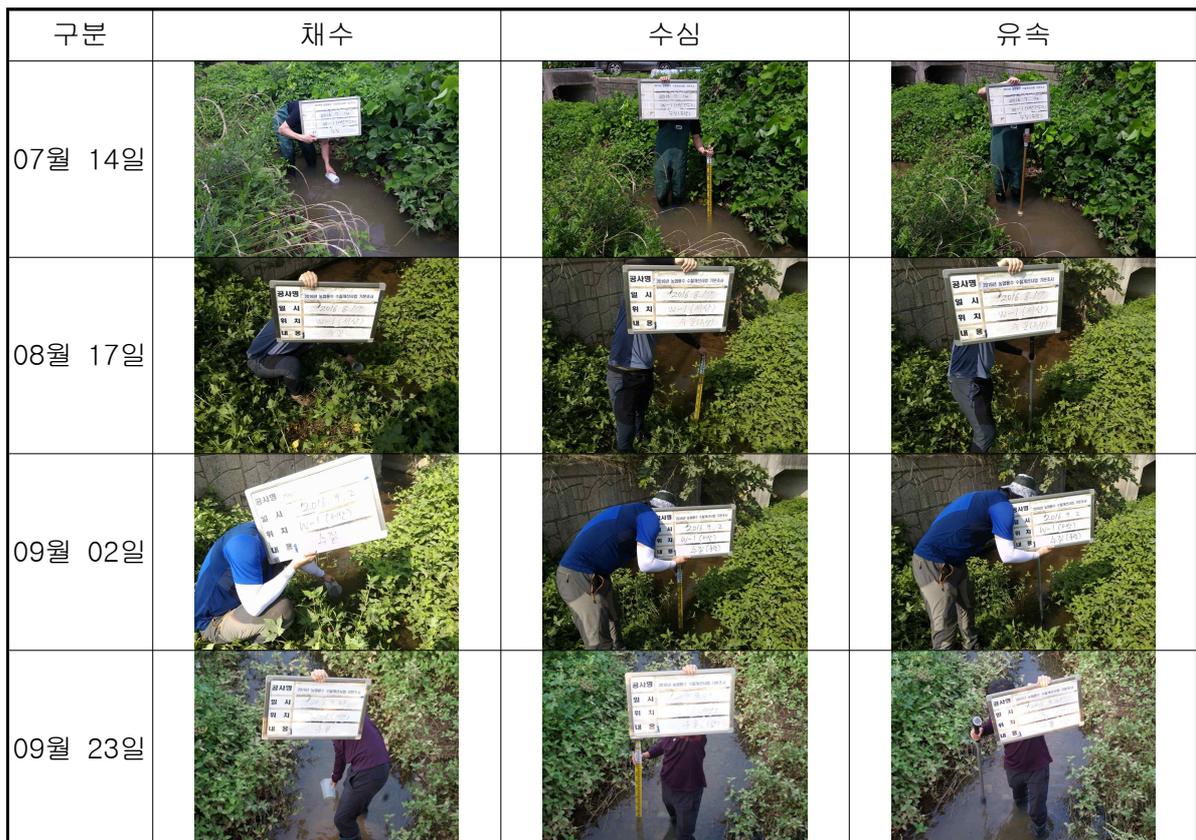
- 현장조사는 2016년 7월, 8월, 9월(초/말) 총 4회 조사를 실시함

<표 3.2-3> 조사시기별 기상상태

측정일시	항목	기 온 (°C)	습 도 (%)	풍 향 (풍)	풍 속 (m/sec)
07월 14일		25.2	79.1	북서	1.5
08월 16일		27.5	76.5	북	1.3
09월 01일		24.6	77.1	남	2.3
09월 22일		19.6	80.6	북북서	0.9

(1) SSS-1 지점

- SSS-1 조사지점은 농배수로로서 소유역 II에 해당하고 유역면적은 78.6ha로 주거지, 축사, 도로 등 불투수층이 분포하고 있음. 미처리 생활오수가 농배수로로 합류하여 서산저수지로 유입되고 있음



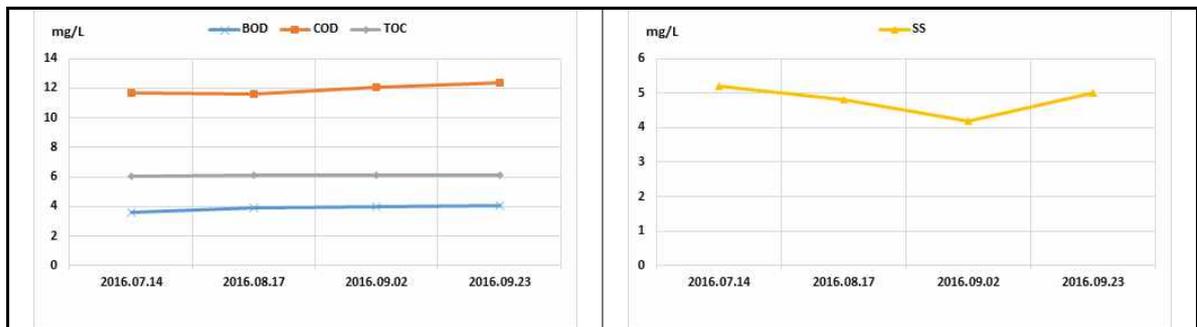
(그림 3.2-2) SSS-1 평시 측정사진

① 유기물 농도

- 수질조사결과, SSS-1 지점의 경우 유기오염지표인 BOD가 3.6 ~ 4.1mg/L로 하천수질 환경기준 보통(III등급), COD는 11.6 ~ 12.4mg/L로 매우나쁨(VI등급), TOC는 6.07 ~ 6.14mg/L로 나쁨(V등급)으로 나타났음
- 부유물질(SS)의 경우는 4.2 ~ 5.2mg/L로 양호한 상태로 조사되었음

<표 3.2-4> SSS-1 지점의 유기물 조사결과

조사시기	항 목			
	BOD(mg/L)	COD(mg/L)	TOC(mg/L)	SS(mg/L)
07월 14일	3.6	11.7	6.07	5.2
08월 17일	3.9	11.6	6.13	4.8
09월 02일	4.0	12.1	6.09	4.2
9월 23일	4.1	12.4	6.14	5.0



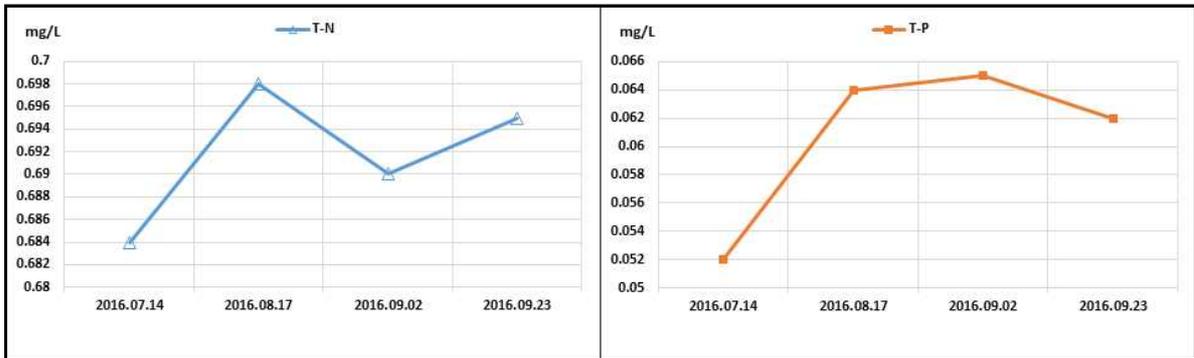
(그림 3.2-3) SSS-1 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이

② 영양염류 농도

- 조사지점의 T-N은 0.684 ~ 0.698mg/L로 조사됨
- T-P는 0.052 ~ 0.065mg/L로 하천 수질환경기준 약간좋음(II등급)으로 나타났음

<표 3.2-5> SSS-1 지점의 영양염류 조사결과

조사시기	항 목	
	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)
07월 14일	0.684	0.052
08월 17일	0.698	0.064
09월 02일	0.690	0.065
09월 23일	0.695	0.062



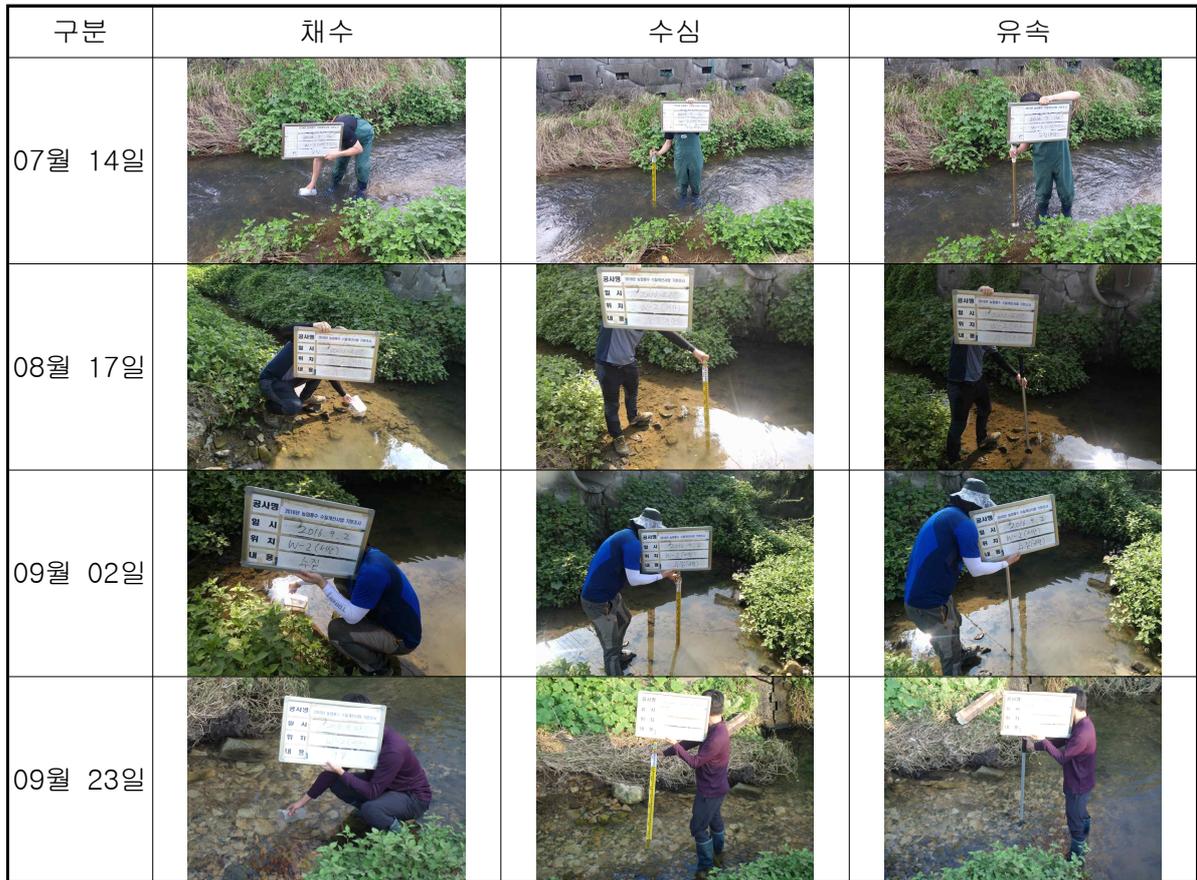
(그림 3.2-4) SSS-1 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이

③ 기타항목

- 전기전도도는 173 ~ 181 μ S/cm로 일반하천의 전기전도도 평균치인 150 μ S/cm보다 약간 높게 나타났음
- 수소이온농도(pH)는 7.9 ~ 8.4, 용존산소농도(DO)는 8.0 ~ 8.3mg/L, NH₄-N은 0.056 ~ 0.119mg/L, NO₃-N은 0.336 ~ 0.413mg/L, NO₂-N은 0.170 ~ 0.218mg/L, PO₄-P은 0.010 ~ 0.013mg/L, Chl-a는 10.0 ~ 16.7mg/L로 비교적 양호한 상태를 보이고 있음

(2) SSS-2 지점

- SSS-2 조사지점은 주유입하천으로 서산저수지로 직접 유입되는 소유역 I, II를 경유 하며 주거지, 축사(한우, 돼지), 도로 등 불투수층이 분포하고 있음. 대덕읍 연지리 축사시설, 주거지의 미처리 생활오수, 유역내 산재한 농경지 배출수가 소하천으로 합 류하여 서산저수지로 유입되고 있음



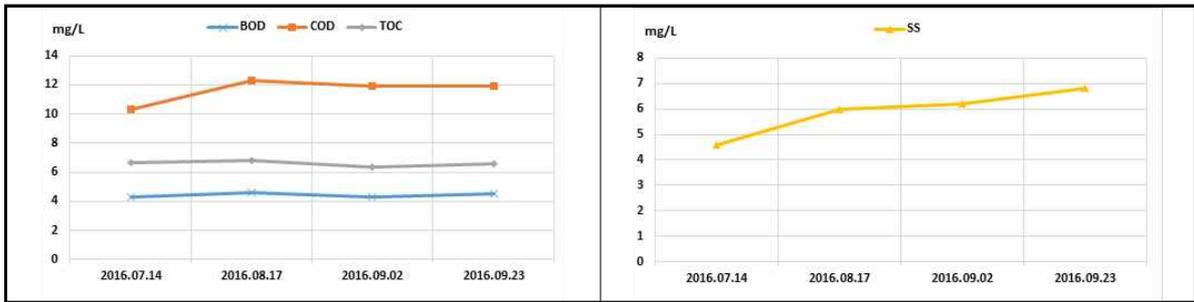
(그림 3.2-5) SSS-2 평시 측정사진

① 유기물 농도

- 수질조사결과, BOD가 4.3 ~ 4.6mg/L로 하천 수질환경기준 보통(III등급), COD는 10.3 ~ 12.3mg/L로 나쁨(V등급) ~ 매우나쁨(VI등급), TOC는 6.3 ~ 6.8mg/L로 나쁨(V등급)으로 나타났음
- 부유물질(SS)의 경우 4.6 ~ 6.8mg/L로 양호한 상태로 조사되었음

<표 3.2-6> SSS-2 지점의 유기물 조사결과

조사시기	항 목			
	BOD(mg/L)	COD(mg/L)	TOC(mg/L)	SS(mg/L)
07월 14일	4.3	10.3	6.7	4.6
08월 17일	4.6	12.3	6.8	6.0
09월 02일	4.3	11.9	6.3	6.2
09월 23일	4.5	11.9	6.6	6.8



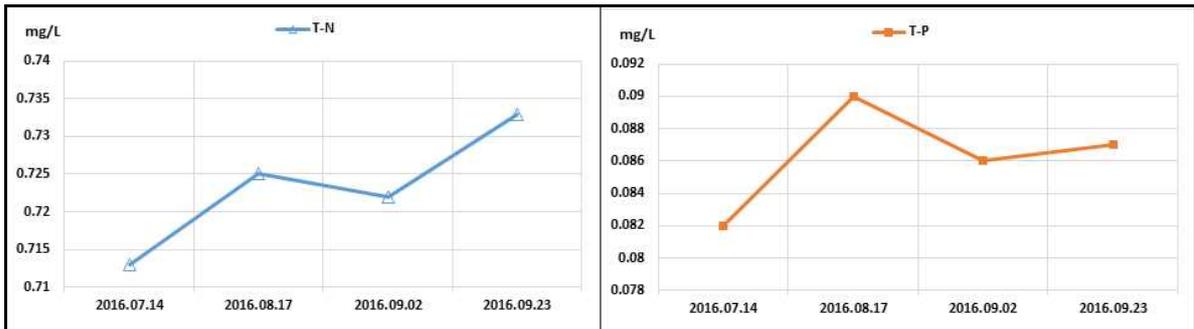
(그림 3.2-6) SSS-2 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이

② 영양염류 농도

- 조사지점의 T-N은 0.713 ~ 0.733mg/L로 조사됨
- T-P는 0.082 ~ 0.090mg/L로 하천 수질환경기준 약간 좋음(II 등급)으로 나타났음

<표 3.2-7> SSS-2 지점의 영양염류 조사결과

조사시기	항 목	
	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)
07월 14일	0.713	0.082
08월 17일	0.725	0.090
09월 02일	0.722	0.086
09월 23일	0.733	0.087



(그림 3.2-7) SSS-2 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이

③ 기타항목

- 전기전도도는 181 ~ 193 μ S/cm로 일반하천의 전기전도도 평균치인 150 μ S/cm보다 약간 높게 나타났음
- 수소이온농도(pH)는 7.8 ~ 8.3, 용존산소농도(DO)는 7.5 ~ 7.9mg/L, NH₄-N은 0.015 ~ 0.097mg/L, NO₃-N은 0.343 ~ 0.474mg/L, NO₂-N은 0.179 ~ 0.263mg/L, PO₄-P는 0.016 ~ 0.018mg/L, Chl-a는 10.6 ~ 15.3mg/L로 비교적 양호한 상태를 보이고 있음

(3) SSS-3 지점

- SSS-3 조사지점은 소유역 IV와 일부 V에 해당하고 유역면적은 36.9ha로 주거지, 도로 등 불투수층이 분포하고 있음
- 회진면 회진리와 대덕읍 연지리의 주거지에서 미처리 가정오수의 방류수, 유역내 산재한 농경지 등의 배출수가 서산저수지로 유입되고 있음.

구분	채수	수심	유속
07월 14일			
08월 17일			
09월 02일			
09월 23일			

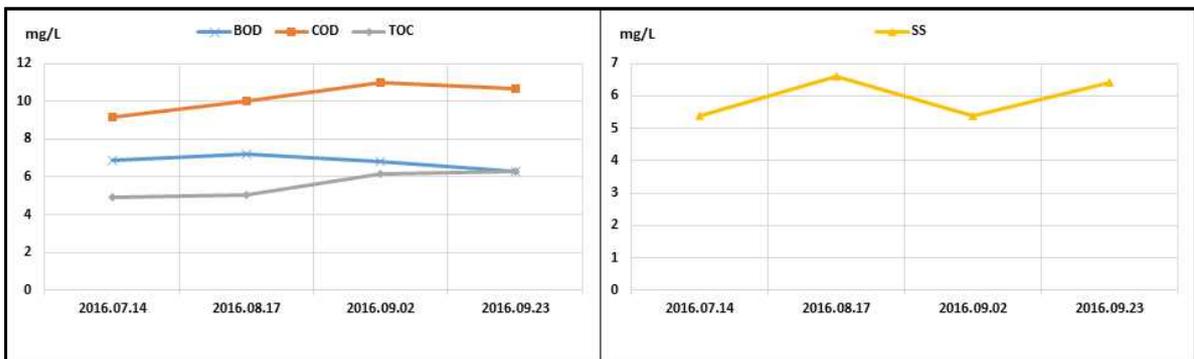
(그림 3.2-8) SSS-3 평시 측정사진

① 유기물 농도

- 수질조사결과, BOD는 6.3 ~ 7.2mg/L로 하천 수질환경기준 약간나쁨(IV등급), COD는 9.2 ~ 11.0mg/L로 나쁨(V등급), TOC는 4.9 ~ 6.3mg/L로 보통(III등급) ~ 나쁨(V등급)으로 나타났음
- 부유물질(SS)의 경우는 5.4 ~ 6.6mg/L로 양호한 상태로 조사되었음

<표 3.2-8> SSS-3 지점의 유기물 조사결과

조사시기	항목			
	BOD(mg/L)	COD(mg/L)	TOC(mg/L)	SS(mg/L)
07월 14일	6.9	9.2	4.9	5.4
08월 17일	7.2	10.0	5.1	6.6
09월 02일	6.8	11.0	6.2	5.4
09월 23일	6.3	10.7	6.3	6.4



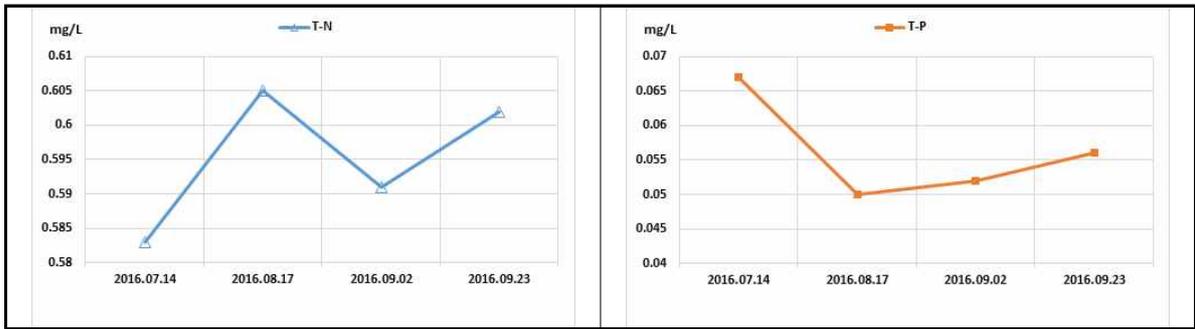
(그림 3.2-9) SSS-3 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이

② 영양염류 농도

- 조사지점의 T-N은 0.583 ~ 0.605mg/L로 조사됨
- T-P는 0.050 ~ 0.067mg/L로 하천 수질환경기준 약간줄음(II등급)으로 나타났음

<표 3.2-9> SSS-3 지점의 영양염류 조사결과

조사시기	항 목	
	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)
07월 14일	0.583	0.067
08월 17일	0.605	0.050
09월 02일	0.591	0.052
09월 23일	0.602	0.056



(그림 3.2-10) SSS-3 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이

③ 기타항목

- 전기전도도는 138 ~ 153 μ S/cm로 일반하천의 전기전도도 평균치인 150 μ S/cm보다 약간 높게 나타났음
- 수소이온농도(pH)는 7.8 ~ 8.2, 용존산소농도(DO)는 7.5 ~ 8.0mg/L, NH₄-N 0.051 ~ 0.101mg/L, NO₃-N 0.289 ~ 0.368mg/L, NO₂-N 0.146 ~ 0.183mg/L, PO₄-P 0.010 ~ 0.015mg/L, Chl-a 11.1 ~ 19.3mg/L로 비교적 양호한 상태를 보이고 있음

나. 강우시

- 현장조사는 2016년 7월 12일, 2016년 9월 27~28일, 2016년 10월 27~28일 총 3회 조사를 실시함

<표 3.2-10> 조사시기별 기상상태

측정일시	항목	기 온 (°C)	습 도 (%)	풍 향 (풍)	풍 속 (m/sec)	강수량 (mm)
1차	7월 12일	23.1	98.0	남남동	1.0	49.0
2차	9월 27일	24.8	87.0	남동	1.1	-
	9월 28일	22.3	95.6	북	0.9	12.2
3차	10월 27일	15.9	74.8	동	2.2	-
	10월 28일	15.4	84.3	북북서	2.3	9.5

- 전반적으로 강우강도가 약하여 평시 수질결과와 비슷한 수준을 보임

(1) SSS-1 지점

- SSS-1 조사지점은 소유역 II 유역에 해당하고 유역면적은 78.6ha로 주거지, 축사, 도로 등 불투수층이 분포하고 있음. 생활오수 미처리수 등의 방류수가 소하천으로 합류하여 서산저수지로 유입되고 있음



(그림 3.2-11) SSS-1 강우시 측정사진

① 1차 조사 결과 : 2016년 7월 12일~13일

<표 3.2-11> SSS-1 지점 수질 측정 결과(1차)

항 목	지 점	시 간					
		0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr
수온	(℃)	27.1	27.3	27.4	27.4	27.5	27.0
pH		7.9	7.5	7.4	7.4	7.5	7.5
DO	(mg/L)	8.5	8.6	8.6	8.5	8.5	8.6
BOD	(mg/L)	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0
COD	(mg/L)	9.9	10.3	10.4	10.5	10.7	10.9
SS	(mg/L)	27.6	33.2	64.8	32.7	29.2	27.0
T-N	(mg/L)	0.414	0.425	0.479	0.490	0.566	0.686
T-P	(mg/L)	0.015	0.017	0.022	0.029	0.033	0.043
TOC	(mg/L)	4.77	4.86	4.92	4.95	4.99	5.00
전기전도도	(μS/cm)	180	173	170	159	176	157
유량	(m ³ /s)	0.0048	0.0046	0.0044	0.0045	0.0040	0.0044

② 2차 조사 결과 : 2016년 9월 27일~28일

<표 3.2-12> SSS-1 지점 수질 측정 결과(2차)

항 목 \ 지 점	0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr
수온 (°C)	23.9	24.1	24.0	23.8	23.8	23.7
pH	7.8	7.9	7.8	7.7	7.9	7.7
DO (mg/L)	8.5	8.3	8.4	8.4	8.5	8.6
BOD (mg/L)	3.2	3.1	3.0	2.7	2.8	2.8
COD (mg/L)	11.9	11.7	10.9	10.3	10.4	10.7
SS (mg/L)	32.7	34.7	36.0	36.8	37.0	50.5
T-N (mg/L)	0.742	0.585	0.562	0.467	0.500	0.519
T-P (mg/L)	0.053	0.046	0.038	0.032	0.032	0.034
TOC (mg/L)	5.59	5.31	5.24	5.11	5.14	5.16
전기전도도 (μS/cm)	176	179	186	198	199	201
유량 (m ³ /s)	0.0045	0.0054	0.0043	0.0041	0.0050	0.0043

③ 3차 조사 결과 : 2016년 10월 27일~28일

<표 3.2-13> SSS-1 지점 수질 측정 결과(3차)

항 목 \ 지 점	0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr
수온 (°C)	16.2	16.3	16.0	16.2	16.2	16.1
pH	7.1	7.0	7.2	7.1	7.0	7.2
DO (mg/L)	8.4	8.5	8.5	8.4	8.3	8.2
BOD (mg/L)	3.8	3.6	3.4	3.0	3.2	3.0
COD (mg/L)	12.1	11.9	11.4	10.8	11.0	10.8
SS (mg/L)	29.2	32.8	35.6	36.0	37.2	45.6
T-N (mg/L)	0.762	0.605	0.573	0.481	0.546	0.535
T-P (mg/L)	0.059	0.050	0.043	0.035	0.039	0.037
TOC (mg/L)	5.66	5.40	5.32	5.17	5.27	5.22
전기전도도 (μS/cm)	172	175	183	190	194	197
유량 (m ³ /s)	0.0041	0.0036	0.0032	0.0040	0.0036	0.0037

(2) SSS-2 지점

- SSS-2 조사지점은 주유입하천으로 서산저수지로 직접 유입되는 소유역 Ⅰ,Ⅱ를 경유하며 주거지, 축사(한우, 돼지), 도로 등 불투수층이 분포하고 있음. 대덕읍 연지리 축사시설, 주거지의 미처리 생활오수, 유역 내 산재한 농경지 유출수가 소하천으로 합류하여 서산저수지로 유입되고 있음



(그림 3.2-12) SSS-2 강우시 측정사진

① 1차 조사 결과 : 2016년 7월 12일~13일

<표 3.2-14> SSS-2 지점 수질 측정 결과(1차)

항 목 \ 지 점		지 점					
		0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr
수온	(°C)	27.3	27.4	27.5	27.7	27.4	27.2
pH		7.8	7.5	7.2	7.2	7.3	7.3
DO	(mg/L)	8.2	8.3	8.3	8	8.2	8.3
BOD	(mg/L)	3.7	3.5	3.6	3.2	3.4	3.4
COD	(mg/L)	9.5	8.6	9.0	7.9	8.3	8.0
SS	(mg/L)	22.3	48.7	52.3	47.0	24.0	19.0
T-N	(mg/L)	0.554	0.483	0.518	0.375	0.461	0.389
T-P	(mg/L)	0.073	0.068	0.071	0.062	0.066	0.062
TOC	(mg/L)	4.51	4.48	4.49	4.44	4.48	4.45
전기전도도	(μS/cm)	152	158	147	140	175	137
유량	(m³/s)	0.0038	0.0034	0.0034	0.0039	0.0032	0.0035

② 2차 조사 결과 : 2016년 9월 27일~28일

<표 3.2-15> SSS-2 지점 수질 측정 결과(2차)

항 목 \ 지 점	0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr
수온 (°C)	23.8	23.7	23.8	23.9	24.0	23.9
pH	8.0	7.9	7.7	7.8	7.7	7.6
DO (mg/L)	8.2	8.4	8.6	8.6	8.5	8.4
BOD (mg/L)	4.2	4.0	3.5	3.8	3.6	4.1
COD (mg/L)	11.7	10.2	9.8	10.1	9.9	10.3
SS (mg/L)	22.5	24.7	27.3	31.0	49.0	56.8
T-N (mg/L)	0.576	0.567	0.386	0.481	0.453	0.571
T-P (mg/L)	0.083	0.079	0.068	0.074	0.070	0.079
TOC (mg/L)	5.67	5.38	4.99	5.35	5.34	5.62
전기전도도 (μS/cm)	166	173	180	186	194	210
유량 (m ³ /s)	0.0038	0.0032	0.0042	0.0040	0.0038	0.0036

③ 3차 조사 결과 : 2016년 10월 27일~28일

<표 3.2-16> SSS-2 지점 수질 측정 결과(3차)

항 목 \ 지 점	0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr
수온 (°C)	16.0	16.2	16.1	16.3	16.4	16.2
pH	7.2	7.2	7.4	7.2	7.1	7.3
DO (mg/L)	8.2	8.4	8.3	8.4	8.2	8.1
BOD (mg/L)	4.8	4.1	4.0	3.7	4.3	4.6
COD (mg/L)	12.6	10.9	10.7	10.6	11.1	11.1
SS (mg/L)	19.6	21.2	24.8	28.4	46.0	53.2
T-N (mg/L)	0.600	0.508	0.486	0.443	0.578	0.589
T-P (mg/L)	0.094	0.079	0.074	0.070	0.087	0.089
TOC (mg/L)	5.79	5.46	5.44	5.14	5.49	5.70
전기전도도 (μS/cm)	164	170	176	184	190	203
유량 (m ³ /s)	0.0032	0.0049	0.0052	0.0049	0.0053	0.0049

(3) SSS-3 지점

- SSS-3 조사지점은 소유역 IV와 일부 V에 해당하고 유역면적은 36.9ha로 주거지, 도로 등 불투수층이 분포하고 있음. 회진면 회진리와 대덕읍 연지리의 주거지에서 미처리 가정오수의 방류수, 유역 내 산재한 농경지 등의 배출수가 서산저수지로 유입되고 있음



(그림 3.2-13) SSS-3 강우시 측정사진

① 1차 조사 결과 : 2016년 7월 12일~13일

<표 3.2-17> SSS-3 지점 수질 측정 결과(1차)

지 점		0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr
항 목							
수온	(°C)	27.5	27.8	28.1	28.0	27.6	27.1
pH		7.3	7.5	7.4	7.2	7.4	7.4
DO	(mg/L)	8.2	8	8.1	8.3	8.2	8.2
BOD	(mg/L)	5.4	5.5	5.2	5.0	5.1	5.1
COD	(mg/L)	10.3	10.4	9.9	9.3	9.7	9.5
SS	(mg/L)	15.7	16.0	20.3	31.0	24.3	16.3
T-N	(mg/L)	0.408	0.490	0.364	0.063	0.193	0.172
T-P	(mg/L)	0.055	0.060	0.053	0.040	0.049	0.045
TOC	(mg/L)	5.03	5.13	4.93	4.64	4.92	4.72
전기전도도	(μS/cm)	153	132	137	158	161	143
유량	(m³/s)	0.0026	0.0022	0.0023	0.0025	0.0024	0.0025

② 2차 조사 결과 : 2016년 9월 27일~28일

<표 3.2-18> SSS-3 지점 수질 측정 결과(2차)

항 목 \ 지 점	0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr
수온 (°C)	24.2	24.1	23.9	24.0	23.8	23.7
pH	7.9	8.1	8	8.1	7.9	7.8
DO (mg/L)	8.3	8.3	8.5	8.4	8.3	8.4
BOD (mg/L)	5.6	5.5	5.2	5.4	5.6	5.8
COD (mg/L)	10.7	10.6	10.5	10.5	10.7	10.9
SS (mg/L)	18.0	19.7	22.8	30.7	36.5	46.0
T-N (mg/L)	0.472	0.372	0.187	0.254	0.424	0.562
T-P (mg/L)	0.070	0.066	0.049	0.064	0.068	0.070
TOC (mg/L)	5.28	5.16	4.92	5.09	5.27	5.34
전기전도도 (μS/cm)	168	173	193	201	203	205
유량 (m³/s)	0.0027	0.0030	0.0030	0.0027	0.0027	0.0027

③ 3차 조사 결과 : 2016년 10월 27일~28일

<표 3.2-19> SSS-3 지점 수질 측정 결과(3차)

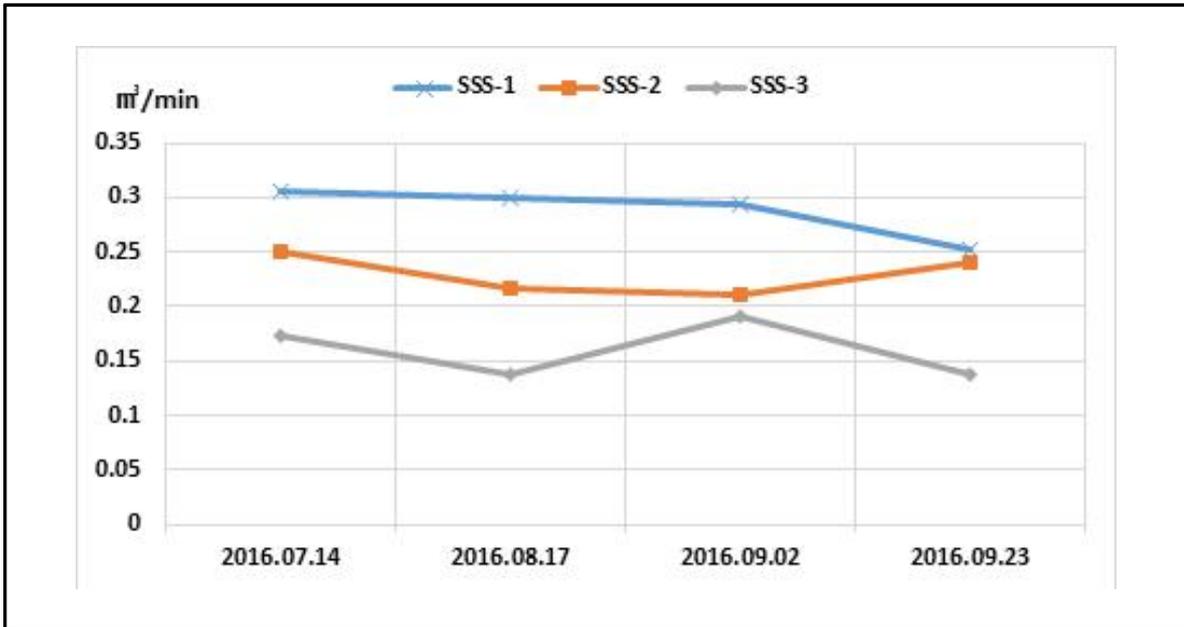
항 목 \ 지 점	0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr
수온 (°C)	16.2	16.1	16.3	16.4	16.5	16.4
pH	7.3	7.1	7.2	7.1	7.3	7
DO (mg/L)	8.3	8.2	8	8	8.1	8.3
BOD (mg/L)	6.5	6.3	5.7	5.3	6.0	5.7
COD (mg/L)	12.5	11.6	11.1	10.7	11.8	11.1
SS (mg/L)	17.2	18.8	22.0	29.6	35.2	44.4
T-N (mg/L)	0.578	0.491	0.280	0.264	0.427	0.405
T-P (mg/L)	0.078	0.074	0.065	0.055	0.072	0.067
TOC (mg/L)	5.40	5.37	5.21	5.05	5.34	5.26
전기전도도 (μS/cm)	164	170	192	198	200	201
유량 (m³/s)	0.0032	0.0034	0.0034	0.0028	0.0034	0.0034

다. 유량조사 결과

- SSS-1 지점의 유량은 0.252 ~ 0.306^{m³}/min, SSS-2 지점은 0.210 ~ 0.250^{m³}/min, SSS-3 지점은 0.138 ~ 0.192^{m³}/min로 나타났음

<표 3.2-20> 조사지점별 유량조사 결과

조사시기	유량 (m ³ /min)		
	SSS-1	SSS-2	SSS-3
07월 14일	0.306	0.250	0.174
08월 17일	0.300	0.216	0.138
09월 02일	0.294	0.210	0.192
09월 23일	0.252	0.240	0.138



(그림 3.2-14) 지점별 유량변화

3.2.3 서산저수지 수질현황

가. 기본조사 결과

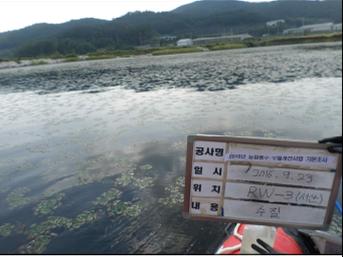
- 2016년 7월 ~ 9월, 총 4회에 걸쳐 서산저수지 SSR-1, SSR-2, SSR-3 3지점 수질의 범위는 pH 7.7 ~ 8.2, DO 5.6 ~ 7.8mg/L, BOD 5.6 ~ 9.3mg/L, COD 9.9 ~ 14.3mg/L, SS 6.2 ~ 10.0mg/L, T-N 0.675 ~ 0.872mg/L, T-P 0.052 ~ 0.123mg/L, TOC 4.89 ~ 7.55mg/L, 전기전도도 154 ~ 209 μ S/cm, NH₄-N 0.042 ~ 0.162mg/L, NO₃-N 0.330 ~ 0.533mg/L, NO₂-N 0.179 ~ 0.255mg/L, PO₄-P 0.001 ~ 0.029mg/L, Chl-a 22.7 ~ 216.7mg/L로 분석됨

<표 3.2-21> 서산저수지 수질현황

시기	조사 지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
07월 14일	SSR-1	27.8	7.7	7.5	8.1	14.3	8.8	0.723	0.056
	SSR-2	28.1	7.8	7.7	5.8	13.8	10.0	0.819	0.101
	SSR-3	27.3	8.0	7.8	6.2	10.4	7.2	0.675	0.082
08월 17일	SSR-1	28.8	7.8	6.2	9.3	12.7	10.0	0.807	0.069
	SSR-2	27.9	7.7	6.4	6.0	14.1	9.4	0.872	0.123
	SSR-3	28.9	8.2	6.2	6.5	11.1	6.8	0.736	0.077
09월 02일	SSR-1	24.8	8.0	5.9	8.2	10.6	9.4	0.777	0.060
	SSR-2	25.0	7.8	5.6	5.6	12.3	8.6	0.854	0.108
	SSR-3	25.1	8.1	6.0	6.2	9.9	6.2	0.722	0.064
09월 23일	SSR-1	24.3	8.1	6.0	8.8	10.7	10.0	0.794	0.052
	SSR-2	24.0	8.1	6.2	5.9	12.1	9.0	0.865	0.095
	SSR-3	24.2	8.2	5.9	6.7	10.3	6.8	0.706	0.073
평균		26.3	8.0	6.5	6.9	11.9	8.5	0.779	0.080

<표 3.2-21> 서산저수지 수질현황(계속)

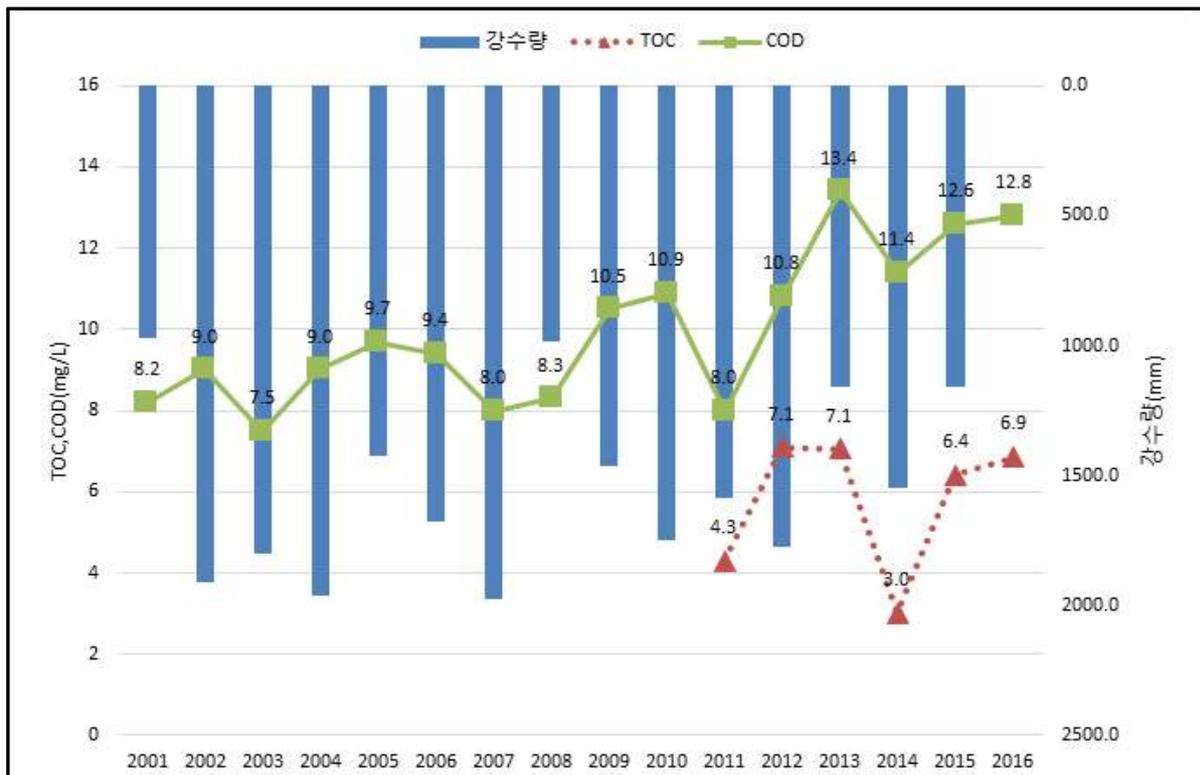
시기	조사 지점	TOC (mg/L)	전기전도도 (μ S/cm)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (mg/L)
07월 14일	SSR-1	6.07	193	0.124	0.354	0.217	0.013	26.6
	SSR-2	6.69	172	0.162	0.411	0.232	0.020	27.0
	SSR-3	4.89	154	0.123	0.330	0.200	0.018	22.7
08월 17일	SSR-1	7.15	200	0.065	0.497	0.233	0.015	30.7
	SSR-2	7.53	184	0.075	0.534	0.255	0.029	27.4
	SSR-3	6.48	161	0.042	0.471	0.215	0.017	31.6
09월 02일	SSR-1	7.24	197	0.056	0.462	0.193	0.001	30.7
	SSR-2	7.49	180	0.063	0.511	0.211	0.024	216.7
	SSR-3	6.51	156	0.047	0.428	0.179	0.015	27.1
09월 23일	SSR-1	7.34	209	0.069	0.444	0.232	0.012	30.8
	SSR-2	7.55	188	0.075	0.513	0.225	0.020	27.3
	SSR-3	6.57	163	0.062	0.420	0.202	0.017	29.7
평균		6.79	179.8	0.080	0.448	0.216	0.017	29.7

07월 14일			
08월 17일			
09월 02일			
09월 23일			
구 분	SSR-1		SSR-2
			SSR-3

(그림 3.2-15) 서산지수지 측정사진

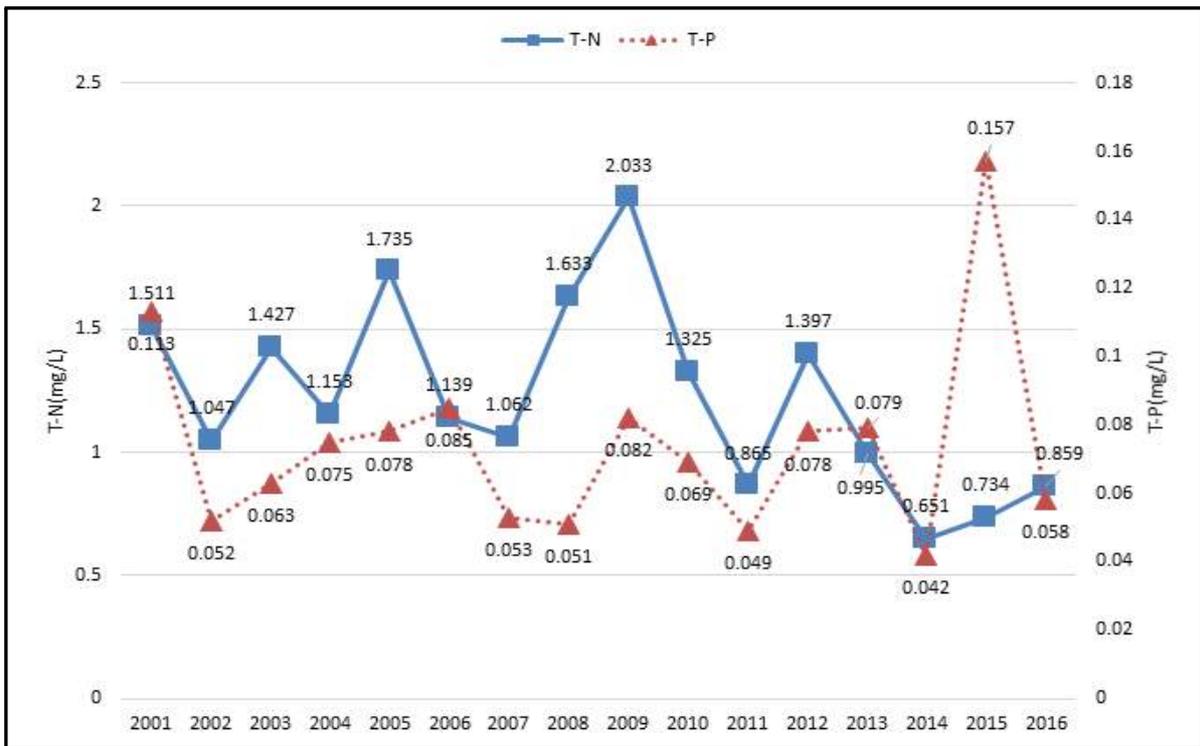
나. 경년 변화

- 서산저수지의 연도별 수질변화를 살펴보기 위해 2001년부터 2016년까지 농림축산식품부의 “농업용수 수질측정망조사” 자료를 연도별로 도시하여, 전체적인 수질변화 경향을 파악하고자 함
- 2011년부터 분석을 실시한 TOC의 경우 증가와 감소를 반복하다 2014년 이후로 증가 추세인 것으로 조사되었으며, 2016년에는 6.9mg/L로 호소 생활환경기준인 V등급(나쁨)으로 나타남
- COD는 최근까지 증가와 감소를 반복하였으며, 전체적으로는 증가추세를 보이고 있으며, 16개년 평균 COD는 10.0mg/L임
- COD는 강수량이 많은 2003년과 2007년도에는 감소 경향을 보였으며 강수량이 적은 2013년과 2015년도에 증가 경향을 보이므로 호소의 COD 수질은 강수량의 영향을 받는 것으로 판단됨



(그림 3.2-16) 서산저수지 강수량 및 COD, TOC 연도별 변화추이

- 총질소는 최근까지 꾸준한 증가와 감소를 반복하였으나, 2012년 이후 급격하게 감소 후 안정화되는 경향을 보이고 있으며, 16개년 평균은 1.223mg/L로 호소 생활환경기준 V등급(나쁨)으로 나타남
- 총인의 경우, 연도별로 변동이 있지만 2001년(0.113mg/L), 2015년(0.157mg/L)을 제외하고는 호소 생활환경기준인 III(보통)~IV등급(약간나쁨)을 보이고 있으며, 16개년 평균은 0.074mg/L로 IV등급(약간나쁨)을 보이고 있음



(그림 3.2-17) 서산저수지 T-N 및 T-P 농도의 연도별 변화추이

3.3 퇴적물 현황

3.3.1 조사내용

- 서산저수지 퇴적층의 오염도를 판단하기 위해서 3지점에서 시료채취를 하였으며, 토성, 유기물, 강열감량, 총질소, 총인 등을 분석하였음
- 또한, 퇴적물이 주변 환경여건의 변화에 따라 호소 수질에 미칠 수 있는 영향을 예측하기 위하여 용출실험을 실시함

<표 3.3-1> 기상 현황

측정일시	항목	기 온 (°C)	습 도 (%)	풍 향 (풍)	풍 속 (m/sec)	비 고
10월 20일		24.6	85.4	남남동	1.8	-



(그림 3.3-1) 퇴적물 조사지점 위치도

<표 3.3-2> 퇴적물 측정지점

구 분	지점번호	측 정 위 치	비 고
저질	서산 - 1	서산저수지 하류	-
	서산 - 2	서산저수지 중류	-
	서산 - 3	서산저수지 상류	-



(그림 3.3-2) 퇴적물 채취 사진

3.3.2 분석방법

- 퇴적물 시료는 외부 공기와와의 접촉을 최대한 차단하여 분석실로 운반한 후 실내시험을 실시하였으며, 전처리가 필요한 항목에 대해서는 전처리를 수행하였고, 수질오염공정시험기준(토양편) 및 폐기물처리공정시험법, Methods of Soil Analysis(USDA), 토양 화학분석법 등을 이용하여 실시하였음

<표 3.3-3> 퇴적물 분석방법 및 분석기기

항 목	분 석 방 법	측 정, 분 석 기 기
강열감량(VS)	회화중량법	회화로, 건조기
유기물	작열손실량 측정법	회화로, 건조기
T-N, T-P	흡광광도법	UV Spectrophotometer

<표 3.3-4> 입도 분석방법 및 분석기기

항 목	분 석 방 법	측 정, 분 석 기 기
입 도	건식/습식체질법	표 준 체

3.3.3 조사결과

가. 퇴적물의 토양항목 분석 결과

- 서산지구의 경우 계획대상지의 대부분은 지목상 유지와 하천으로 토양오염우려기준 2지역에 해당하여 토양오염 우려기준 2지역의 초과 여부를 검토함
- 모든 조사지점에서 채취한 퇴적물 내 토양 21개 항목 분석결과 카드뮴 0.531~0.748 mg/kg, 구리 15.334~23.459mg/kg, 비소 1.49~2.92mg/kg, 수은 0.078~0.081mg/kg, 납 43.904~51.469mg/kg, 아연 166.843~190.606mg/kg, 니켈 30.858~32.470mg/kg, 불소 93~104mg/kg, 기타 6가크롬, 유기인화합물, PCBs, 시안, 페놀류, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 벤조(a)피렌은 불검출 되어, 토양오염우려기준 2지역 기준을 만족하는 것으로 조사됨

<표 3.3-5> 퇴적물의 토양항목 분석 결과

시험항목	토양오염 우려기준 2지역	결 과 (mg/kg)			
		서산-1	서산-2	서산-3	
카드뮴(mg/kg)	10	0.531	0.626	0.748	
구 리(mg/kg)	500	15.334	23.459	20.222	
비 소(mg/kg)	50	1.49	2.43	2.92	
수 은(mg/kg)	10	0.078	0.081	0.080	
납(mg/kg)	400	43.904	50.467	51.469	
6가크롬(mg/kg)	15	불검출	불검출	불검출	
아 연(mg/kg)	600	166.843	190.606	172.704	
니 켈(mg/kg)	200	32.470	30.858	31.887	
볼 소(mg/kg)	400	98	104	93	
유기인화합물	10	불검출	불검출	불검출	
PCBs	4	불검출	불검출	불검출	
시 안	2	불검출	불검출	불검출	
페놀류	4	불검출	불검출	불검출	
BTEX (mg/kg)	벤젠	1	불검출	불검출	불검출
	톨루엔	20	불검출	불검출	불검출
	에틸벤젠	50	불검출	불검출	불검출
	크실렌	15	불검출	불검출	불검출
TPH(mg/kg)	800	불검출	불검출	불검출	
TCE(mg/kg)	8	불검출	불검출	불검출	
PCE(mg/kg)	4	불검출	불검출	불검출	
벤조피렌(mg/kg)	2	불검출	불검출	불검출	

- 퇴적물 항목별 오염평가 기준으로 퇴적물의 유기물 및 영양염류 오염평가 등급은 IV 등급 이하로 오염도가 낮고, 퇴적물의 금속류 오염평가 등급은 카드뮴의 경우 서산2 지점과 서산3 지점 0.626~0.748mg/kg로 II등급으로 조사되고 다른 항목들은 모두 I 등급으로 조사됨
- 서산지구는 서산3개 지점 중 서산2 지점과 서산3 지점에서 금속류 카드뮴 항목이 II등급으로 조사되어 호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준 약간 나뎠(금속류 8항목 중 “II”등급 또는 “III”등급 항목 1개 이상)으로 조사됨

<표 3.3-6> 호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준

항 목		등 급			
		I	II	III	IV
유기물 및 영양염류	완전연소가능량(%)				13 초과
	총질소(mg/kg)				5,600 초과
	총인(mg/kg)				1,600 초과
금속류	구리(mg/kg)	60 이하	228 이하	1,890 이하	1,890 초과
	납(mg/kg)	65 이하	154 이하	459 이하	459 초과
	니켈(mg/kg)	53 이하	87.5 이하	330 이하	330 초과
	비소(mg/kg)	29 이하	44.7 이하	92.1 이하	92.1 초과
	수은(mg/kg)	0.1 이하	0.67 이하	2.14 이하	2.14 초과
	아연(mg/kg)	363 이하	1,170 이하	13,000 이하	13,000 초과
	카드뮴(mg/kg)	0.6 이하	1.87 이하	6.09 이하	6.09 초과
크롬(mg/kg)	112 이하	224 이하	991 이하	991 초과	

비고 : 1. 등급별 퇴적물의 상태

가. 금속류

- I 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 거의 없음
- II 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 있음
- III 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 비교적 높음
- IV 등급 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 매우 높음

나. 유기물, 영양염류

- IV 등급 : 심각하고 명백한 오염

<표 3.3-7> 하천·호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준

단 계	조 건
보통	금속류 8 항목 모두 'I'등급
약간 나쁨	금속류 8 항목 중 'II'등급 또는 'III'등급 항목 1개 이상
나쁨	"금속류 'II'등급 기준 지수" 0.34 이상
매우 나쁨	'IV'등급인 항목 1개 이상

비고 :

1. 단계별 퇴적물 지점의 상태 및 조치

가. 보통 : 지질이나 대기의 영향을 일반적인 정도로 받는 곳에서 나타나는 상태

나. 약간 나쁨 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 있으며, 독성시험을 통해 악영향 확인 필요

다. 나쁨 : 저서생물에 독성이 나타날 가능성 높으며, 조사 범위를 상하류로 확대하여 오염 규모 확인 필요

라. 매우 나쁨 : 심각하고 명백하게 오염되었으며, 중장기적으로 배출시설 및 공공수역 관리 필요

2. 한 지점이 여러 조건에 중복 해당될 경우 오염도 높은 단계 쪽으로 판정

3. "금속류 'II'등급 기준 지수"는 아래 식에 따라 계산함

$$\text{금속류 'II' 등급 기준 지수} = \frac{\sum_{i=1}^8 \left(\frac{EC_i}{PEL_{Ki}} \right)}{8}$$

(EC_i : 금속류 항목별 농도, PEL_{Ki} : 금속류 항목별 'II' 등급 기준치)

나. 물리·화학적 특성

- 서산저수지 퇴적물의 물리·화학적 특성은 실트 55.0 ~ 58.7%, 점토(clay) 41.3 ~ 45.0%로 모든 지점의 토성이 실트(silt)로 나타났음
- 유기물은 2.06~3.08mg/kg으로 서산-1지점에서 가장 높게 나타났고, T-N은 1,124.14 ~ 1,811.56mg/kg으로 평균 1,427.62mg/kg임. T-P는 225.19 ~ 537.04mg/kg으로 평균 330.89mg/kg로 조사됨
- 강열감량은 8.2 ~ 8.5%로 평균 8.4%로 조사되었음

<표 3.3-8> 퇴적물 측정 결과

항 목		지 점			
		평 균	서산-1	서산-2	서산-3
입 자 분 포	Gravel(%)	-	-	-	-
	Sand(%)	-	-	-	-
	Silt(%)	56.4	55.0	55.5	58.7
	clay(%)	43.6	45.0	44.5	41.3
	토 성	Silt	Silt	Silt	Silt
유기물(%)		2.51	3.08	2.40	2.06
T-N(mg/kg)		1,427.62	1,811.56	1,347.17	1,124.14
T-P(mg/kg)		330.89	230.44	225.19	537.04
강열감량(%)		8.4	8.2	8.5	8.5

다. 퇴적물 용출시험 결과

- 서산지구의 경우에는 혐기조건에 비해 호기조건에서 높은 용출률을 나타냈으며, 이러한 경향은 유기물의 농도가 높은 퇴적물에서 나타나는 현상으로 서산지구 퇴적물의 유기물 농도가 높기 때문인 것으로 판단됨
- 서산지구의 경우 퇴적물 총질소의 용출속도는 호기와 혐기조건에서 용출속도가 비슷하게 나타남
- 장래 수질 예측시 총인 및 총질소의 용출속도를 수질모형에 반영함

<표 3.3-9> 퇴적물 영양염류 용출속도

구 분	용출속도(mg/m ² /d)	
	호 기 상 태	혐 기 상 태
총 인	0.745	0.310
총 질소	16.30	16.54

3.4 생태 환경

3.4.1 조사항목

- 동식물상 조사항목은 「환경영향평가서등 작성 등에 관한 규정, 환경부고시 제2016-22호」 [별표 6]의 자연생태환경분야 조사항목을 기준으로 하여 결정하였음
- 특히, 동적 분류군은 생활특성(生活特性, life traits)과 생활사(生活史, life cycle) 등을 고려하여 실시하였음

가. 육상식물상

(1) 식물상

- 소산식물 현황, 식물상의 분포와 특성, 생활형 분석, 귀화식물, 생태계교란 생물, 식물구계학적 특정식물, 특정야생생물(식물), 보호수 및 노거수 분포 현황 등

(2) 식생

- 식물구계 및 식물군계, 현존식생, 식생면적분포 현황, 식생보전등급 등

나. 육상동물상

- 동물상(포유류, 조류, 양서·파충류, 육상곤충류)의 종 분포상황
- 조류의 개체수 및 우점도 등 생물다양성 분석
- 특징 있는 동물의 분포상황(법적보호종, 특산종, 희귀종, 희소종, 특정개체군)

다. 육수동물상

- 육수생물(담수어류, 저서성 대형무척추동물)의 종 분포상황
- 우점도 등 군집구조 분석

라. 법적보호종 및 특징

- 문화재청 지정 천연기념물, 환경부 지정 멸종위기야생생물 등

마. 생태·자연도

- 계획지구 및 주변지역에 대한 생태자연도 등급별 분포현황

3.4.2 조사범위

가. 공간적 범위

- 광역 조사지역 : 사업시행시 영향이 예상되는 지역
- 중점 조사지역 : 계획지구

나. 시간적 범위

◦ 본 사업에 대한 조사 시기는 다음과 같음

<표 3.4-1> 생태조사 조사일

구 분	육상 식물상	육상동물상				육수동물상	
		포유류	조류	양서·파충류	육상 곤충	담수어류	저서성대형 무척추동물
2016년 11월 15일	○	○	○	○	○	○	○

3.4.3 조사방법

가. 육상식물상

(1) 식물상 및 식생

- 식물상은 계획지구 및 광역조사지역을 군락별로 구분한 후, 도보로 이동하면서 관찰된 식물종을 「양치식물도감, 2005, 양치식물연구회」, 「새로운 한국식물도감, 2007, 이영노」, 「원색 대한식물도감, 2006, 이창복」, 「한국식물검색집, 2007, 이상태」등을 참고하여 동정하였으며, 학명과 국명의 표기는 「국가표준식물목록, 2012, 국립수목원」을 기준으로 작성하였음
- 현지조사 자료와 문헌조사 자료를 기초로 하여 귀화식물, 식물구계학적 특정종, 희귀식물, 법정보호종, 보호수 및 노거수 등의 분포현황을 파악하였음
- 귀화식물은 「세밀화와 사진으로 보는 한국의 귀화식물, 2009, 박」을 참고로 동정하였으며, 분포율에 따라 <표 3.4-2>과 같은 방법으로 귀화율 및 도시화지수를 산정하였음
- 생태계교란 생물로 지정된 식물은 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 서양등골나물, 털물참새피, 물참새피, 도깨비가지, 애기수영, 가시박, 서양금혼초, 미국쑥부쟁이, 양미역취, 가시상추, 갯줄풀 및 영국갯끈풀 14종으로 조사지역 내 분포현황을 파악하였음

<표 3.4-2> 귀화율 및 도시화지수 산출

구 분	내 용									
도시화지수 (Urbanization Index)	$UI = S / N \times 100$ (S: 해당 조사지역의 귀화식물 종수, N: 남한의 귀화식물 종수)									
귀화율 (PN')	$PN' = S/N' \times 100$ (S: 해당 조사지역의 귀화식물 종수, N': 해당조사지역의 관속식물 종수)									
	입지별 평균귀화율(PN')									
	언덕 주택지	밭	시가지	평지 주택지	논	넷가	계단식 논	풀밭	숲	
	48.8	32.1	27.7	18.1	14.5	13.3	7.2	4.9	4.4	

자료 : 한국의 귀화식물, 2000, 김준민

- 식물구계학적 특정식물은 임(1975)이 제안한 7개의 지역 중 북한지역의 3개 아구를 제외한 중부아구, 남부아구, 남해안아구, 제주아구 4개를 대상으로 조사한 결과로서 어느 특정한 지역공간의 자연환경 우수성의 정도와 종 보전 우선순위를 파악하고 결정하는데 활용할 수 있음

<표 3.4-3> 식물구계학적 특정식물의 구분

등 급	내 용	
V	국내에 고립되어 분포하거나 불연속적으로 분포하는 분류군	
IV	북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 1개의 아구에 분포하는 분류군	
III	북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 2개의 아구에 분포하는 분류군	
II	비교적 전국적으로 분포하나 일반적으로 1,000m이상 지역에 분포하는 분류군	
I	북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 3개의 아구에 분포하는 분류군	

자료 : “자연환경평가-1.식물군의 선정”, 2000, 김철환, 한국환경생물학회지

(2) 식생현황

- 식생조사는 Braun-Blanquet(1964)의 식물사회학적 방법에 따라 유형을 구분한 후 임상이 균질한 상태를 나타내는 지역과 혼합되는 지점을 고려하여 식생상관에 따라 수도(abundance), 피도(cover)를 조사하고, 흉고직경(DBH) 2.5cm 이상의 목본에 대하여 흉고직경, 수고를 측정하였으며, 조사된 자료를 바탕으로 식물군락을 구분하고 현존 식생도를 작성하였음

<표 3.4-4> 우점도 계급(Braun-Blanquet(1964))의 판정기준

구 분	계 급	기 준
우 점 도	r	대단히 드물게 출현함
	+	소수이며 피도는 대단히 낮음
	1	다수이며 피도는 낮음 또는 소수이나 피도는 약간 높음
	2	대단히 다수(단, 피도는 1/10이하) 또는 피도가 1/10-1/4임 (단, 개체수는 임의)
	3	피도가 1/4-1/2로 개체수는 임의임
	4	피도가 1/2-3/4로 개체수는 임의임
군 도	5	피도는 3/4 이상으로 개체수는 임의임
	1	단독 생육하는 것
	2	군 또는 총상으로 생육하는 것
	3	소반, 쿠션모양으로 생육하는 것
	4	소군락, 광반, 카페트상을 이루는 것
	5	대군집을 이루는 것

(3) 식생보전등급

- 식생보전등급(植生保全等級, Degree of Vegetation Conservation, DVC)은 국토의 식생 자원을 효율적으로 관리하기 위하여 입지의 자연조건, 식생의 천이정도, 인위적인 간섭 정도, 식생경관을 고려하여 자연성, 희귀성, 역사성, 사회·문화적 가치 등에 따라 등급화한 보전수준임

<표 3.4-5> 식생보전등급 평가항목 및 평가요령

평 가 항 목	평 가 요 령
가. 분포 희귀성 (rarity)	(1) 평가 대상이 되는 식물군락이 한반도 내에서 분포하는 패턴을 의미 (2) 분포면적이 국지적으로 좁으면 높게, 전국적으로 분포하면 낮게 평가
나. 식생복원 잠재성 (potentiality)	(1) 평가 대상이 되는 식물군락(식분)이 형성되는데 소요되는 기간(잠재 자연식생의 형성기간)을 의미 (2) 오랜 시간이 요구되면 높게, 짧은 시간에 형성되는 식물군락은 낮게 평가. 다만, 식생 발달기원이 부영화, 식재 등에 의한 것이면 상대적으로 낮은 것으로 평가
다. 구성식물종 온전성 (integrity)	(1) 평가 대상이 되는 식물군락의 구성식물종(진단종군)이 해당 입지에 잠재적으로 형성되는 식물사회의 구성식물종인가에 대한 평가를 의미 (2) 이는 입지의 자연식생의 구성종을 엄밀히 파악하는 것으로 산림의 경우, 흔히 천이 후기종(극상종)으로 구성되면 높게, 초기종의 구성비가 높으면 낮게 평가
라. 식생구조 온전성	(1) 평가 대상이 되는 식물군락이 해당입지에 전형적으로 발달하는 식생구조(층위구조)가 얼마나 원형에 가까운가를 가지고 판정 (2) 산림식생은 4층의 식생구조를 가지며, 각 층위는 고유의 식생고(height)와 식피율(coverage)을 가지고 있으므로 층위구조가 온전하면 보전생태학적으로 높게 평가
마. 중요종 서식	(1) 식물군락은 식물종의 구성으로 이루어지므로 식물종 자체에 대한 보전생태학적 가치를 평가 (2) 그 분포면적이 좁거나, 중요한 식물종(멸종위기야생식물 1·II급 또는 식물구계학적 중요종)이 포함되면 더욱 높게 평가
바. 식재림 흉고직경	식재림의 경우 가장 큰 개체, 보통 개체의 흉고직경(DBH)을 기록

자료 : 「자연환경조사방법 및 등급분류기준 등에 관한 규정, 환경부훈령 제1161호」 [별표 1]

<표 3.4-6> 식생보전등급 분류기준

생태·자연도	등급	식생보전등급기준
1	I	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 식생천이의 종국적인 단계에 이른 극상림 또는 그와 유사한 자연림 <ul style="list-style-type: none"> - 아고산대 침엽수림(분비나무군락, 구상나무군락, 주목군락 등) - 산지 계곡림(고로쇠나무군락, 층층나무군락 등), 하반림 (비슬나무군락 등), 너도밤나무군락 등의 낙엽활엽수림 ◦ 산림식생 이외의 특수한 입지에 형성된 자연성이 우수한 식생이나 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 거의 받지 않아 자연성이 우수한 식생 <ul style="list-style-type: none"> - 해안사구, 단애지, 자연호소, 하천습지, 습원, 염습지, 고산황원, 석회암지대, 아고산초원, 자연암벽 등에 형성된 식생 - 다만 이와 같은 식생유형은 조사자에 의해 규모가 크고 절대보전 가치가 있을 경우에만 지형도에 표시하고, 보고서에 기재 사유를 상세히 기술하여야 함
	II	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자연식생이 교란된 후 2차 천이에 의해 다시 자연식생에 가까울 정도로 거의 회복된 상태의 산림식생 <ul style="list-style-type: none"> - 군락의 계층구조가 안정되어 있고, 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재자연식생을 반영하고 있음 - 난온대 상록활엽수림(동백나무군락, 신갈나무-당단풍군락, 졸참나무군락, 서어나무군락 등의 낙엽활엽수림) ◦ 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 약하게 받고 있는 식생
2	III	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자연식생이 교란된 후 2차 천이의 진행에 의하여 회복단계에 들어섰거나 인간에 의한 교란이 지속되고 있는 산림식생 <ul style="list-style-type: none"> - 군락의 계층구조가 불안정하고, 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재자연식생을 충분히 반영하지 못함 - 조림기원 식생이지만 방치되어 자연림과 구별이 어려울 정도로 회복된 경우 ◦ 산지대에 형성된 2차 관목림이나 2차 초원 ◦ 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 심하게 받고 있는 식생
	IV	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 인위적으로 조림된 식재림
3	V	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2차적으로 형성된 키가 큰 초원식생(목발이나 훼손지 등의 억새군락이나 기타 잡초군락 등) ◦ 2차적으로 형성된 키가 낮은 초원식생(골프장, 공원묘지, 목장 등) ◦ 과수원이나 유실수 재배지역 및 묘포장 ◦ 논, 밭 등의 경작지 ◦ 주거지 또는 시가지 ◦ 강, 호수, 저수지 등에 식생이 없는 수면과 그 하안 및 호안

자료 : 「자연환경조사방법 및 등급분류기준 등에 관한 규정, 환경부훈령 제1161호」 [별표 1]

비고 : 식재림의 정의는 인위적으로 조림된 수종 또는 자연적(2차림)으로 형성되었다 하더라도 아까시나무 등의 조림기원 도입종이나 개량종에 의해 식피율이 70% 이상인 식물군락으로 함. 다만, 녹화 목적으로 적지적수(適地適樹)가 식재된 경우에는 식재림으로 보지 않음.

나. 육상동물상

- 본 사업시행으로 인하여 영향이 미칠 것으로 판단되는 계획지구 및 조사지역을 중심으로 포유류, 조류, 양서·파충류, 육상곤충류의 분포상황에 대하여 현지조사를 통하여 실시하였음
- 또한, 계획지구 및 조사지역의 법정보호종의 서식여부 및 서식가능성을 집중 조사하였고, 현지조사의 미비한 점을 보완하기 위하여 현지주민의 탐문조사를 병행하여 조사하였음
- 생태계교란 생물은 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률」에 따라 환경부장관이 지정·고시하여 관리가 시행중인 종으로, 육상동물에는 뉴트리아, 황소개구리, 붉은귀거북속 전종 및 꽃매미의 4종류가 지정되어 있으며, 조사지역 내 분포현황을 조사하였음

(1) 포유류

- 포유류의 조사는 조사경로를 따라 구거, 경작지, 나대지, 저수지 등을 차량 및 도보로 조사하였으며, 포유동물의 족적(足跡)과 분변(糞便) 또는 동지, 굴 등을 조사하고 지역 주민에 의한 탐문조사도 병행하여 실시하였음
- 동정은 「한국고유생물종 도감, 2005, 환경부», 「야생동물 흔적도감, 2007, 최와 최」 등을 참고하였음

① 직접 확인법(목견법)

- 선정된 조사경로를 이동하면서 현장에서 직접 목견에 의한 종의 유·무를 확인하고, 주변의 서식환경, 고도, 개체수 등 다양한 생태적인 습성과 서식정보를 기록하였음

② 간접 확인법(Field sign 방법)

- 선정된 조사경로를 따라 족적, 배설물, 식흔 및 직접목견에 의하여 종을 확인하였음
- 한편, 포유류는 거의 대부분이 야행성이기 때문에 중형포유류와 대형포유류는 Field-Sign법으로 종의 서식을 확인하였음

(2) 조류

- 조류의 활동반경과 생태특성을 고려하여 선조사법(line census)과 정점조사법(spot census)을 병행하여 실시하였음
- 선조사법은 시속 1.0km 속도로 보행하면서 쌍안경(Nikon, 8×12)으로 주변에서 관찰되는 조류를 동정, 기록하는 방법이며, 정점조사법은 10분간 한 장소에 머물면서 주변에서 관찰되는 종을 기록하는 방법임
- 소형조류나 멀리 있는 조류는 조류관찰망원경(Nikon field scope, 20×60)을 이용하였음

- 멍금류나 탁락성 조류(예: 뽕꾸기 등)등과 같이 활동영역이 비교적 넓은 조류의 경우 개체수 산정의 중복을 피하기 위해 관찰빈도가 높은 위치에 1회 관찰된 것을 기재하였으며, 멍금류와 같이 번식기 텃세권을 형성하는 종과 번식 개체는 반복적인 조사로 인해 발생하는 연속적인 개체수 산정의 중복을 피하기 위해 조사기간 가장 많이 발견된 개체수를 최종 집계하였음
- 동정은 「한국의 조류, 1996, 원」, 「야외원색도감 한국의 새, 2000, 이 외 2인」, 「형태로 찾아보는 우리 새 도감, 2013, 김 외 6인」 등을 참고로 하였으며, 분류 체계는 한국 조류목록을 참고하였음(원 1987, Won 2000)

① 선조사법(Line Transect Method)

- 조사경로를 따르면서 좌·우 폭 40~50m 범위 내 조류를 관찰하거나 울음소리로 확인하는 방법으로, 조사선은 지형, 식생 등을 고려해 여러가지 환경이 조사대상이 될 수 있게 설정하였음
- 조사는 조사지역에 설정한 조사선상을 시속 1.0km 정도의 빠르기로 걸어가면서 관찰하였음
 - 지그재그법 : 선정된 조사구역을 전부 포함시킬 수 있는 경로를 설정하되 동일 개체를 중복하여 기록하지 않도록 주의하여야 함
 - 직선법 : 선정된 조사구역이 정사각형이나 직사각형의 형태를 이룰 때, 혹은 넓은 평야 조사시 용이한 방법임

② 정점조사법(Point Census Method)

- 넓은 범위내의 균일한 환경 중 조류의 종류, 개체수를 파악하기 위한 방법으로, 조사지역의 전부 또는 일부(일정면적)를 조사구역으로 선정하여 전수조사를 시행하였음
 - 구획법 : 조사지역을 일정거리의 격자(방안, mesh)로 나누고, 각 격자별로 조사를 실시하여 정량 분석하는 방법으로, 넓은 범위의 조사구역에 대해 표본조사법으로 사용하였음
 - 정위기록법 : 권역 내의 전망이 모두 감지되는 지역을 선정 후 망원경을 이용하여 전수조사하는 방법으로, 호소, 강 하구, 습지, 해안, 평야 등 넓은 조사범위에 대해 사용하였음

③ 군집분석

- 생물학적 표본 추출법에 의한 생태 측정(Ecological measurement)은 우점도지수(Index of Dominance), 종다양도지수(Index of Species Diversity), 종균등도(Index of Evenness) 및 종풍부도지수(Index of Richness)를 이용하였으며, 조사한 결과를 종합하여 분석·비교하는데 사용한 공식들은 다음과 같음(McNaughton 1967, Shannon and Weaver 1949, Pielou 1975, Margalef 1958)

<표 3.4-7> 군집분석 방법

군 집 지 수	산 정 방 법
우점도지수(D) (Index of Dominance)	◦ 각 군집에서 각 종이 차지하는 우점도지수(Dominance index(D))는 다음과 같음.
	$D = (n_i/N) \times 100$ N : 조사 군집의 총 개체수, n_i : 조사 군집 내에서 i번째 종의 개체수
종다양도지수(H') (Index of Species Diversity)	◦ 조류 군집의 종 구성 상태의 다양한 정도를 나타내는 척도로서 Margalef (1958)의 information theory에 의해 유도된 식(Shannon & Weaver, 1963; Pielou, 1966a; 1966b)을 사용하였음.
	$H' = - \sum (n_i/N) \times \ln(n_i/N)$ N : 조사 군집의 총 개체수, n_i : 조사 군집 내에서 i번째 종의 개체수
균등도지수(E') (Index of Evenness)	◦ 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로써 표현되며, 각 종다양도지수는 군집내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도 지수는 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 이용하여 산출하였음.
	$E' = H' / \ln(S)$ S : 관찰된 전체 종수, H' : 종다양도지수
종풍부도지수(RI') (Index of Richness)	◦ 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서, 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 종풍부도 지수는 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출하였음.
	$RI' = (S - 1) / \ln(N)$ S : 전체 종수, N : 총개체수

(3) 양서·파충류

- 양서·파충류를 확인하는 방법으로는 조사자가 직접 종과 개체수를 확인하는 직접조사와 탐문조사를 병행하였음
- 양서·파충류의 동정과 분류는 「한국동식물도감 제 17권 동물편(양서·파충류), 1975, 강과윤」, 「한국산 양서류 총설, 2000, 양」, 「한국 양서·파충류 생태도감, 2012, 이 외 2인」 등을 참고하였음

① 양서류

- 무미목(개구리류)은 계획지구 및 광역조사지역에서 접근 가능한 지역을 따라 좌우 10m 간격으로 이동 중인 개체와 바위틈 혹은 하천, 수로 계곡 그리고 저습지 주변의 초지에서 포충망을 이용하여 채집하였음
- 유미목(도롱뇽류)의 도롱뇽은 물이 흐르는 하천 유속의 흐름이 완만한 곳을 찾아 작은 바위를 들추어 유생을 확인하거나 물이 고여 있는 작은 웅덩이에 산란한 알을 찾아 종을 확인하는 방법을 이용하고, 성체는 활엽수림이 있는 음지쪽에 쓰러져 있는 고목을 들추거나, 바위틈에서 확인하였음

② 파충류

- 장지뱀류의 경우 목정밭, 초지주변, 하천변과 햇볕이 잘 드는 곳에 쌓여있는 돌을 들추어 확인하거나 이동 중인 개체는 곤충채집용 포충망을 이용하여 채집하였음
- 뱀류는 저지대의 임연부 일대, 목정밭 주변에서 뱀 집게와 포충망을 이용하여 채집하고 석축, 돌담, 경작지, 돌 밑을 들추어 확인하였음

(4) 육상곤충류

- 육상곤충류의 채집은 출현이 왕성한 시기에 포충망을 이용한 쓸어잡기(sweeping)와 채어잡기(brandishing) 방법을 주로 하였으며, 기주식물을 관찰하거나 육안으로 확인하며 채집하였음

다. 육수동물상

- 본 사업시행으로 인하여 영향이 미칠 것으로 판단되는 수계를 중심으로 어류, 저서성 대형무척추동물의 분포상황을 현지조사 및 문헌조사를 병행하여 조사하였음
- 생태계교란 생물은 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률」에 따라 환경부장관이 지정·고시하여 관리가 시행중인 종으로, 육수생물에는 파랑볼우렁(블루길) 및 큰입배스(배스) 2종류가 지정되어 있으며, 조사지역 내 분포현황을 조사하였음
- 현지조사 결과를 토대로 각 분류군별로 군집분석을 실시하였으며, 군집분석 산정방법은 <표 3.4-7>를 참조하였음

(1) 담수어류

- 어류상 특징이 반영되도록 하기 위해 주요 서식환경을 고려하여 지점을 선정 후, 조사를 실시하였으며, 채집도구는 투망(망목 8×8mm)과 족대(망목 6×6mm)를 사용하였으며, 채집된 어류는 자연자원의 보호를 위하여 어종을 확인하고 기록한 후 즉시 방생하였음
- 동정이 어려운 개체는 아이스박스에 보관하여 실험실로 운반 후 「한국동식물도감 제 37권 동물편(담수어류), 1997, 김」, 「원색도감 특징으로 보는 한반도 민물고기, 2006, 이와노」등을 참조하여 분류·동정하였으며, 분류 체계는 Nelson(2006)을 참고하였음

(2) 저서성대형무척추동물

- 저서성대형무척추동물의 채집은 하천의 유속과 유량을 고려하여 선정된 조사지점에서 조사하였으며, Surber net을 이용하여 조사하였고, 뜰채를 이용하여 무작위 채집하였으며, 자료의 정리는 정성 및 정량적으로 구분하지 않고 통합하여 작성하였음
- 종 분류 및 동정은 해부현미경을 사용하였으며, 「수서곤충검색도설, 1995, 윤」, 「한국의 수서곤충, 2005, 원 외 2인」등을 참조하여 분류·동정하였음

라. 법적보호종

- 현지조사는 각 분류군별 생활특성(生活特性, life traits)과 생활사(生活史, life cycle), 그리고 조사지역 토지의 다양한 물리적 환경 등을 고려하여 실시하였음
- 현지조사시 서식 또는 출현이 확인된 환경부지정 멸종위기 야생생물, 문화재청지정 천연기념물의 분포여부를 확인하였으며, 확인된 종 및 개체는 관찰지점과 현장사진 등을 제시하였음

마. 생태·자연도

- 생태·자연도는 「자연환경보전법 제34조」의 규정에 의하여 전국 자연환경의 생태적 가치, 자연성, 경관적 가치 등을 평가하여 자연환경보전 또는 토지이용 및 개발계획의 수립이나 시행에 활용할 수 있도록 전국의 자연환경을 멸종위기 또는 보호야생 동·식물의 분포상황, 경관 등 생태적 특성에 따라 등급을 표시하는 지표임
- 본 조사는 환경부 환경공간정보서비스에서 제시된 생태·자연도를 참조하였음

<표 3.4-8> 생태·자연도(자연환경보전법 제34조)

구 분	내 용
1등급 권역	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다음 각 목에 해당하는 지역으로 보전·가치가 필요한 지역 1. 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 멸종위기 야생생물(이하 "멸종위기 야생생물"이라 한다)의 주된 서식지·도래지 및 주요 생태축 또는 주요 생태통로가 되는 지역 2. 생태계가 특히 우수하거나 경관이 특히 수려한 지역 3. 생물의 지리적 분포한계에 위치하는 생태계 지역 또는 주요 식생의 유형을 대표하는 지역 4. 생물다양성이 특히 풍부하고 보전가치가 큰 생물자원이 존재·분포하고 있는 지역 5. 그 밖에 가목 내지 라목에 준하는 생태적 가치가 있는 지역으로서 대통령령이 정하는 기준에 해당하는 지역 <ul style="list-style-type: none"> - 자연원시림이나 이에 가까운 산림 또는 고산초원 - 자연상태나 이에 가까운 하천·호소 또는 강하구
2등급 권역	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 제1호 각목에 준하는 지역으로서 장차 보전의 가치가 있는 지역 또는 1등급 권역의 외부지역으로서 1등급 권역의 보호를 위하여 필요한 지역
3등급 권역	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1등급 권역, 2등급 권역 및 별도관리지역으로 분류된 지역외의 지역으로서 개발 또는 이용의 대상이 되는 지역
별도관리지역	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다른 법률의 규정에 의하여 보전되는 지역중 역사적·문화적·경관적 가치가 있는 지역이거나 도시의 녹지보전 등을 위하여 관리되고 있는 지역으로서 대통령령이 정하는 지역 1. 「산림보호법」 제7조제1항에 따른 산림보호구역 2. 「자연공원법」 제2조제1호의 규정에 따른 자연공원 3. 「문화재보호법」 제25조에 따라 천연기념물로 지정된 구역(그 보호 구역을 포함한다) 4. 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」 제27조제1항에 따른 야생생물 특별보호구역 또는 같은 법 제33조제1항에 따른 야생생물 보호구역 5. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제40조의 규정에 따른 수산자원보호구역(해양에 포함되는 지역은 제외한다) 6. 「습지보전법」 제8조제1항의 규정에 따른 습지보호지역(연안습지보호지역을 제외한다) 7. 「백두대간보호에 관한 법률」 제6조의 규정에 따른 백두대간보호 지역 8. 법 제12조의 규정에 따른 생태·경관보전지역 9. 법 제24조의 규정에 따른 시·도 생태·경관보전지역

자료 : 자연환경보전법 34조, 자연환경보전법 시행령 제24조, 제25조



(그림 3.4-1) 조사경로도

3.4.4 조사결과

가) 육상식물상

<표 3.4-9> 육상식물상 조사결과

항 목	조 사 내 용	
소산식물 현황	◦ 39과 69속 74종 7변종으로 총 81분류군	
법정보호종	◦ 미확인	
식물구계학적 특정종	◦ I 등급 2종, 예덕나무, 사철나무(식재)	
귀화식물	◦ 총 16종(도시화지수 : 5.0%, 귀화율 : 20.3%)	
노거수 및 보호수	◦ 미확인	
식물군락 분포	현존식생도	식생보전등급
	◦ 수역 : 79.17% ◦ 조경수식재지 : 2.25% ◦ 갈대군락 : 10.16% ◦ 줄군락 : 2.02% ◦ 줄-갈대군락 : 3.22% ◦ 애기부들군락 : 0.85% ◦ 경작지 : 2.29% ◦ 억새군락 : 0.04%	◦ V 등급 : 100.00%

(1) 문헌조사

- 문헌조사는 환경부에서 실시한 제3차 전국자연환경조사 결과와 인근 환경영향평가를 활용하였으며, 본 조사지역이 포함되어 있는 「제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 식물상, 2011, 국립환경과학원, 제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 식물상, 2011, 국립환경과학원」의 식물상 조사결과를 분석하였음
- 문헌자료1 “제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 식물상, 2011, 국립환경과학원” 결과 72과 141속 144종 17변종 2품종 2아종으로 165분류군이 확인됨
- 문헌자료2 “제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 식물상, 2011, 국립환경과학원” 결과 76과 171속 200종 28변종 1품종으로 229분류군이 확인됨
- 소산식물은 총 89과 218속 267종 36변종 3품종 2아종으로 총 308분류군이 확인되었다.
- 문헌조사시 법정보호종은 해당지역에 분포하지 않는 것으로 확인됨

(2) 현지조사

- 계획지구를 대상으로 식물상을 조사한 결과 관속식물은 39과 69속 74종 7변종으로 총 81분류군이 조사되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음

<표 3.4-10> 조사지역의 소산식물 현황

분류군 \ 체 계	과	속	종	아종	변종	품종	소계
양치식물	1		1	-	0	-	1
나자식물	1		2	-	0	-	2
피자식물	37		71	-	7	-	78
쌍자엽식물	32		56	-	5	-	61
단자엽식물	5		15	-	2	-	17
합 계	39		74	-	7	-	81

- 인공습지에서 27과 46속 45종 6변종으로 51분류군, 1호침강지에서 24과 39속 40종 5변종으로 45분류군, 2호침강지에서 17과 27속 25종 4변종으로 29분류군이 조사되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음

<표 3.4-11> 각 조사지역별 소산식물 현황

분류군 \ 체 계	과	속	종	아종	변종	품종	소계
인공습지	27	46	45	-	6	-	51
1호침강지	24	39	40	-	5	-	45
2호침강지	17	27	25	-	4	-	29

(3) 생활형 분석

- 본 사업지구에서 조사된 식물의 생활형 분포를 보면 일년생식물(Th)과 반지중식물(H), 근생수생식물(HH) 등이 각각 38.3%, 17.3%, 13.6%로 가장 높은 비율로 나타났다, 그 외에 대형지상식물(M) 9.9%, 소형지상식물(N) 8.6%, 지표식물(Ch) 7.4%, 지중식물(G) 4.9%등의 순으로 조사되었으며, 착생식물(E)은 출현하지 않았음
- 이러한 결과는 본 지역이 저수지와 경작지 등으로 구성되어 있기 때문으로 파악됨

<표 3.4-12> 소산식물의 생활형 비교·분석

구 분		Raunkiaer의 생활형							
		M	N	E	Ch	H	G	HH	Th
조사지역	종수(종)	8	7	-	6	14	4	11	31
	비율(%)	9.9	8.6	-	7.4	17.3	4.9	13.6	38.3
남한지역		20.1	14.8	7.4	1.9	23.0	12.4	1.4	19.0
Raunkiaer's Normal Spectrum(%)		26.0	15.0	3.0	9.0	28.0	4.0	2.0	13.0

생활형	조사지역 (%)	남한지역 (%)
M	9.9	20.1
N	8.6	14.8
G	4.9	12.4
Ch	7.4	1.9
H	17.3	23.0
Th	38.3	19.0
HH	13.6	1.4
E	-	3.0

주) M(대형지상식물), N(소형지상식물), E(착생식물), Ch(지표식물), H(반지중식물), G(지중식물), HH(수생식물), Th(일년생식물)

(4) 귀화식물 및 생태계교란 생물

- 현지조사 결과 귀화식물은 총 16종이며, 소리쟁이, 쯤명아주, 아까시나무, 붉은토끼풀, 토끼풀, 가시박, 달맞이꽃, 미국나팔꽃, 둥근잎나팔꽃, 미국가막사리, 큰금계국, 코스모스, 개망초, 털별꽃아재비, 서양민들레, 물참새피 등이 출현하였으며 출현종 가운데 생태계교란 생물은 가시박, 물참새피 2종이 확인됨
- 도시화지수는 자연식생의 파괴정도를 판단하는 척도(임과 전, 1980)로 알려져 있는 바 현지조사시 조사된 귀화식물 16종을 남한 전역에서 조사·보고된 321종과 비교하면 조사지역의 도시화지수는 5.0%, 귀화율은 19.8%로 산정됨

(5) 식물구계학적 특정식물

- 문헌 및 현지조사 결과 환경부가 지정한 식물구계학적 특정식물은 41종으로 나타났음
- 문헌조사시 V등급에 왕벚나무, 애기등 2종이 확인되었으며, IV등급에 히어리, 대반하 2종, III등급에 노각나무, 족제비고사리, 애기고광나무, 산오이풀, 참조팝나무, 냥아초, 큰여우콩, 팔손이, 새비나무, 둥근배암차즈기, 산기장, 천문동 12종, II등급에 각시고사리, 돌양지꽃, 노랑제비꽃, 털마삭줄, 총꽃나무 5종, I등급에 예덕나무, 사철나무 등 20종이 확인됨
- 계획지구에서 III등급에 주목, 향나무, I등급에 왕버들, 노랑어리연, 사철나무 3종이 확인됨.
- 이 중 주목, 향나무, 사철나무는 식재되어 분포하는 것으로 조사됨

(6) 법정보호종

- 조사결과, 문화재청 지정 천연기념물, 환경부 지정 멸종위기 야생생물은 확인되지 않음

(7) 보호수 및 노거수 분포 현황

- 조사지역내 보호수는 및 노거수는 발견되지 않았음

(8) 현존식생

① 계획지구

- 계획지구는 수역이 79.17%로 가장 넓은 면적으로 분포하고 있으며, 다음으로 경작지 2.29%, 갈대군락 10.16%, 줄-갈대군락 3.22%, 경작지 2.29%, 조경수식재지 2.25%, 줄군락 2.02%, 애기부들군락 0.85%, 억새 0.04% 등으로 분포하고 있는 것으로 조사되었음

② 조사지역

- 주변지역은 경작지가 46.33%로 가장 넓은 면적으로 분포하고 있었으며, 다음으로 수역, 갈대군락, 나지 및 시설지, 줄군락, 조경수식재지, 줄-갈대군락, 연꽃군락, 애기부들군락, 억새군락 등의 순서로 조사되었음

<표 3.4-13> 조사지역의 식생형 분포현황

군락명	계획지구								조사지역	
	1호 침강지		2호 침강지		인공습지		합계			
	면적	비율	면적	비율	면적	비율	면적	비율	면적	비율
수역	18,872	99.24	1,977	41.76	9,084	64.61	29,933	79.17	102,788	40.97
나지 및 시설지	-	-	-	-	-	-	-	-	10,984	4.38
경작지	11	0.06	21	0.44	832	5.92	864	2.29	116,250	46.33
조경수식재지	-	-	-	-	852	6.06	852	2.25	2,568	1.02
갈대군락	87	0.46	2,569	54.27	1,185	8.43	3,841	10.16	11,691	4.66
애기부들군락	-	-	-	-	320	2.28	320	0.85	319	0.13
억새군락	17	0.09	-	-	-	-	17	0.04	122	0.05
연꽃군락	-	-	-	-	-	-	-	-	844	0.34
줄군락	29	0.15	167	3.53	568	4.04	764	2.02	2,841	1.13
줄-갈대군락	-	-	-	-	1,218	8.66	1,218	3.22	2,496	0.99
합계	19,016	100.00	4,734	100.00	14,059	100.00	37,809	100.00	250,903	100.00

(9) 식생보전등급

① 계획지구

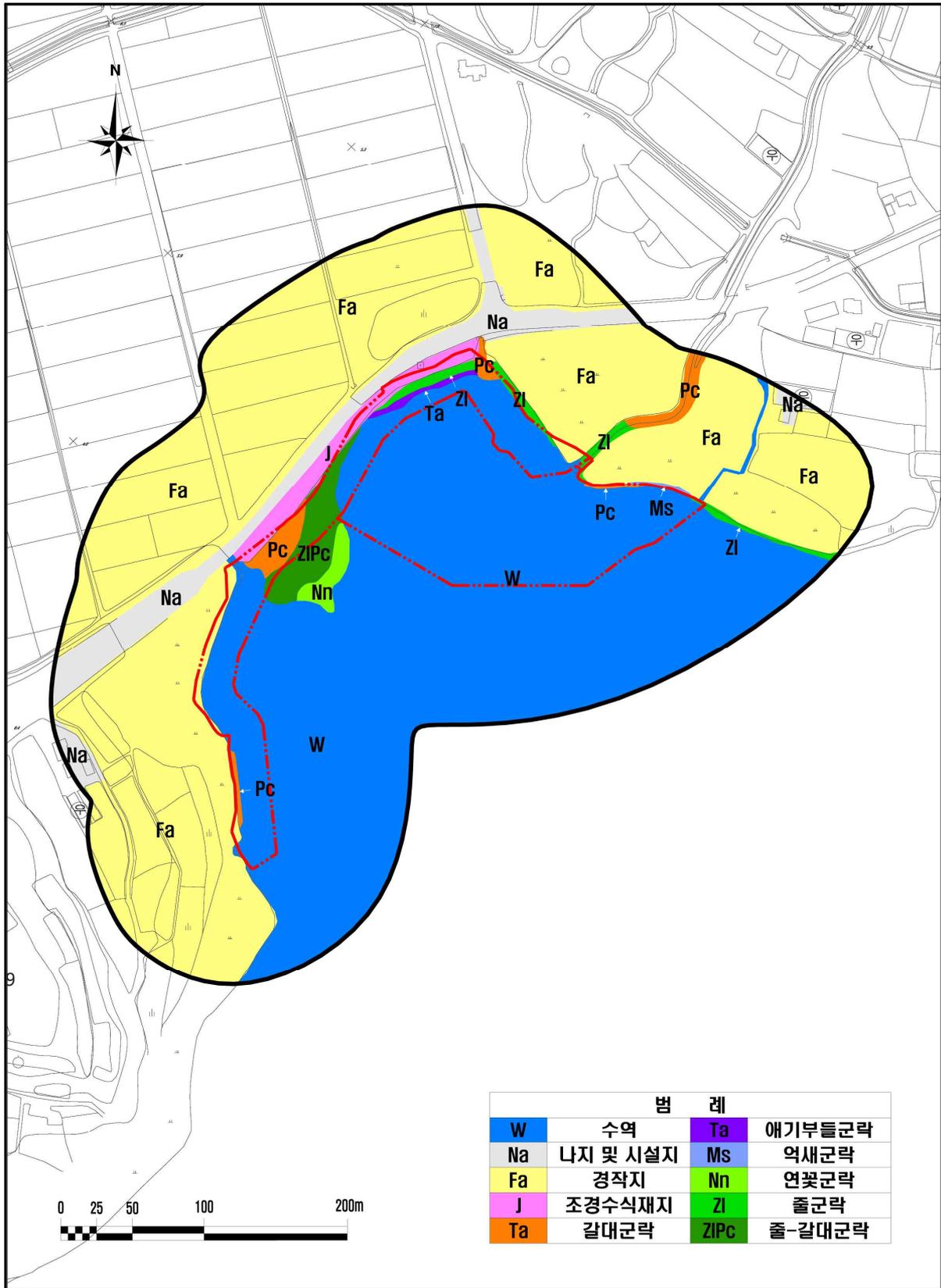
◦ 계획지구는 V등급이 단일 등급으로 분포하고 있는 것으로 조사되었음

② 조사지역

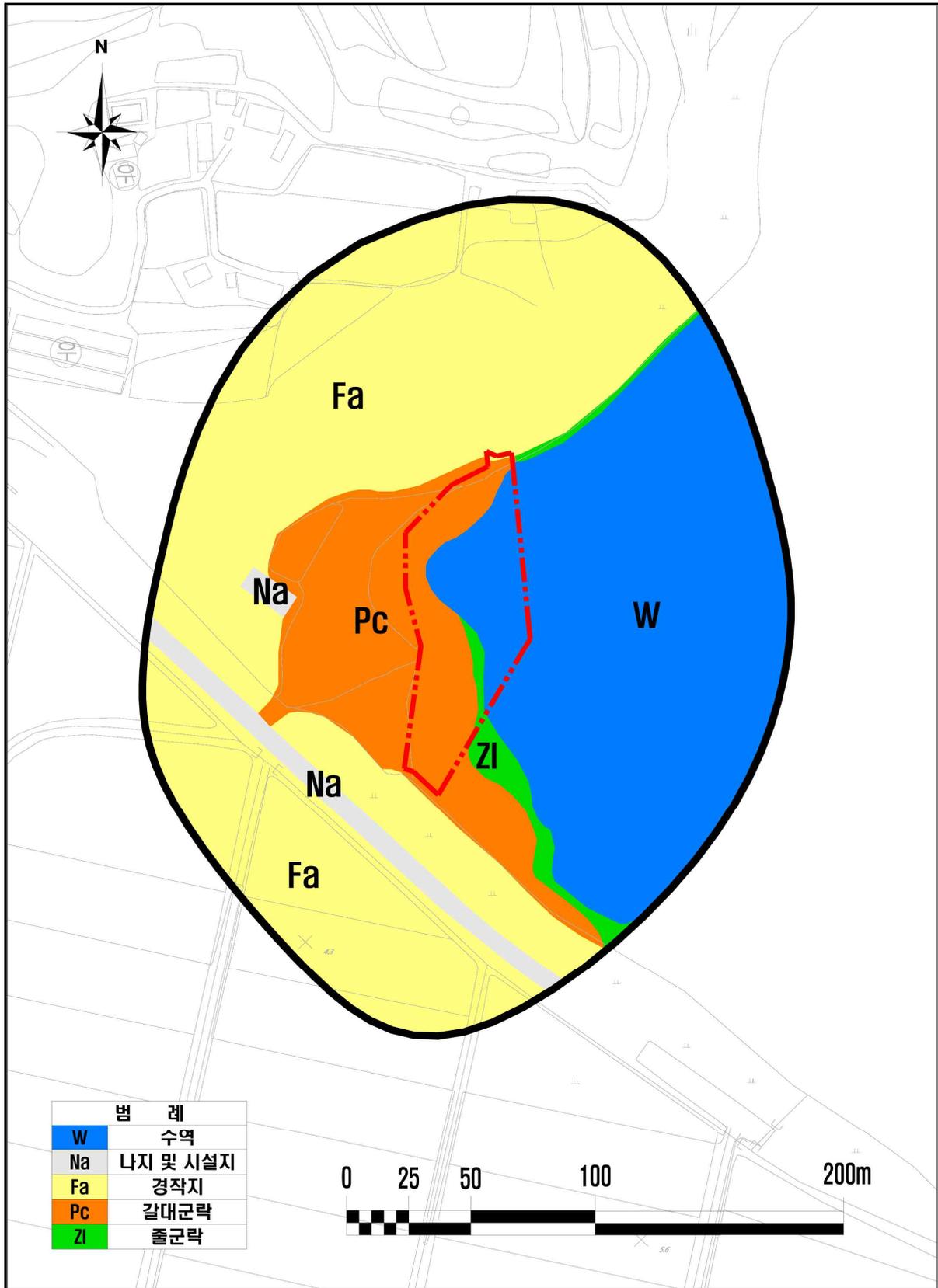
◦ 본 광역조사지역은 V등급이 단일 등급으로 분포하고 있는 것으로 조사되었음

<표 3.4-14> 식생보전등급 분포현황

군락명	계획지구								조사지역	
	1호 침강지		2호 침강지		인공습지		합계			
	면적	비율	면적	비율	면적	비율	면적	비율	면적	비율
V 등급	19,016	100.00	4,734	100.00	14,059	100.00	37,809	100.00	250,903	100.00
합계	19,016	100.00	4,734	100.00	14,059	100.00	37,809	100.00	250,903	100.00



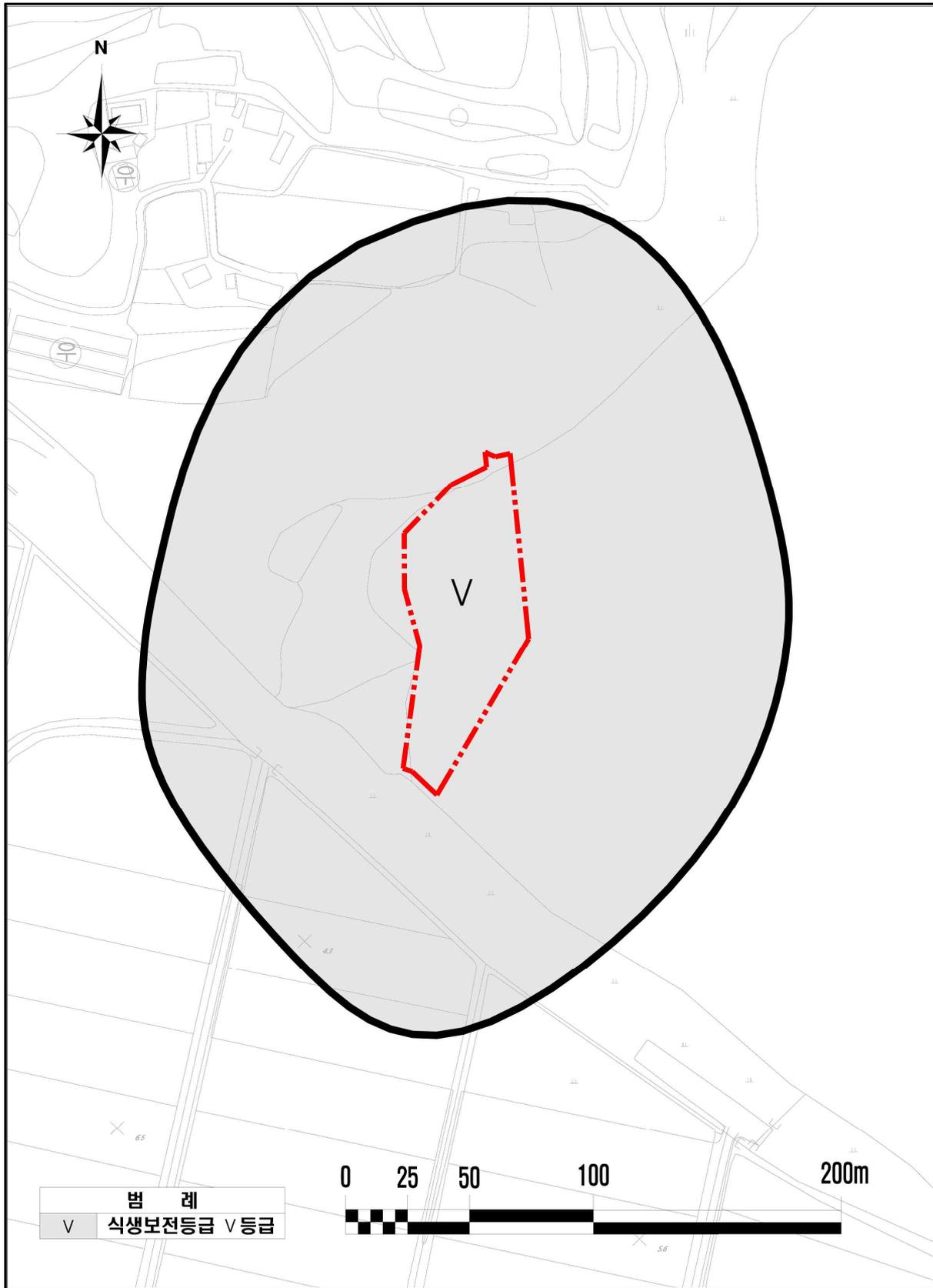
(그림 3.4-2) 현존식생도



(그림 3.4-2) 현존식생도 <계속>



(그림 3.4-3) 식생보전등급도



(그림 3.4-3) 식생보전등급도 <계속>

나. 육상동물상

(1) 조사지역 개황

<표 3.4-15> 조사지역의 서식지 현황

구성요소		서식환경 분석		
구성 요소	저수지 및 하천			
	<p>◦ 계획지구가 위치한 서산저수지의 호안을 중심으로 갈대 및 연과 같은 수생식물군락이 존재하며 일부 낚시꾼들이 이용하기도 하며, 저수지 상류부에서 농경지로 연결되는 농수로는 일부 공사가 진행되고 있음</p>			
간섭 요소	산림 및 경작지			
	<p>◦ 계획지구가 위치한 포항저수지 주변 육상부의 대부분은 논으로 구성되어 있으며, 제방 북측 일대 일부 구간은 산림지역과 마을이 근접하여 위치함</p>			
간섭 요소	마을 및 도로			
	<p>◦ 계획지구가 위치한 포항저수지 제방 북측 및 상류부 일대로 마을과 농로 및 23번 지방도로가 산재되어 있으며 이를 중심으로 차량 및 사람들의 이용도가 높음</p>			
서식환경평가		<p>◦ 계획지구가 위치한 포항저수지는 농수로로 연결되어 있으며, 주변에 농경지와 산림지역이 위치하고 있어 조류 및 포유류와 같은 육상 동물들이 이용할 수 있는 환경으로 구성됨</p> <p>◦ 다만, 육상부의 일부는 마을 및 도로가 산재되어 있어 다양한 육상 동물의 이동에는 일부 제한 요인으로 작용하는 것으로 조사됨</p>		

(2) 포유류

<표 3.4-16> 포유류 조사 현황

구분	분류	현황						
종합	출현종	10과 16종						
	법정보호종	종명	환경부지정 멸종위기종	천연기념물	문헌		현지	
		수달	I급	제330호	1	2	1차	2차
		삿	II급	-	-	○	●	●
		종수	2종	1종	-	2종	2종	2종
문헌 조사	출현종	10과 15종						
	법정보호종	수달, 삿						
	자료	문헌1			문헌2			
	출현종	2과 2종			10과 15종			
	법정보호종	-			수달, 삿			
현지 조사	출현종	7과 12종						
	법정보호종	수달, 삿						
	분류군구성	분류군	종수	점유율(%)				
		참서목	1	8.33				
		식육목	6	50.00				
		우제목	1	8.33				
		설치목	4	33.33				
종합		12	100.00					
조사시기	1차조사			2차조사				
출현종	7과 12종			7과 10종				
법정보호종	수달, 삿			수달, 삿				

문헌) 1 : 제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 포유류, 2011, 국립환경과학원

2 : 제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 포유류, 2011, 국립환경과학원

① 문헌조사

- 문헌자료1 “제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 포유류, 2011, 국립환경과학원” 결과 2과 2종의 포유류가 확인되었음
- 문헌자료2 “제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 포유류, 2011, 국립환경과학원” 결과 10과 15종의 포유류가 확인되었음

- 문헌상 법정보호종은 수달(멸종위기야생생물 I 급, 이하 멸 I 급으로 기재, 천연기념물 제330호, 이하 천으로 기재)과 삿(멸종위기야생생물 II 급, 이하 멸 II 급으로 기재)으로 2종이 조사되었음

② 현지조사

- 현지조사 결과, 두더지(굴), 너구리(족적, 배설물, 탐문), 개(목견), 족제비(탐문), 수달(배설물), 삿(배설물), 고양이(목견), 고라니(족적, 배설물, 탐문), 청설모(탐문), 다람쥐(탐문), 집쥐(목견, 탐문) 및 등줄쥐(굴)로 7과 11종이 조사되었음
- 법정보호종은 수달(멸 I 급, 천 제330호)과 삿(멸 II 급)으로 2종의 서식흔적이 관찰되었음

㉠ 1차조사

- 현지조사 결과, 두더지(굴), 너구리(족적, 배설물, 탐문), 개(목견), 족제비(탐문), 수달(배설물), 삿(배설물), 고양이(목견), 고라니(족적, 배설물, 탐문), 청설모(탐문), 다람쥐(탐문), 집쥐(목견, 탐문) 및 등줄쥐(굴)로 7과 12종이 조사되었음
- 저수지 남측 및 동측일대의 농경지를 중심으로 두더지, 너구리, 고라니, 삿, 집쥐 및 등줄쥐의 개체 및 서식흔적이 관찰되었으며, 고라니의 서식흔적이 비교적 다수로 관찰되었음
- 저수지 상류부의 호안일대에서 수달의 배설물이 관찰되었음
- 저수지 북측 농경지와 마을 일대에서 농촌에서 흔하게 분포되는 고양이와 개가 소수 관찰되었음
- 청설모와 다람쥐는 관찰되지 않았으나 이는 동절기의 계절적 요인으로 생각되며, 탐문으로만 조사되었음
- 법정보호종은 수달(멸 I 급, 천 제330호)과 삿(멸 II 급)으로 2종의 서식흔적이 관찰되었음

㉡ 2차조사

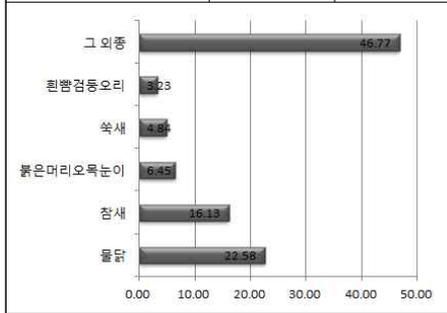
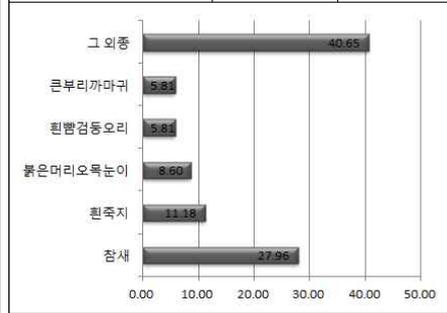
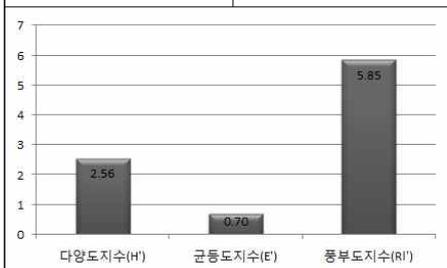
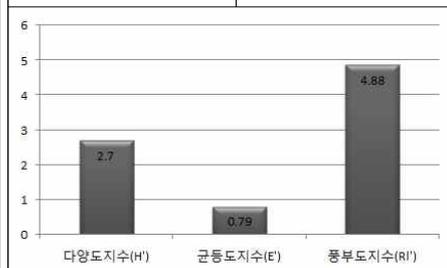
- 현지조사 결과, 두더지(굴), 너구리(족적, 배설물, 탐문), 개(목견), 수달(배설물), 삿(배설물), 고양이(목견), 고라니(족적, 배설물, 탐문), 청설모(탐문), 다람쥐(탐문) 및 등줄쥐(굴)로 7과 10종이 조사되었음
- 저수지 제방일대의 농경지를 중심으로 두더지, 너구리, 고라니, 삿 및 등줄쥐의 서식흔적이 관찰되었음
- 저수지 주변 마을 일대에서 농촌에서 흔하게 분포되는 고양이와 개가 관찰되었음
- 서산저수지 상류부의 호안일대에서 수달의 배설물이 관찰되었음
- 법정보호종은 수달(멸 I 급, 천 제330호)과 삿(멸 II 급)으로 2종의 서식흔적이 관찰되었음

(3) 조류

<표 3.4-17> 조류 조사 현황

구분	분류	현황						
종합	출현종	33과 94종						
	법정보호종	종명	환경부지정 멸종위기종					
		천연기념물	문헌					
			1	2	현지			
					1차	2차		
		저어새	I 급	제205-1호	○	-		
		큰기러기	II 급	-	-	○		
		원앙	-	제327호	-	○		
		붉은배새매	II 급	제323-2호	-	○		
		새매	II 급	제323-4호	-	○		
		참매	II 급	제323-1호	-	-	●	
		황조롱이	-	제323-8호	-	-	●	
매	I 급	제323-7호	-	○				
소쩍새	-	제324-6호	-	○				
종수	6종	8종	1종	6종	2종	-		
문헌 조사	출현종	33과 88종						
	법정보호종	큰기러기, 원앙, 붉은배새매, 새매, 매, 소쩍새						
	자료	문헌1	문헌2					
	출현종	23과 46종	32과 79종					
	법정보호종	저어새	큰기러기, 원앙, 붉은배새매, 새매, 매, 소쩍새					
현지 조사	출현종	21과 41종 638개체						
	법정보호종	참매, 황조롱이						
	우점종	종명	개체수	우점도 (%)				
		참새	130	20.38				
		물닭	126	19.75				
		흰죽지	52	8.15				
		붉은머리오목눈이	40	6.27				
기타		290	45.45					
군집분석	종다양도(H')	2.84						
	균등도(E')	0.76						
	종풍부도(RI')	6.19						

<표 3.4-17> 조류 조사 현황(계속)

구분	분류	현황																																											
현지조사	조사시기	1차조사		2차조사																																									
	출현종	20과 38종 558개체		19과 31종 465개체																																									
	법정보호종	참새, 황조롱이		-																																									
	우점종	<table border="1"> <thead> <tr> <th>종명</th> <th>개체수</th> <th>우점도 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>물닭</td> <td>126</td> <td>22.58</td> </tr> <tr> <td>참새</td> <td>90</td> <td>16.13</td> </tr> <tr> <td>붉은머리오목눈이</td> <td>36</td> <td>6.45</td> </tr> <tr> <td>속새</td> <td>27</td> <td>4.84</td> </tr> <tr> <td>흰뺨검둥오리</td> <td>18</td> <td>3.23</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>261</td> <td>46.77</td> </tr> </tbody> </table>	종명	개체수	우점도 (%)	물닭	126	22.58	참새	90	16.13	붉은머리오목눈이	36	6.45	속새	27	4.84	흰뺨검둥오리	18	3.23	기타	261	46.77	<table border="1"> <thead> <tr> <th>종명</th> <th>개체수</th> <th>우점도 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>참새</td> <td>130</td> <td>27.96</td> </tr> <tr> <td>흰죽지</td> <td>52</td> <td>11.18</td> </tr> <tr> <td>붉은머리오목눈이</td> <td>40</td> <td>8.60</td> </tr> <tr> <td>흰뺨검둥오리</td> <td>27</td> <td>5.81</td> </tr> <tr> <td>큰부리까마귀</td> <td>27</td> <td>5.81</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>189</td> <td>40.64</td> </tr> </tbody> </table>	종명	개체수	우점도 (%)	참새	130	27.96	흰죽지	52	11.18	붉은머리오목눈이	40	8.60	흰뺨검둥오리	27	5.81	큰부리까마귀	27	5.81	기타	189	40.64
		종명	개체수	우점도 (%)																																									
		물닭	126	22.58																																									
		참새	90	16.13																																									
		붉은머리오목눈이	36	6.45																																									
		속새	27	4.84																																									
		흰뺨검둥오리	18	3.23																																									
기타		261	46.77																																										
종명	개체수	우점도 (%)																																											
참새	130	27.96																																											
흰죽지	52	11.18																																											
붉은머리오목눈이	40	8.60																																											
흰뺨검둥오리	27	5.81																																											
큰부리까마귀	27	5.81																																											
기타	189	40.64																																											
																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>종다양도(H')</th> <th>2.56</th> </tr> <tr> <th>균등도(E')</th> <th>0.70</th> </tr> <tr> <th>종풍부도(RI')</th> <th>5.85</th> </tr> </thead> </table>	종다양도(H')	2.56	균등도(E')	0.70	종풍부도(RI')	5.85	<table border="1"> <thead> <tr> <th>종다양도(H')</th> <th>2.70</th> </tr> <tr> <th>균등도(E')</th> <th>0.79</th> </tr> <tr> <th>종풍부도(RI')</th> <th>4.88</th> </tr> </thead> </table>	종다양도(H')	2.70	균등도(E')	0.79	종풍부도(RI')	4.88																																
종다양도(H')	2.56																																												
균등도(E')	0.70																																												
종풍부도(RI')	5.85																																												
종다양도(H')	2.70																																												
균등도(E')	0.79																																												
종풍부도(RI')	4.88																																												
																																													

문헌) 1 : 제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 조류, 2011, 국립환경과학원
 2 : 제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 조류, 2011, 국립환경과학원

① 문헌조사

- 문헌자료1 “제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 조류, 2011, 국립환경과학원” 결과 23과 46종의 조류가 확인되었음

- 문헌자료2 “제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 조류, 2011, 국립환경과학원” 결과 32과 79종의 조류가 확인되었음
- 문헌상 법정보호종은 저어새(멸 I 급, 천 제205-1호), 큰기러기(멸 II 급), 원앙(천 제327호), 붉은배새매(멸 II 급, 천 제323-2호), 새매(멸 II 급, 천 제323-4호), 매(멸 I 급, 천 제323-7호) 및 소쩍새(천 제324-6호)로 7종이 조사되었음

② 현지조사

- 현지조사 결과 총 21과 41종 638개체가 관찰되었으며, 우점종은 참새가 20.38%(130개체)로 가장 많이 관찰되었으며, 물닭이 19.75%(126개체), 흰죽지가 8.15%(52개체) 그리고 붉은머리오목눈이가 6.27%(40개체) 등의 순으로 조사되었음
- 군집분석 결과, 종다양도지수(H')는 2.84였으며, 균등도지수(E')는 0.76 그리고 종풍부도지수(RI')는 6.19였음
- 법정보호종은 참매(멸 II 급, 천 제323-1호)와 황조롱이(천 제323-8호)로 2종이 관찰되었음

㉠ 1차조사

- 1차조사 결과 20과 38종 558개체가 관찰되었으며, 우점종은 물닭이 22.58%(126개체)로 가장 많이 관찰되었으며, 참새가 16.13%(90개체), 붉은머리오목눈이가 6.45%(36개체), 쇠새가 4.84%(27개체) 그리고 흰뺨검둥오리가 3.23%(18개체) 등의 순으로 조사되었음
- 군집분석 결과, 종다양도지수(H')는 2.56이었으며, 균등도지수(E')는 0.70 그리고 종풍부도지수(RI')는 5.85였음
- 관찰된 조류 중 텃새(Res)가 63.16%(24개체)로 가장 많았으며, 겨울철새가 26.32%(10개체), 나그네새가 5.26%(2개체) 그리고 여름철새가 5.26%(2개체) 순으로 조사되었음
- 저수지일대에서는 물닭이 다수 관찰되었으며 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 쇠오리 및 넓적부리와 같은 수면성 오리류 그리고 흰죽지와 땃기흰죽지 같은 잠수성 오리류가 소수 관찰되었음
- 이들은 주로 제방 근처를 중심으로 관찰되었으며 호안 가장자리에서는 물닭, 왜가리, 대백로 및 쇠백로가 주로 관찰되었음
- 월동기임에도 미처 월동지로 이동하지 못한 여름철새인 노랑할미새가 저수지 주변에

서 관찰되었음

- 주변 농경지를 중심으로 말뚝가리 및 황조롱이와 같은 맹금류와 함께 횡동새, 발종다리, 붉은머리오목눈이, 때까치 및 딱새 등이 관찰되었으며, 북측의 산림지역 일대에서 오목눈이, 직박구리, 딱따구리류, 박새류, 노랑턱멧새 및 썩새 등과 같은 육상조류가 관찰되었음
- 참매는 북측 산림지역에서 선회하며 비행하는 개체가 관찰되었음.
- 법정보호종은 참매(멸 II 급, 천 제323-1호)와 황조롱이(천 제323-8호)로 2종이 관찰되었음

㉞ 2차조사

- 2차조사 결과 19과 31종 465개체가 관찰되었으며, 우점종은 참새가 27.96%(130개체)로 가장 많이 관찰되었으며, 흰죽지가 11.18%(52개체), 붉은머리오목눈이가 8.60%(40개체) 그리고 흰뺨검둥오리와 큰부리까마귀가 각각 5.81%(27개체) 등의 순으로 조사되었음
- 군집분석 결과, 종다양도지수(H')는 2.70이였으며, 균등도지수(E')는 0.79 그리고 종풍부도지수(RI')는 4.88이였음
- 관찰된 조류 중 텃새(Res)가 67.74%(21개체)로 가장 많았으며, 겨울철새가 29.03%(9개체) 그리고 여름철새가 3.23%(1개체) 순으로 조사되었음
- 본 조사시 저수지일대에서 관찰된 수조류는 논병아리, 왜가리, 대백로, 쇠백로, 쇠오리, 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 흰죽지 및 물닭이 관찰되었음
- 논병아리, 쇠오리, 청둥오리, 흰뺨검둥오리 및 흰죽지는 저수지 상류부 혹은 중앙부 일대에서 관찰되었으며, 왜가리, 대백로, 쇠백로 및 물닭은 저수지 가장자리 혹은 농수로를 중심으로 관찰되었음
- 저수지 제방부 주변 농경지일대에서 말뚝가리와 함께 개똥지빠귀, 붉은머리오목눈이, 때까치 및 딱새 등이 관찰되었으며, 북측의 산림지역 일대에서 오목눈이, 직박구리, 박새류, 노랑턱멧새 및 썩새 등과 같은 육상조류가 관찰되었음

(4) 양서·파충류

<표 3.4-18> 양서·파충류 조사 현황

구분	분류	현황		
종합	출현종	11과 20종		
	법정보호종	-		
문헌조사	총출현종	11과 20종		
	법정보호종	-		
	자료	문헌1	문헌2	
	출현종	9과 16종	10과 17종	
	법정보호종	-	-	
현지조사	출현종	4과 6종		
	법정보호종	-		
	분류군구성	분류군	종수	점유율 (%)
		무미목	3	50.00
		거북목	1	16.67
뱀목		2	33.33	
종합		6	100.00	

문헌) 1 : 제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 양서·파충류, 2011, 국립환경과학원
 2 : 제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 양서·파충류, 2011, 국립환경과학원

① 문헌조사

- 문헌자료1 “제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 양서·파충류, 2006, 국립환경과학원” 결과 양서류는 5과 8종 그리고 파충류는 4과 8종으로 총 9과 16종이 확인되었음
- 문헌자료2 “제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 양서·파충류, 2013, 국립환경과학원” 결과 양서류는 5과 9종 그리고 파충류는 5과 8종으로 총 10과 17종이 확인되었음
- 문헌상 법정보호종은 관찰되지 않았음

② 현지조사

- 현지조사 시 양서·파충류는 황소개구리 1종만이 관찰되었으며, 나머지는 계절적 원인으로 탐문으로만 조사되어 양서류는 2과 3종 그리고 파충류는 2과 3종으로 총 4과 6종이 조사되었음
- 동면시기인 동계의 계절적 원인으로 황소개구리 1종을 제외한 양서·파충류는 탐문으로만 조사되었으며, 주로 양서류는 농경지 및 농수로 그리고 파충류는 저수지 북측 산림지역을 중심으로 분포하는 것으로 조사되었음
- 법정보호종은 조사되지 않았음

(5) 육상곤충류

<표 3.4-19> 육상곤충류 조사 현황

구분	분류	현황	
종합	출현종	78과 295종	
	법정보호종	-	
문헌조사	출현종	79과 386종	
	법정보호종	-	
	자료	문헌1	문헌2
	출현종	56과 188종	63과 218종
	법정보호종	-	-
현지조사	출현종	8과 9종	
	법정보호종	-	
	분류군구성	분류군	종수
집게벌레목		1	11.11
메뚜기목		2	22.22
노린재목		1	11.11
딱정벌레목		4	44.45
파리목		1	11.11
종합		9	100.00

집게벌레목 11.11%
파리목 11.11%
메뚜기목 22.22%
노린재목 11.11%
딱정벌레목 44.45%

문헌) 1 : 제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 육상곤충류, 2011, 국립환경과학원
 2 : 제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 육상곤충류, 2011, 국립환경과학원

① 문헌조사

- 문헌자료1 “제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 육상곤충류, 2011, 국립환경과학원” 결과 육상곤충류는 총 56과 188종이 확인되었음
- 문헌자료2 “제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 육상곤충류, 2011, 국립환경과학원” 결과 육상곤충류는 총 63과 218종이 확인되었음
- 문헌상 법정보호종은 확인되지 않았음

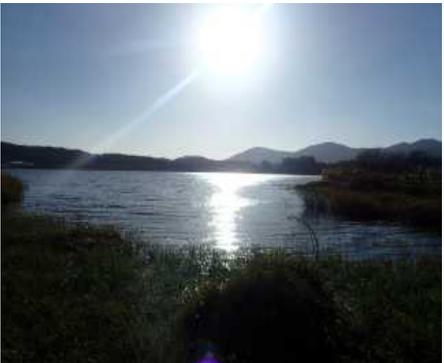
② 현지조사

- 현지조사 결과, 육상곤충류는 총 8과 9종이 조사되었음.
- 분류군별(Order) 출현현황으로는 딱정벌레목이 4종(44.45%)으로 가장 많이 조사되었으며, 그 다음으로 메뚜기목 2종(22.22%), 집게벌레목, 노린재목 및 파리목이 각각 1종(11.11%)이 조사되었음
- 서산저수지를 중심으로 수변부 및 농경지 일대에서 대부분의 종이 조사되었으며, 갑작스런 기온 하강과 동절기로 접어듬에 따라 종조성은 매우 빈약한 것으로 조사되었음.
- 법정보호종은 관찰되지 않았음

다. 육수동물상

(1) 조사지역 개황

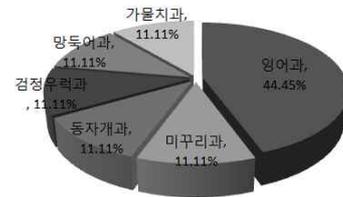
<표 3.4-20> 육상동물상 조사 현황

조사지점	St.1(서산저수지-유입부)	
지형분류	저수지	
수심	0.3m 이상	
탁도	탁함	
하상구조	뺨, 모래, 잔자갈, 자갈	
유역토지이용	농경지, 도로	
제방호안	자연형	
조사지점	St.2(서산저수지)	
지형분류	저수지	
수심	0.5m 이상	
탁도	탁함	
하상구조	뺨, 모래, 잔자갈, 자갈, 호박돌	
유역토지이용	농경지, 도로	
제방호안	자연형/콘크리트	
조사지점	St.3(서산저수지-유출부)	
지형분류	저수지	
수심	0.2~0.7m	
탁도	탁함	
하상구조	식물잔사체, 뺨, 모래, 잔자갈, 호박돌	
유역토지이용	농경지, 마을	
제방호안	자연형	

(2) 담수어류

<표 3.4-21> 담수어류 조사 현황

구분	분류	현황			
종합	출현종	10과 30종			
	법정보호종	-			
문헌조사	출현종	9과 28종			
	법정보호종	-			
	자료	문헌1		문헌2	
	출현종	8과 21종		4과 19종	
	법정보호종	-		-	
현지조사	출현종	6과 9종			
	법정보호종	-			
	분류군구성	분류군	종수	점유율 (%)	
		잉어과	4	44.45	
		미꾸리과	1	11.11	
		동자개과	1	11.11	
		검정우럭과	1	11.11	
		망둑어과	1	11.11	
		가물치과	1	11.11	
		종합	9	100.00	
조사지역	St.1		St.2	St.3	
출현종	2과 4종		5과 7종	4과 6종	
법정보호종	-		-	-	



문헌) 1 : 제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 담수어류, 2011, 국립환경과학원

2 : 제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 담수어류, 2011, 국립환경과학원

① 문헌조사

- 문헌자료1 “제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 담수어류, 2011, 국립환경과학원” 결과 담수어류는 총 8과 21종이 확인되었음
- 문헌자료2 “제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 담수어류, 2011, 국립환경과학원” 결과 담수어류는 총 4과 19종이 확인되었음
- 문헌상 법정보호종은 확인되지 않았음

② 현지조사

- 담수어류는 서산저수지 내 3개 지점을 선정하여 현장조사를 실시하였으며, 갈겨니, 잉어, 붕어, 참붕어, 가물치 등 총 6과 9종이 조사되었음
- 지점별 현지조사결과, St.1지점에서 2과 4종, St.2지점에서 5과 7종, St.3지점에서 4과 6종이 조사되었음
- 법정보호종은 관찰되지 않았으며, 생태계교란 야생생물인 베스 1종이 서식하는 것으로 확인되었음

㉠ St.1(서산저수지-유입부)

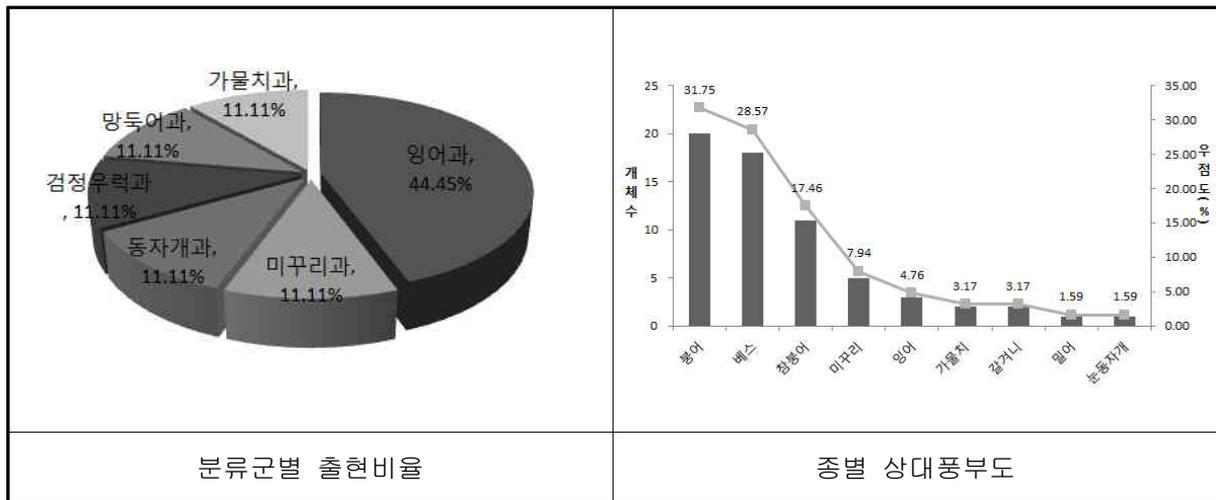
- 서산저수지 유입부에 해당되는 지점으로 잉어, 붕어, 참붕어, 베스 등 2과 4종이 관찰되었으며, 우점종으로 베스(7개체), 붕어(4개체) 순으로 조사되었음

㉡ St.2(서산저수지)

- 서산저수지 유입부에 해당되는 지점으로 잉어, 붕어, 참붕어, 미꾸리, 눈동자개, 베스, 가물치 등 5과 7종이 관찰되었으며, 우점종으로 붕어(12개체), 베스(6개체), 참붕어(5개체) 순으로 조사되었음

㉢ St.3(서산저수지-유출부)

- 서산저수지 유출부에 해당되는 지점으로 갈겨니, 붕어, 참붕어, 미꾸리, 베스, 밀어 등 4과 6종이 관찰되었으며, 우점종으로 베스(5개체), 붕어(4개체), 참붕어(3개체) 순으로 조사되었음

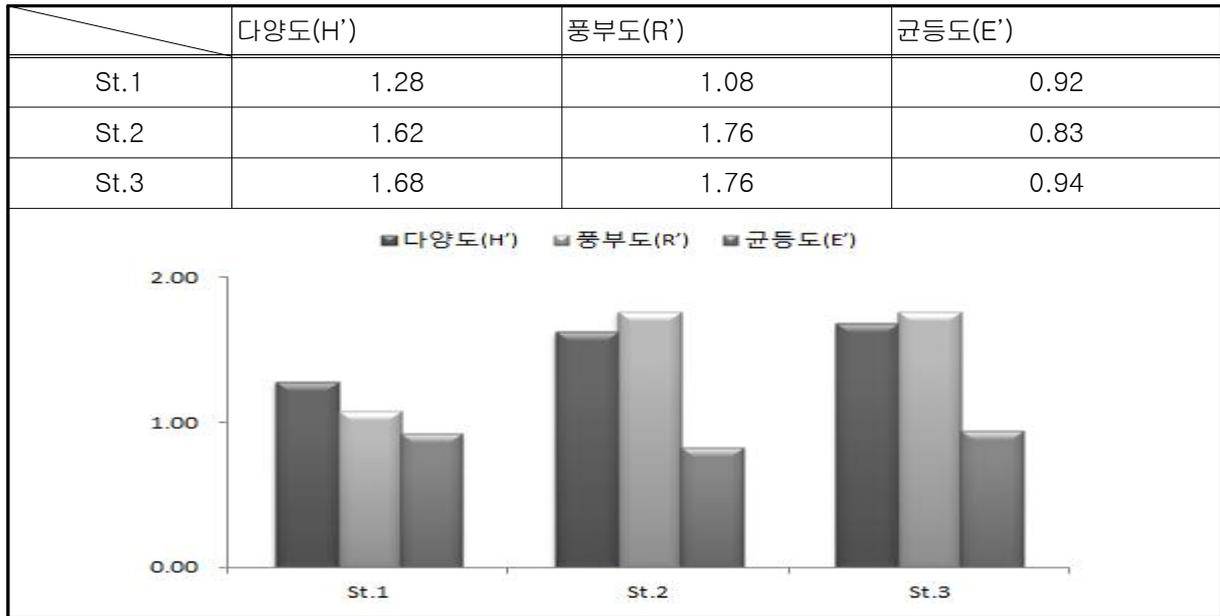


(그림 3.4-4) 분류군별 출현비율 및 상대풍부도 비교

③ 군집분석

- 군집지수 분석결과, 다양도지수는 1.28(St.1) ~ 1.68(St.3)의 범위를 보였으며, 풍부도지수는 1.08(St.1) ~ 1.76(St.3), 균등도지수는 0.83(St.2)~0.94(St.3)의 범위를 보였음

<표 3.4-22> 담수어류 군집분석 결과



(3) 저서성대형무척추동물

<표 3.4-23> 저서성 대형무척추동물 조사 현황

구분	분류	현황			
종합	출현종	64과 101종			
	법정보호종	-			
문헌조사	출현종	54과 84종			
	법정보호종	-			
	자료	문헌1	문헌2		
	출현종	17과 20종	51과 73종		
	법정보호종	-	-		
현지조사	출현종	22과 28종			
	법정보호종	-			
	분류군구성	분류군	종수	점유율 (%)	
		중복족목	2	7.14	
		기안목	3	10.71	
		고설목	1	3.57	
		턱거머리목	1	3.57	
		물지렁이목	1	3.57	
		등각목	1	3.57	
		하루살이목	1	3.57	
		잠자리목	5	17.86	
		노린재목	4	14.29	
		딱정벌레목	5	17.86	
파리목		4	14.29		
종합	16	100.00			
조사지역	St.1	St.2	St.3		
출현종	15과 19종	8과 9종	20과 24종		
법정보호종	-	-	-		

문헌) 1 : 제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 저서성대형무척추동물, 2011, 국립환경과학원
 2 : 제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 저서성대형무척추동물, 2011, 국립환경과학원

① 문헌조사

- 문헌자료1 “제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 저서성대형무척추동물, 2011, 국립환경과학원” 결과 저서성대형무척추동물은 총 4문 7강 12목 17과 20종이 확인되었음
- 문헌자료2 “제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 저서성대형무척추동물, 2011, 국립환경과학원” 결과 저서성대형무척추동물은 총 4문 7강 21목 51과 73종이 확인되었음
- 문헌상 법정보호종은 확인되지 않았음

② 현지조사

- 현지조사 결과, 저서성대형무척추동물은 총 3문 5강 11목 22과 28종이 조사되었음.
- 분류군별(Order) 출현현황으로는 비곤충류가 9종(32.13%), 곤충류가 19종(67.87%)으로 조사되었으며, 곤충류 중 딱정벌레목이 5종(17.86%), 노린재목 및 파리목이 각각 4종(14.29%), 하루살이목 1종(3.57%)으로 조사되었음
- 법정보호종은 관찰되지 않았음

㉓ St.1(서산저수지-유입부)

- 서산저수지 유입부에 해당되는 지점으로 총 15과 19종이 조사되었고, 하상은 빨, 모래, 잔자갈, 자갈 등으로 구성되어 있으며, 수생식물은 다소 잘 발달하여 있는 실정으로 또아리물달팽이, 등검은실잠자리, 긴무늬왕잠자리, 왕잠자리, 방물벌레, 자색물방개, 애물뽕뽕이 등이 조사되었음

㉔ St.2(서산저수지)

- 서산저수지 유입부에 해당되는 지점으로 총 8과 9종이 조사되었고, 하상은 빨, 모래, 잔자갈, 자갈, 호박돌 등으로 구성되어 있으며, 제방이 콘크리트로 구성되어 있어 수변식생 발달이 미약하여 원돌이물달팽이, 연못하루살이, 등검은실잠자리, 꼬마물벌레, 애넓적물뽕뽕이 등이 조사되었음

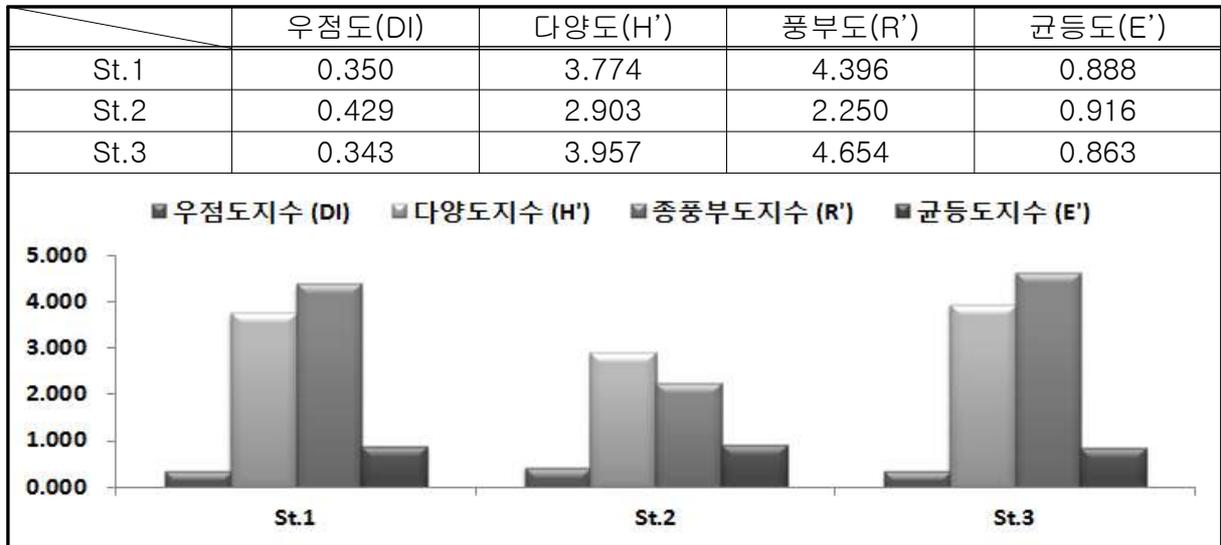
㉔ St.3(서산저수지-유출부)

◦ 서산저수지 유출부로서 총 20과 24종이 조사되었고, 하상은 식물잔사체, 뽕, 모래, 잔자갈, 호박돌 등으로 구성되어 있으며, 수중 수변 식생이 잘 발달하여 있는 실정으로 논우렁이, 쇠우렁이, 물달팽이, 등검은실잠자리, 게아재비, 각시물자라, 애기물방개, 애물땡땡이 등이 조사되었음

㉕ 군집분석

◦ 군집지수 분석결과, 우점도지수(DI)는 0.343(St.3) ~ 0.429(St.2)의 범위를 보였으며, 다양도지수(H') 2.903(St.2) ~ 3.957(St.3), 풍부도지수(R') 2.250(St.2) ~ 4.654(St.3), 균등도지수(E') 0.863(St.3)~0.916(St.2)의 범위를 보였음

<표 3.4-24> 저서성 대형무척추동물 군집분석 결과



㉖ 생물학적 수질평가

◦ 저서성대형무척추동물이 갖는 수환경에 대한 반응을 수치화하여 도출한 지수인 ESB 지수를 이용한 결과, ESB는 '15 ~ 41'의 범위를 보였으며, 수질등급은 'Ⅲ ~ Ⅱ' 등급의 '불량 ~ 다소양호'한 환경상태로 산출되었음

<표 3.4-25> 생물학적 수질평가 결과



라. 법정보호종

(1) 문헌조사

- 문헌조사는 “제3차 전국자연환경조사 덕도(346122), 관산(346084), 2011, 환경부”를 활용하여 실시한 결과, 포유류, 조류에서 확인되었으며, 그 외 분류군에서는 확인되지 않았음
- 법정보호종은 환경부지정 멸종위기 야생생물 Ⅰ·Ⅱ급(이하 “멸 Ⅰ·Ⅱ”), 문화재청지정 천연기념물(이하 “천”)의 현황에 대해 조사하였음

① 포유류

- 수달(멸 Ⅰ급, 천 제330호)과 삵(멸 Ⅱ급)으로 2종이 확인되었음

② 조류

- 저어새(멸 Ⅰ급, 천 제205-1호), 큰기러기(멸 Ⅱ급), 원앙(천 제327호), 붉은배새매(멸 Ⅱ급, 천 제323-2호), 새매(멸 Ⅱ급, 천 제323-4호), 매(멸 Ⅰ급, 천 제323-7호) 및 소쩍새(천 제324-6호)로 7종이 확인되었음

(2) 현지조사

① 포유류

- 1차조사와 2차조사시 수달(멸Ⅰ급, 천 제330호)과 삵(멸Ⅱ급)으로 2종이 조사되었으며, 삵은 저수지 제방 주변 농경지 일대 그리고 상류부의 호안 일대에서 수달의 배설물이 각각 관찰되었음

② 조류

- 1차조사시 참매(멸Ⅱ급, 천 제323-1호) 및 황조롱이(천 제323-8호)로 2종이 관찰되었으며, 황조롱이는 주변 농경지 일대 그리고 참매는 북측 산림지역에서 선회하며 비행하는 개체가 관찰되었으며, 2차조사시 관찰되지 않았음

		
수달(멸Ⅰ급, 천 제330호) 배설물 (1차)	수달(멸Ⅰ급, 천 제330호) 배설물 (2차)	삵(멸Ⅱ급) 배설물(1차)
		
삵(멸Ⅱ급) 배설물(2차)	황조롱이(천 제323-8호)(1차)	참매(멸Ⅱ급, 천 제323-1호)(1차)

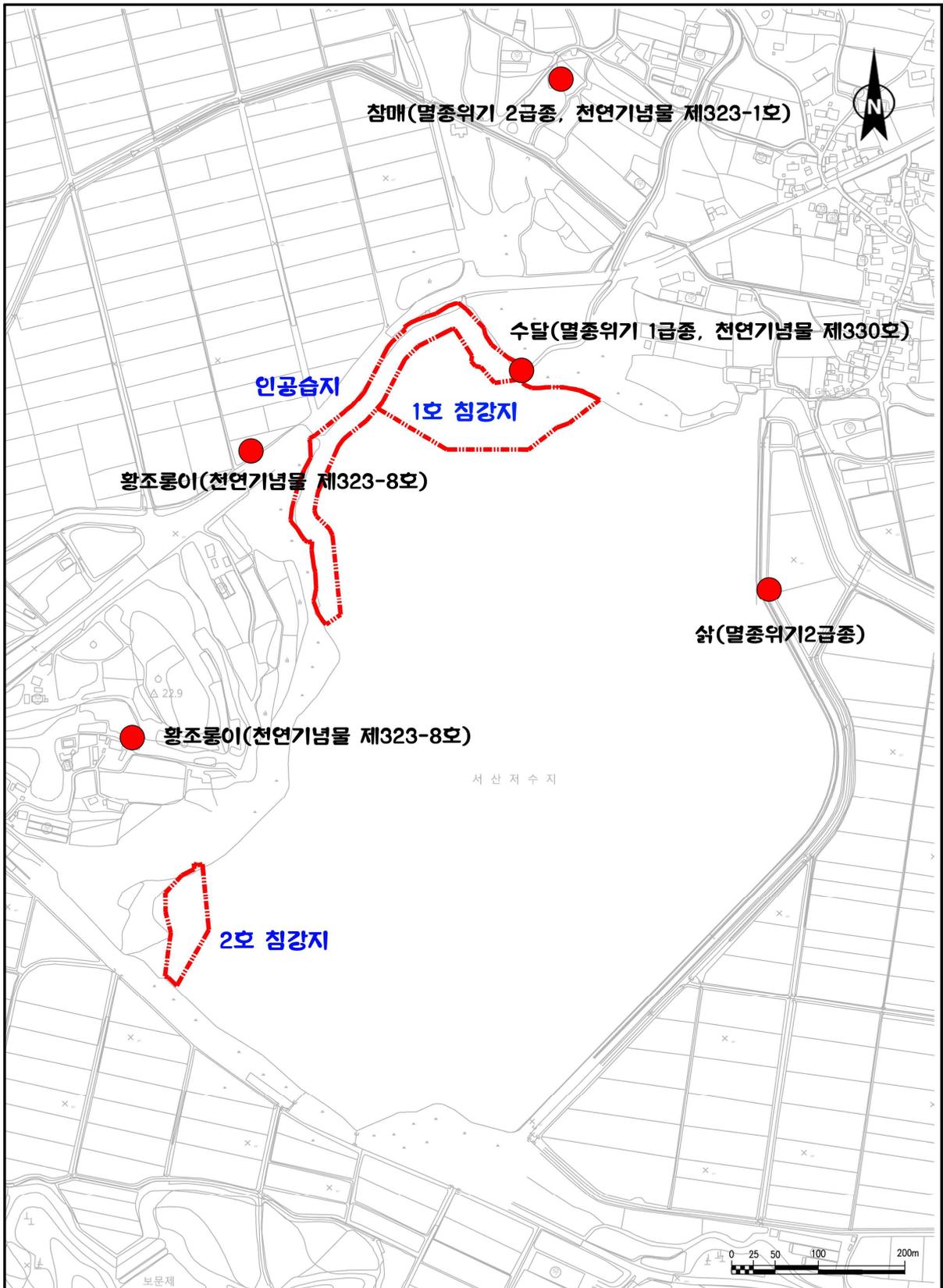
(그림 3.4-5) 조사지역의 법정보호종 현황

<표 3.4-26> 법정보호종 조사목록

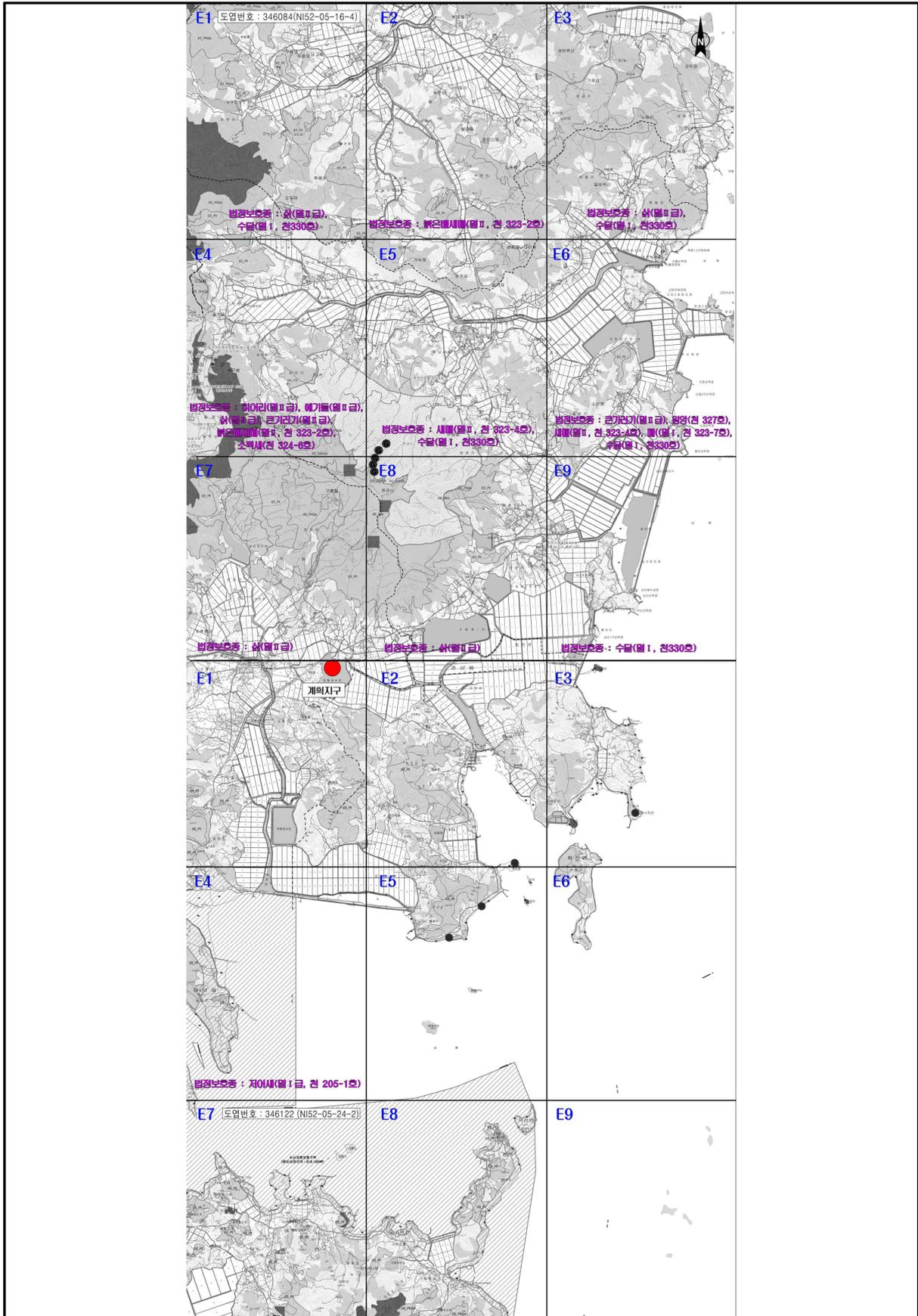
종 명	환경부지정 멸종위기종	천연기념물	문헌조사		현지조사		출현지점	
			1	2	1차	2차		
수달	I 급	제330호	-	○	●	●	1차	N : 34°30'03.84" E : 126°54'29.89"
							2차	N : 34°30'03.84" E : 126°54'29.89"
삵	II 급	-	-	○	●	●	1차	N : 34°29'57.15" E : 126°54'40.96"
							2차	N : 34°29'57.15" E : 126°54'40.96"
저어새	I 급	제205-1호	○	-	-	-	-	
큰기러기	II 급			○	-	-	-	
원앙		제327호		○	-	-	-	
붉은배새매	II 급	제323-2호		○	-	-	-	
새매	II 급	제323-4호		○	-	-	-	
참매	II 급	제323-1호		-	●	-	1차	N : 34°30'18.85" E : 126°54'28.24"
황조롱이	-	제323-8호	-	-	●	-	1차	N : 34°30'00.46" E : 126°54'16.75" N : 34°29'51.15" E : 126°54'12.14"
매	I 급	제323-7호	-	○	-	-	-	
소쩍새	-	제324-6호	-	○	-	-	-	
총 수	8종	9종	1종	8종	4종	2종	-	

문헌) 1 : 제3차 전국자연환경조사 덕도(346122) 일대의 자연환경, 2011, 국립환경과학원

2 : 제3차 전국자연환경조사 관산(346084) 일대의 자연환경, 2011, 국립환경과학원



(그림 3.4-6) 법정보호종 위치도(현지조사)

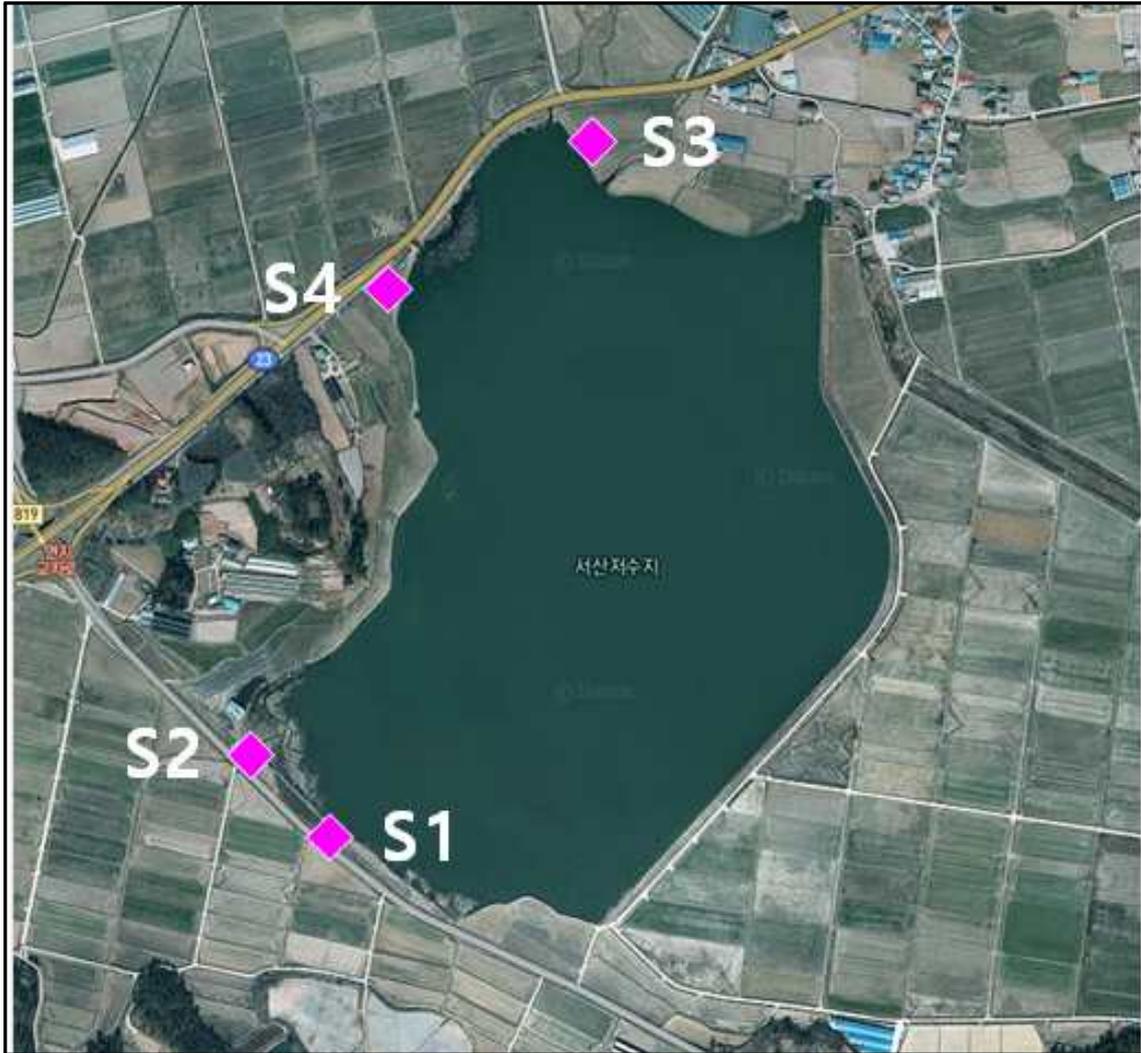


(그림 3.4-7) 법정보호종 위치도(문헌조사)

3.5 토양 환경

3.5.1 조사방법

- 서산저수지의 수질개선을 위해 조성예정인 수질개선대책시설(조합형인공습지) 설치 예정구간의 토양오염도와 입도분석을 실시하였음



(그림 3.5-1) 토양 조사지점 위치도

- 토양시료는 대표 4개 지점을 선정하여 시료를 채취하였으며, (재)그린환경연구원에서 입도 및 Cd 등 토양오염우려기준 21개 항목에 대한 실내분석을 실시하였음
- 분석방법은 항목별 공정시험방법에 따라 실시하였음

3.5.2 조사결과

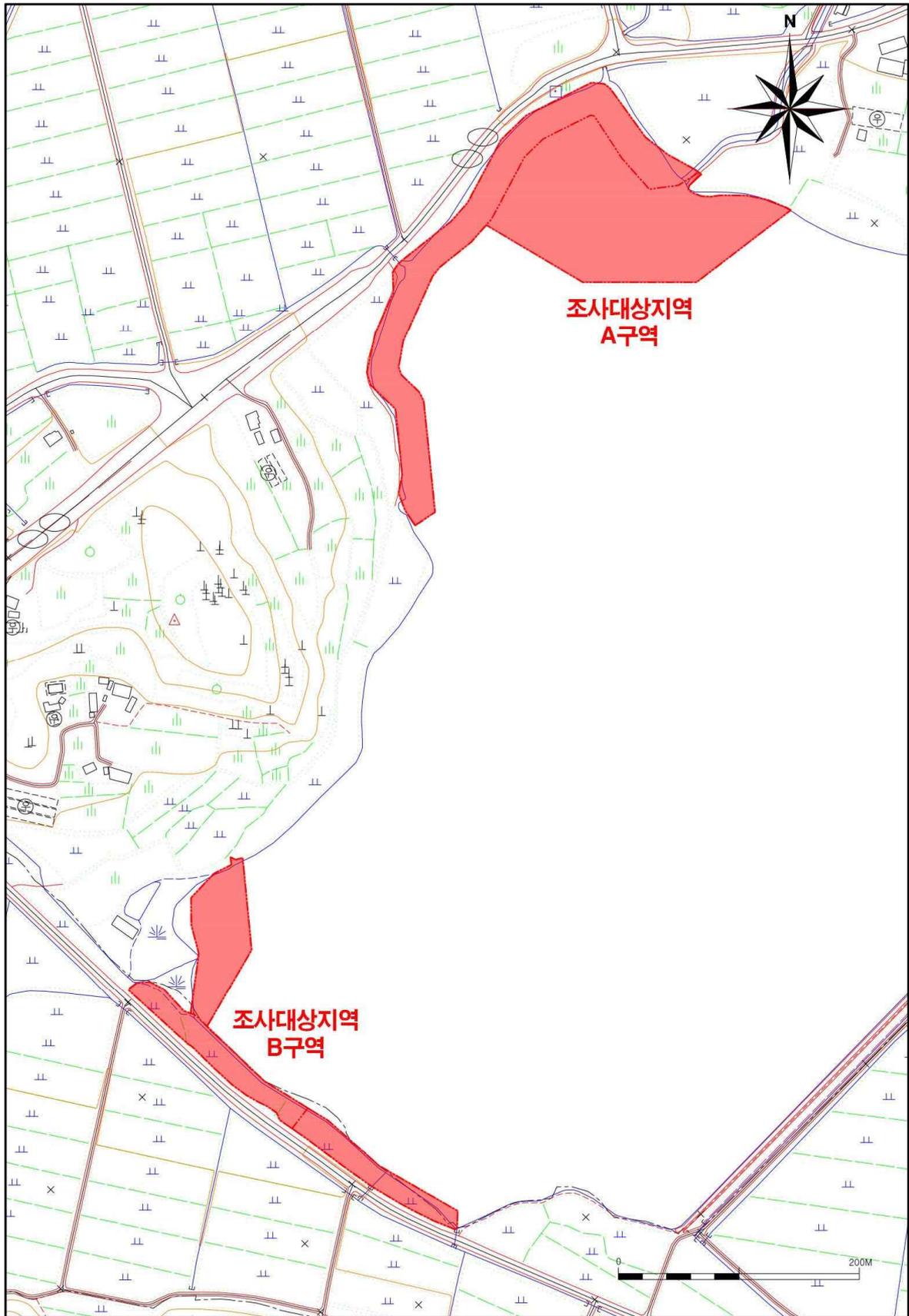
- 조합형인공습지 구간은 현재 답(畓)으로 이용되고 있으며, 대부분 지역의 토성은 사양토(Sandy loam)와 사질식양토에 분포하고 있음
- 토성이 사양토와 사질식양토이며, 배수등급에 따라 조합형인공습지 조성 시에 토양 개량 필요여부를 결정함
- 중금속 분석결과, 비소, 구리, 납, 아연, 니켈이 검출되었지만 토양오염우려기준 1지역을 하회하여 양호한 것으로 판단됨

<표 3.5-1> 서산지구 토양분석 결과

시 료 명		평 균	S1	S2	S3	S4
입 도	모래(%)	60.23	63.50	60.08	58.45	58.90
	미사(%)	20.85	20.86	18.91	23.08	20.55
	점토(%)	18.92	15.64	21.01	18.47	20.55
	토 성	-	사양토	사질식양토	사양토	사질식양토
중금속 (mg/kg)	As(비소)	2.06	1.47	1.27	2.35	3.14
	Cd(카드뮴)	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	Cu(구리)	30.03	33.7	33.7	30.6	22.1
	Ni(니켈)	7.53	7.5	6.8	6.6	9.2
	Pb(납)	28.55	31.2	39.7	19.6	23.7
	Zn(아연)	113.88	118.8	139.3	106.2	91.2
	Hg(수은)	-	0.05	불검출	불검출	불검출
	Cr ⁶⁺ (6가크롬)	-	0.6	불검출	불검출	1.0
	F(불소)	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	CN(시안)	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	유기인화합물	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	PCBs	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	벤젠	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	톨루엔	-	불검출	0.2	불검출	불검출
	에틸벤젠	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	크실렌	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	TPH	-	110	123	95	128
	TCE	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	PCE	-	불검출	불검출	불검출	불검출
	페놀류	-	불검출	불검출	불검출	불검출
벤조(α)피렌	-	불검출	불검출	불검출	불검출	

3.6 매장문화재 지표조사

- 매장문화재 지표조사는 (재)백두문화재연구원에서 수질개선사업 예정지에 대해 수행하였으며, 본 보고서에는 결과를 요약하였고, 상세내역은 별도 보고서(2016년 농업용수수질개선사업(서산지구) 문화재 지표조사 보고서(2016.12)) 참조)
- 금번 문화재 지표조사 지역은 전라남도 장흥군 대덕읍 연지리 288-1번지 일원으로, 서산저수지 일부 지역과 주변으로 논과 습지가 조성되어 있음. 본격적인 사업 시행 이전에 유적의 유무와 분포 범위를 확인하고, 개발과 문화유적 보존의 효과적인 방안을 수립하고자 실시하였음. 조사단 의견을 요약하면 아래와 같음
- 문화재청의 문화재보존대책 통보 내용은 지표조사 결과 유구·유물이 확인되지 않은 것으로 보고되었으므로 별도의 보존대책은 필요하지 않음. 그러나 공사 중 문화재로 의심되는 유구·유물 등이 발견되면 공사를 중단하고 반드시 문화재 관련기관에 신고하여 적절한 조치를 받아야 할 것임



(그림 3.6-1) 조사대상지역 위치도

3.7 하천 현황

- 서산저수지로 유입되는 하천 현황은 다음과 같음

<표 3.7-1> 서산저수지 유역 내 하천 현황

하천명	하천구간		하천 연장 (km)	유로 연장 (km)	유역 면적 (km ²)
	시점	종점			
산박골천	대덕읍 연지리 40-1	대덕읍 연지리 299-1	1.050	2.18	1.14

- 산박골천 하천정비 계획은 『장흥군 소하천정비 종합계획(2009.03, 장흥군)』에 수립되어 있음



(그림 3.7-1) 하천현황도

3.7.1 하천구간

<표 3.7-2> 하천구간

하 천	하천구간		하천연장 (km)	비 고
	시 점	종 점		
산박골천	대덕읍 신흥리 40-1	대덕읍 신흥리 299-1	1.050	-

<표 3.7-3> 유역의 특성

하천명	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	유역평균폭 (A/L)	형상계수 (A/L ²)
산박골천	1.14	2.18	0.52	0.24

<표 3.7-4> 홍수량 산정

홍수량 산정지점	부 호	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	홍수량 (m ³ /s)		채택빈도 (년)
				기본	계획	
산박골천 하구 (No.0)	SB0	1.14	2.18	37	37	30년

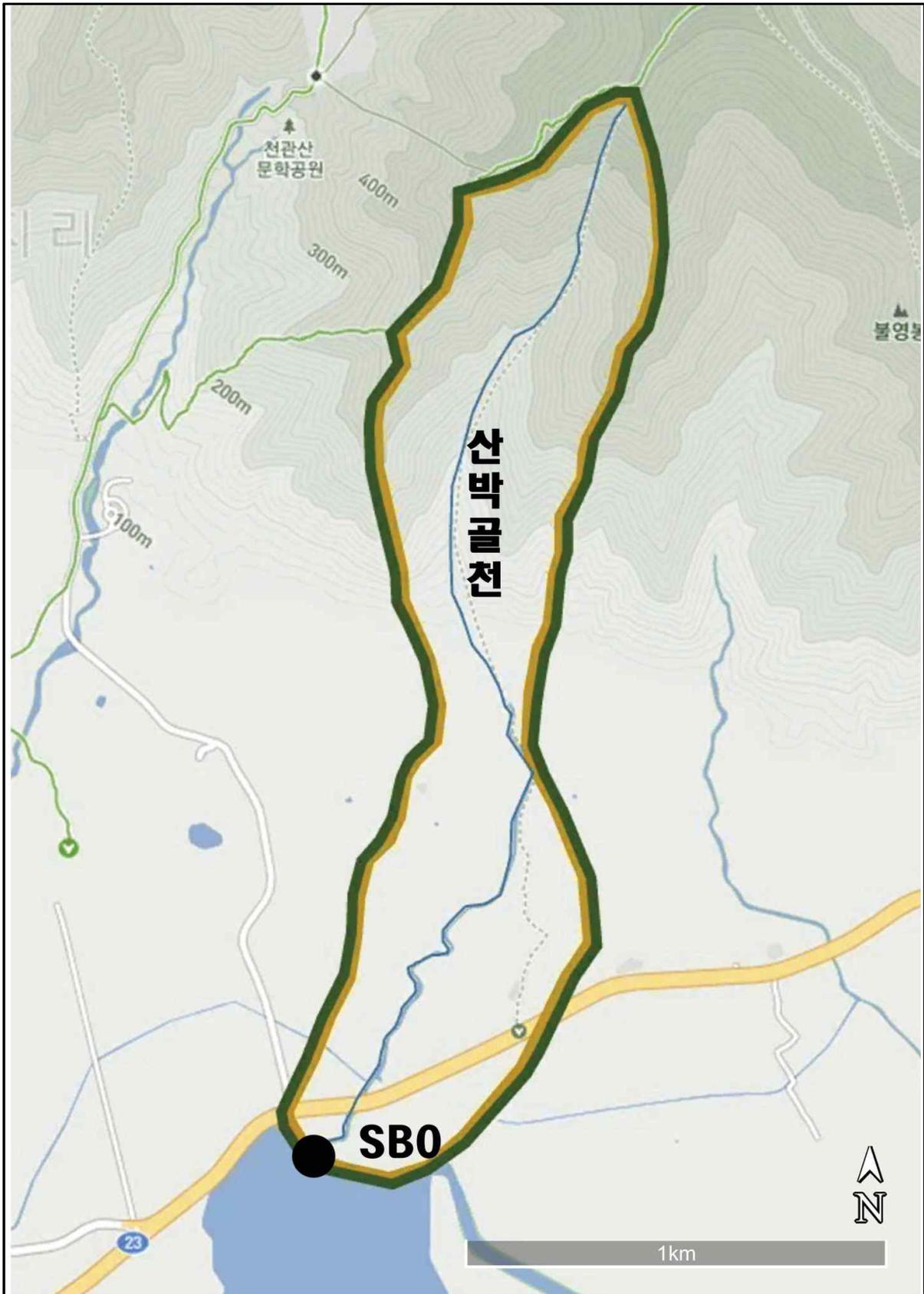
3.7.2. 빈도별 기점 홍수위

- 홍수량 산정지점은 산박골천 하구(SB0, No.0)로 유역면적(A)=1.14km², 유로연장(L)=2.18km이며, 다음 표는 개수 전·후 빈도별 기점홍수위로서 서산저수지의 상류부는 자체 홍수량에 의한 등류수위를 기점홍수위로 하였음

<표 3.7-5> 빈도별 기점홍수위

산정지점	개수 전·후	빈도별 기점홍수위(EL.m)						비 고
		10년	20년	30년	50년	80년	100년	
산박골천 하구 (저수지입구)	개수 전	2.57	2.74	2.82	2.92	3.00	3.04	자체수위
	개수 후	2.32	2.49	2.58	2.69	2.78	2.83	

주) 본 조사의 현황 측량값인 만수위 EL.2.58m로 적용하여 기점홍수위 조정



(그림 3.7-2) 산박골천 홍수량 산정도

<표 3.7-6> 계획 홍수위, 시설제방고

측점 (No.)	누가 거리 (m)	계획 홍수량 (m^3/s)	계획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		시설제방고(EL.m)		비 고
				현황	계획	좌안	우안	
0	0	37	2.58	7.4	-	2.70	2.80	
1	50	37	3.62	6.0	-	3.55	3.35	
2	100	37	4.16	6.0	-	5.37	5.37	BOX
3	150	37	4.84	7.5	-	5.73	4.83	
4	200	37	5.57	7.9	-	6.18	5.68	
5	250	37	6.61	6.6	-	7.04	7.04	
6	300	37	7.10	5.7	-	7.05	7.05	
6+10	310	37	7.77	5.7	-	7.79	7.79	BOX
7	350	37	8.76	10.5	-	9.34	9.64	
8	400	37	9.47	6.9	-	9.34	9.14	
9	450	37	10.38	7.8	-	11.09	10.5	
9+32	482	37	11.61	7.8	-	11.17	11.17	BOX
10	500	37	12.20	4.8	-	11.84	11.34	
11	550	37	13.08	5.7	-	11.91	13.91	
12	600	37	14.93	8.9	-	15.77	15.27	
13	650	37	16.56	8.9	-	17.00	17.20	
14	700	37	18.26	9.8	-	18.95	19.05	
15	750	37	19.39	11.2	-	20.35	20.45	
15+12	762	37	19.62	11.2	-	19.66	19.66	BOX
15+18	768	37	20.11	11.2	-	19.66	19.66	낙차보
15+18	768	37	20.74	11.2	-	19.66	19.66	낙차보
15+47	797	37	21.41	11.2	-	19.66	19.66	
15+47	797	37	22.55	11.2	-	19.66	19.66	
16	800	37	22.76	13.8	-	23.90	23.90	
16+27	827	37	23.24	13.8	-	24.12	24.12	낙차보
16+27	827	37	24.39	13.8	-	24.12	24.12	낙차보
17	850	37	24.81	13.6	-	24.72	24.72	
17+08	858	37	25.06	13.6	-	25.42	25.42	낙차보
17+08	858	37	25.79	13.6	-	25.42	25.42	낙차보
17+38	888	37	26.31	13.6	-	28.03	28.03	낙차보
17+38	888	37	27.62	13.6	-	28.03	28.03	낙차보
18	900	37	28.12	12.8	-	32.92	32.92	
18+18	918	37	28.54	12.8	-	33.01	33.01	낙차보
18+18	918	37	29.51	12.8	-	33.01	33.01	낙차보
19	950	37	31.9	8.4	-	33.42	33.42	낙차보
19	950	37	32.96	8.4	-	33.42	33.42	낙차보
19+30	980	37	34.49	8.4	-	34.32	34.32	낙차보
19+30	980	37	35.83	8.4	-	34.32	34.32	낙차보
20	1,000	37	36.37	12.6	-	36.43	36.33	
20+26	1,026	37	39.34	12.6	-	39.30	39.30	BOX
21	1,050	37	41.18	8.0	-	42.20	42.20	

주) 본 조사의 현황 측량값인 만수위 EL.2.58m로 적용하여 계획홍수위, 시설제방고 조정

제 4 장

기본 구상

- 4.1 대책수립 방향설정
- 4.2 목표연도 및 목표수질 설정
- 4.3 장래오염원 및 오염부하량 전망
- 4.4 수질개선공법 선정
- 4.5 수질 예측

제4장 기본구상

4.1 대책수립 방향 설정

- 서산저수지 유역은 장흥군 대덕읍 연지리 일대가 소유역으로 분포하며, 연지리 일대는 농경지(전, 답), 임야 등의 분포율이 높은 농촌지역으로 주거지역, 축사시설, 국도, 마을 진입도로 및 농로 등 불투수층이 분포하고 점오염물질과 비점오염물질이 유출되고 있어 수질관리에는 불리한 여건으로 판단됨
- 서산저수지는 다수 소하천 및 농경배수로 최하류부에 위치하여 강우에 의한 비점오염물질 유출이 집중적으로 유입되는 특성이 있고 직접유역과 간접유역으로 구분되는 유역 특성이 있어서 서산저수지의 수질개선대책 수립을 위해서 점오염원 및 비점오염원에 대한 대책이 병행되어야 함
- 수질개선대책 검토 순서는 우선적으로 장흥군이 추진 중인 상류대책을 먼저 검토하여 목표수질 달성여부를 확인하고 상류대책만으로 수질예측 결과가 목표수질을 만족하지 못할 경우 호내대책을 추가 검토하였음
- 호내대책은 효과가 검증되고 널리 활용되고 있는 인공습지와 침강지를 기본으로 설치하여 유역에서 처리되지 못한 채 저수지로 유입되는 점, 비점오염물질을 처리하되, 연중 강수량이 균일하지 못하고, 기후변화로 강수량이 계속해서 줄어들고 있는 국내 여건을 감안하여 적정 유량 확보, 저수지 물순환 촉진, 습지 정화효율을 향상시킬 수 방안을 보완 적용함

4.2 목표년도 및 목표수질의 설정

- 서산저수지의 목표수질을 만족하기 위한 목표년도는 장래 오염원 전망 연도와 동일하게 2027년으로 설정하고, 관련계획 검토 등도 2027년까지로 함(※수질목표 달성년도는 인공습지 정화식물이 활착하여 안정상태를 보이는 기간을 고려하여 설정)
- 목표수질은 농업용수 수질관리기준인 호소의 생활환경기준 IV등급으로 설정함
- 목표수질 항목을 보면, 유기물지표인 TOC는 6.0mg/L이하, 영양염류인 T-N은 1.0mg/L이하, T-P는 0.1mg/L이하로 유지하여야 하나, 질소와 인은 IV등급 환경기준을 만족하더라도 부영양화에 따른 녹조현상이 발생하는 호소가 상당수 있기 때문에 최대한 저농도로 낮추는 것이 좋음

<표 4.2-1> 서산저수지 목표수질(2027년)

목표등급	COD(mg/L)	TOC(mg/L)	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)	비고
IV	(8이하)	6이하	1.00이하	0.100이하	COD는 관계법령에 따라 적용 기준은 아니나, 과거자료와 비교를 위해 활용

<표 4.2-2> 호소 생활환경기준

구분	매우좋음	좋음	약간좋음	보통	약간나쁨	나쁨	매우나쁨
	I a	I b	II	III	IV	V	VI
이용목적	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)	0.20이하	0.30이하	0.40이하	0.60이하	1.00이하	1.50이하	1.5초과
T-P(mg/L)	0.01이하	0.02이하	0.03이하	0.05이하	0.100이하	0.150이하	0.15초과
건강 보호 항목	사람의 건강보호항목의 기준치를 넘지 않을 것 Cd, As, CN, Hg, 유기인, PCB, Pb, Cr ⁶⁺ , ABS, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, PCE, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름, DEHP, 안티몬, 1,4-다이옥세인, 포름알데히드, 헥사클로로벤젠						

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

4.3 장래오염원 및 오염부하량 전망

- 유역내 오염원인 인구, 축산분뇨, 매립장 유출수 등의 점오염원과 토지이용에 따른 비점오염원에 의한 장래 오염부하량을 예측하기 위해 먼저 장래 오염원을 전망하였음
- 장래 오염원 전망은 “수질오염총량관리기술지침, 2014.5”에서 제시한 방법을 따랐으며, 이에 전라남도 및 장흥군의 관련계획 등을 검토하였음

4.3.1 장래 오염원 전망

가. 인구

- 장래 인구 추정은 수학적 추정방법에 의한 자연적 증가와 택지(재)개발에 따른 유입

인구에 의한 사회적 증가를 적용하여 산정하였으며, 유역 내 인구의 장래변화는 목표년도인 2027년 인구를 추정하였음

- “수도정비기본계획(부분변경),2015”, “하수도정비기본계획(변경),2016” 등 개발에 따른 추가 유입인구는 없는 것으로 조사되었으며, 과거추세를 반영한 수학적 방법으로 추정치와 관련 상위계획의 추정치를 비교·검토하여 계획인구를 결정함
- 장흥군 인구추이는 2005년부터 2014년까지 감소 및 증가를 반복하였고, 가구당 2.1명 정도가 거주하는 것으로 통계가 분석됨. 수학적 추정방법에 의한 장흥군 전체의 2027년 장래인구는 등차급수법은 45,790명으로 13년간 4.82% 증가율로 전망되어 서산지구 유역내 거주 인구 144명을 같은 증가율로 산정하면 151명으로 7명 증가함
- 그러나 “장흥군 수도정비기본계획(부분변경), 2015”에서 장흥군 장래 계획인구는 감소 추세이고 “하수도정비기본계획(변경),2016”에서도 장흥군 장래 계획인구는 감소하는 것으로 전망하고 있어 서산저수지가 속한 대덕읍의 장래 계획인구도 감소할 것으로 예상됨
- 따라서 본 기본조사 시 서산지구 유역의 인구추이도 다소 보수적으로 전망하여 장래 2027년에 현재와 동일한 수준을 유지하는 144명으로 전망함

<표 4.3-1> 장흥군 인구 변화 추이

연도별	인구	인구밀도	면적(km ²)
2005	45,758	74.00	618.20
2006	44,654	72.20	618.24
2007	43,703	70.70	618.19
2008	43,051	69.64	618.19
2009	42,433	68.64	618.18
2010	42,732	69.13	618.18
2011	42,890	68.91	622.37
2012	43,014	68.92	622.37
2013	43,409	69.70	622.41
2014	43,683	70.20	622.41

자료 : 장흥군 통계연보, 2015

나. 축 산

- 유역 내 가축사육두수 현황은 사회적 여건에 따라 변동성이 커 가축사육두수의 추정에는 오차가 다소 발생할 것으로 예상됨
- 유역은 전형적인 농촌지역으로 축산단지조성 계획 등이 없는 것으로 조사되었음

- 한우는 인구추정방법으로 추정된 결과 장래 한우 사육두수가 2027년까지 증가하는 것으로 전망되었음. 그러나 유역내 한우 사육두수는 연도별 두수의 차이가 큰 점을 감안하여 볼 때 사회적 요인에 의한 영향이 커서 전망하기 어려워 오차가 클 수 있음
- 그래서 한우는 서산저수지 유역의 경우 최근 감소추세를 보이고 있으나 보수적으로 생각하여 현재와 같은 두수가 장래 2027년에 사육되는 것으로 전망하여도 큰 무리가 없을 것으로 판단됨
- 젓소는 신규저수지 유역에서 사육되고 있지 않아서 도입될 가능성은 희박함
- 돼지는 인구추정방법으로 추정된 결과 사육두수가 2027년까지 감소하는 것으로 전망되었음
- 돼지의 경우도 감소추세를 보이고 있으나 다소 보수적으로 접근하여 현재와 같은 두수가 2027년에 사육되는 것으로 전망하여도 큰 무리가 없을 것으로 판단됨

<표 4.3-2> 장흥군 장래 가축사육 전망

[단위 : 마리]

연 도	한 우	돼 지	비 고
2017	57,527	14,600	-
2018	58,316	14,303	-
2019	59,105	14,006	-
2020	59,894	13,709	-
2021	60,683	13,412	-
2022	61,472	13,115	-
2023	62,261	12,818	-
2024	63,050	12,521	-
2025	63,839	12,224	-
2026	64,628	11,927	-
2027	65,417	11,630	한우:△, 돼지:▼

<표 4.3-3> 서산저수지 유역 장래 가축사육 전망

[단위 : 마리]

가축	2015년	2027년
한우	783	783
돼지	400	400

다. 공공하수처리시설 방류수

- 서산지구에서 소유역Ⅱ,Ⅲ은 대덕하수종말처리장으로 연계하여 처리하고 있고 장흥군 하수도정비기본계획상에는 소유역Ⅰ도 하수도정비구역으로 계획하고 있어 장래 생활계 오염부하량은 감소할 것으로 예상됨

라. 토지이용

- 서산저수지 유역은 전체 면적 320.7ha로 토지이용현황을 살펴보면 임야가 168.8ha (52.6%)로 가장 넓게 분포하고 답, 전, 대지 순으로 분포하고 있음
- 서산지구 유역의 도시개발계획, 용도지역 변경계획, 도로공사 등 개발 관련 계획이 없는 것으로 조사되어 연도별 토지이용변화도 없는 것으로 예측하여 현재와 2027년 장래의 토지이용은 동일한 것으로 적용함

<표 4.3-4> 장래 소유역별 토지이용 전망

소유역	읍·면·동	지목별 면적(ha)					
		계	답	전	임야	대지	기타
총 계 (%)		320.7 (100.0)	70.5 (22.0)	43.3 (13.5)	168.8 (52.6)	23.6 (7.4)	14.5 (4.5)
소유역Ⅰ	대덕읍 연지리	115.1	4.3	12.7	87.4	5.1	5.6
소유역Ⅱ	대덕읍 연지리	78.6	12.0	15.4	45.6	3.3	2.3
소유역Ⅲ	대덕읍 연지리	50.5	31.4	5.3	2.2	8.5	3.1
소유역Ⅳ	대덕읍 연지리	17.2	3.8	5.4	3.5	3.5	1.0
소유역Ⅴ	대덕읍 가학리, 회진면 회진리	59.3	19.0	4.5	30.1	3.2	2.5

주) 서산저수지 수면적(47.2ha) 제외

<표 4.3-5> 장래 오염원 전망 결과

구 분		'15년 기준	'27년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과
인구(명)		144	144	자연증감(수학적방법)+개발인구(관련계획) : 현수준유지 ※ 「장흥군 하수도정비기본계획(변경),2016」:인구감소 「장흥군수도정비기본계획(부분변경),2015」:인구감소
축 산 (두)	한우	783	783	축산단지조성 계획 등 관련계획 없음 : 현 수준 유지 ※ 한우 : 증가, 돼지 : 감소 추세
	젓소	-	-	
	돼지	400	400	
토 지 이 용 (ha)	논	70.5	70.5	관련계획 없음 ※서산저수지 수면적 47.2ha 제외
	밭	43.3	43.3	
	임야	168.8	168.8	
	대지	23.6	23.6	
	기타	14.5	14.5	
	합계	320.7	320.7	
산업폐수발생량 (m ³ /일)		-	-	관련계획 없음
마을하수도발생량 (m ³ /일)		-	-	관련계획 없음
회진매립장방류량 (m ³ /일)		20.2	20.2	사용기간(2003~2033)

4.3.2 장래 오염부하량

가. 오염 발생부하량

- 유역내 2027년의 오염부하량은 BOD 497.3kg/일, T-N 120.23kg/일, T-P 34.63kg/일로 예측되었으며 축산계가 각각 91.9%, 85.3%, 95.7%로 가장 높은 비율을 차지함

<표 4.3-6> 오염원별 발생부하량

[단위: kg/일]

소유역	발생부하량			비 고	
	BOD	T-N	T-P		
합 계	497.3	120.23	34.63		
생활계	인구	7.00	1.87	0.21	
	하수처리장	-	-	-	
축산계	457.02	102.59	33.15	주오염원	
산업계	-	-	-		
매립계	8.99	-	-		
토지계(비점오염)	24.29	15.77	1.27		

나. 오염 배출부하량

- 2027년 장래에 서산저수지 유역에서 배출되는 오염 배출부하량은 BOD 96.96kg/일, T-N 28.67kg/일, T-P 3.07kg/일로 예측되었으며, 축산계가 각각 73.4%, 41.6%, 54.1%로 큰 비율을 차지함

<표 4.3-7> 2027년 오염원별 배출부하량

[단위: kg/일]

오염원별	배출부하량			비 고	
	BOD	T-N	T-P		
합 계	96.96	28.67	3.07		
생활계	인구	1.40	0.96	0.14	
	하수처리장	-	-	-	
축산계	71.17	11.94	1.66	주오염원	
산업계	-	-	-		
매립계	0.10				
토지계(비점오염)	24.29	15.77	1.27		

- 배출부하량은 축산계가 집중되어 있는 소유역 I, V이 가장 크며, 소유역 II에서 세 번째로 많은 것으로 조사되었음
- 소유역 I과 V가 유역 전체의 BOD배출부하량의 69.3%로 대부분을 차지하고 있음
- 유역유입량에 대한 처리대상 우선순위(배출부하량이 큰 순)는 소유역 I > 소유역 V > 소유역 II > 소유역 III > 소유역 IV로 나타났음

<표 4.3-8> 소유역별 장래 2027년 오염물질 배출부하량

[단위: kg/일]

소유역	항목	계	생활계	축산계	매립계	토지계
총 계	BOD	96.96	1.40	71.17	0.10	24.29
	T-N	28.67	0.96	11.94	-	15.77
	T-P	3.07	0.14	1.66	-	1.27
소유역 I	BOD	40.44	1.05	33.84	-	5.55
	T-N	10.78	0.50	6.14	-	4.14
	T-P	1.17	0.08	0.80	-	0.29
소유역 II	BOD	18.12	0.04	14.28	-	3.80
	T-N	5.40	0.07	1.62	-	3.71
	T-P	0.57	0.01	0.32	-	0.24
소유역 III	BOD	8.30	0.14	-	-	8.16
	T-N	4.08	0.28	-	-	3.80
	T-P	0.41	0.03	-	-	0.39
소유역 IV	BOD	3.38	0.16	-	-	3.22
	T-N	1.42	0.10	-	-	1.32
	T-P	0.13	0.02	-	-	0.11
소유역 V	BOD	26.72	0.01	23.05	0.10	3.56
	T-N	6.98	0.01	4.18	-	2.79
	T-P	0.78	-	0.54	-	0.24

4.4 수질개선공법 선정

4.4.1 호소 수질개선공법 종류

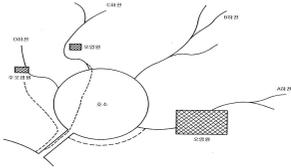
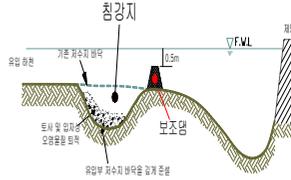
- 수질개선공법은 오염특성에 따라 각 대책별 공법의 종류는 <표 4.4-1>과 같고 이 중 현재 국내외적으로 많이 적용되는 주요 공법의 장·단점을 정리하면 <표 4.4-2~3>와 같음

<표 4.4-1> 호소 수질개선공법의 종류 및 적용성 판단

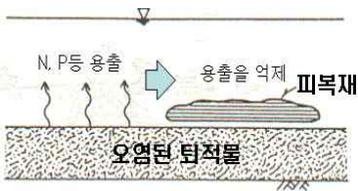
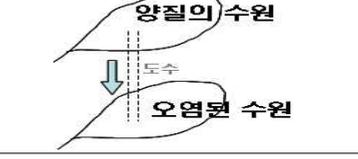
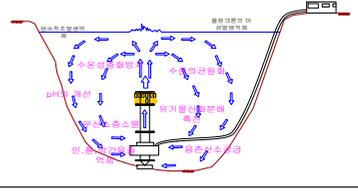
적용 대상	원리	수질개선공법	정체형성여부	수면저면고수질다름	호소의 지형복합	회전수가적여부	저수층영양진산소영양	퇴적물유입	어영양원(호소)	어영양원(표면)	내부생산소류발생영양	가급적장점대책필요	농업계 부하가량	비특정비점오염원(표면)
유역내	유역변경	유로변경							○					
	발생부하삭감	유기인세제등의 사용제한												×
		물이용의 합리화												×
	점원발생부하 삭감	배출규제											×	×
		하수처리											×	×
		하수처리고도화											×	×
		분뇨처리고도화											×	×
		정화조(개별)							○				×	×
비점원부하 삭감	정화조(합병)							○				×	×	
	농업계 부하의 삭감											○		
유입원내	강우시유출부하 유입방지	저류지							○					
		저습지도입							○					
	직접정화	토양처리								○				×
		침투수로								○	△			
		여과(상향류여과)								○	△			×
		부유물침전(DCF공법)								○	○			×
		접촉산화수로								○	○			×
		직접폭기								○				×
		하천처리장								○	○			×
	저류부하제거	하도준설								○				×
퇴적물 준설									○					
호소내	호소내 발생부하의 삭감	퇴적물 피복(호내재료)							○					
		퇴적물 피복(호외재료)							○					
		영양염 불활성화 처리							○			○		
		수산양식업 대책											○	×
		하구처리		△		○								
	부영양화의 억제 (성층대책) (수리조건변경) (영양염농도 저하) (생물상 제어) (조류제거)	호소분리		○		△								
		부영양식물이용처리		△									○	△
		조류제거			○							○	○	
		살조제, 제초제 처리			○							○	○	
		생태계 제어		△	△							○		△
		정화용수 도입		○	○		○							
		호소물의 인공순환		△	○		○							
		심수층 폭기		○	△	△			○	○				
		호소수 양수형 순환처리		△		○			○	○	○			
	호안환경보전	저수층 산소주입		○		△				○	○			
지하수 유입 증가				△	△			○						
심수층 선택 방류			△					○	△					
호안환경보전	둔지형 호안		○		△							×	×	
	식생호안		○	△								×	×	

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

<표 4.4-2> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
우회수로 (By-pass)		·유입부하가 큰 하천수를 계외로 배제시킴	·유입수에 포함되어 있는 모든 오염물질을 제거	·By-pass 수량 및 수질 ·수로의 길이 및 재료	·매디슨호(미국) ·미시간호(미국) ·워싱턴호(미국) ·테간호(독일)
침강지 (On-line)		·유입수를 하도나 호 유입부에 일시 체류시킴으로써 SS등을 침전·제거 ·보조댐 월류부에서 포기 효과	·COD : 10-20% ·SS : 20-60% ·T-N : 10-40% ·T-P : 20-30%	·체류시간 ·수표면적 ·수심	·루루천(독일) ·淀川수계(일본) ·감돈저수지(한국) ·마산저수지(한국)
인공습지		·오염수를 습지를 통과시키면서 접촉, 침전, 여과, 미생물 분해, 식물흡수, 토양흡착 등의 작용에 의한 수질정화	·BOD : 10-40% ·SS : 40-60% ·T-N : 30-50% ·T-P : 40-60%	·체류시간 ·수심 ·습지시스템 ·식재밀도 등	·山王川(일본) ·알카다(미국) ·에버글라이드(미국) ·감돈저수지(한국) ·고흥담수호(한국) ·마산저수지(한국) ·석문담수호(한국)
퇴적물 준 설		·오염된 퇴적물을 준설하여 직접 제거 ·영양염류 등 오염물질용출을 억제하여 호 내부 생산 감소	·영양염류 등 오염물질 제거 및 용출 억제는 준설량에 의해 좌우	·퇴적물 용출율 ·준설방법 ·오염심도 ·준설량 ·준설퇴적물 처리 처분방법	·湖山池(일본) ·신구저수지(한국) ·오월저수지(한국) ·탄도담수호(한국)

<표 4.4-2> 계 속

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
퇴적물 피 복		·퇴적물을 모래, 슬래그 등의 재료로 피복함으로써 영양염류 등의 용출 억제	·영양염류의 용출억제	·퇴적물 오염도 ·퇴적물 용출율 ·피복두께 ·피복재 종류	·스톤호(미국) ·고지마담수호(일본)
조류제거		·호 내에 발생한 조류를 조류제거선 등을 이용하여 수거·처리	·조류 직접 제거 ·부유물질 제거	·수심 ·온도, pH ·압력 ·응집제	·露ヶ浦(일본) ·대청호(한국) ·팔당호(한국)
희 석		·깨끗한 물을 도입하여 희석에 의한 수질개선 도모	·희석수량에 의해 결정	·희석수량 ·도수방법 ·도수로 길이	·그린호 (미국) ·淀川, 淑屋川(일본)
전층 공기공급		·공기공급에 의해 전 수층을 혼합교반하여 표층에 집적하는 조류의 증식과 축적을 억제	·조류의 증식억제 ·DO공급	·포기공기량 ·공기양수통형상 ·토출량	·釜房댐(일본) ·室生댐(일본) ·相模湖(일본)
표층 공기공급		·수온약층을 파괴하지 않고 표층부를 공기공급하여 혼합·교반시켜 표층부의 조류증식, 축적 억제	·조류의 증식억제 ·DO공급	·포기공기량 ·포기장치형상 ·토출량	·시화갈대습지공원(한국)

<표 4.4-2> 계 속

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
포기분수		·분수장치를 설치하여 수면교란에 의한 조류증식 억제	·조류의 증식억제	·살수수량 ·살수범위	·靑蓮寺湖(일본)
인공식물섬		·오염된 수체에 수생식물을 식재한 부체를 띄워 식물에 의한 영양염류 직접 흡수와 햇빛차단에 의한 조류발생 억제	·정량적 파악 곤란	·부력 ·부체재질 ·바람, 파고 ·식재식물	·마산저수지(한국) ·신구저수지(한국) ·팔당호(한국) ·백곡저수지(진천)
자연형 하천정비		·여울과 소, 하천의 사행 등 자연하천이 가진 기능을 복원	·정량적인 정화효과의 산정은 곤란	·수심 ·유속 ·하폭	·大和川(일본) ·西除川(일본)

<표 4.4-3> 상류 수질개선공법 종류 및 특성 요약

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
식생수로		·토양침식감소, 유수속도감소, 침투 증가	·SS : 90% ·T-N : 50% ·T-P : 50% ·중금속 : 40%	·하도정비 ·식생/경관 유지관리 ·유압 및 제거 효율	·한강 2개소 ·낙동강 1개소
(침투) 저류지		·유입수를 저류하여 중력침전, 일부 생물학적 과정 등에 의한 비점오염물질 저감	·BOD : 34% ·T-N : 28% ·T-P : 36%	·체류시간 ·수표면적 ·길이:폭=1.5:1이상	·한강 2개소
(생태) 둠벙		·강우 유출수를 침전, 여과, 흡착, 미생물분해 등으로 작용에 의한 수질안정 도모	·BOD : 20-50% ·SS : 60-80% ·T-N : 10-50% ·T-P : 25-45%	·적정 규모 ·수량확보 ·식생 ·수생생물	·영산강 2개소

4.4.2 서산저수지 적용 가능 공법 선정

- 저수지로 유입되는 오염부하를 삭감하기 위한 유역대책은 점오염원대책과 비점오염원 대책으로 분류할 수 있음. 점오염원 대책으로는 오염배출시설의 입지를 제한하거나 마을하수도 및 오·폐수처리장의 방류수 농도규제를 강화하는 등의 행정적인 대책이 있음
- 비점오염원에 대한 대책으로는 강우시 도로면이나 주택지 등에서 유출되는 강우유출수 관리대책과 농경지 배수의 오염부하 저감대책, 강우의 지하침투를 증가시켜 유출을 감소시키는 방법 등이 있음
- 서산저수지는 대부분 농촌지역의 특성을 가지며 일부 하수처리구역(소유역 II, III)과 하수미처리구역(소유역 I, IV, V)이 있으며 미처리 생활하수의 저수지 유입등으로 인해 수질오염도가 높아질 수 있어 장흥군에서 운영·계획 중인 상류대책을 검토하였음

가. 상류유역대책

- 서산저수지 유역 내에는 하수처리구역과 하수미처리구역이 함께 분포하고 있음
- 서산저수지 유역내 소유역 I 지역은 하수도정비기본계획에 포함되어있지만 2025년까지는 재정확보가 되지 않아 마을하수도 및 가축분뇨처리시설 신설계획이 없는 것으로 조사됨
- 따라서 강우시 축산계 유출수를 최소화하기 위하여 축사시설에 인접한 하류부에 식생수로, 저류지 등의 소규모의 비점오염저감시설을, 토지계 비점오염 유출을 저감하기 위하여 농경지 말단 하류부에 둠방 등을 설치하는 대책 필요

나. 유입하천대책 (호 유입부 대책)

- 서산저수지 유역 면적은 320.7ha로 소하천과 농경배수로 유역으로 크게 5개 소유역으로 구분할 수 있으며, 유입하천을 통하여 서산지로 유입되는 오염부하량을 호소 유입전에 침강지(보조댐형), 조합형인공습지 등으로 수질정화 후 저수지로 유입 필요

다. 호내대책

- 내부 생산을 억제하여 부영양화를 방지하고 호내 정체현상을 완화하여 녹조억제 등을 위해 물순환 유도, 수생식물(마름) 제거 시행

<표 4.4-4> 지구 환경현황 및 수질개선대책 선정 방향

조사항목		현 황	개선방향
오염원		<ul style="list-style-type: none"> 하수 미처리 구역으로 생활하수 유입 <ul style="list-style-type: none"> - 소유역 I, IV, V 	<ul style="list-style-type: none"> 소유역 I에 대한 하수처리구역 조속편입 필요(지자체)
		<ul style="list-style-type: none"> 중소규모 축사 다수, 강우 시 침출수 발생 및 저수지 유입 <ul style="list-style-type: none"> - 위탁처리(우사 1개소) 및 개별퇴비화 (14개소) 	<ul style="list-style-type: none"> 가축분뇨적정처리 및 관리감독 강화 필요 (지자체)
		<ul style="list-style-type: none"> 농경지로부터 비료성분 유출 	<ul style="list-style-type: none"> 농업BMP기술 적용 필요
수질	유입 하천	<ul style="list-style-type: none"> 하천생활환경기준(TOC기준) : V등급(나쁨) 	<ul style="list-style-type: none"> 인공습지, 침강지 등 호 유입부에 오염 저감시설 필요
	호소	<ul style="list-style-type: none"> 호소생활환경기준(TOC, COD) : V등급(나쁨) 	
퇴적물		<ul style="list-style-type: none"> 호소퇴적물 오염평가기준 : 약간나쁨(II) 토양오염우려기준 만족 	<ul style="list-style-type: none"> 호소 퇴적물 오염도가 낮음으로 퇴적물 처리 불필요
수생식물		<ul style="list-style-type: none"> 저수지 전체 지역에 마름 번성, 사멸 반복으로 수질악화 가중 	<ul style="list-style-type: none"> 마름제거 필요

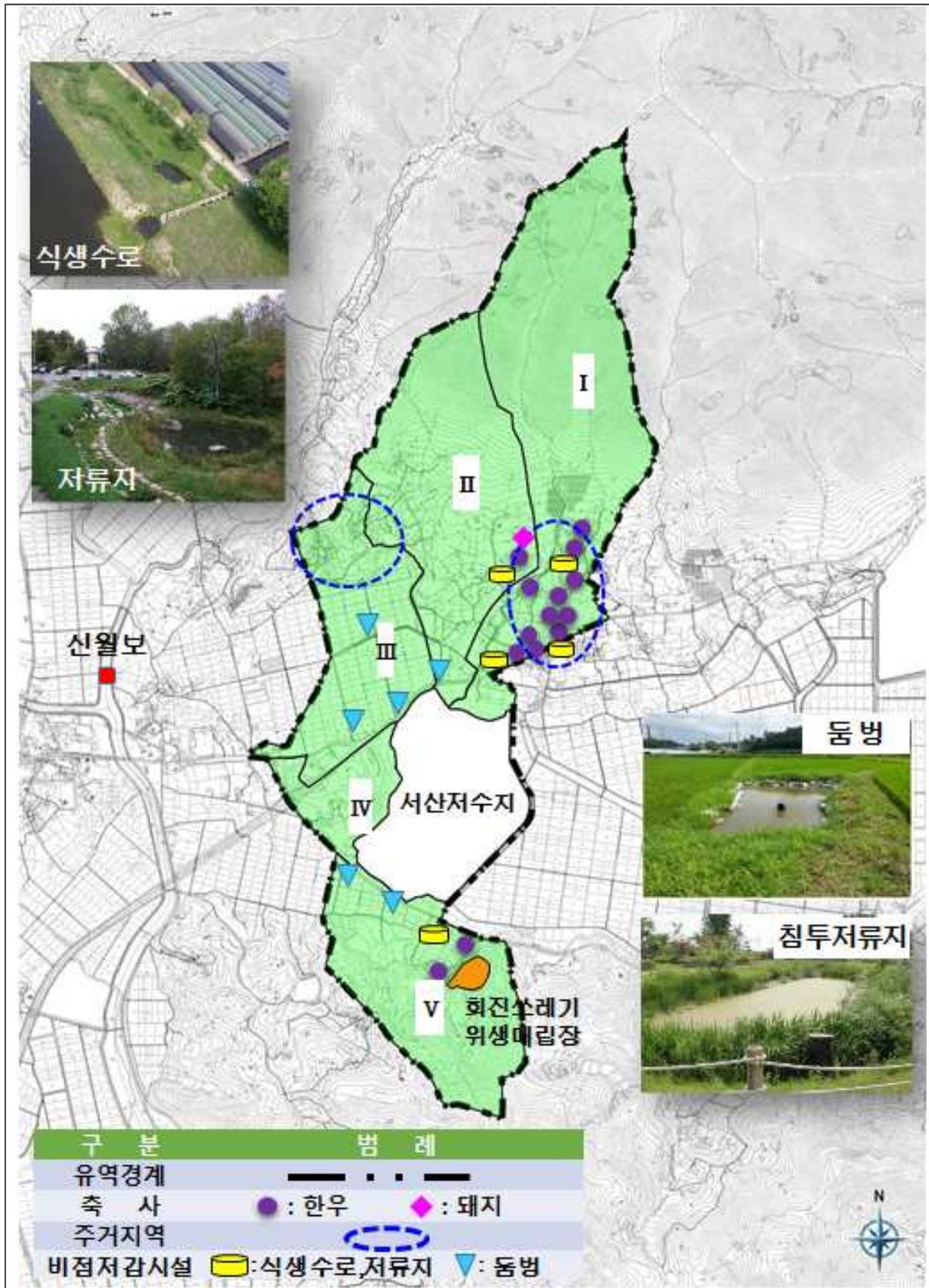
<표 4.4-5> 수질개선대책(안)

구분	대상	시설	내용	비고
상류 대책	생활계	하수처리 구역 편입	◦ 소유역 I 에 대한 하수처리구역 편입 필요	지자체 협조
	축산계	가축분뇨 관리	◦ 개별처리 가축분뇨 위탁처리 필요 - 소유역 I, II ◦ 축사시설 하류부 : 식생수로, 저류지	지자체 협조
	토지계	비점오염 저감시설	◦ 식생수로, 저류지 : 축사 및 주거지 하류에 반영 - 소유역 I, II, V ◦ 둠범 : 경작지(답)의 하류에 반영 - 소유역 II, III, V ※ 농업비점오염저감(농업BMP)을 위한 거버넌스 구축 추진*	지자체 협조
하 유 입 부 및 하 내 대 책	평시 및 강우시	조합형 인공습지	◦ 지표흐름형인공습지+지하흐름형인공습지 ※취입보(1개소) + 양수시설(1개소) - 소유역 I, II, III	농어촌 공사
	강우시	침강지 (보조댐형)	◦ 1호 침강지(이중부댐) : 소유역 I, II, III	농어촌 공사
			◦ 2호 침강지(단일부댐) : 소유역 IV, V-1	
내부생산 저감	식생 식물제거	◦ 마름제거 : A=40ha - 공사기간(3년) 중 매년 시행	농어촌 공사	

* 농업비점오염저감 거버넌스 구축 : 논 물관리, 시비관리, 완효성비료 사용, 밭 지표피복, 밭 초생대 설치 등으로 오염물질 유출 감소

<표 4.4-6> 시설설계 주요인자

구분	개선
강우량 및 유출모형	-관측소 : 장흥관측소 -모형 : DIROM모형(장기유출모형)
인공습지	-설계강우 : 강우량 일 30mm 이하 평균 유입량 -체류시간 : 6~48hr -설계형식 : 조합형인공습지(양수시설 도입)
침강지	-설계강우 : 강우량 일 30mm 초과 평균 유입량 -체류시간 : 6~12hr -설계형식 : 부댐(사석형), 보조부댐(사석형)



(그림 4.4-1) 서산저수지 수질개선 상류대책(안)



(그림 4.4-2) 서산저수지 수질개선 호내대책(안)

4.5 수질 예측

4.5.1 유역모델을 이용한 유역분석

가. 유역모델 선정

- 저수지 유역으로부터 비점오염물질 유출량 변화를 예측하기 위하여 BASINS/HSPF 유역모형을 선정하였으며, 특히 HSPF 모형은 국내에서 기준유량 산정 등 환경부의 수질오염총량관리를 위한 기초연구 및 4대강 수질예보 등 다양하게 이용되고 검증된 모형임
- HSPF 유역모형은 오염원의 공간적 분포와 지형 및 토지이용을 포함한 다양한 유역 특성, 기상특성 등을 고려하여 토지로부터의 비점오염물질 유출과 하천에서의 유달 과정을 Dynamic state로 모의할 수 있다는 점에서 복합유역의 관리방안을 평가하는데 신뢰성 있는 모형으로 이용되고 있음

나. BASINS를 이용한 유역분석

(1) 소유역 분할 및 유역분석

- 국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)로부터 취득한 하천차수도와 표준유역도(국토부교통부, 2010)로부터 기초분석을 통해 대상유역인 서산저수지 유역의 유역도 및 하천차수도를 추출하였음

(2) 유역 토지이용 분석

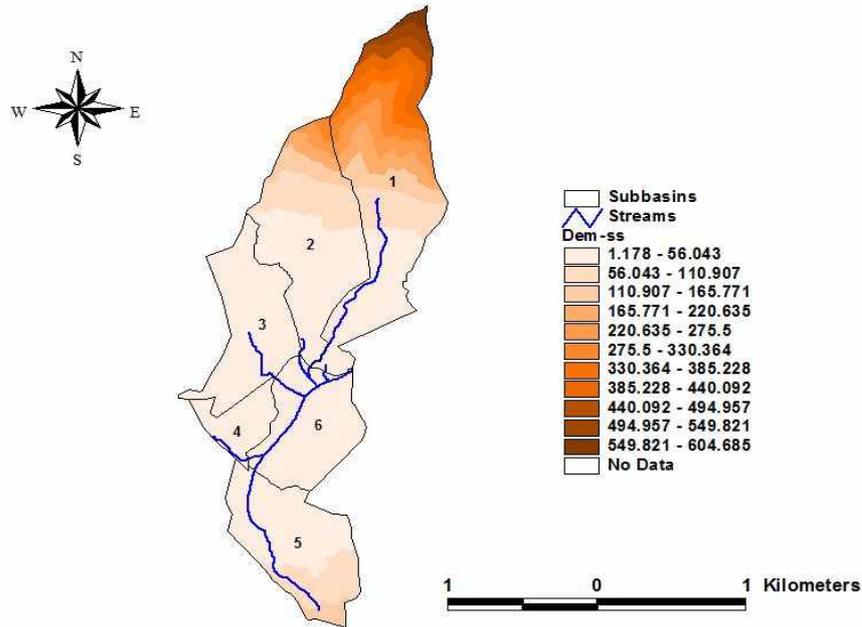
- 소유역 분할에 있어서는 도상분석을 통해 유역 내 도시 및 농업지역 개발에 기인하여 산재된 오염원 분포를 고려하여 총 6개 소유역으로 구분하였으며, 이 후 환경부(2013)에서 제작된 중분류 토지피복지도를 기초로 유역 내 토지이용 현황을 분석하였음
- 유역 토지이용 특성 상, 농업지역이 38.5%로 가장 많은 면적을 차지하고 있으며, 산림지역이 29.8%, 개발지역이 4.4%를 차지하는데, 이는 산림이 63.9%를 차지하는 국내 평균 토지이용 특성에 비해 상대적으로 낮은 편에 해당함

<표 4.5-1> 유역 토지이용 분석결과

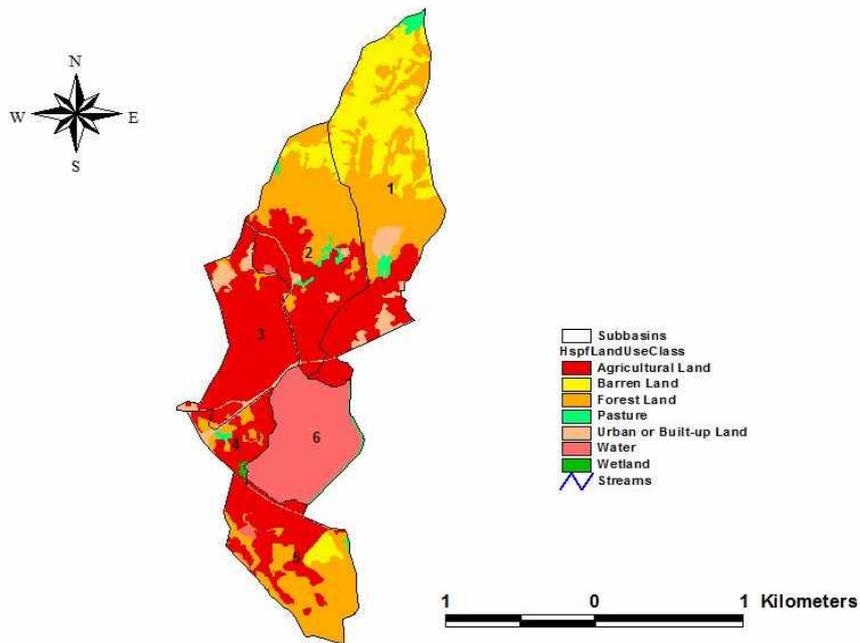
구분	Landuse							
	개발지	농업지	산림	초지	습지	나지	수역	합계
면적 (㎡)	160,315	1,415,629	1,095,052	58,949	4,360	471,896	472,446	3,678,647
비중(%)	4.4	38.5	29.8	1.6	0.1	12.8	12.8	100.0

(3) 유역 기초인자 도출

- BASINS Auto delineation 과정을 통해, 각 소유역의 면적 (Area) 및 경사도 (Slo1), 경사거리 (SII), 중심고도 (Elev), 하천 폭 (Wid1), 하상 고도 (Dep1) 등 다양한 유역 특성 인자와 함께 유역모형 HSPF 구축을 위한 하천인자 등을 도출하였음



(a) 대상지역 소유역 분할(RCH #)



(b) 토지이용 분석

(그림 4.5-1) 대상지역 Delineation 및 토지이용분석 수행

다. 유역모형 HSPF 구축

(1) 입력자료 구축

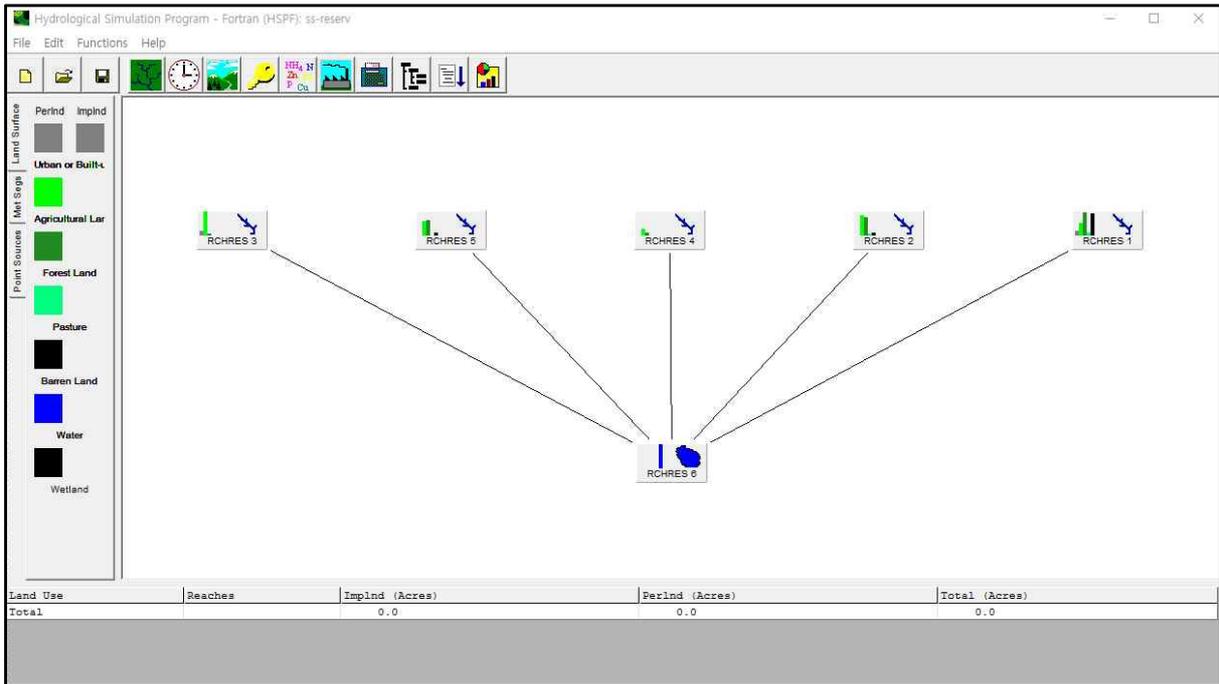
- 선행 분석된 BASINS 결과로부터 유역모형 HSPF를 구축하였으며, Thiessen 망 분석을 통해 대상유역이 장흥관측소 영향권에 있음을 파악하여 장흥관측소 시간별 관측자료 (강수량, 기온, 이슬점온도, 일사량, 풍속, 전운량)로부터 HSPF 입출력 DB인 WDM database를 구축하였음
- 한편 유역 내 대규모로 유입되는 점오염원은 없는 것으로 조사되었으며, 그 외 오염원 조사 자료로부터 산정된 배출오염부하량을 소규모 점오염원으로서 반영하였음

<표 4.5-2> 유역-수질모델 구축을 위한 입력자료

자료	출처	Scale	자료 특성
수치고도모델	국토지리정보원	1:5,000	Digital Elevation Model; 5 m × 5 m
토지이용도	환경부 정보화담당관실	1:25,000	세분류 및 중분류 토지피복, 2014년 (도시, 산림, 초지, 나지, 논, 밭, 수역, 습지 등)
기상자료	기상청	Daily, hourly	2004~2016년 (강수량, 기온, 이슬점온도, 일사량, 풍속, 전운량 등)
유량	한국농어촌공사	Daily	서산저수지 유입-방류량
환경기초시설 방류량/수질	국립환경과학원	Daily	전국오염원조사 자료 (방류량, BOD, TN, TP 등)
오염원	서산저수지유역	-	유역 내 행정단위별 오염원 조사자료
수심측량자료	한국농어촌공사	-	단면, 수심 등 (캐드파일, Hec-Ras 자료)
행정 경계도	국토부/ 수자원공사	-	단위유역도, 중권역도, 대권역도, 시도군 경계도 등

(2) HSPF 구축

- BASINS 프로그램을 이용한 유역분석과, 별도로 구축된 WDM database로부터 WinHSPF (Hydrological Simulation Program-Fortran, EPA) 유역모형을 구축하였으며, 말단 소유역은 서산저수지의 말단과 일치하도록 구성



(그림 4.5-2) 서산저수지 유역 WinHSPF 구축

라. HSPF 유역모형의 보정 및 검증

- 서산저수지에 적합한 수질모형의 입력자료를 구성하고, 물수지 및 물질수지를 파악한 후 실측된 유량 (수심) 및 수질자료와 비교 검토하여 반응계수를 보정하고 모형의 예측력을 검증
- 현재까지 유역으로부터 지속적으로 모니터링 된 유량자료가 존재하지 않기 때문에 한국 농어촌공사에서 서산저수지 저수량을 토대로 환산된 서산저수지 유입량 및 방류량 자료를 활용하여 HSPF의 유출량 보정 및 검증 수행

<표 4.5-3> 모형효율 적용 범위

구분	Very Good	Good	Fair	Poor
% difference				
Water flow	< 10	10 ~ 15	15 ~ 25	-
Nutrients	< 15	15 ~ 25	25 ~ 35	-
R ²	0.90 ~ 0.80	0.80 ~ 0.70	0.70 ~ 0.60	0.60 ~ 0.50

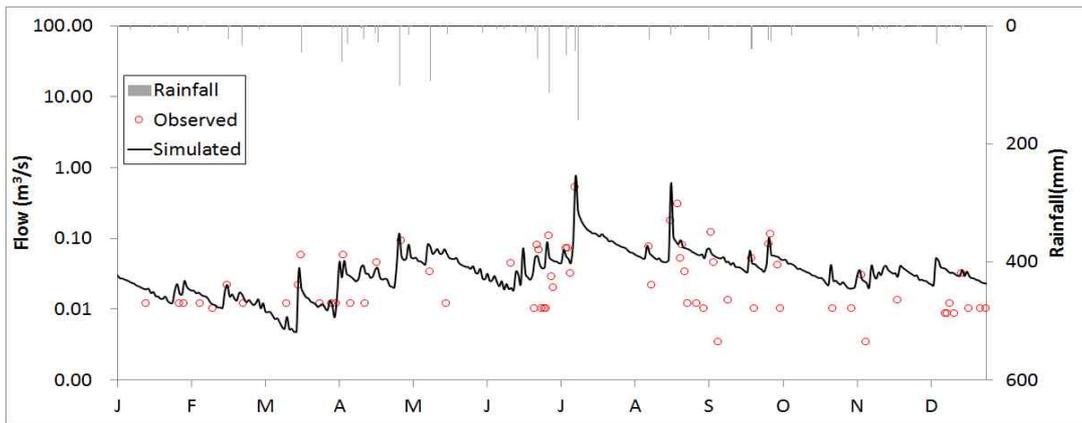
자료: Donigan, Jr., A. S.(2000). HSPF Training Workshop Handbook and CD. Lecture #19. Calibration and Verification Issues, Slide #L19-22, EPA Headquarters, Washington Information Center, 10-14 January, 2000, Presented and prepared for U.S. EPA, Office of Water, Office of Science and Technology, Washington, DC.

(1) 유출량 보정 및 검증 결과

- 유역모형의 유출량 보정 및 검증은 RCH6에서 한국농어촌공사의 서산저수지 수위측정 자료로부터 환산된 저수지 유입량 자료를 이용하여 수행되었음
- 유역모형의 보정 및 검증은 실측치와 모의치의 차이를 나타내는 % Difference 값을 비교하였으며(ASCE, 2003; Donigian, 2002), 결정계수 (% Difference)가 음(-)의 값을 가질 경우, 모의치가 평균적으로 실측치보다 결정계수의 상대오차만큼 높다는 것을 나타내며, 양(+)의 값을 가질 경우 실측치가 모의치에 비하여 상대적으로 높다는 것을 의미함
- RCH6 지점의 모의결과 모형 결정계수인 % Difference는 4.023으로 Very Good으로 나타났으며, 유입량 자료는 수위로부터 환산한 자료이기 때문에 오차를 보유하는 것을 감안할 때 모의치가 실측치를 잘 반영하는 것으로 판단됨

<표 4.5-4> 유역모형 유출량 보·검증에 따른 모형효율 평가

구분		결정계수	평가결과
RCH6	%Difference	4.023	Very Good



(그림 4.5-3) 유역모형 유출량 보검증 결과

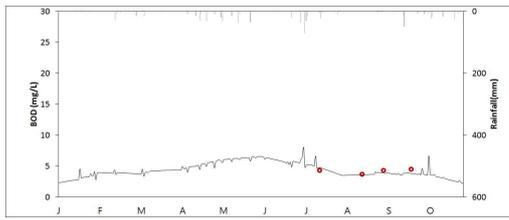
(2) 수질 보정 및 검증 결과

- 유역모형의 수질 보정 및 검증은 본 연구를 통해 모니터링 된 자료 (3개 지점 : 1, 2, 5번 소유역 말단)를 이용하여 수행되었음
- 모니터링은 2016년 7월부터 2016년 9월까지 수행되었으며, 유역모형의 보정과 검증은 2016년에 동시에 수행하였으며, 보정 및 검증 결과를 바탕으로 각 소유역의 특성에 따른 매개변수 조정을 위한 보완자료로 활용함

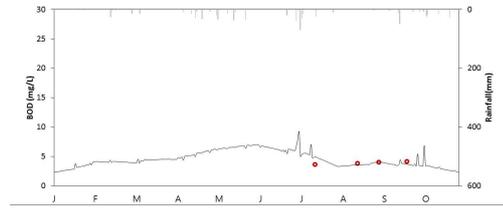
- RCH1 지점의 BOD 모의결과 모형 결정계수인 % *Difference*는 3.81로 Very Good으로 나타났으며, T-N 모의결과 모형 결정계수인 % *Difference*는 (-)12.26, T-P 모의결과 모형 결정계수인 % *Difference*는 6.20으로 모두 Very Good으로 나타남
- RCH2 지점의 BOD 모의결과 모형 결정계수인 % *Difference*는 (-)3.87로 Very Good으로 나타났으며, T-N 모의결과 모형 결정계수인 % *Difference*는 (-)18.25로 Good으로, T-P 모의결과 모형 결정계수인 % *Difference*는 (-)6.19으로 Very Good으로 분석됨
- RCH5 지점의 BOD 모의결과 모형 결정계수인 % *Difference*는 3.73으로 Very Good으로 나타났으며, T-N 모의결과 모형 결정계수인 % *Difference*는 (-)24.01로 Good으로 분석
- 모든 지점에서 대부분의 항목에서 Very Good 또는 Good을 보여 모형의 모의치가 실측치를 잘 반영하고 있는 것으로 판단되나 보정 및 검증을 위한 모니터링 기간이 3개월 이내로 짧기 때문에 장기적인 예측 시 오차가 발생할 수 있음

<표 4.5-5> 유역모형 수질 보·검증에 따른 모형효율 평가 (%*Difference*)

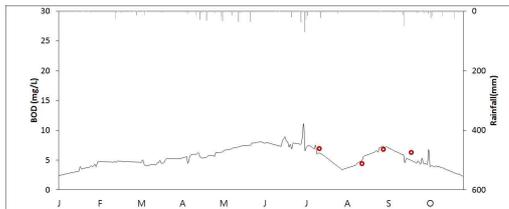
구분		결정계수	평가결과
RCH1	BOD	3.81	Very Good
	T-N	(-)12.26	Very Good
	T-P	6.20	Very Good
RCH2	BOD	(-)3.87	Very Good
	T-N	(-)18.25	Good
	T-P	(-)6.19	Very Good
RCH5	BOD	3.73	Very Good
	T-N	(-)24.01	Good
	T-P	-	-



(a) RCH1

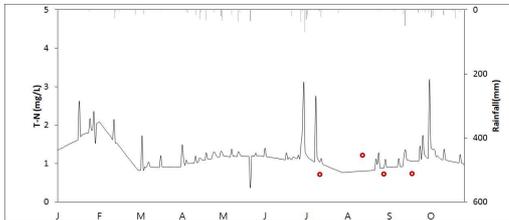


(b) RCH2

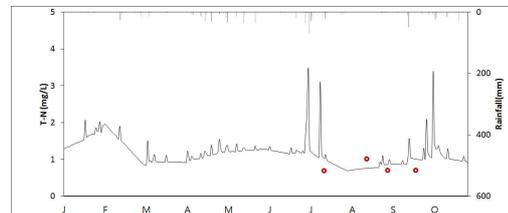


(c) RCH5

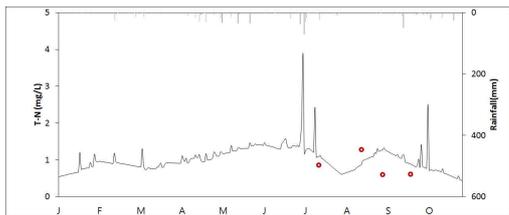
(그림 4.5-4) 유역모형 BOD 보검증 결과



(a) RCH1

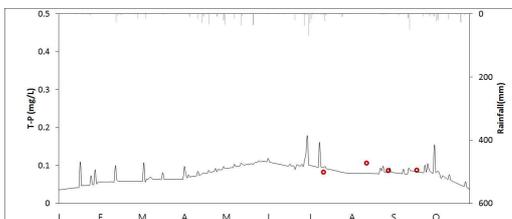


(b) RCH2

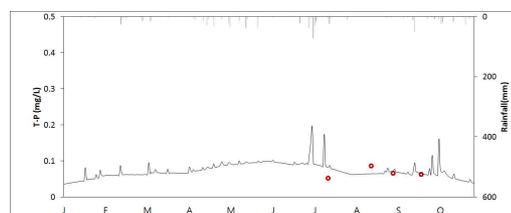


(c) RCH5

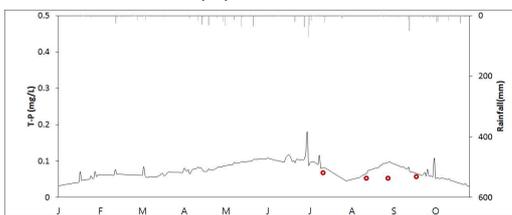
(그림 4.5-5) 유역모형 T-N 보검증 결과



(a) RCH1



(b) RCH2



(c) RCH5

(그림 4.5-6) 유역모형 T-P 보검증 결과

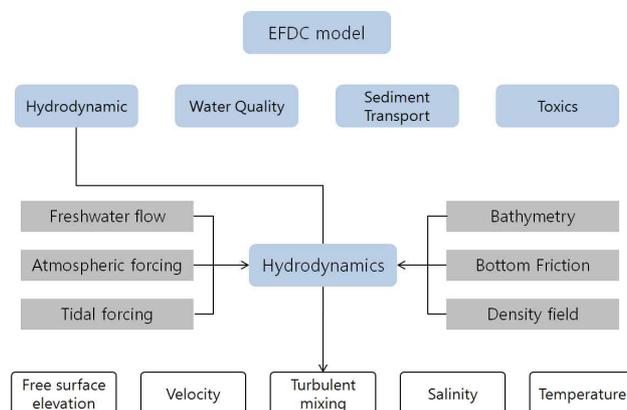
4.5.2 호소 수질 모델을 이용한 저수지 수질분석

가. 호소수질모델 선정

- 저수지 수체내 오염물질의 시기적 공간적 농도 변화를 예측하기 위하여 EFDC와 WASP 모델을 연계 적용하였음
- 국내에서는 부영양화 현상의 수질 모의를 위해 제시된 모델 중 WASP(Water Quality Analysis Simulation Program)모델이 주로 사용되어 왔으며, 최근 3차원 수리 해석이 가능한 유동모델인 EFDC(Environmental Fluid Dynamics Computer Code)모델의 활용이 증가하는 추세임. 또한, EFDC의 장점인 수문해석과 WASP의 수질모의를 연계하여 적용하는 사례도 많음

나. 적용모델 개요

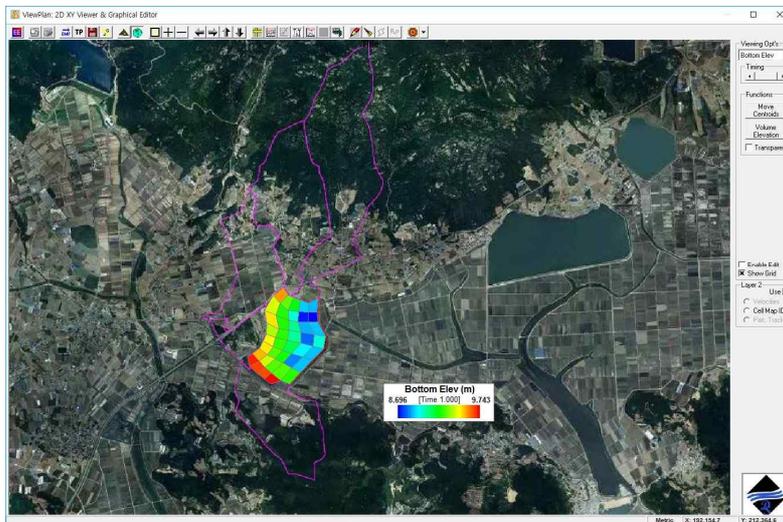
- EFDC(Environmental Fluid Dynamics Code)는 연안, 하구, 호소, 습지, 저수지 등의 유동 및 물질수송을 3차원으로 모의하는 수치모델로서 미국 VIMS (Virginia Institute of Marine Science)에서 개발하였으며, 미국 환경청(EPA)의 공인 모델로 지정되어 있으며, 미국의 연구소 및 대학 등에서 광범위하게 사용되고 있음
- EFDC 모델의 구조는 크게 4가지 모듈로 구분할 수 있으며, 유체역학모의모듈은 다시 6개의 유동모듈로 구성
- Dynamics 모듈의 모델링 결과인 수심, 유속, 혼합 등의 자료들은 수질(Water Quality), 부유사이동(Sediment Transport), 독성물질(Toxics) 모의를 위한 입력 자료로 사용됨



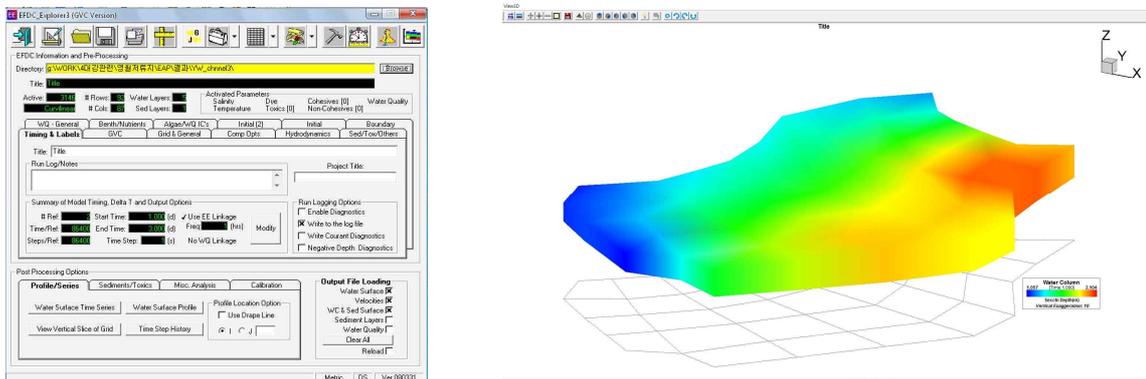
(그림 4.5-7) EFDC 모델의 구조

다. 수리모델 EFDC 구축

- 3차원 수리모형인 EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code, EPA) 구축을 위해 수치지도를 기초로 서산저수지 만수위 선을 경계로 모형의 수평격자를 39개 Grid로 분할하였으며, 수심방향으로는 3개 층으로서 서산저수지 모형은 총 117개 격자로 구성됨
- 한국농어촌공사로부터 취득한 수심측량자료를 이용하여, 각 격자 중심점의 수심과 만수위 선의 고도로부터 하상고도를 추출하고 모형의 기초자료로 입력
- HSPF 유역모형의 모의 결과 중 유량은 EFDC 수리모형의 입력 자료로 활용되어, 유역-호소 통합 수리모의가 가능함
- 기상자료, 유입하천 유량, 구도 및 방류량, 취수량, 수질관측자료, 수위 등의 시계열 자료 수집 및 모델에서 요구하는 시간간격으로 입력자료 구성



(그림 4.5-8) 3차원 수리모델 EFDC 격자구축

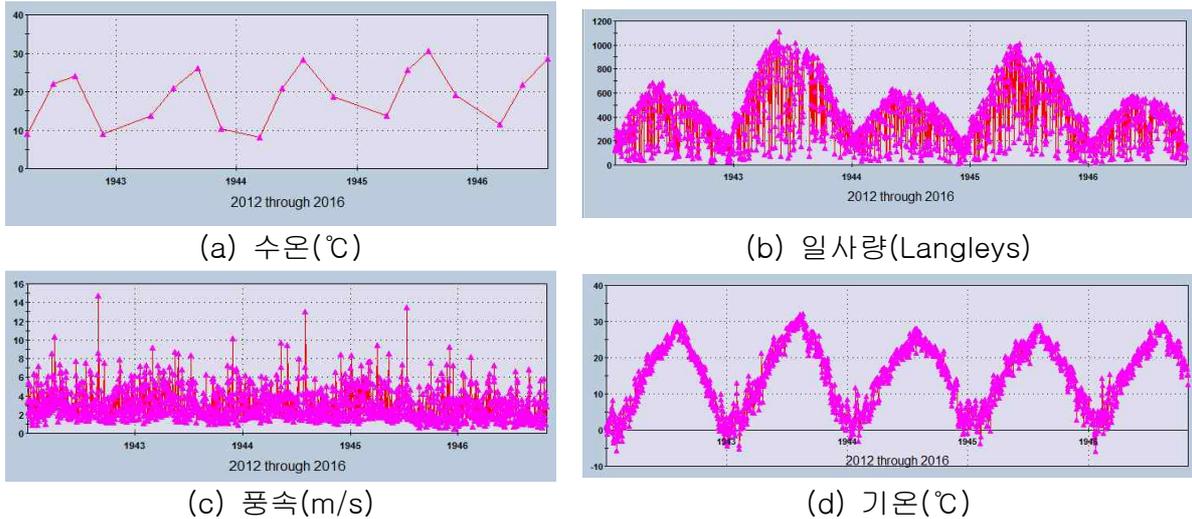


(그림 4.5-9) EFDC 모델 구축

라. WASP (Waterquality Analysis Simulation Program, EPA) 구축

(1) 기상자료

- WASP 수질 모의를 위한 기상자료는 기온, 습도, 강수량, 풍속, 전운량, 일사량 등이 입력되며, 이들 기상자료는 기상청에서 관리하는 장흥기상대 자료를 사용하였음



(그림 4.5-10) 호소수질모델 기상자료 입력결과

(2) 수질자료

- 수질 입력자료는 NO₃, NH₄, ORN, PO₄, ORP, BOD, DO 형태로 유역모형 HSPF 모의 결과로부터 입력됨
- 또한 저니층에서 발생하는 영양염 용출율은 용출실험 결과 중 서산저수지 평균수심이 1.72m임을 고려할 때 호기성 상태의 용출률을 적용하는 것이 타당할 것으로 판단되었으며, 실험 초기 교란에 의한 오차를 저감시키고자 10~30일 용출실험 결과를 토대로 용출률을 적용하여 호소모델에 적용

<표 4.5-6> 질소 및 인 용출율

구분	용출속도 (mg/m ² /d)	
	호기	혐기
T-P	0.137	0.137
T-N	1.66	0.78

마. 호소수질모델의 보정 및 검증

- 유역모델의 유량결과를 EFDC 입력자료로 활용하여 서산저수지의 수리수문변화를 예측하고 EFDC 유량예측 결과와 유역모델의 수질결과를 바탕으로 WASP7에 적합한 입력자료를 구성하여, 실측된 수질자료와 비교 검토하여 반응계수를 보정하고 모형의 예측력을 검증
- 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS)의 모니터링 자료를 바탕으로 COD, TN, TP 등에 대한 검·보정을 실시하였으며, 서산저수지의 공간적 수질분포, 연중 수질변화를 시·공간적 변화로 분석함

<표 4.5-7> 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS) 서산저수지 모니터링 결과

조사일자	수온	pH	BOD (mg/L)	EC (μ S/cm)	DO (mg/L)	T-P (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)	SS (mg/L)
2012-04-06	9	8.1	3.8	187	12.1	0.034	6.6	0.86	10.9	5.2
2012-06-25	22	7.2	4.5	214	7	0.157	14.9	3.221	79.8	43
2012-08-30	24	7.2	3.9	146	5.2	0.044	10.2	0.639	11.3	3.8
2012-11-22	9	7.8	5.7	175	11.5	0.076	11.4	0.869	55.6	20.7
2013-04-15	13.7	9.3	5.2	172	13.5	0.059	9.2	1.035	32.4	11.8
2013-06-24	21	7.1	3.6	156	6.1	0.111	10.8	0.854	59.9	19.3
2013-09-05	26.1	7.7	2.9	119	4.6	0.046	15.7	0.915	6.9	6
2013-11-15	10.3	8.1	6	238	7.6	0.1	17.7	1.176	90.5	16.5
2014-03-11	8.2	7.8	3.3	198	11.2	0.019	8	0.63	11.6	11
2014-05-20	20.9	8.1	4.1	209	7	0.058	11.8	0.742	26.3	8
2014-07-22	28.3	7.2	2	135	3.8	0.036	11.8	0.706	18.2	3.7
2014-10-21	18.6	7.4	7.6	153	8.9	0.054	14	0.526	80.2	14.7
2015-03-31	13.7	7.8	-	181	9.8	0.147	9.2	0.604	16.1	5.7
2015-06-03	25.7	7.6	-	181	11.9	0.334	14.8	0.824	38.7	10.7
2015-08-06	30.6	8.6	-	162	7	0.054	10.6	0.733	9.6	3.7
2015-10-27	19.1	7.9	-	180	9.9	0.094	15.6	0.773	42.2	19
2016-03-08	11.5	7.8	-	184	9.9	0.033	7.608	0.832	20.705	11
2016-05-16	21.8	8.1	-	192	7.8	0.061	17.618	0.723	41.04	20.8
2016-08-01	28.6	8	-	149	4.3	0.061	15.6	0.744	30.2	22.3

- WASP7 수질모델 내 유기물 산소소모량은 BOD농도로 모의되고 있으나, 호소에 대한 수질기준은 COD 농도를 적용하고 있어 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS)의 모니터링 자료(2011~2015년)를 바탕으로 COD와 BOD의 비율을 도출하여 모델을 통해 계산된 BOD농도를 COD 농도로 환산하여 산정함
- WASP7 수질모델 내 유기탄소는 DOC농도로만 모의되고 있으나, 호소에 대한 수질기준은 TOC 농도를 적용하고 있음. POC 및 DOC의 실측 자료의 부재로 TOC 농도로 환산할 경우 높은 불확실성을 포함하게 되므로 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS)의 모니터링 자료(2011~2015년)를 바탕으로 TOC와 BOD의 비율을 도출하여 모델을 통해 계산된 BOD농도를 TOC농도로 환산하여 산정함

<표 4.5-8> 환산계수

구분	COD/BOD	TOC/BOD
환산계수	2.99	1.72

- 한편, 장흥기상대 자료의 분석 결과로부터 2013년이 평년강수량에 가장 근접함에 따라, 호소수질모형의 보정 및 검증 기간은 2012년~2013년으로 선정하였고, 모형효율은 %difference를 이용하되, 이에 대해 US EPA (2000)가 제시한 모형효율의 범위와 신뢰 구간에 따라 평가함

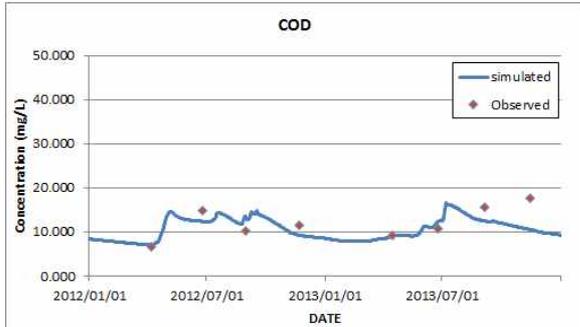
$$\%diff = \frac{(\sum_{i=1}^n O_i - \sum_{i=1}^n S_i)}{\sum_{i=1}^n O_i} \times 100$$

여기서, %diff : 모형효율 (%), O_i : i일의 실측값, S_i : i일의 모의값

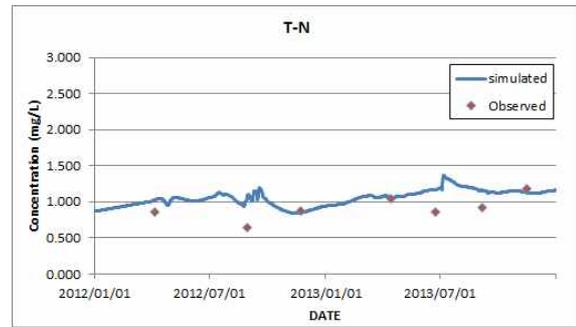
- 호소수질모형의 수질 보정과 검증은 서산저수지 중류지점에서 RAWRIS 측정자료를 이용하여 2012~2013년까지 COD, T-N, T-P, Chl-a, DO항목에 대해 수행되었음
- 호소수질모형의 재현성 검토 결과 모든 수질항목에서 Very Good으로 평가되어, 모의값과 실측값이 유사한 변화경향을 나타냈으며, 이를 통해 예측한 장래수질의 신뢰도는 높을 것으로 판단됨

<표 4.5-9> 호소수질모형 보·검증에 따른 모형효율 평가 (%Difference)

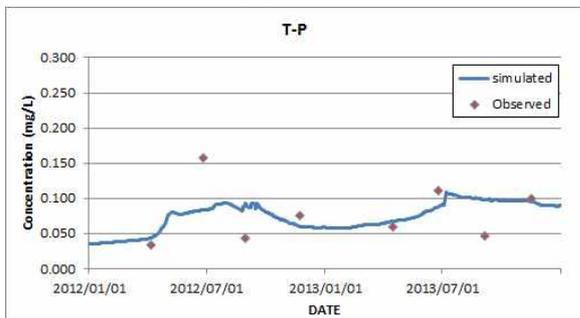
구분	COD	T-N	T-P	Chl-a	DO
결정계수	11.991	12.300	(-)10.095	(-)11.303	(-)6.471
평가결과	Very Good				



(a) COD



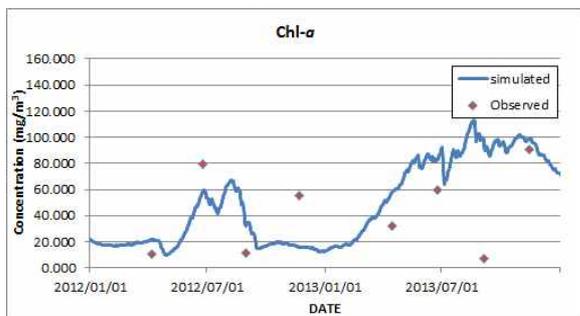
(b) T-N



(c) T-P



(d) DO



(e) Chl-a

(그림 4.5-11) 서산저수지 수질 보·검증 결과

4.5.3 장래 부하량 변화에 따른 수질 변화 예측

가. 모의 시나리오 구성

- 서산저수지 유역의 장래 수질을 예측하기 위하여 시나리오를 설정하였으며, 시나리오별 장래 소유역별 배출부하량 변화를 적용하여 모의한 유역수질 예측 결과를 호소수질 모델에 적용하였음
- 시나리오 1은 2027년 무대책시 유역 내 오염부하량의 변화만을 반영한 조건이며, 수문 조건은 2013년 기준과 동일하게 적용하였음
- 시나리오 2는 시나리오 1의 조건에서 침강지 1,2호를 적용하였을 경우이며, 강우량 30mm/일을 기준으로 이하일 때는 평시, 초과시에는 강우시로 구분하여 침강지 효율을 적용
- 시나리오 3은 시나리오 2의 조건에서 지표흐름형 인공습지를 추가하였을 경우이며, 인공습지 유입량을 취입보와 양수시설을 통해 매일 인공습지 처리용량(강우량 30mm/일 이하) 만큼의 호소수가 처리되도록 호소수질모델에 적용
- 시나리오 4는 시나리오 3의 조건에서 지하흐름형 인공습지를 추가하여 조합형 인공 습지로 운영
- 시나리오 5은 시나리오 4의 조건에서 서산저수지 남측(사토장 위치)에 식생수로를 추가 적용

<표 4.5-10> 장래 부하량 변화에 따른 수질 예측 시나리오 구성

구 분	세부내용	비 고
시나리오 1	2027년 장래수질	무대책
시나리오 2	침강지(1,2호)	-
시나리오 3	지표흐름형 인공습지+침강지(1,2호)	취입보, 양수
시나리오 4	조합형 인공습지+침강지(1,2호)	취입보, 양수
시나리오 5	조합형 인공습지+침강지(1,2호)+식생수로*	취입보, 양수 * 식생수로는 저수지 남측 사토장 위치에 설치하여 IV, V유역 비점 오염처리

주) 조합형 인공습지 : 지표흐름형 인공습지 + 지하흐름형 인공습지



(그림 4.5-12) 서산지구 농업용수 수질개선사업 계획평면도

- 호소수질모델에 적용한 수질정화시설별 정화 효율은 「농업용저수지 수질개선사업 조사·설계편람(2009.12, 한국농어촌공사)」에서 제시된 효율을 시나리오별 수질정화 시설 설계용량에 맞춰 적용하였음

<표 4.5-11> 수질정화시설별 정화 효율

구 분	정화 효율(%)						
	BOD	COD	SS	T-N	T-P	중금속	
지표흐름형 인공습지	10~40	-	40~60	30~50	40~60	-	
침강지(보조댐형)	강우시	-	50	55	44	43	-
	평시	-	5	47	32	23	-
지하흐름형 인공습지(고효율습지)	85	-	85	35	50	-	
지표-지하 조합형인공습지	89	34	82	54	72	-	
식생수로(건식침투형)	-	-	90	50	50	40	

자료 : 농업용저수지 수질개선사업 조사·설계편람(2009.12, 한국농어촌공사)

나. 시나리오별 수질 예측 결과

- 호소수질모델 분석결과, 시나리오 1의 서산저수지 수질은 COD 10.57mg/L, TOC 6.08mg/L, T-N 1.12mg/L, T-P 0.082mg/L로 분석되어 T-P를 제외한 목표항목 모두 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 시나리오 2의 서산저수지 수질은 COD 9.92mg/L, TOC 5.71mg/L, T-N 1.06mg/L, T-P 0.078mg/L로 예측되어 목표항목 중 TOC와 T-P는 목표수질 IV등급을 만족할 것으로 예측됨
- 시나리오 3의 서산저수지 수질은 COD 8.46mg/L, TOC 4.87mg/L, T-N 0.97mg/L, T-P 0.067mg/L로 예측되어 목표항목 중 TOC와 T-P는 목표수질 IV등급을 만족할 것으로 예측됨
- 시나리오 4의 서산저수지 수질은 COD 7.70mg/L, TOC 4.44mg/L, T-N 0.91mg/L, T-P 0.061mg/L로 예측되어 모든 항목에서 목표수질 IV등급을 만족할 것으로 예상됨
- 식생수로를 적용한 시나리오 5의 서산저수지 수질은 COD 7.35mg/L, TOC 4.23mg/L, T-N 0.85mg/L, T-P 0.059mg/L로 모든 항목에서 목표수질 IV등급을 만족할 것으로 예측됨

<표 4.5-12> 시나리오별 수질예측결과

구분	수질예측결과(mg/L)			
	COD	TOC	T-N	T-P
시나리오 1	10.6	6.1	1.117	0.082
시나리오 2	9.9	5.7	1.065	0.078
시나리오 3	8.5	4.9	0.968	0.067
시나리오 4	7.7	4.4	0.912	0.061
시나리오 5	7.4	4.2	0.849	0.059

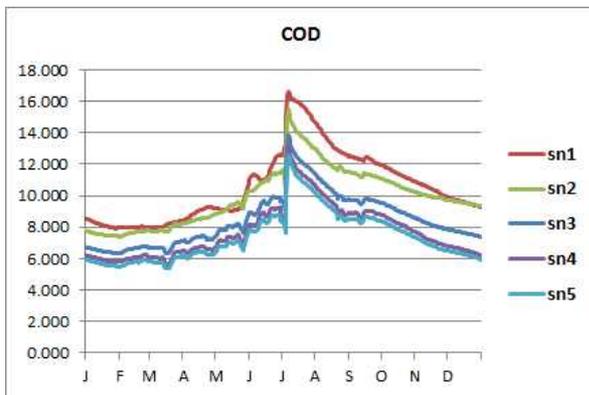
주) 총인, 총질소 비에 따라 7이하의 총인, 16이상은 총질소를 적용하지 않음

<표 4.5-13> 시나리오별 수질예측결과(연최대, 연최소)

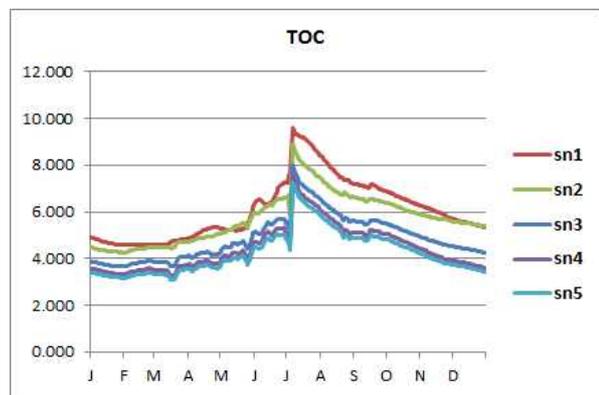
구분	수질예측결과(mg/L), year max				수질예측결과(mg/L), year min			
	COD	TOC	T-N	T-P	COD	TOC	T-N	T-P
시나리오 1	16.6	9.6	1.358	0.109	7.9	4.6	0.951	0.057
시나리오 2	15.5	8.9	1.358	0.108	7.4	4.3	0.937	0.056
시나리오 3	13.8	8.0	1.290	0.097	6.3	3.7	0.873	0.049
시나리오 4	13.1	7.5	1.235	0.091	5.6	3.2	0.824	0.045
시나리오 5	12.6	7.3	1.170	0.089	5.4	3.1	0.768	0.043

<표 4.5-14> 시나리오별 수질예측결과(분기평균)

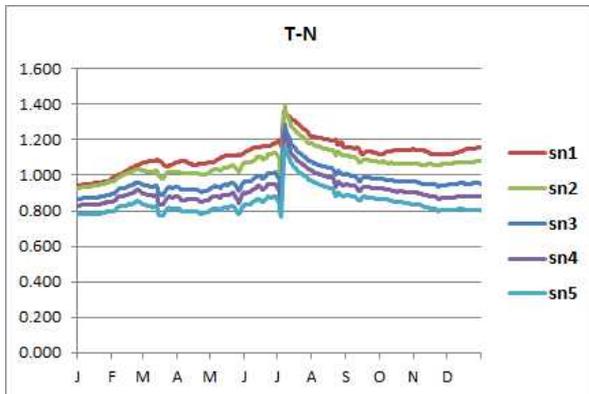
구분	항목	수질예측결과(mg/L), quarter ave															
		COD				TOC				T-N				T-P			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
시나리오 1		8.1	9.9	13.7	10.5	4.7	5.7	7.9	6.0	1.017	1.110	1.205	1.135	0.060	0.075	0.100	0.093
시나리오 2		7.7	9.5	12.3	10.0	4.4	5.5	7.1	5.8	0.987	1.050	1.152	1.067	0.058	0.071	0.094	0.088
시나리오 3		6.6	8.2	10.7	8.3	3.8	4.7	6.1	4.8	0.912	0.950	1.050	0.958	0.050	0.061	0.082	0.074
시나리오 4		6.0	7.5	9.9	7.3	3.5	4.3	5.7	4.2	0.867	0.891	0.995	0.892	0.046	0.055	0.076	0.066
시나리오 5		5.7	7.2	9.5	7.0	3.3	4.1	5.5	4.0	0.809	0.822	0.937	0.826	0.045	0.054	0.074	0.064



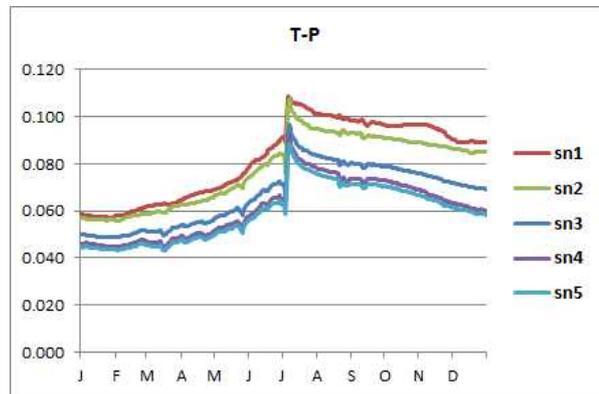
(a) COD



(b) TOC



(b) T-N



(c) T-P

(그림 4.5-13) 시나리오별 장래수질예측 연간변화

다. 수질개선대책(안) 적정성

- 앞에서 제시했던 수질개선대책(안, 시나리오4)의 경우 연평균 기준으로 모든 항목에서 목표수질을 달성할 것으로 예측되고 조합형습지 운영으로 안정적인 처리효율을 기대할 수 있어 적절한 대책으로 판단됨
- 식생수로를 추가한 시나리오 5의 경우도 목표수질을 달성할 것으로 예측되나, 평시 건천지역으로 시설관리가 어렵고, 취입보 설치, 용지매수 등 조성비용(약 10억원) 대비 추가 수질개선효과가 크지 않아 시나리오 4가 적절한 대책으로 판단됨
- 단, 모든 시나리오에서 3분기(7~8월)에 목표 수질을 초과하는 오염도(TOC)를 보일 것으로 예측되므로 이 시기에는 계획유량 이상으로 양수하여 인공습지 처리량을 늘리고 부댐 수문을 개방하여 호 본체의 물을 침강지로 유도한 후, 양수시설을 통해 습지로 재유입처리 함으로써 물순환을 촉진시킬 수 있는 시설운영이 요구됨

제 5 장

기본 설계

- 5.1 인공습지 조성계획
- 5.2 침강지 조성계획
- 5.3 식생제거 계획
- 5.4 시설운영 및 유지관리 방안
- 5.5 사업비 및 사업효과
- 5.6 유지관리비

제5장 기본 설계

5.1 인공습지 조성계획

5.1.1 시설의 일반사항

가. 인공습지의 정의

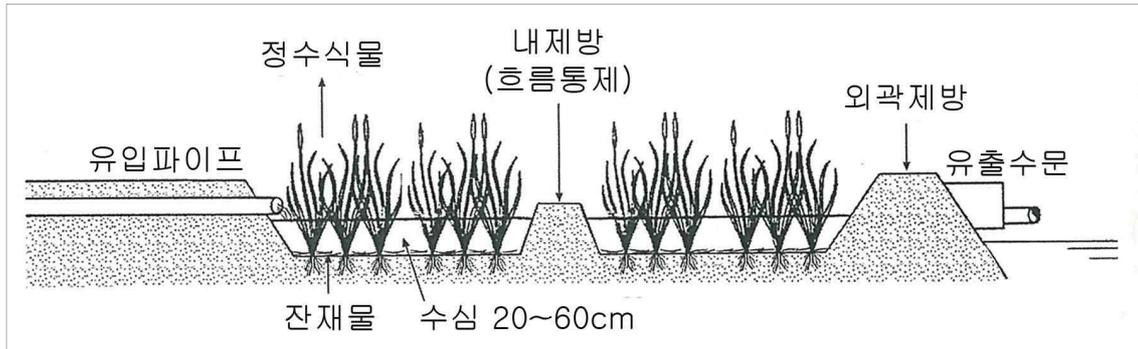
- 인공습지(constructed wetland)는 인간의 요구와 필요성에 의해 자연습지의 형태 및 기능을 모방하여 설계, 시공, 운영되는 인위적 습지로서 자연습지가 가지고 있는 정화 능력을 향상시켜 수질정화 목적으로 이용하는 습지를 말함
- 인공습지는 인위적으로 바닥의 기질과 경사를 조정하고 수리학적 현상을 제어할 수 있고 수생식물과 다른 요소들을 관리할 수 있기 때문에 동일한 면적의 자연습지에 비하여 훨씬 효과적으로 정화기능을 수행할 수 있음
- 인공습지는 다양한 오염부하에 대한 적응능력이 높고, 에너지의 필요성이 낮아 유지 관리가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

나. 인공습지의 종류

- 수질정화 인공습지는 지표흐름형(surface flow system)과 지하흐름형(subsurface flow system), 지표-지하흐름 조합형인공습지(Surface - Subsurface Flow System)로 크게 분류하며 오염물질 부하량과 관리용이성을 위하여 2~3개 습지를 직렬 또는 병렬로 구성하기도 함

(1) 지표흐름형 인공습지(Free Water surface flow System, FWS)

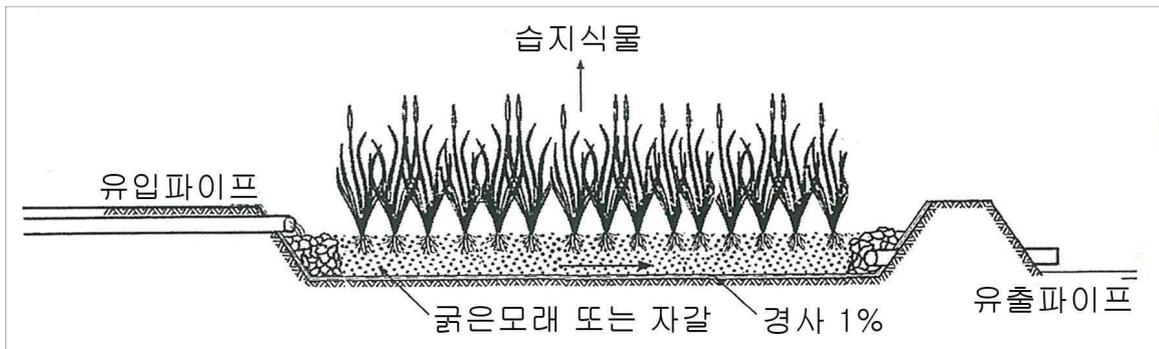
- 지표흐름형(Free water surface flow system, FWS)은 유입수의 대부분을 토양 표층 위로 흐르게 하여 물리·화학·생물학적 처리를 유도하는 방식이며, 정수식물이 자라는 수심 0.4m 정도의 식재구간(Closed Water)과 수심이 다소 깊어 정수식물이 자라지 않는 수심 1.8m 정도의 개방구간(Open Water)으로 설계함
- 지표흐름형 습지는 수면이 기질의 상부에 있으므로 외형은 자연적인 습지와 비슷한 형태로 천연서식지를 제공해 줄 수 있으며, 수질개선 외에 미관 향상을 가져올 수 있음. 수면은 호기상태이며, 하부의 수층과 기질은 혐기상태에 있어 유기물질과 영양염류를 처리함



(그림 5.1-1) 지표흐름형 습지 개념도

(2) 지하흐름형 인공습지(Subsurface Flow System, SFS)

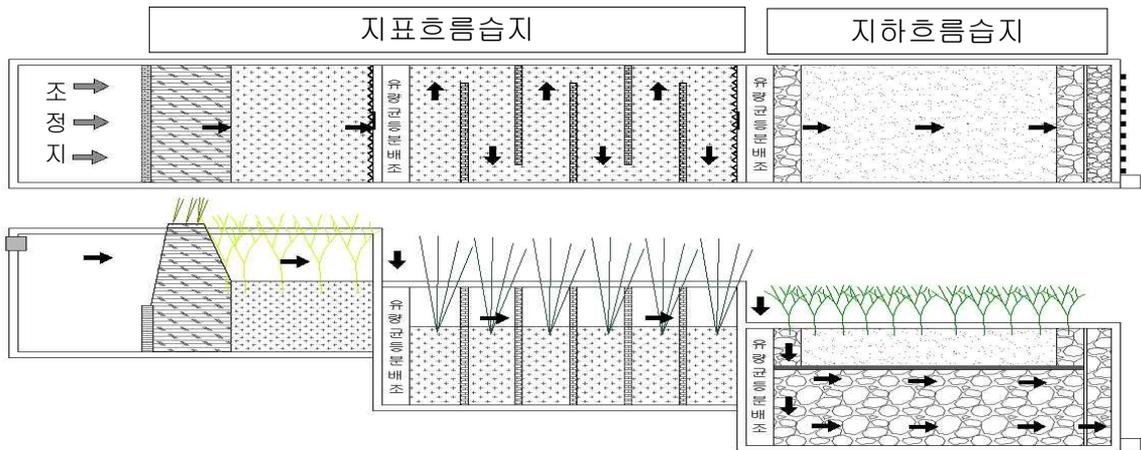
- 지하흐름형(Subsurface flow system, SFS) 습지는 원지반을 굴착하고 입자가 큰 토양 또는 자갈 등의 여재를 채운 습지를 말함. 수위는 여재층 상단보다 낮게 유지하며, 식물은 여재 사이로 뿌리를 뻗으며 자라는 형태가 됨. 이론적으로는 유입수가 전부 하부층으로 흘러들어 표면에는 흐름을 볼 수 없는 시스템으로 습지위로 사람의 접근이 가능하며, 모기 등 병해충 피해가 적으며 여재의 두께는 보통 0.3~0.6m임
- 하부층은 여러 크기의 자갈, 쇄석, 또는 입자가 큰 토양으로 이루어지며, 식물 식재층에는 모래를 적용함



(그림 5.1-2) 지하흐름형 습지 개념도

(3) 조합형인공습지

- 조합형인공습지는 지표흐름습지와 지하흐름습지를 직렬로 배치하고 침사지를 전처리 시설로 도입하며, 침사지는 유량의 균등분배와 유입수 중의 입자상 고형물을 1차 제거하기 위해 설치함. 또한, 지표흐름습지를 통해 식물에 의한 흡수와 호기성 산화가 이루어지고 지하흐름습지를 통해 탈질화를 유도하도록 설계되어짐



(그림 5.1-3) 지표-지하흐름 조합형인공습지 개념도

다. 인공습지의 특징

(1) 구성요소

① 식물

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

② 토양

- 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 유역 유출량 산정으로 유출에 영향을 미치는 모든 요소들을 고려하여 습지의 수문거동을 파악하고, 습지의 용량과 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 혐기상태에 있어 유기물질과 영양염류를 처리함

<표 5.1-1> 인공습지 장·단점

구분	장 점	단 점
지표 흐름 형	·건설비 및 유지관리비용이 적음 ·중금속, 병원성 미생물의 저감 ·영양염류의 제거효과가 높음 ·흡수 경감 효과 ·생태계 다양성 향상 및 야생 동식물 서식처 제공 ·경관향상 및 녹지 공간 확충 ·오염부하 변동에 적응성 높음 ·하천하류의 수질개선	·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	·유입수가 전부 하부층으로 흘러들어 표면에는 흐름을 볼 수 없는 시스템으로 습지위로 사람의 접근이 가능하며, 모기 등 병해충 피해가 적음	·지표습지보다 필요면적이 적으나 여재를 조달하고, 소정의 장소에 설치하기 위한 비용이 비교적 비싸기 때문에 지하습지의 장점이 상쇄되는 경우도 있음
조합 형	·지표흐름과 지하흐름 습지의 장점을 조합하여 수처리효율을 높일 수 있도록 설계	·지하흐름습지에서는 여재의 막힘현상이 발생할 수 있으므로 침사지 및 역세척 장치가 있으면 좋음

라. 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 습지바닥의 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 5.1-2> 인공습지 수질정화 기작

구분	오염물	제거기작
항목	SS	침전
	BOD	침전, 생물화학적 반응, 분해, 여과
	N	암모니화, 질산화, 탈질화, 휘발
	P	침강, 흡착
	중금속	흡착
	병원균	소멸

<표 5.1-3> 습지에 의한 T-N의 제거율에 관한 사례

유입수 (mg/L)	유출수 (mg/L)	수리부하율 (cm/day)	제거율 (%)	체류기간(일) (수심 0.6m시)
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

자료 : North American Treatment Wetland Database, 1993, USEPA
 사례지구-The Des Plaines River Wetland Project, Illinois, USA

<표 5.1-4> 습지에 의한 T-P의 제거율에 관한 사례

Site	수리부하율 (cm/day)	운영기간 (years)	유입수농도 (mg/L)	유출수농도 (mg/L)	제거율 (%)	체류기간(일) (수심 0.6m시)
Des Plaines, 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

자료 : Robert K. Kadlec and Robert L. Knight, 1996, Treatment Wetlands

- 본 사업지구에서는 습지의 고효율화 및 안정적 처리효율 달성을 위해 소하천 하류에 지표-지하흐름 조합형인공습지를 계획하였으며, 취입보, 침강지, 양수시설과 연계하여 안정적으로 운영될 수 있도록 시스템을 구성하였음
- 지표-지하흐름 조합형인공습지는 지표흐름형인공습지와 지하흐름형인공습지의 장점을 보완한 것으로 보다 안정적인 유기물, T-N, T-P 제거효율을 기대할 수 있음

5.1.2 인공습지 설계 일반사항

- 인공습지의 설계는 기초자료 수집 및 분석, 설계조건 설정 등의 순서에 따라 이루어지며, 본 절에서는 설계순서에 따라 주요 기본사항을 기술하였음

가. 지형 및 입지특성 조사

(1) 지형여건

- 지형적 특성은 강우시 토사유입, 유달시간 등 강우유출특성에 영향을 주므로 인공습지 대상지역과 인공습지와 관련되는 소유역을 대상으로 조사함
 - 유역의 크기, 유역의 형상과 형태 등을 조사
- 인공습지 구성에 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

(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 수량 확보의 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 다목적 이용을 위한 여유 공간을 확보할 수 있는 곳
 - 주변 생태계와 연계 가능한 지역으로서 주변경관과 조화를 이룰 수 있는 지역

나. 기상 조사 및 강우량 산정

(1) 기상 조사

- 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, 생장, 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 2006~2015년(10개년) 동안의 장흥관측소 자료를 설계에 이용함

다. 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

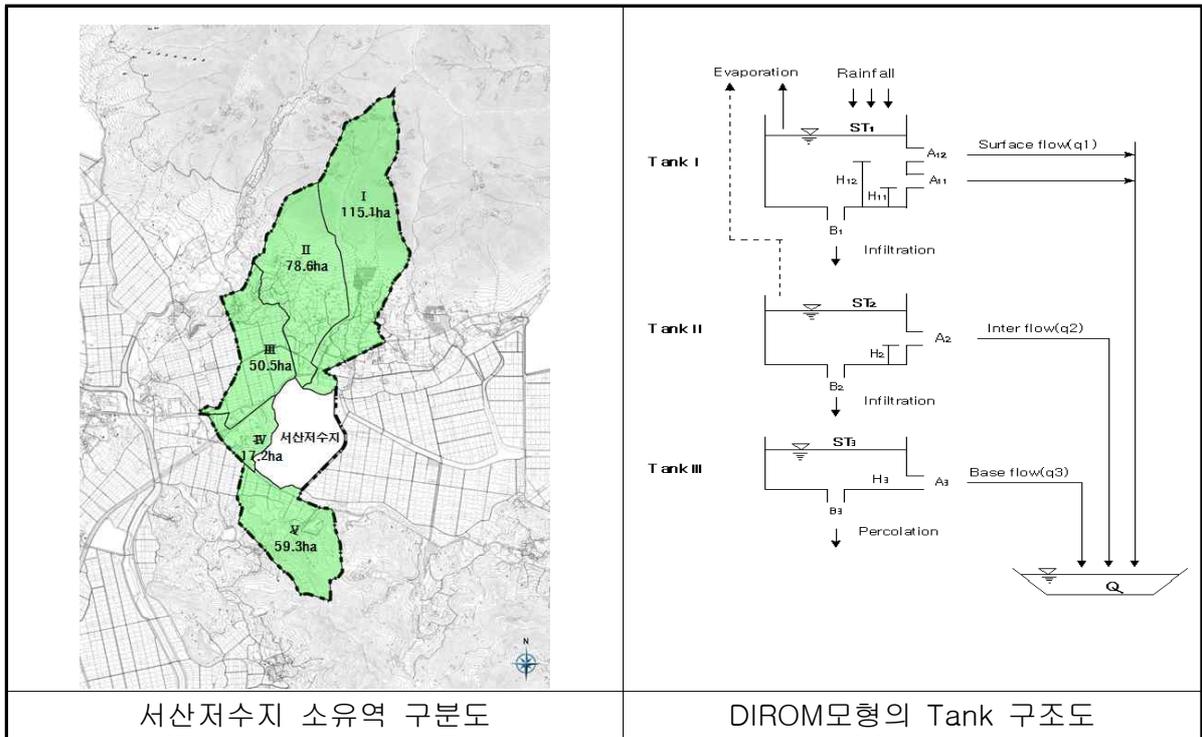
- 년 평균 강우유출량의 90%를 차집하기 위해 필요한 저장공간을 확보하는 방법으로, 외국의 하수처리 방류수 처리를 위한 인공습지 규모결정에 사용하고 있음. 또한, 유입 유량이 일정한 경우에 적용되고 있으나 유입유량 변동이 많은 하천수를 처리하는 경우 및 국내 적용사례는 없음

(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 높이보다는 커야하기 때문에 대유역에서 4개의 탱크를 사용할 때 보다 매개변수의 수는 통상 19개에서 13개로 감소하게 됨



(그림 5.1-4) 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, $ST_{i,t} = i$ 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 산정

- 본 지구의 설계유량은 DIROM 모형에 의한 평균유출량으로 강우량 일30mm 이하 유출량의 평균값으로 설정함. 결정된 유입량은 침사지, 얕은습지, 깊은연못, 얕은습지 등을 경유하여 배출연못에서 침강지 외로 최종 방류하도록 설계함
- 목표하는 수질을 만족하지 못하는 경우에는 수질모델링을 통하여 목표수질이 가능한 유입유량을 산정하여 이를 계획유량으로 결정할 수 있음

라. 체류시간 결정

- 인공습지에서 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 식물 선정에 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 서산저수지에서는 기 시행된 농업용수수질개선 시험연구 결과 나타난 체류시간에 따른 수질정화효율 등을 참고하여 조합형인공습지에서 체류시간 24시간으로 적용하였음

마. 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
- 조합형인공습지의 수심은 수질정화효율을 고려하여 식생습지(얕은습지)는 0.4m, 깊은 연못은 1.2 ~ 1.8m이상이 일반적으로 적용되고 있음
- 동일한 습지 내에서도 다양한 수심을 갖도록 조성하는 것이 유리하며 깊은연못 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
- 얕은 습지는 처리효율, 수생식물의 성장, 용존산소농도 등을 고려할 때 평균 0.3m정도가 유리하나 본 계획에서는 토양의 안정과 강우시 유입토사의 퇴적을 고려하여 습지의 수심을 0.4m로 계획하였음. 또한, 수생식물의 식재종을 자생종으로 하고 연못 등 개방수역을 가급적 많이 두어 수질정화효과와 함께 서산지 주변 주민에게 경관효과를 창출하여 저수지에 대한 애착을 고취시키도록 하였음

바. 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) RBS(습지용량/발생유량)에 따른 기대 처리효율(%)

- 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 5.1-5> 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 방법으로 체류시간을

고정하면 면적 및 수위에 제한을 받을 수 있음

- 습지의 수심을 0.4m~1.5m로 하면 RBS=2.5정도의 값과 유사한 결과를 나타냄

$$A_s = (Q \times \text{HRT}/d) / n$$

여기서, A_s : 인공습지의 면적(m)

Q : 유입유량(m³/hr)

HRT : 체류시간(hr)

d : 인공습지의 수심(m)

n : 시스템의 공극율(공극의 부피/총 부피, 보통 0.75적용)

(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

사. 수생식물 선정

- 식물종의 선정, 식재, 식생제거 일정의 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 하며 함
- 또한, 주기적인 식생제거를 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 구입이 용이하고 양묘가 쉬워 대량생산이 되는 식물로 삼목, 포기나누기, 휘묻이 등을 이용해서 번식과 대량생산이 가능한 식물 등과 같은 조건을 만족시키는 식물의 선정이 중요함

5.1.3 설계시 고려사항

가. 운영 개시 시점

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

나. 다른 저감시설과 연계

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

다. 법적검토

- 지역내에 공사 중 훼손될 가능성이 있는 멸종위협이나 보호 동·식물종이 있는지를 조사해야 함

라. 안전사고

- 안전사고에 대비하여 인공습지 주위에 안전펜스 설치를 검토할 수 있음

마. 위생해충 문제

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

5.1.4 조합형인공습지 조성계획

- 조합형인공습지는 지표흐름습지와 지하흐름습지를 직렬로 배치하고 침사지를 전처리 시설로 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 잔여 유기물 및 영양염류를 처리하도록 설계되어짐

<표 5.1-6> 조합형인공습지 정화효율

구 분	BOD	T-N	T-P	비 고
조합형인공습지	89%	54%	72%	-

가. 조합형인공습지 계획유량 산정

- 본 지구는 DIROM 모형을 적용하여 장기유출량을 산정하였으며 다음 표는 소유역별 유출량 산정결과를 기술하였음
- 조합형인공습지의 계획유량은 강우량 일30mm이하의 일평균 유입량을 적용하여 설계함

<표 5.1-7> DIROM 모형에 의한 서산저수지 유역별 유출량 산정결과

소유역 번호	유역면적 (ha)	유출률 (%)	연평균 유입량 (천 m ³ /년)	일평균 유입량(m ³ /일)		
				총 유입량	30mm/일 이하	30mm/일 초과
I	115.1	64.9	1,134.3	3,107.8	1,889.6	32,916.3
II	78.6	52.2	578.9	1,585.9	689.5	23,470.1
III	50.5	56.4	402.1	1,101.8	698.2	10,959.5
IV	17.2	67.0	174.1	477.1	213.8	6,989.1
V	59.3	44.7	403.7	1,106.1	567.8	14,309.6
저수지	47.2					
계	367.9	57.0	2,693.2	7,378.7	4,058.9	88,644.6

자료) 강우자료 장흥관측소(2006~2015)

<표 5.1-8> 인공습지별 설계유량

[단위 : m³/일]

구분	처리유역		DIROM에 의한 일평균 유입량		설계유량
	유역명	면적(ha)	총 유입량	30mm/일 이하 유출량	
조합형인공습지	1,2,3	244.2	5,795.5	3,277.3	3,277.3

나. 조합형인공습지 규모

- 조합형인공습지의 필요면적은 수리학적 체류시간에 의한 방법으로 산정하였으며, 소유역 1,2,3의 계획유량 3,277.3m³/d를 대상으로 필요면적 4,439.5m² 이상으로 계산되었음
- 수리학적 체류시간에 의한 방법
 - 유역구분 : 소유역(CA=244.2ha)
 - 계획유량 : Q=3,277.3m³/d=136.6m³/hr
 - 인공습지 계획수심 : 평균 d=0.80m(얕은습지와 깊은연못 깊이의 면적대비 가중평균)
 - 인공습지 필요면적 : $A_s = (136.6 \times 26 / 0.80) = 4,439.5\text{m}^2$ (설계반영 5,225.55m²)

<표 5.1-9> 조합형인공습지 조성계획

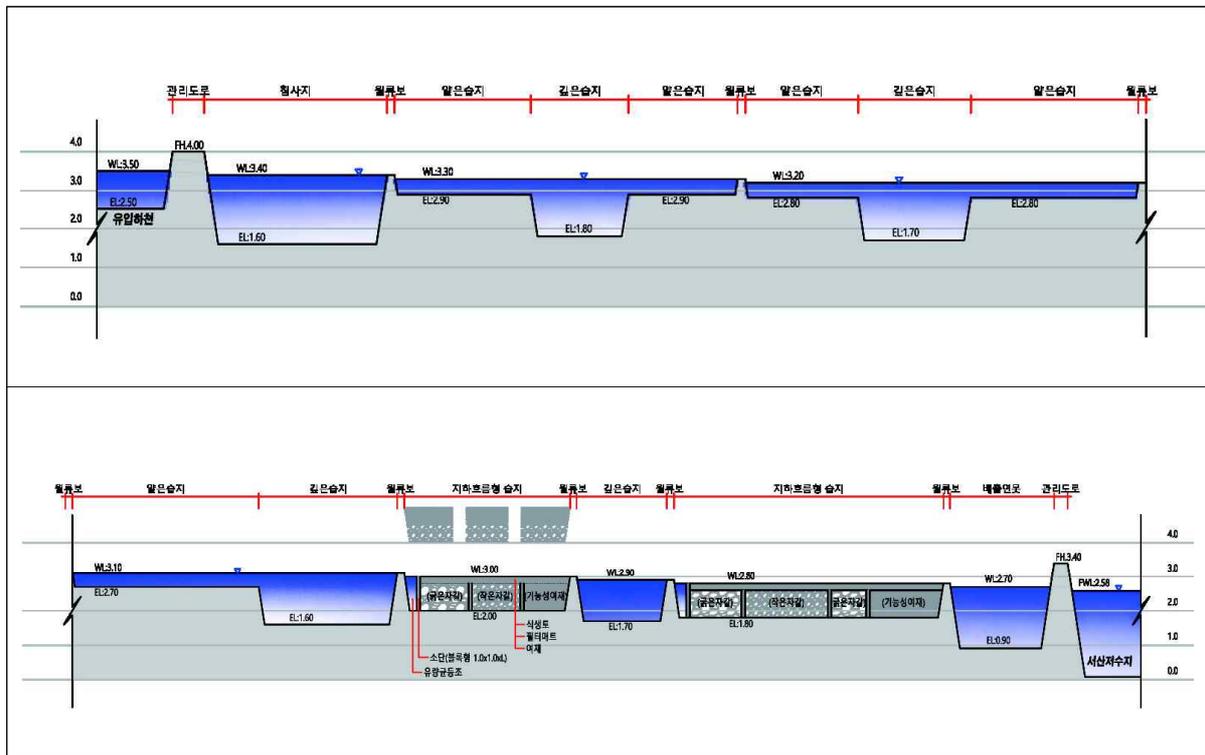
구 분		규 모	계획면적(m ²)	계획수심(m)	내용적(m ³)
조합형 인공습지	얕은습지	5개소	2,525.92	0.4	1,006.00
	깊은연못	4개소	1,435.26	1.5	2,150.00
	지하흐름지	2개소	1,264.37	0.35	442.00
	소 계	-	5,225.55	-	3,598.00
	침 사 지	1개소	605.30	1.8	1,089.00
	배출연못	1개소	456.51	1.8	821.00
	관리도로 및 기타	-	9,321.52	-	-
	소 계	-	10,383.32	-	-
합 계		-	15,608.87	-	5,508.00

- 서산저수지 유역의 강우량 30mm/일 이하시 유하하는 평균유입유량을 처리하기 위해 필요한 조합형인공습지 계획면적은 관리도로, 침터 및 주차장 등을 포함하여 15,609m²로 계획하였음
- 침사지, 배출연못 및 관리도로를 제외한 순수한 습지는 얕은습지 6개소, 깊은연못 4개소로 습지면적은 5,225.55m²로 계획하였고, 내용적상으로는 3,598.0m³로서 유역에서 유출되는 유출량 136.6m³/hr이 습지에서 평균적으로 약 26시간 정도 체류하도록 계획하였음

<표 5.1-10> 조합형인공습지 절·성토계획

구분	계획면적 (㎡)	지반고 (EL.m)	평균계획고 (EL.m)	절토량 (㎥)	성토량 (㎥)	순성토 (㎥)
지표흐름	3,961.18	0.98~1.97	2.10~2.90	3,773.97	27,505.29	23,731.32
지하흐름	1,264.37	1.23	1.80~2.00	-	-	-
계	5,225.55	-	-	3,773.97	27,505.29	23,731.32

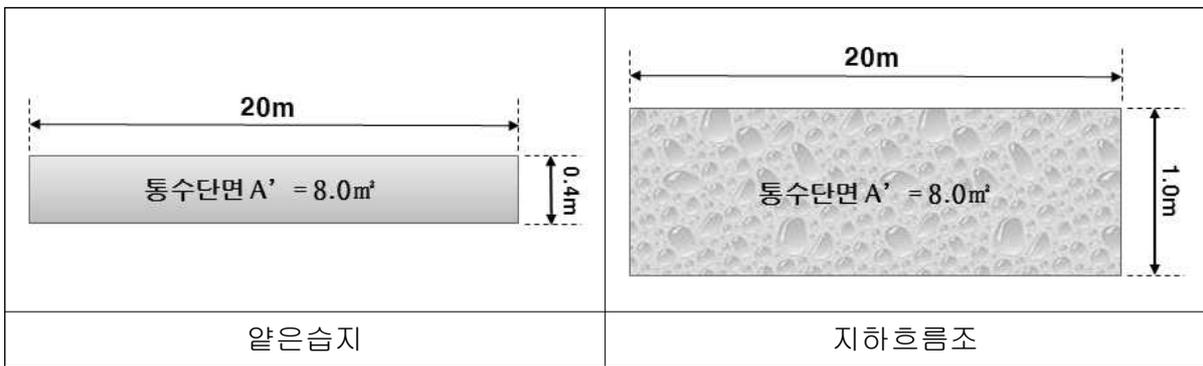
- 조합형인공습지(지표-지하흐름형)는 취입보와 펌프를 이용하여 취수가 가능하도록 계획하였고, 습지내에서는 자연흐름을 유도하여 최종 배출연못(WL.2.70m, BL.0.90m)에서 배출구를 통하여 서산저수지 내(만수위 EL.2.58m)로 방류되도록 계획함



(그림 5.1-5) 조합형인공습지 수리계통도

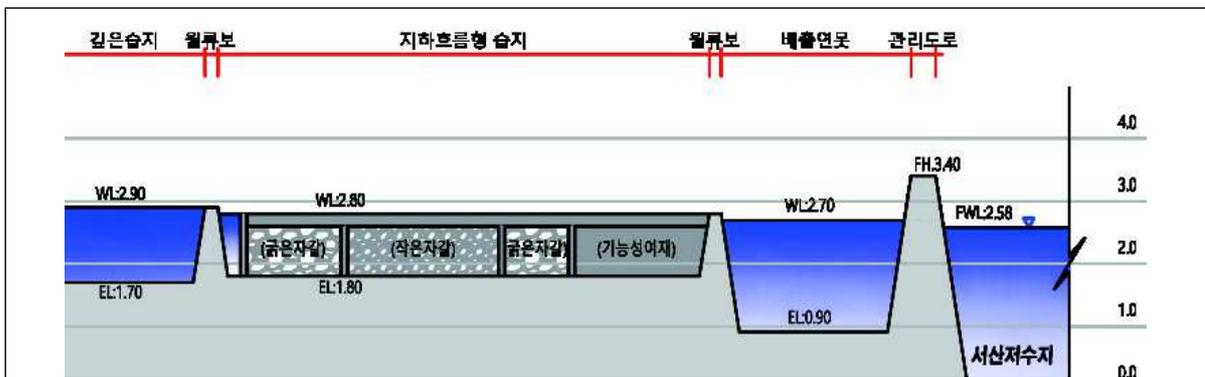
다. 지표흐름에서 지하흐름으로 연결부 수체 흐름에 대한 검토

- 조합형인공습지의 특성상 습지 내에서 수체는 침사지→얕은습지→깊은연못→얕은습지→유량균등조→지하흐름조로 유하하며 지표흐름과 지하흐름의 연결부에서 물의 유속이 느려지는 문제가 발생할 수 있으므로 습지 내 얕은습지와 지하흐름조의 통수단면을 검토하였음
- 다음 그림은 조합형인공습지 내에서 통수면적이 작은 얕은습지와 지하흐름조의 단면을 검토한 결과, 얕은습지(B=20m, H=0.4m)의 통수단면은 8.0㎡이고 지하흐름조(B=20m, H=1.0m, 여재공극률 0.4)의 통수단면은 8.0㎡로 물의 유속에 영향은 미미할 것으로 예측됨

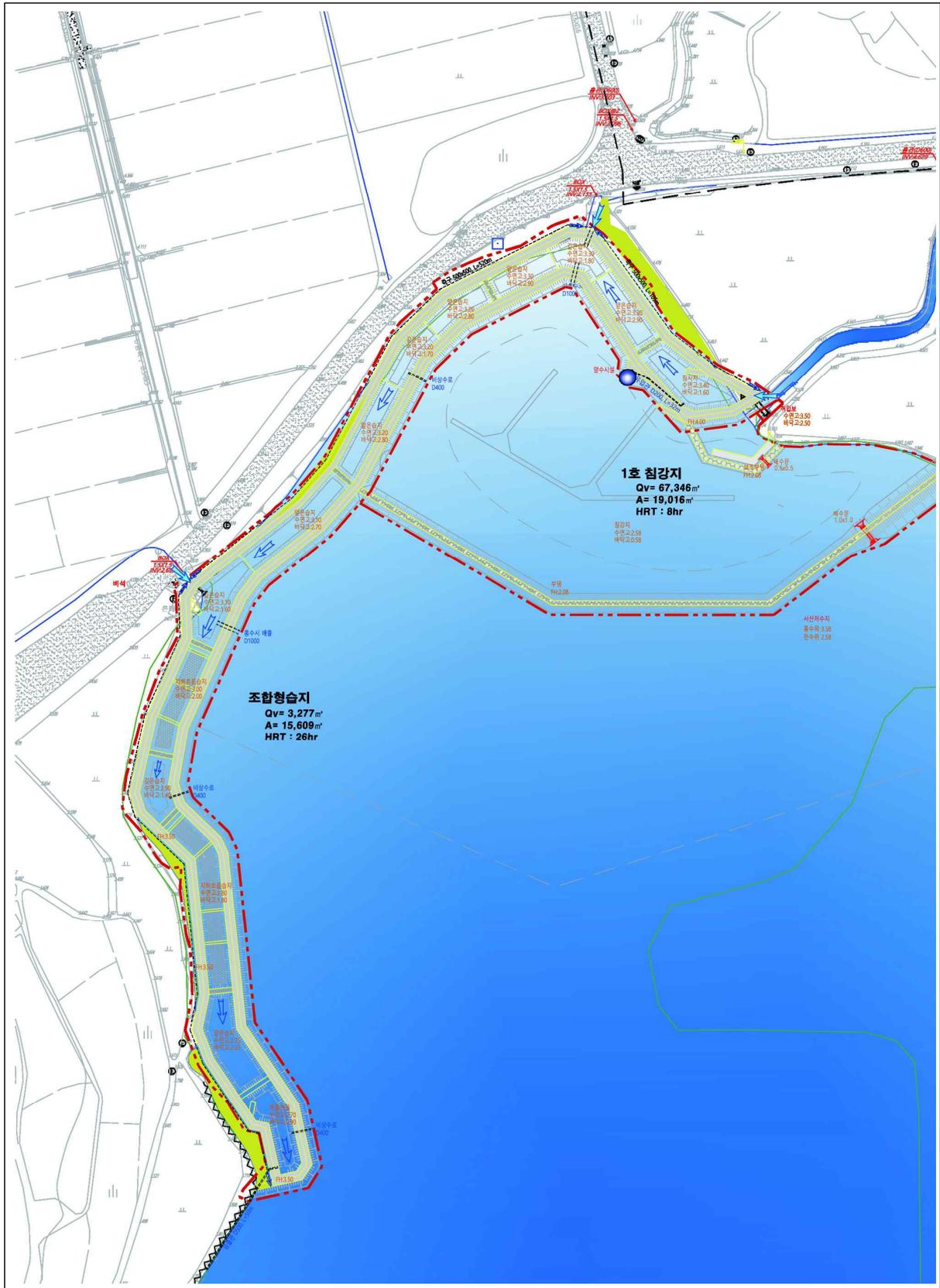


(그림 5.1-6) 얕은습지와 지하흐름조의 통수단면도

- 또한 지하흐름조의 막힘을 최소화하기 위하여 지하흐름조 순서를 굵은여재→작은여재→기능성여재를 배열하였으며 수처리효율을 높이기 위하여 기능성여재를 마지막 단계에 배치함
- 지하흐름조의 경우 여재의 막힘이 발생할 수 있으므로 이런 막힘에 대비하여 지하흐름조 앞 단계에 유량균등조를 배치하고 그 앞 단계에 깊은연못에는 비상수로를 설치하였음



(그림 5.1-7) 지하흐름조 배치도



(그림 5.1-8) 조합형인공습지 계획평면도

5.1.5 취수시설(취입보) 계획

가. 개요

- 유역의 하천에서 인공습지로 물을 유도, 취수하기 위해 수위상승이 필요하며, 이러한 시설물은 가급적 동력을 사용하지 않고 자연유하로 물을 취수토록 계획하는 것이 유지 관리 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 고무롤 주재료로 하는 고무보가 점차적으로 설치되고 있음

나. 취입보 설치계획

- 취입보 수위는 유역내 최저답고 등을 감안하고 인공습지에 자연유하로 취수시킬 수 있는 시설로 가동형 취입보와 취입관을 검토하였음
- 취입보 설치에 따른 영향을 검토한 결과, 조합형인공습지의 침사지 수면고 EL.3.40m로 계획함으로써 수면고 차 0.1m로 계획하면, 취입보의 높이를 EL.3.50m로 설치하였을 경우, 다음의 도면과 같이 취입보 수면고 EL.3.50m은 취입보에서 연지 소하천 상류부로 L=50m까지 수위에 영향을 미침
- 산박골천(소하천) 좌우안 경작지의 표고를 검토해 본 결과 EL.3.95m이상으로 배수에 직접적인 영향을 받지 않는 것으로 검토됨
- 본 과업에서는 서산호 내로 직접 유입되는 연지소하천에서 조합형인공습지로 취수를 위한 취입보 설치방안을 검토한 결과 농경지 배수에 영향이 없어서 단계적 수위조절이 가능한 가동형 전도게이트식 취입보를 설치하는 것으로 계획함
- 한편, 세부설계시 지자체에서 시행하는 소하천정비종합계획, 하천정비사업 등에 따라 하천개수가 이루어질 경우 개수 현황을 검토하여 취수시설 및 기타 시설에 대한 사항을 반영하여야 함

다. 어도 설치계획

- 본 과업에서는 서산저수지의 유입소하천에 취입보를 설치하지만 별도의 어도설치에 관한 사항은 검토하지 않았음. 다만, 추후 필요시 전문가 의견을 수렴하여 설치여부를 결정할 것임

<표 5.1-11> 전도게이트와 고무보 검토

구 분	전도게이트	고무보
재질	-스테인레스 스틸	-고무
원리	-유압실린더에 의한 스테인레스 문비 기립 및 전도	-에어백 공기공급/배출에 의한 기립 및 전도
하천수 유입방식	-상단월류 : 수위상승 억제 -저층수 배출장치로 수질오염방지 및 갈수기 필요수량 확보 용이	-상단월류 : 수위상승 억제 -대구경 저층수 배출장치로 수질오염방지 및 갈수기 필요수량 확보 용이
홍수시 수위상승	-홍수시 수위센서감지로 자동개방 -단계적 수위조절로 홍수소통능력 최대화	-홍수시 수위센서감지로 자동개방 -법면형상의 변화가 없어 홍수소통능력 최대화
내구연한	-30년이상	-30년이상
장 점	-단계적 수위조절이 가능 -유지관리 수량 확보 용이 -홍수 단면적 최대화로 수해예방 -기립, 전도에 대한 가동시간 짧음	-경관성 우수(유선형의 고무보) -유지관리 용이(구조 간단) -홍수시 구조물에 의한 수위상승없음 -자재수급 용이(전품목 국산)
단 점	-수문, 문틈에 이송잡물이 걸림 (파손우려 있음)	-정밀한 수위조절 어려움 -기립과 도복에 많은 시간에 소요
설치전경		
선택	○	

5.1.6 취수시설(양수) 계획

가. 개요

- 유역의 하천에서 인공습지로 물을 유도, 취수하기 위해 가급적 동력을 사용하지 않고 자연유하로 물을 취수토록 계획하는 것이 유지관리 및 경제적 측면에서 유리하여 취입보 설치를 계획하였으나 우리나라 기후특성 및 최근 기후변화로 인해 갈수시 인공 습지 유지유량 부족 등의 문제점이 도출되어 양수시설을 병행 설치하는 것으로 계획하였음
- 이에 취입보로 유입되는 유량이 계획유입량보다 부족하다면 양수시설을 이용하여 부

족 유량을 인공습지로 유입시켜 수질정화시설의 활용도를 높이고 수질처리효율을 증가시키려고 계획함

나. 양수시설 설치 계획

- 계절별 기후 특성에 따라 취입보에서 계획유량만큼의 취수가 어려울 경우 침강지 내에 취수를 위한 양수시설과 유입관을 설치하여 조합형인공습지의 침사지로 부족유량 만큼을 유입시킬 계획임

<표 5.1-12> 양수시설 설치 위치 선정

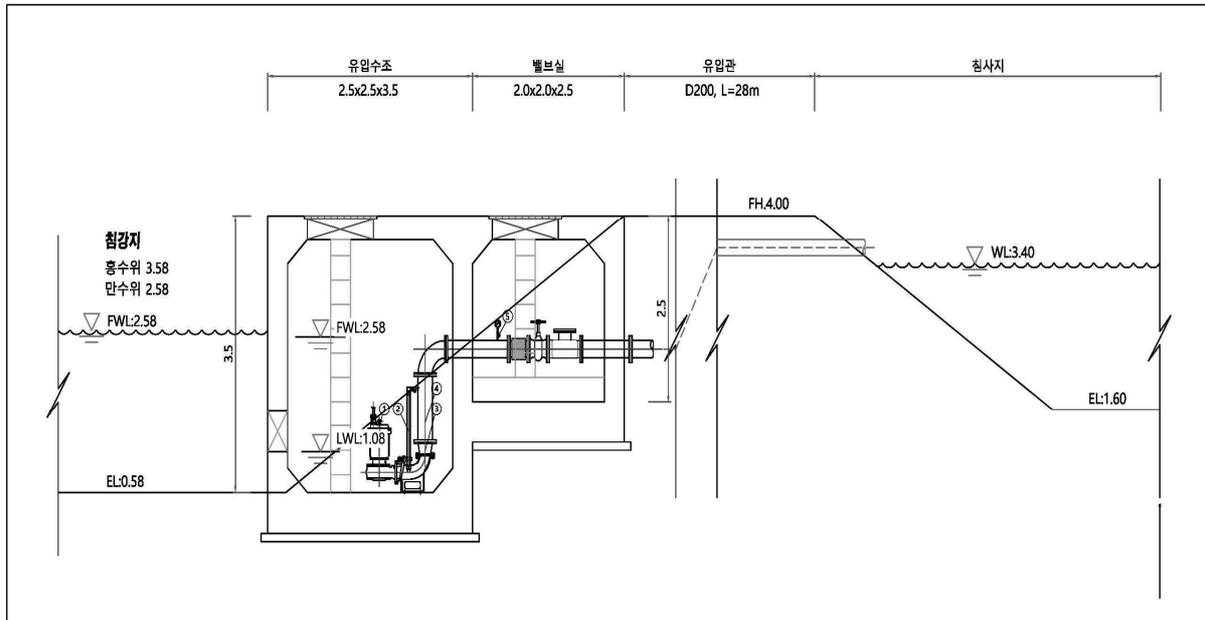


구분	세부 내용
개요	<ul style="list-style-type: none"> - 1호 침강지 중간지점에 양수장 설치 후 침사지까지 연결 - 유입관 D=200mm, L=28m - 펌프장 양정 4m
특이사항	<ul style="list-style-type: none"> - 양수시설 설치시 계획유량 취수 용이, 4계절 안정적 운영 가능

- 양수시설 운영시간은 1일 12시간 가동하여 유역의 일30mm이하 유출량을 유입시킬 수 있는 펌프 규모, 펌프 형식, 전양정, 유입관 구경 등을 고려하여 계획함
- 또한 양수시설 설치 위치는 홍수시에도 침수가 되지 않도록 홍수위 이상으로 계획함
- 양수시설 2대를 1달에 30일(1일 12시간) 가동 시 전기사용료는 534,650원(산업용, 감 적용)으로 산정됨

<표 5.1-13> 양수시설 제원

지반고 (EL.m)	수면계획고 (EL.m)	유량 (m ³ /min)	펌프형식	전기동력 (kW)	구경(mm)	대수	운영시간 (hr)
0.58	3.40	2.28	수중펌프	7.5	200	2+1	12/대



(그림 5.1-9) 양수시설 표준단면도

5.1.7 취수시설 방식에 따른 수질개선효과 비교

가. 계획유량 만족 일수 검토

- 조합형인공습지에 계획유량을 취수하는 방법에는 취입보만 설치하여 공급하는 방법과 취입보와 양수시설 둘 다를 이용하는 방법이 있음
- 취입보만 설치하여 조합형인공습지에 취수할 경우 계획유량 3,277.3m³/일을 만족하여 소하천에서 유입되는 연간 일수를 검토하여 보았음
- 다음 표는 최근 2013~2015년까지 3년간의 유역모형을 이용한 모의 결과로 계획유량 100%를 만족하는 기간은 평균 54일이었으며, 80%이상은 평균 91일, 50%이상은 189일이었으며, 나머지 50% 미만은 평균 176일로 검토되었음
- 이런 점에서 서산저수지의 조합형인공습지에 취입보만 설치하여 수질개선 효과를 기대하기는 쉽지 않음. 계획유량을 만족하여 취수되는 일수가 연간 54일로 연간 조합형인공습지의 전체가 활용되는 일수도 54일로 판단되어 수처리효율도 안정적으로 기대하기는 쉽지 않음
- 그러므로 취입보 설치와 병행하여 양수시설을 설치하여 계획유량이 부족한 시기에는 침강지내 수체를 양수하여 조합형인공습지의 침사지로 유입하여 준다면 안정적인 시스템 운영을 기대할 수 있으며 인공습지 식물의 생존율과 성장률도 안정화되어 수질개선 효과를 기대할 수 있음
- 따라서 본 기본조사에는 취입보와 양수시설 모두를 설치하는 것으로 계획함

<표 5.1-14> 인공습지로 유입되는 소유역 1,2,3의 평균 일 유출량 검토

구 분	계획유량 100% 만족 (일)	계획유량 80% 이상 (일)	계획유량 50% 이상 (일)	계획유량 50%미만 (일)	비 고
2013	37	66	156	209	-
2014	64	98	204	161	-
2015	61	108	206	159	-
평 균	54 (14.8%)	91 (24.9%)	189 (51.8%)	176 (48.2%)	-

주) 소유역 1 : 취입보, 소유역 2와 3 : 유입관으로 조합형인공습지에 취수

자료 : 장흥관측소의 연간 강수량 - 2013년 1,157.8mm, 2014년 1,546.2mm, 2015년 1,161.2mm

- 계획유량 80%를 만족하는 평균 91일을 제외하고 274일(연간 9.1개월)을 양수시설을 가동한다고 가정하면 전기료는 534,650원/월(2.28톤/분, 펌프 2대) 기준으로 연간 4,865,315원이 소요될 것으로 예상됨

나. 취수방법에 따른 조합형인공습지의 수질예측 결과

- 수질개선대책으로 조합형인공습지, 1:2호 침강지를 설치하는 조건을 동일하게 하며 단지 취수방법에서 취입보만을 이용하는 것과 취입보+양수시설을 이용하는 방법을 구분하여 수질예측을 수행하여 보았음
- 다음 표와 같이 취입보만을 이용한 취수방법이 취입보+양수시설을 이용한 취입방법 보다 모든 항목에서 높은 오염도를 보였고, COD, T-N 항목은 목표수질을 초과하는 것으로 예측되어 취입보와 양수시설을 병행하여 설치하는 것이 안정적 수질관리방안으로 판단됨

<표 5.1-15> 수질모형에 의한 수질 예측 결과

취수방법	수질개선대책	수질예측결과(mg/L)			
		COD	TOC	T-N	T-P
무대책	'27년 장래수질	10.6	6.1	1.117	0.082
취입보+양수시설	조합형인공습지+침강지	7.7	4.4	0.912	0.061
취입보	조합형인공습지+침강지	8.3	4.8	1.002	0.070

주) 수질모형 예측 시 T-N, T-P에 퇴적물 용출속도 적용

- 또한, 본 저수지의 유효저수량은 793천^m으로 양수시설만 가동할 경우 1,178천^m/년을 양수할 수 있어 침강지 배수문을 개방하여 호 본체의 물을 유입시킬 경우 약 1.5회/년 호내 물순환 효과를 유발시키므로 정체현상 완화 및 녹조발생 억제에도 기여할 것으로 예상됨

5.1.8 수생식물 선정 및 식재계획

가. 수생식물 선정 및 식재계획

- 인공습지에 식재한 식물종 선택은 목표수질, 평균/최저/최고수심, 기후, 유지관리 조건 등과 같은 변수가 고려되어야 하며, 식물 선택에 고려할 사항은 다음과 같음
 - 습지조성 예정지 주변에 서식하는 종 선택(자생식물)
 - 습지의 형태, 운영 방법에 따라 식물 선택
 - 오염물질의 흡수 및 제거기능이 높은 식물 선택
 - 수질이 나쁜 곳에서 잘 자라는 식물 선택
 - 다년생 식물 및 성장이 빠른 식물 선택
 - 자연경관이 우수한 식물 선택
 - 생물서식처로 활용도가 높은 식물 선택
 - 공급, 유지·관리가 용이한 식물 선택
- 식물 초기식재밀도는 식물 피도의 정착속도와 식재비용에 크게 영향을 주고, 식재 간격이 넓으면 높은 피도를 형성하는데 시간이 많이 걸리고 원하지 않은 식물이 이입되고 설계된 방향으로 식생 형성이 어려울 수 있음. 반면에 식재 간격이 좁으면 높은 피도를 형성하는데 시간이 짧게 소요되지만 경제성의 문제가 있음
- 인공습지 식물 중 경관적 가치가 높은 정수식물은 수생근층의 서식처를 제공하는 등 생태계 유지에 중요한 역할을 하며 서산저수지로 유입되는 오염물질에 대하여 수질 정화능력이 우수한 종으로 노랑꽃창포, 창포, 부들, 갈대, 물억새 등을 선정하여 식재하는 것으로 계획함
- 특히 서산저수지에서 잘 적응하여 자라고 있는 지역 자생종인 갈대와 물억새는 수질 정화기능을 발휘할 수 있도록 습지 전반에 걸쳐 식재하겠으며, 관리도로 주변부에는 경관 향상을 위하여 창포, 노랑꽃창포 식재를 계획함

갈대	물억새	창포	노랑꽃창포	부들
				
과 : 벼과 특징: 습지, 연못, 물가에 자생하고 뿌리에 미생물군에 의해 오염물질 흡수 및 흡착	과 : 벼과 특징: 환경적응 능력이 높아 번식 능력이 높고 수질 정화 능력이 큼	과 : 천남성과 특징: 수위변동에 강하며, 오염도가 높은 수질에 적응력이 뛰어나	과 : 붓꽃과 특징: 저온기(봄, 가을)의 성장이 활발, 동절기의 흡착능력이 좋음	과 : 부들과 특징: 환경적응 능력이 높아 번식 능력이 높고 수질 정화 능력이 큼

(그림 5.1-10) 선정된 식재 식물

- 인공습지 조성 초기에 식재식물의 성장이 미진한 이유는 너무 어린 포트묘의 사용으로 식물체의 일부만이 수면위에 분포하여 적절한 광합성 및 호흡활동을 하지 못하였기 때문임
- 따라서 식물 성장 및 착근에 유리하도록 수심의 깊이(0.05~0.1m)를 조절하여 4분얼의 성장묘를 사용할 계획임(포트식 식재)

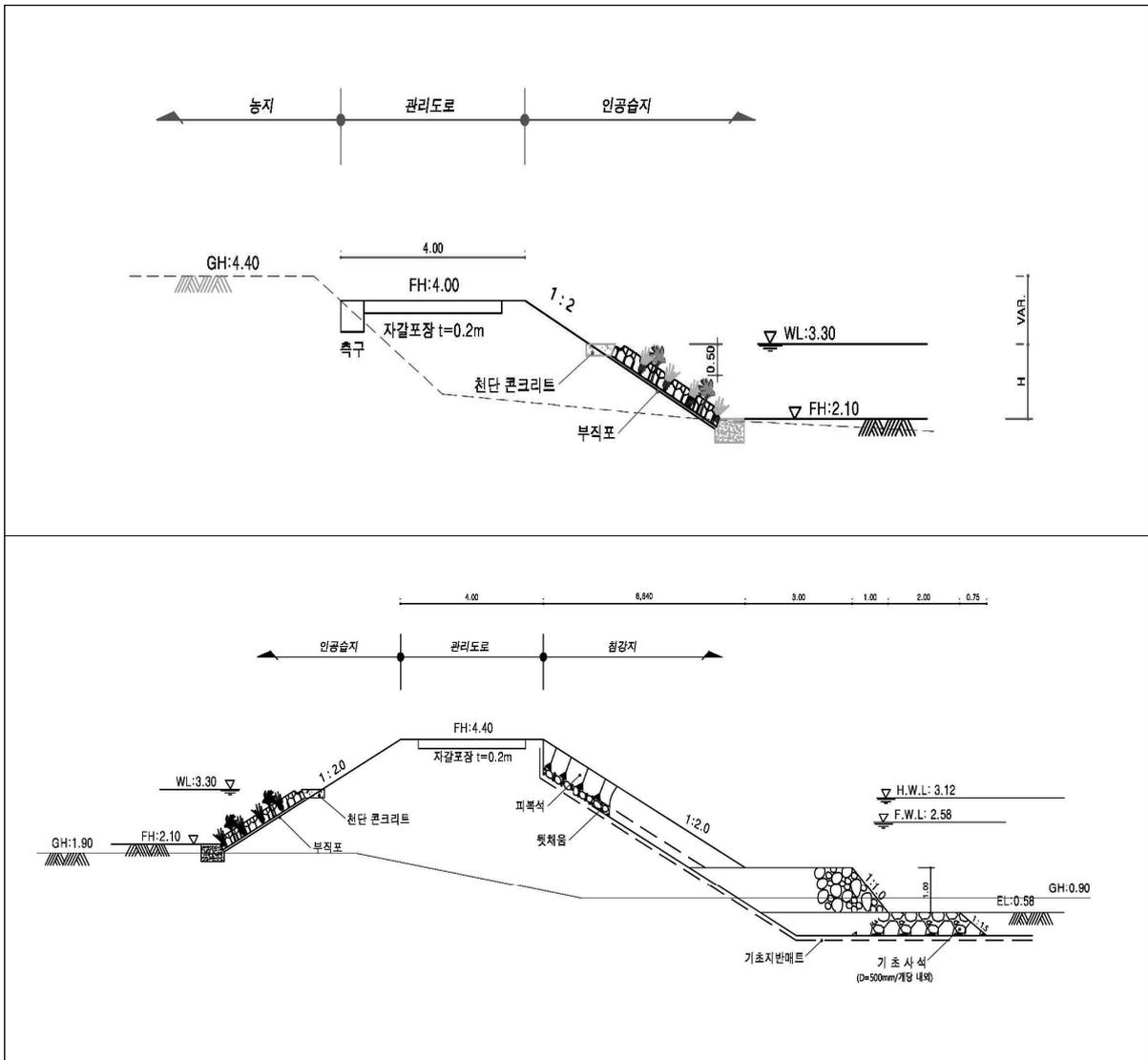
<표 5.1-16> 인공습지의 식물에 따른 오염물질별 정화효율 비교 [단위 : %]

구 분	BOD	COD	SS	Chl-a	T-N	T-P
미나리	28.4	7.3	66.5	51.1	36.4	30.1
줄	31.4	5.4	64.9	6.7	35.6	27.9
애기부들	31.2	10.4	64.7	55.1	35.9	29.3
창 포	29.9	7.7	62.9	58.3	36.2	36.1
갈 대	39.9	5.5	60.6	62.1	36.1	28.0
평 균	32.2	7.3	63.9	46.7	36.0	30.3

주) 농업용수 수질개선 실용화연구(최종), 2006, 한국농어촌공사

나. 수변보호공 계획

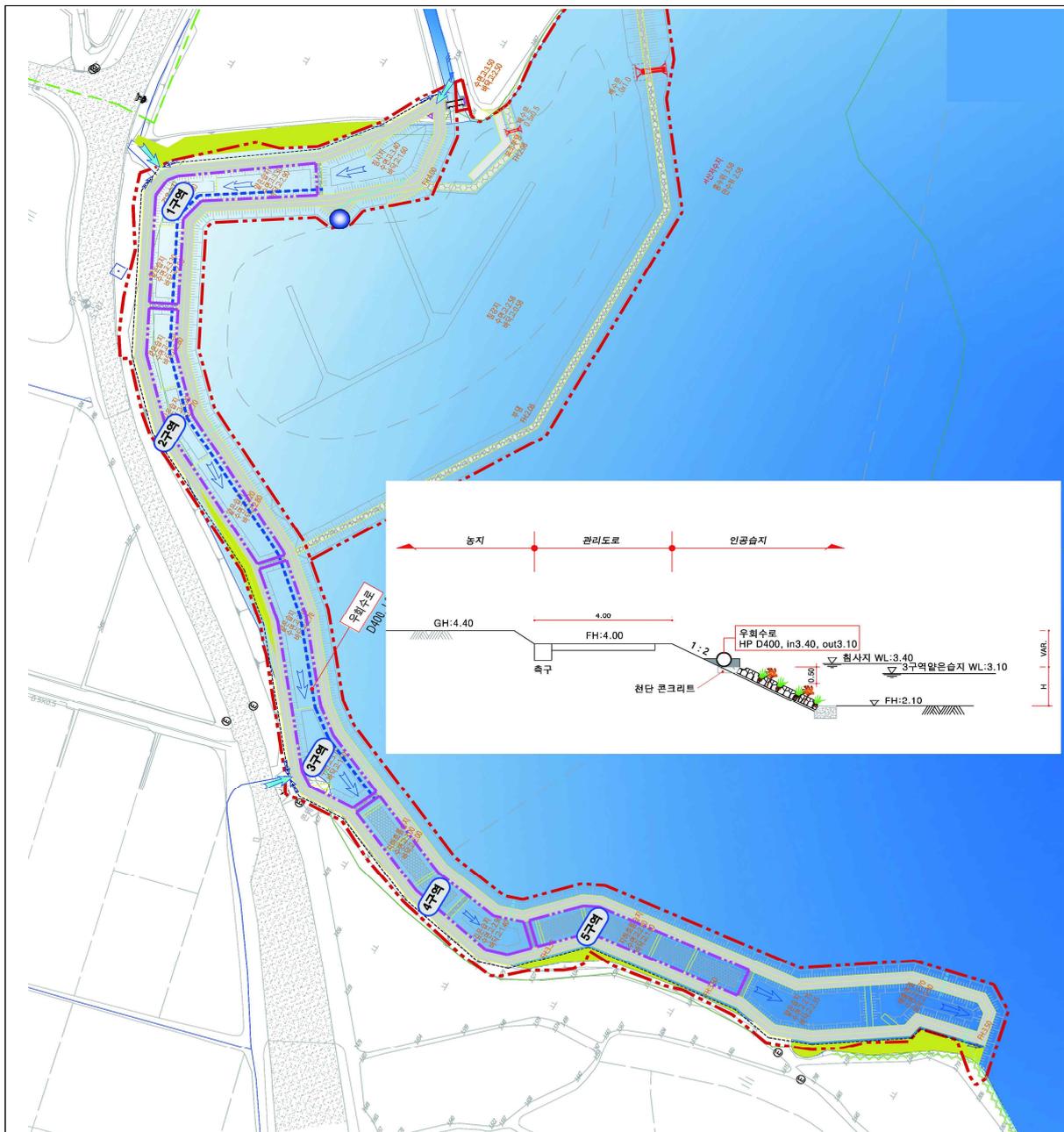
- 습지의 보호사면은 수위변동과 침식작용의 방지를 위해 친환경적인 자연소재로 보호공을 둠
- 친환경적으로 조성된 수변은 야생생물의 서식처를 제공하고 초본식물의 활착공간이 되기에 보호공의 형식을 다음과 같은 유형 중 각 구간별로 적당한 타입을 선택하여 조성함
- 특히 최근에는 사면부에 식재가 가능한 식생공간부와 유용미생물(EM) 배양액을 사용하여 자연친화적 효과, 내구성 및 수질정화 성능을 겸비한 호안용 블록이 상용화 되어 있으므로 이를 활용할 수 있음



(그림 5.1-11) 수변보호공 단면도

다. 식생구역 분할 및 우회수로 설치 계획

- 조합형인공습지를 5개 구역으로 구분하여 1구역 식생 제거시 우회수로를 이용하여 다음 단계인 2구역으로 수체를 유도함으로써 전체 시스템 운영에 큰 영향을 미치지 않도록 구역화 하였음
- 또한 얇은습지 내의 식생 제거 시 장비 진출입을 위한 작업로를 설치하여 유지관리가 쉽도록 함



(그림 5.1-12) 습지 구획화 및 작업로 설치 계획도

5.1.9 인공습지 조성 시 유의 사항

- 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, 습지식물 고사체 잔재물이 습지바닥에 유기쇄설물(Detrius)의 형태로 쌓여 최종 처리수와 함께 배출될 우려가 있음
- 또한, 고사한 식물사체에 의한 오염물질 재용출을 방지하기 위해서 유역 외로 제거하는 것이 효과적이며, 유역 외 제거는 습지로부터 식물의 고사체를 수거하는 것으로 유지관리비가 소요됨
- 유입수 중에 포함된 부유물은 유입구 부분에 많이 쌓여 슬러지층이 형성될 우려가 있으므로 유입수가 특정 지점으로 집중되는 점유입(Point Inflow)보다는 유입수가 넓게 퍼지도록 하는 확산유입(Disperse Inflow)시설이 필요함
- 인공습지의 장점은 수질개선을 위한 유지관리비가 적게 소요되고 처리효율이 높으므로 부지의 확보가 용이한 곳에서는 적극 활용하는 것이 바람직하나 기온이 떨어지는 동계의 처리효율 저하 등의 단점이 있음
- 인공습지 계획 시 유의점으로는
 - 인공습지의 취수시설로 펌프를 설치 시 홍수 때 침수되지 않도록 배치하여야 함
 - 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 검토하여 선정함.
 - 갈대의 경우 갈대본체의 제거로 회귀용출을 방지하여 처리효율을 증진시키는 방안으로 1~3년에 1회 이상 고사체 수거 및 제거가 필요함

5.2 침강지 조성계획

5.2.1 침강지의 설계 개념

가. 침강지의 정의

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

나. 침강지의 목적

- 호 유입부에 퇴적을 집중적으로 유도함으로써 퇴적으로 인한 저수지 내용적 감소를 줄일 수 있으며, 강우시 유입되는 토사와 이에 흡착된 인 등의 침강을 통해 저수지 본체의 수질을 보호할 수 있음

다. 침강지의 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 인(Phosphate)의 침전을 촉진시키는 역할을 하며, 저수지로의 토사퇴적을 억제하고, 저수지의 내용적 확보에도 기여할 것으로 기대됨
- 설계의 요점은 수처리효율 대비 침강지의 적정규모 결정과 현지 여건에 맞는 침강지 형식(준설형 침강지, 차수막형 침강지, 보조댐형 침강지)을 결정해야 함
- 준설형 침강지는 저수지 유입부를 깊게 준설하는 방식으로 퇴적물로부터 질소, 인 등 부영양화 원인물질의 용출이 수질에 미치는 영향이 큰 경우에 적합하고, 차수막형

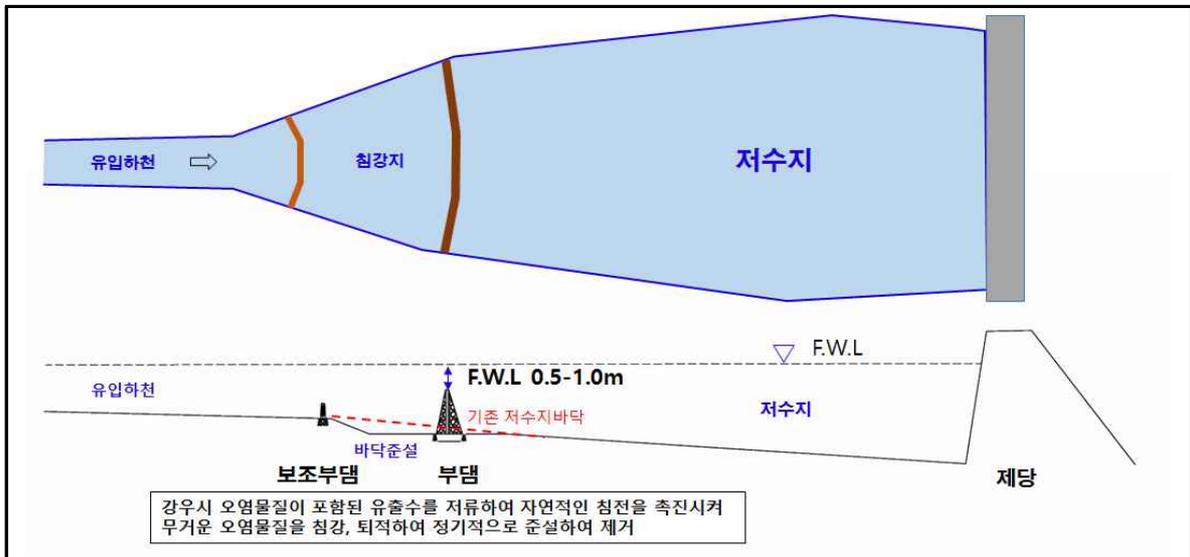
침강지는 저수지 유입부에 차수막을 설치하는 방식으로 국내에서는 1997~2004년 “농업용수 수질개선 시험연구”로 마산저수지에 설치되었음. 보조댐형 침강지는 댐 상류의 지천에서 유입되는 질소와 인 등의 부영양화 원인물질이 호소내부로 유입되는 것을 막기 위하여 댐 상류의 유입부에 영구적인 부댐(보조댐)을 설치하는 방식임

<표 5.2-1> 침강지 장·단점

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)을 포함할 경우 퇴적물과 흡착된 오염물질을 상당한 수준으로 제거가능 	<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

- 오염물질을 침강시키는 1차적인 물리적 처리와 침강지 내에서 생물·화학적 작용에 의한 2차적인 수 처리의 효과가 있음. 강우시 오염물질이 다량 포함된 유출수를 저류하여 자연적인 침전을 촉진시켜 오염물질을 침강, 퇴적시키고 정기적으로 준설하여 제거함
- 다음 그림은 이중부댐 침강지로 보조부댐과 부댐에서 입자성 오염물질의 침전을 촉진시키고 퇴적물을 정기적으로 준설하여 유지관리가 쉽고 준설 비용 절감 효과가 있음



(그림 5.2-1) 침강지 설치 개념도

5.2.2 침강지 설계인자

가. 침강지 규모 산정

(1) 유역면적비 규모 산정

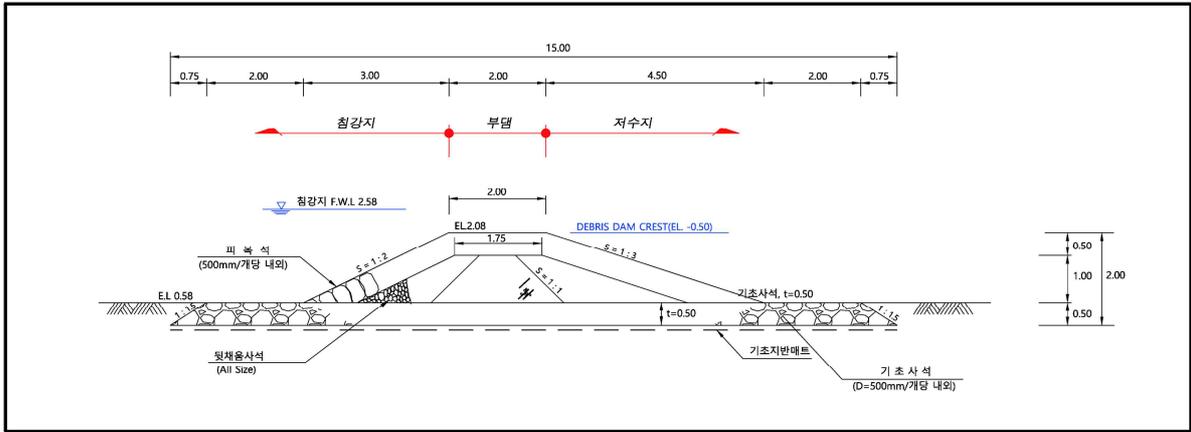
- 침강지의 규모는 얻고자 하는 유사 포착효율로부터 침강지의 용량을 결정할 수도 있고, 혹은 지형적으로 확보된 침강지 용량으로부터 유사의 포착효율을 추정할 수도 있음. 침강지의 이상적인 구조와 규모를 “침강지는 저수지 수체와 완전히 분리되는 구조이면서 유역면적 대비 0.7 ~ 1.0% 정도가 적절하다”고 연구된 바 있음
- 유역면적비(SAR)만을 고려하여 산정할 경우, 유역의 형상에 따라 침강지의 규모가 과다 또는 과소하게 결정될 수 있으며, 유역내 유출수가 침강지내에서 체류시간이 길어져 부영양화 등 수질오염의 원인으로 작용하게 될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

(2) 유출량에 따른 규모 산정

- 강우시 유출되는 오염물질의 대부분은 초기 강우시 유출하게 되며, 유출된 오염물질이 호내로 유입되지 않도록 침강에 필요한 시간 이상으로 내용적을 확보할 수 있는 규모를 검토하며, 침강기준 최소시간은 6시간이상으로 계획하고 유출량은 강우량 일 30mm 초과 유출량을 기준으로 하되, 홍수 시에도 어느 정도의 침강시간을 확보할 수 있는 규모로 계획함

나. 부댐의 규모 및 형식

- 침강지의 침강촉진유도와 저수지의 수질을 보호하기 위해 침강지와 함께 부댐을 계획하며, 부댐의 유지관리적 측면과 경제적 측면에서 사석형으로 계획함
- 부댐의 높이는 침강지의 홍수와 연간 수위변동 등을 고려하여 만수위보다 0.5~1.0m 정도 낮게 계획함
- 부댐 설치 위치의 수심이 낮을 경우에는 별도의 부댐을 설치하지 않고 바닥을 굴착하여 침강지를 조성할 수 있음



(그림 5.2-2) 침강지 표준단면도

<표 5.2-2> 침강지의 부댐 형식에 따른 장·단점 검토

구분	블럭형	사석형
설치 전경		
특징	·다공성 재료(구조물)를 이용한 부유물질 제거	·사석 및 점토질의 차수벽으로 부유물질 침전
장점	·블럭형식의 제품이라 파손위험이 낮고 품질관리가 용이함 ·블록형태로 시공하므로 공기가 비교적 짧음 ·향후 유지관리가 편리하고 보수보강이 편리함	·곡선부 설치가 자유로움 ·기초지반에 대한 제약이 적음 ·공사비가 상대적으로 저렴 ·시공실적이 다양함
단점	·사석댐에 비해 다소 공사비가 높음 ·기초지반에 대한 침하검토가 필요함	·토질재료로 시공되어 충분한 유지관리가 필요 ·누수 및 파손시 유지보수가 어려움
공정	·기초지반조사 ⇒ 가체절 ⇒ 기초터파기 ⇒ 기초사석부설 ⇒ 기초사석다짐 ⇒ 블럭 설치 및 사슬연결 ⇒ 내부여재 및 잡석채움 ⇒ 가체절 헐기	·기초지반조사 ⇒ 축제 재료의 조사 ⇒ 가체절 ⇒ 기초터파기 ⇒ 기초사석부설 ⇒ 그라우팅 또는 차수벽 설치 ⇒ 흙쌓기 ⇒ 다짐 ⇒ 도랑 및 파이프 매설 ⇒ 부직포 설치 및 사석 불임 ⇒ 가체절 헐기
단가	-1,500천원/m	-1,200천원/m

다. 수심 및 체류시간

- 침강지의 수심은 성층화현상을 방지하기 위하여 3.0m 이하가 적정하며 평균수심이 2.0~3.0m 정도가 되도록 계획함
- 체류시간은 6시간 정도만 되어도 높은 수질정화효과를 기대할 수 있으나 12시간 정도로 증가시키는 것이 수질정화 및 홍수조절에 유리함

5.2.3 수질개선 효과

- 침강지의 수질개선 효과는 유입수 중의 입자성 물질 함유량, 지내 체류시간, 침전물 제거빈도 등에 의존하며, 지형여건, 시공성 및 수질개선 목표달성 등을 감안하여 본 서산저수지는 침강지에서 8시간 내외로 체류할 수 있는 규모로 계획함
- 또한, 침강지에서 수처리 효율은 평균적으로 SS 15~55%, COD 5~50%, T-N 13~44%, T-P 20~43%로 보고되고 있으며, 국내에 소개된 침강지의 유형별 수처리 효율은 다음 표와 같음

<표 5.2-3> 침강지 유형별 수처리 효율

구 분	COD(%)		T-N(%)		T-P(%)		SS(%)		비고
	강우시	평시	강우시	평시	강우시	평시	강우시	평시	
준설형	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	○

자료) 농업용저수지 수질개선 조사·설계편람, 2009, 한국농어촌공사

5.2.4 침강지 조성계획

가. 설계유량 산정

- 침강지 설계유량은 강수량 30mm/일 초과 유출량을 기준으로 산정하였으며 산정모형은 DIROM 모형으로 선정함
- 침강지 위치는 서산저수지 소유역 I, II, III의 주유입 소하천의 말단부에 1호 침강지와 남측 소유역 IV, V의 소하천과 농경배수로의 말단부에 2호 침강지를 계획함

<표 5.2-4> 서산저수지 유역별 유출량 산정결과

소유역 번호	유역면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량 (천 m ³ /년)	일평균 유입량(m ³ /일)		
				총 유입	일30mm 이하	일30mm 초과
I	115.1	64.9	1,134.3	3,107.8	1,889.6	32,916.3
II	78.6	52.2	578.9	1,585.9	689.5	23,470.1
III	50.5	56.4	402.1	1,101.8	698.2	10,959.5
IV	17.2	67.0	174.1	477.1	213.8	6,989.1
V	59.3	44.7	403.7	1,106.1	567.8	14,309.6
저수지	47.2					
계	367.9	57.0	2,693.2	7,378.7	4,058.8	88,644.6

자료) 유역별 유출량은 DIROM모형으로 산출하고 강우자료 장흥관측소(2006~2015)

<표 5.2-5> 서산저수지 유역별 토지이용현황

구 분	면적 (ha)	지목별 면적(ha)					비 율(%)				
		답	전	임야	대지	기타	답	전	임야	대지	기타
소유역 I	115.1	4.3	12.7	87.4	5.1	5.6	3.7	11.0	75.9	4.4	4.9
소유역 II	78.6	12.0	15.4	45.6	3.3	2.3	15.3	19.6	58.0	4.2	2.9
소유역 III	50.5	31.4	5.3	2.2	8.5	3.1	62.2	10.5	4.4	16.8	6.1
소유역 IV	17.2	3.8	5.4	3.5	3.5	1.0	22.1	31.4	20.3	20.3	5.8
소유역 V	59.3	19.0	4.5	30.1	3.2	2.5	32.0	7.6	50.8	5.4	4.2
저수지	47.2					47.2					100.0
총 계	367.9	70.5	43.3	168.8	23.6	61.7	19.2	11.8	45.9	6.4	16.8

나. 침강지 규모 산정

- 침강지의 용량은 이수 목적 및 수질개선 목적을 동시에 고려하고 지형적으로 시공성도 감안되어야 함
- 본 지구의 침강지 규모는 유역의 유출량(일평균 30mm초과 유출시 침강지 유입량)에 대하여 침강지는 체류시간을 8시간 내외로 확보할 수 있도록 계획하였음
- 서산저수지의 만수위는 EL.2.58m이며 침강지 계획은 만수위로부터 0.5m 아래에 부댐 제정고(EL.2.08m)를 계획하고 침강지의 계획수심을 2.0m로 계획하였음

<표 5.2-6> 침강지 계획

구 분	소유역		일30mm 초과유입량 (m ³ /일)	계획 수심 (m)	계획 면적 (m ²)	계획 내용적 (m ³)	체류 시간 (hr)	비고
	구분	면적 (ha)						
1호 침강지	I, II, III	244.2	67,346	1.5	19,016 (16,007)	24,452	8.7	보조댐형
2호 침강지	IV, V	36.9	11,759	1.5	4,734 (2,439)	3,639	7.4	보조댐형
합 계	-	281.1	79,105	-	23,750 (18,446)	28,091	-	-

주) 1. 계획면적에서 ()안의 값은 침강지 순면적임
 2. 소유역 V의 강우량 1/3의 일 평균유출량만 2호 침강지로 유입되는 것으로 적용



(그림 5.2-3) 1호 침강지 계획평면도

<표 5.2-7> 1호 침강지 시행 전·후 내용적 검토

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)	
0.46	-	-	-	-	-	-	-
0.66	-	-	-	15,626	1,563	1,563	1,563
0.96	-	-	-	15,721	4,702	6,265	6,265
1.46	11,666	2,917	2,917	16,286	8,002	14,266	11,350
1.96	13,400	6,267	9,183	16,444	8,183	22,449	13,266
2.08	16,949	1,821	11,004	16,949	2,004	24,452	13,449
2.46	17,473	6,540	17,544	17,473	6,540	30,993	13,449
2.58	17,638	2,107	19,651	17,638	2,107	33,099	13,449
3.58	19,016	18,327	37,548	19,016	18,327	51,426	13,449

주) 시행 전 지반고 EL.1.46m, 시행 후 내용적은 침강지 : EL0.58m까지 준설 경우임



(그림 5.2-4) 2호 침강지 계획평면도

<표 5.2-8> 2호 침강지 시행 전·후 내용적 검토

수위 (EL.m)	시행 전 (A)			시행 후 (B)			내용적증감 (B-A)
	누가면적 (m²)	내용적 (m³)	누가내용적 (m³, A)	누가면적 (m²)	내용적 (m³)	누가내용적 (m³, B)	
0.46	-	-	-	-	-	-	-
0.66	-	-	-	1,246	125	125	125
0.96	-	-	-	1,513	414	538	538
1.46	-	-	-	1,957	868	1,406	1,406
1.96	4,712	1,178	1,178	4,712	1,667	3,073	1,895
2.08	4,713	566	1,744	4,713	566	3,639	1,895
2.46	4,719	1,792	3,536	4,719	1,792	5,431	1,895
2.58	4,720	566	4,102	4,720	566	5,997	1,895
3.58	4,734	4,727	8,829	4,734	4,727	10,724	1,895

주) 시행 전 지반고 EL.1.75m, 시행 후 내용적은 침강지 : EL0.58m까지 준설 경우임

5.2.5 침강지내 준설 계획

- 침강지에서 수심 및 내용적 확보, 계획부지의 퇴적토 제거 등의 목적으로 침강지내를 일정한 표고(EL.0.58m)까지 준설하는 것으로 계획하였으며, 이 때 침강지내 준설량은 약 15,344^m으로 산정됨

<표 5.2-9> 침강지내 준설 시행 전·후 내용적 변화

구 분	계획면적 (^m)	준설 전 내용적 (^m)	평균바닥고(EL.m)		준설량 (^m)	준설 후 내용적 (^m)	비고
			준설 전	준설 후			
1호 침강지	15,600	11,004	1.46	0.58	13,449	24,452	부댐제정고 EL.2.08m
2호 침강지	2,439	1,744	1.75	0.58	1,895	3,639	
계	18,039	11,493	-	-	15,344	28,091	-

- 부댐 외부는 준설하지 않으나 갈수기 및 비상시를 대비하여 배수문을 설치할 계획임

5.2.6 저수지 내용적 검토

- 수질개선 계획에 따른 시행 전·후 내용적의 변화를 살펴보면 침강지 준설에 따른 내용적은 증가하고 조합형인공습지, 침강지 부댐 및 보조부댐 구성에 따른 내용적은 감소함
- 다음 표와 같이 서산저수지의 수질개선사업 시행 전·후로 구분하여 산정하면 시행 전·후 내용적 변화는 809,542^m에서 789,734^m으로 시행 후 내용적 -19,808^m이 감소하는 것으로 산정됨

<표 5.2-10> 시행 전·후 서산저수지 내용적

시행 전 내용적(^m)	시행 후 내용적(^m)	시행 후 내용적 증감(^m)	비고
809,542	789,734	-19,808	만수위 EL.2.58m

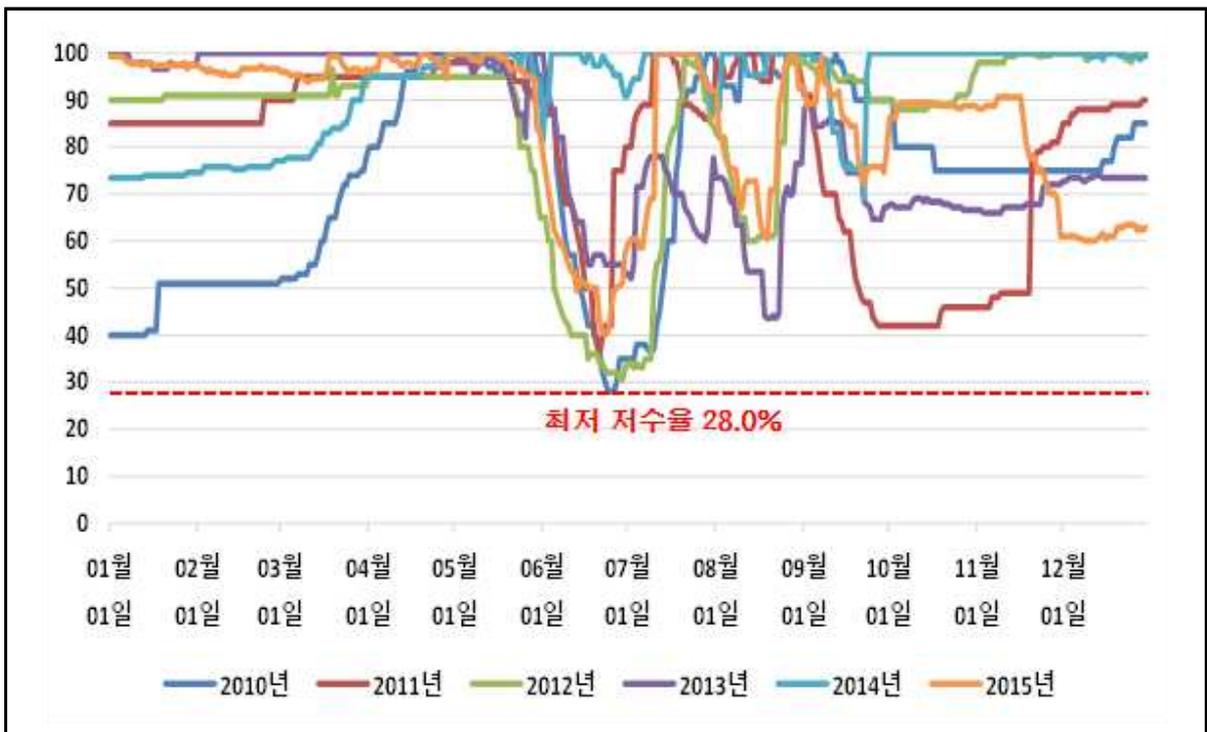
- 주) 1. 내용적 증가 : 침강지 준설
 2. 내용적 감소 : 부댐, 보조부댐, 조합형인공습지 조성
 3. 부록 시행 전·후 내용적 표 참조

5.2.7 부댐에 배수문 설치계획

- 본 서산저수지의 경우 1호, 2호 침강지에 유지관리시 배수를 위해 배수문을 설치하였으며 1호 침강지의 경우 갈수기 및 유입하천의 저유량 시에 배수문을 통하여 본 저수지의 물을 침강지로 유도하여 양수시설을 통해 조합형인공습지로 취수할 수 있도록 계획함
- 최근 7년간(2010~2016년)의 서산저수지의 저수율을 검토해본 결과, 연간 최저저수율은 28.0~69.1%로 분석되었음

<표 5.2-11> 최근 7년간의 서산저수지의 일별 최저 저수율(%)

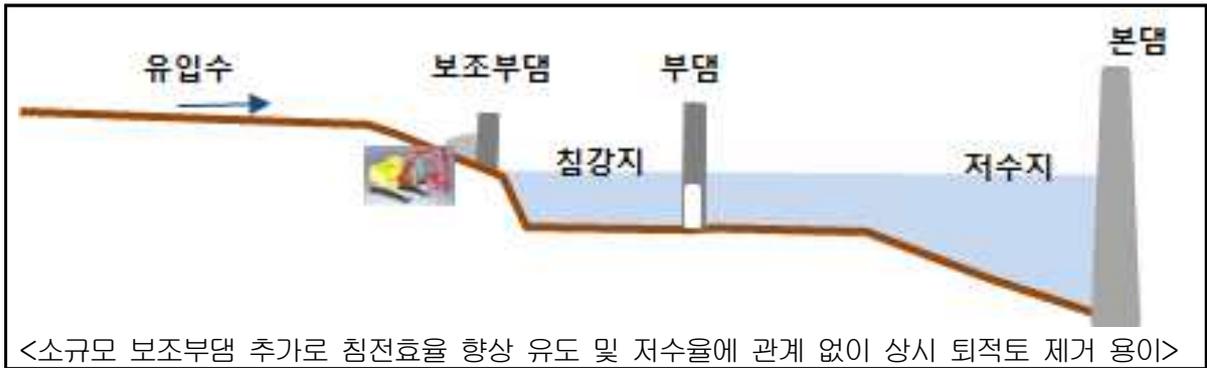
구 분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	평균
최저 저수율(%)	28.0	36.0	30.6	44.2	69.1	40.1	33.5	46.9



(그림 5.2-5) 최근 7년간의 서산저수지 저수율

5.2.8 보조부댐 설치에 따른 하천 영향 검토

- 침강지의 침전효율 향상 및 유지관리 용이성 확보를 위해 본 부댐 외에 보조부댐 설치를 계획하였으며 이에 따라 보조부댐 설치시 산박골천에 미치는 영향을 검토함



(그림 5.2-8) 이중부댐 개념도

가. 수리검토

- 산박골천의 계획홍수량과 계획홍수위를 고려하여 보조부댐의 위치와 높이, 설치 여부를 결정하기 위해 수리검토를 실시함
- 산박골천은 이미 소하천정비 종합계획이 수립되었기 때문에 이 자료를 근간으로 수리검토를 실시함
- 보조부댐의 경우 산박골천 부지내가 아닌 서산저수지 유입부의 지내에 설치하는 것으로 계획함
- 따라서, 서산저수지 유입부의 내수위를 기점수위로 적용한 산박골천 소하천 정비 종합계획에서 기점수위와 설치계획의 보조부댐의 마루높이를 고려하여 수위 영향을 검토함

(1) 산박골천(저수지입구)의 기점홍수위

- 산박골천 하구(저수지입구)의 서산저수지 빈도별 기점홍수위는 다음과 같음

<표 5.2-12> 산박골천 하구 기점수위 검토

구 분	빈도별 기점홍수위(EL.m)						비 고
	10년	20년	30년	50년	80년	100년	
산박골천 하구	2.57	2.74	2.82	2.92	3.00	3.04	-

(2) 하천 영향 검토

- 보조부댐의 마루높이는 EL.2.08m로 산박골천이 홍수시 적용한 빈도별 기점홍수위보다 낮으므로 보조부댐은 빈도별 홍수위 및 계획 홍수위에 미치는 영향은 없을 것으로 판단되며, 검토 내용은 다음과 같음



(그림 5.2-9) 취입보 및 보조부댐 설치 위치도

<표 5.2-13> 산박골천(저수지입구) 기점홍수위 검토

구 분	빈도별 기점홍수위(EL.m)						비 고
	10년	20년	30년	50년	80년	100년	
산박골천 하구 기점홍수위 (①)	2.57	2.74	2.82	2.92	3.00	3.04	서산저수지 입구
보조부댐 마루높이 (②)	2.08						-
차(m) (①-②)	0.49	0.66	0.74	0.84	0.92	0.96	-

- 서산저수지의 만수위가 EL.2.58m로 보조부댐의 마루높이인 EL.2.08m보다 높으므로 보조부댐이 홍수위에 미치는 영향은 미미하여 보조부댐을 설치하여도 안전함

나. 1차원 수리영향검토

- 보조부댐에 의한 홍수위 변화를 검토하기 위해 1차원수리모형인 HEC-RAS를 이용해 1차원수리영향검토를 수행함

(1) 경계조건

- 보조부댐 상류에 위치한 산박골천의 홍수위검토를 위해 「장흥군 소하천정비 종합계획 (2009, 장흥군)」의 계획내용을 적용함
- 계획 횡단의 표고는 금회 측량자료와 9.6m의 차이를 보여 이를 보정하여 적용함

<표 5.2-14> 경계조건

항목	상류경계조건	하류경계조건	조도계수
내용	37 m ³ /s (산박골천 계획홍수량)	EL.3.58m (서산저수지 홍수위)	0.025 (산박골천 조도계수)

(2) 검토결과

- 홍수위 검토결과 보조부댐 설치로 인한 홍수위 상승은 보조부댐 설치지점에서 최대 0.01m이며, 소하천구간에는 영향이 없는 것으로 검토됨

<표 5.2-15> 홍수위 검토결과

항목	측점 (No)	누가거리 (m)	금회산정 홍수위(EL.m)		비고
			보조부댐 설치전	보조부댐 설치후	
산 박 골 천	10	1,000.0	12.40	12.40	
	9	950.0	11.00	11.00	
	8	900.0	10.06	10.06	
	7	850.0	9.21	9.21	
	6	800.0	8.05	8.05	
	5	750.0	7.38	7.38	
	4	700.0	6.32	6.32	
	3	650.0	5.64	5.64	
	2	600.0	5.24	5.24	
	1	550.0	4.42	4.42	
서 산 저 수 지	0	500.0	3.58	3.59	소하천시점부
	-19.5	480.5	3.58	3.59	보조부댐설치구간
	-82	418.0	3.58	3.58	부댐설치구간
	-100	400.0	3.58	3.58	
	-200	300.0	3.58	3.58	
	-300	200.0	3.58	3.58	
	-400	100.0	3.58	3.58	
	-500	0.0	3.58	3.58	

5.3 식생제거 계획

5.3.1 식생제거의 필요성

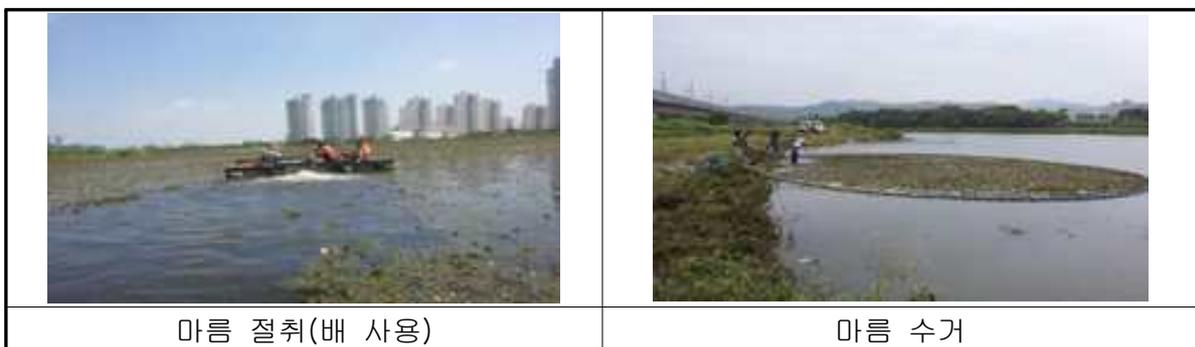
- 본 서산저수지에는 마름 번성이 매우 심각한 실정으로 저수지 수면적의 95% 정도를 덮을 정도임. 따라서 마름 사멸시 부패로 인한 저수지 수질오염이 가중되고 있는 실정이며, 마름 분해시 갈색의 수색변화 등으로 민원발생 소지가 매우 높아 식생제거 계획이 필요함



(그림 5.3-1) 서산저수지 마름 전경

5.3.2 식생제거 방법

- 식생제거시 마름의 씨앗까지 완전히 제거하기 위해서는 표토제거(0.3~0.5m정도)가 필요하나 표토제거를 하려면 저수지 바닥을 건조 후 육상제거가 이루어져야 함
- 그러나 현실적으로 표토제거가 쉽지 않으므로 수질개선사업 공사기간 3년 동안 연간 2회 이상 마름을 절취하고 수거하여 식생을 제거할 계획임
- 마름제거 시기는 마름의 개화기가 7월~9월로 개화 전에 마름을 절취 후 수거하여 육상에서 말린 후 폐기물처리 할 계획임
- 마름제거 면적은 1차년 20ha, 2차년 10ha, 3차년에 5ha로 계획함



(그림 5.3-2) 마름제거 사례



(그림 5.3-3) 서산저수지 마름제거 구역

5.4 시설운영 및 유지관리 방안

5.4.1 인공습지의 운영 및 관리

가. 기본방향 및 목표

- 인공습지 설치 목적에는 홍수조절, 하·폐수 처리, 초기강우/비점오염원 제어, 습지생태계 보호, 야생 생물 및 어류 보호, 서식처 보호 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 위한 추가사항이 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

나. O/M 계획(Planning)

- 유지관리는 시설물의 제 기능유지, 내구성 향상, 설계 의도대로 유지하기 위하여 일상점검 또는 정기점검을 통하여 사전에 발생 가능한 문제점들을 제거하고, 손상된 부분을 원상 복구하여 당초 건설된 기능을 유지함과 동시에 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량으로 전체 시스템의 유지관리비용 절감과 수명 연장에 목적이 있음

(1) 사용개시 직전의 점검(시운전)

- 정확한 설계와 시공은 인공습지 운영의 가장 기본적인 요소임. 단위조작의 오작동 및 부정확한 시공은 정기적으로 습지처리 시스템 문제점을 야기 시킬 수 있으며, 습지 기능 발휘의 지속성과 밀접한 관련이 있음
- 시운전 시 고려해야 할 요소들은 다음과 같음

<표 5.4-1> 시운전 시 고려사항

항 목	시 운 전 시 고 려 사 항
비상대책	- 시운전시 습지가 안정되기 전에 자연재해의 발생에 대한 대책마련 - 처리시설의 처리효율이 예상과 달리 나타날 때는 문제해결을 위해 관련 전문가의 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 유지할 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 내·외부 주변 환경 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 양수장, 취입보, 월류보, 배출연못 배출구 등 수리학적 제어에 방해되는 요인을 제거하며, 시스템 내의 정체지역 등이 발생되지 않도록 관리가 이루어져야 함
 - 큰 강우 직후 취입보와 월류보 등에서 이물질 등의 부착·끼임 유무 확인
 - 급격한 수위상승 및 징후가 예상될 경우, 취입보의 높이조절과 이송수량을 조정

(3) 사면, 제방 등의 구조적 안정성 관리 계획

① 야생동물의 관리방안

- 땅을 파헤치거나 서식지를 동굴로 하는 설치류 등의 포유동물들은 구조물 안전성에 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 방안

- 사면 또는 제방 등은 인공구조물을 지양하고 자연석이나 토목 공사 시 남은 사토재로 유지관리용 도로, 모니터링 접근로 등을 시공함. 따라서 제방과 사면은 식물의 뿌리의 발달이 우수하여 제방 또는 사면을 보호할 수 있는 재료들로 구성되어야 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 오수처리방식에 비해 회복속도가 느리다는 단점이 있으므로 최선의 방법은 조기 발견으로 적절한 대처 방안을 구상하는 것임
- 시험연구 결과(“농업용수 수질개선 시험연구, 마산저수지”) 연간 퇴적물의 축적속도가 약 1~2cm 이하로 조사되어 10~20년 후에 처리를 위한 필요 수심을 확보하기 어렵다고 판단될 경우 기능유지 차원에서 제거를 해야 할 필요가 있으며, 퇴적물 관리를 위한 점검내용은 아래와 같음
 - 월류보에서 처리수 월류 상황(이물질의 부착 유무 및 수평흐름의 유지)
 - 퇴적물의 유무 및 수평흐름의 유지
 - 퇴적물에서 악취 발생

(5) 관리비, 유지보수비 등의 비용 집행 계획

- 자연습지와 인공습지에서의 운전과 유지관리비용은 주로 시스템 모니터링과 관련되며 유량관리를 위해 양수 시설을 운영하게 되었을 경우 전력의 사용, 관리인의 운용, 식물 절취가 시행될 경우 추가되어질 수 있음

다. 수문관리

(1) 유량분배계획

- 유량은 지표흐름의 경우는 수평방향, 지하흐름의 경우는 수평과 수직방향에 대해 균등하게 유입 및 유출이 될 수 있도록 상시 관리가 필요함. 서산저수지의 경우 취입보와 양수시설을 이용하여 취수할 계획으로 양수시설 및 습지 유입부(침사지 유입부)에 유량계를 설치한다면 계획유량 유입정도를 확인할 수 있음. 또한 지하로 침투, 증발량 등 수두손실이 크다고 판단될 경우 유출부에 유량계를 설치할 수 있음

(2) 취입 및 수위관리**① 취입 관리**

- 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, 예비양수장 등을 고려해야 함. 또한, 하천유수상황을 파악하여 사전 용수 공급계획을 수립하도록 하며, 연간 수질 변화사항을 파악하여 수질악화 시기에는 습지 유입량을 늘리는 등 탄력적으로 운영해야 함

② 수위 관리

- 식재 직후에는 식물의 성장에 따라 수위를 조금씩 증가시켜야 하며, 의도하는 식물종 조성을 유도하고 잡초를 제거하기 위해 정확한 수위조절이 필요함. 또한, 습지의 유지 관리를 위해서 물을 완전히 배제해야 하는 경우도 있어 수위조절 구조물의 설치가 필요함
- 식재 후 약 1년간의 수위 관리는 식물생존에 가장 중요한 요소로 작용함. 초기 성장 기간 동안 2~5cm 크기의 작은 식물의 최적 생존과 성장을 위해서는 기질이 침수되지 않고 단지 포화만 되어 있어야 하며 이후 한두 달 동안은 적은 유량의 농도가 낮은 수체를 유입시켜야 하고, 그 다음 6개월간은 계속 농도를 약간씩 증가시키고 유량도 증가시킴
- 봄철 성장 초기단계에서는 의도적 식물종의 유도, 잡초의 제어를 위해 수위조절이 필요함. 정상적인 운영상태의 수심은 처리하고자 하는 유입수의 특성에 따라 다르겠지만 하수를 처리하기 위한 수심은 10~20cm, 저수지 수질개선을 위해 대규모 유량을 처리해야 할 경우 10~30cm, 깊은 습지구간, 또는 연못의 경우 70~180cm 정도임. 적절한 수심의 유지는 식물생장에 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 운영단계에서 각 요소들의 수위는 필요시 검사하고 조절되어야 하며, 유량조절 시설의 균열이나 누수를 육안으로 점검해야 함. 일상적인 검사는 유입 및 유출구조물에서 유량의 정상적인 흐름, 습지 각 부분의 수위, 제방의 세굴이나 파손 등을 점검함
- 연중 상시적으로 운영을 해야 할 필요성이 있으므로 동절기 유지관리를 위한 방안이 수립되어야 함. 동절기에 수 표면은 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

- 유지 수심 중 수표면이 동결되어 적정처리 수심이 감소하는 것을 막기 위해 기상변화를 고려하여 수위를 상향 조절함. 즉, 처리수가 동결된 수표면 위를 흐르게 해서는 안 됨
- 일반적으로 식물의 완전한 정착은 두 번 정도의 성장기(약 2년)를 거쳐야 평형 상태에 이르는 것으로 알려져 있어 식생초기부터 유입수질, 식물생존 및 번식률에 대하여 지속적인 관리가 필요함

라. 시설관리

- 구조물에 대한 안정성과 연중 변동 상황을 지속적으로 점검하여 성능을 유지하고 안전 사고를 사전에 예방토록 함

(1) 사면침식제어 방법

- 절취에 의한 사면보호방안으로 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 50~100mm, 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 시설보수가 가급적이면 현장에서 조달 가능한 자연재료를 이용하여 보수하도록 하며 최소 경비가 지출될 수 있도록 함

(3) 갈수기 인공습지 관리

- 갈수기 유역에서 유하하는 유출량 부족으로 인공습지 내 유량공급이 제한될 수밖에 없음. 이로 인한 습지 내 수생식물의 고사 및 저성장으로 인공습지의 수질개선 효과가 급격히 저하될 수 있음
- 인공습지의 효율적인 유지관리를 위해서는 갈수기에도 습지 내 유량을 공급할 수 있는 시설이 필요함. 서산저수지의 경우 계획유량을 취입보와 양수시설로 병행 취수하여 조합형인공습지로 유입시키므로 갈수기에 대한 별도의 용수 공급방법 마련은 필요 없음. 단, 연중 수질변화 상황을 파악하여 수질악화 시기에는 계획 취수량보다 많은 양을 취수하여 정화효율을 높일 수 있도록 탄력적으로 양수시설을 운영하는 것이 필요

(4) 퇴적물 관리

- 퇴적물은 처리수 자체, 식물사체, 조류 사멸 등 시스템의 내부적인 기원에 의해 발생 가능하며 이에 대한 적절한 관리방안이 수립되어야 시스템의 안정성과 기능 저하 방지에 기여할 수 있음. 축적된 퇴적물의 경우 5~15년마다 제거되어야 하며 퇴적물 제거를 통해 수심을 확보 및 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 유출·입시설

- 습지내 물이 정체되어 있으면 수질이 악화되기 쉬우므로 물을 지속적으로 유입 시키거나 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 침사지(배출연못)를 운영하게 될 경우 퇴적물이 쌓이게 되므로 수질악화 뿐만 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 연중 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 설계 수위를 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 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 좋음
 - 시설물 안전관리 적정여부
 - 사고시 긴급 복구 계획
 - 긴급복구를 위한 주요장비구입 및 동원 체계
 - 예비 장비 확보 상태

① 태풍대비 시스템 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 신속히 세척

② 가뭄대비 시스템 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 자료정리 및 보관

③ 물고기 폐사대비 시스템 관리요령

- 봄철 해빙기, 갈수기에 유량 부족으로 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 과다 번식했을 경우 집단폐사의 위험이 높음
- 사고발생시 대처요령
 - 수질분석 및 현장 확인을 통한 신속한 원인 규명
 - 사수역(dead water zone)이 없이 물 흐름을 원활히 하도록 시설물 점검
 - 집단 폐사의 속도가 클 경우 임시적으로 이동식 표면 포기장치를 설치하여 한시적으로 운영

마. 양수시설 관리 사항

(1) 양수장 운영 및 관리

- 양수장의 운영 및 관리는 시설관리자로 하며, 해당 양수장 마다 시설관리담당자를 지정하여 운영 및 관리하여야 함

(2) 양수장 가동

- 시설관리자는 양수장 가동에 있어 계획양수를 원칙으로 하며 민원이 발생하지 않도록 하여야 함
- 시설관리담당자나 관리인 등 근무자는 펌프 등 양수설비의 보호를 위해 최저흡입수위를 적절히 설정해 그 이하에서는 운전되지 않도록 함
- 가동 전 기기의 이상 유무를 확인한 후 조작하여야 함

(3) 양수시설의 점검**① 양수시설 점검**

- 시설관리자는 시설관리담당자에게 정기점검, 관개기점검, 비관개기순시, 긴급점검 등을 실시하게 하여 상시 기능을 유지하도록 하여야 함

가동 전 및 가동 중 운전점검 사항**○ 수중펌프**

1. 운전 전 흡입수위를 확인하여 (양수장 갈수위, 배수장 초기흡입수위 이상)운전에 지장이 없는지 확인
2. 토출 배관의 밸브를 개방
3. 펌프를 운전하면서 기준 토출 압력으로 되는지 점검하여 규정보출압력을 토출밸브로 조정
4. 모니터링 유닛을 통하여 고정자온도, 베어링온도, 누수 등을 점검
5. 펌프는 언제나 진동 없이 정속하게 운전되어야 함
6. 명판에 기재된 사양과 유량, 양정, 동력을 비교해서 토출량을 낼 수 있는 범위 내에서 펌프를 운전해야 하며, 과부하가 걸릴 경우 모터의 소손 위험이 있으므로 특히 주의해야 함
7. 사고 발생을 대비하기 위한 예비 펌프는 시동시 좋은 상태로 유지하기 위해서 일주일에 한번 정도 잠깐 동안 운전하여 기능을 점검
8. 정지 할 때에는 먼저 토출 측의 밸브를 닫음
(단, 축류펌프는 토출측 밸브를 폐쇄하면서 정지 시킴)
9. 모터의 전원을 끄고 펌프가 원활하게 천천히 회전하는가 점검함

② 점검결과 조치

- 시설관리담당자는 기기의 점검결과 기능을 저해하여 정비가 필요한 경우 신속하게 정비하여 기능이 유지되도록 조치하고, 정비가 불가능한 경우 수리, 변경 및 이설이나 그 사용을 일시정지 또는 제한하는 등의 조치를 취하여야 함
- 양수시설 건축물에 균열 및 침하 또는 누수가 발생하였을 때에는 상태가 악화되지 않도록 신속히 조치될 수 있도록 하여야 함

(4) 안전관리

① 안전관리

- 시설관리담당자나 관리인은 기기의 운전 및 개폐시 안전수칙을 준수하여 재해가 발생하지 않도록 함
- 운전 중 심한 낙뢰가 칠 때나 운전 종료로 전기를 사용하지 않을 때는 전원측 개폐기를 개방하여 안전사고가 발생하지 않도록 조치하여야 함
- 사고 및 이상이 발생한 경우에는 응급조치 후 신속히 시설관리자에게 보고하고 사고의 경중에 따라 적절한 조치를 취하여야 함

② 안전시설 정비

- 시설관리담당자는 양·배수장 건축물 주변 배수로를 정비하여 진입도로 및 지반이 유실 혹은 붕괴되지 않도록 관리하여야 함
- 안전난간, 맨홀 덮개 등 안전사고 위험이 있는 곳은 사전에 정비하여 안전사고가 발생하지 않도록 관리하여야 함

바. 식생관리

- 정수식물은 미생물 성장과 오염물질을 흡수하므로 이러한 식물의 건강한 성장과 유지하는 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 유지관리가 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 기본 방향
 - 비용 vs 효율 고려
 - 식재종 이외의 종 이입에 대하여 허용 또는 배타의 태도를 명확히 함
 - 각 유지관리 방안의 장·단점 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. 다음 표는 오수 처리를 위해 사용되는 인공습지에서 식물의 성장과 생존을 악화시킬 수 있는 가장 일반적인 물리적, 화학적, 생물학적 요인들을 정리하였음

<표 5.4-2> 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 필요
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(BOD5, NH4)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 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 침수상태를 유지 - 식물 안정성 유지하기 위해 적당한 표토 사용

사. 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 매년 행하지 않아도 좋도록 체크리스트의 양식을 경비함과 함께 점검 결과는 집계하기 쉽도록 정성적인 표현이 아닌 정량적인 표현으로 할 필요가 있음. 또한 필요한 경우 개략 도면에 표시하도록 함

(1) 일상점검

- 현장관리인에 의한 일일점검 형식이며, 전문가적인 판단요소를 줄여 습지를 도보로 이동하면서 점검할 수 있는 항목들로 구성함. 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 점검 후 처리 결과는 장기간에 걸쳐 나타남. 점검의 결과는 모니터링 요소와도 결부되며 습지의 장기적 운영시의 유지관리 비용 등을 추정할 수 있는 기초자료를 제공함

아. 자연정화시설의 모기 등 해충 제어방안

- 모기발생은 과부하와 혐기적 조건에 의해 용존산소 농도가 1mg/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 1mg/L 정도 유지하는 것으로써 미국 샌디에고에서는 추가 포기를 실시함으로써 모기 문제를 해결하였음
- 산기방식으로는 미세기포를 발생시킬 수 있는 fine bubble 산기관을 사용하는 것이 coarse bubble 방식보다는 DO를 0.5~1.0mg/L 더 높게 유지할 수 있어 모기제어 뿐만 아니라 BOD 부하도 더 낮게 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 물의 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, 모기 문제는 흔히 습지 전체보다는 아주 작은 곳에서 발생하는 경우가 더 많음

(4) 수위 조절

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

<표 5.4-3> 습지에서 모기 유충 및 성충의 친환경적 방제 제안

분류	방법	자연정화시설 습지 내 구체적 방제방법	문제점
물리적 방제	습지내에 물 제거 (서식처, 산란처 제거)	- 습지내의 정기적 물빼기 (5일 이상 습지내 물보유 하지 않도록 함)	- 습지내 물의 유출입과 체류기간을 정확히 파악 해야 함
	성충의 유인 및 포획	- 시설 주변 유살등 설치 (성충의 포획) - 시설 주변 유인트랩과 포획 트랩 설치(정화시설 유출부에 트랩설치)	- 설치간격 및 전기시설, 전지교환 - 유인트랩, 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 곤충병원성 미생물 처리 - 우기 직후인 8월 중순~9월 중순까지 2주 간격 처리 및 습지내 5일이상 물빼기 - 9월말~10월말까지 모기의 밀도변동양상의 정기적 조사를 통해 추가 방제 계획 수립 		

<표 5.4-4> 습지에서 모기 유충 및 성충의 친환경적 방제 제안

분류	방법	자연정화시설 습지 내 구체적 방제방법	문제점
경종적 방제	습지 내 재식밀도 조절	<ul style="list-style-type: none"> - 습지내 정화식물의 재식 밀도가 고르지 않아 웅덩이가 발생하는 곳에는 모기 유충의 집단 서식처 및 산란처가 되므로 발생밀도 증가 - 인위적인 미식재구는 모기 성충의 은신처 부재로 인해 모기산란이 감소, 밀도 감소의 좋은 요인이 됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 재식밀도를 고르게 하여 습지내 빈 공간이 생기지 않도록 하는 것은 자연 습지에서는 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 체류 기간을 짧게 하도록 함 - 유입수의 체류기간이 2주 이상이 되지 않도록 하는 것이 모기유충이 성충으로 우화 후 산란을 통해 다음 세대의 급격한 밀도증가를 억제할 수 있음 	-
	자연형습지의 설계시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> - Pond의 위치는 유입부쪽에 위치하는 시험포의 모기 유충발생밀도가 낮았음. 	
	침강지(침사지) 존재유무	<ul style="list-style-type: none"> - 침강지는 우기 후 빗물이 고여 모기유충의 집단 서식지로 본 연구에서도 발생밀도가 가장 높아 습지내 물 10ℓ당 600마리 이상이 존재하고 있었음. - 따라서, 침강지의 집중적 방제가 필요 - 침강지에서 서식 후 우화한 모기 성충이 다른 정화 시설로 이동하여 산란 및 서식할 가능성이 높음 	

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

5.4.2 침강지의 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 살펴 보면 다음과 같음

가. 침강지 내부의 정기적 준설

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

나. 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

다. 침강지별 퇴적물량에 따른 퇴적물 제거 주기 검토

- 침강지별 토사유출량에 SS제거율 50%를 적용하면 퇴적물량은 다음 표와 같이 1호 침강지에서 15.94ton/d, 2호 침강지에서 1.70ton/d로 산정됨
- 퇴적두께(m/yr)= 퇴적물량(ton/일)÷2.65(ton/m³)÷침사지면적(m²)×강우일수(116일/yr)로 계산하면 1호 침강지는 연간 퇴적두께가 0.014m로, 2호 침강지는 연간 퇴적두께가 0.005m로 산정되어 시험연구결과(“농업용수수질개선시험연구, 마산저수지”)를 기준으로 한다면 침강지 준설주기는 1호침강지는 14.3년마다 1회 준설이 필요하며, 2호 침강지는 4년마다 준설이 필요할 것으로 예상됨
- 침강지 퇴적물 제거작업은 1회/년 또는 퇴적층이 30cm이상이거나 저류공간이 70% 이내로 남았을 경우에 실시함(「비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼」, 2014)

<표 5.4-5> 침강지별 퇴적물량 및 퇴적두께

구 분	토지이용현황(ha)					토사유출량 (ton/d)	침사지 면적(ha)	퇴적물량 (ton/d)	퇴적두께 (m/yr)
	전	답	임야	대지	기타				
1호 침강지	33.4	47.7	135.2	16.9	11.0	10.22	1.60	5.11	0.014
2호 침강지	5.4	3.8	3.5	3.5	1.0	1.09	0.473	0.55	0.005

주) 1. 토사유출량(ton/일)=면적(ha)×토사유출량원단위(m³/ha·년)×단위중량(ton/m³)÷365(일/년)
 2. 장흥관측소의 최근 10년간(2006~2015) 평균 강우일수는 116일 적용
 3. 퇴적물량은 토사유출량에 침강지에서 SS제거율 50%를 적용하여 산정

라. 침강지에 이중부댐 적용시 퇴적물량에 따른 퇴적물 제거 주기 검토

- 서산저수지의 경우 1호 침강지에는 보조부댐을 설치하고 2호침강지에는 이중부댐을 설치하지 않으므로 1호 침강지에 보조부댐을 설치한 경우 침강지내 준설 주기를 검토함
- 보조부댐의 경우 토사유출량에 SS제거율 40%를 적용하면 퇴적물량은 아래 표와 같이 4.09ton/d 로 산정됨
- 침강지의 보조부댐은 면적=407m², H=0.7m로 50%이상 토사퇴적이 진행되면 퇴적물 준설을 가정한다면 연간 0.44m의 토사유출량이 쌓이므로 연간 2회 정도의 준설이 필요할 것으로 예상됨

<표 5.4-6> 1호 침강지의 보조부댐 내 퇴적물량 및 퇴적두께

구 분	토지이용현황(ha)					토사유출량 (ton/d)	침강지 면적(ha)	퇴적물량 (ton/d)	퇴적두께 (m/yr)
	전	답	임야	대지	기타				
1호 침강지 보조부댐	33.4	47.7	135.2	16.9	11.0	10.22	0.0407	4.09	0.44

주) 1. 보조부댐 높이 0.7m로 50%이상 퇴적할 때 퇴적물 준설 가정
 2. 보조부댐 퇴적물량은 토사유출량에 SS제거율 40%를 적용하여 산정

- 보조부댐의 연간 2회 준설로 본 부댐의 침강지내로 유입되는 토사유출량은 40%정도 감소된다고 가정하면 연간 퇴적두께는 0.008m로 침강지 준설주기는 약 24년으로 보조부댐 설치 전보다 준설주기가 10년 가량 증가함

<표 5.4-7> 보조부댐의 준설에 따른 침강지의 퇴적물량 및 퇴적두께 검토

구 분	토사유출 량(ton/d)	보조부댐 내			부댐 내		
		퇴적물량 (ton/d)	침강지 면적(ha)	퇴적두께 (m/yr)	퇴적물량 (ton/d)	침강지 면적(ha)	퇴적두께 (m/yr)
부댐& 보조부댐	10.22	4.09	0.0407	0.44	3.07	1.60	0.008

주) 부댐 내 퇴적물량은 (토사유출량 - 보조부댐 퇴적물량) × SS제거율 50%를 적용하여 산정

마. 침강지 내 퇴적물 제거를 위한 진입로 및 작업로 설치

- 서산저수지의 경우 1호, 2호 침강지 설치를 계획하였으며 1호 침강지의 경우 보조부담과 부담을 설치하여 북측 하천에서 유입되는 토사 퇴적물을 더 간편하게 경제적으로 자주 제거하도록 계획함
- 따라서 부담 및 보조부담 내 진출입을 위한 진입로 설치, 침강지내 퇴적물 제거를 위한 진입로와 작업로 설치하여 장비진입이 용이하도록 할 계획임



(그림 5.4-1) 서산저수지 침강지내 진입로 및 작업로

5.4.3 모니터링 계획

- 본 저수지는 농업용수 수질측정망 대상 시설로서 연 4회 저수지 수질조사를 실시하고 있으며, 이 외에도 매월1회 시설관리자에 의한 시설 점검과 시설 준공 후 4년 시점 부터는 별도의 사후모니터링을 실시할 계획임

<표 5.4-8> 용풍지구 수질개선사업 모니터링 계획

구 분	시설점검	수질측정망	사후모니터링
내 용	인공습지, 침강지, 양수시설 운영상태 점검 식생성장 상태, 쓰레기 유입·막힘 등 점검 잡초제거 및 보식, 퇴적토 제거 등 실시	저수지에 대한 TOC, T-N, T-P, 중금속 등 19항목 조사	인공습지 유출입부, 침강지 유출입부 수질 및 퇴적물 조사를 통한 효율 점검 및 개선 방안 도출
주 기	월 1회 이상	연 4회 이상	연 5회 이상 (준공 후 4년 시점부터)

5.5 사업비 및 사업효과

5.5.1 사업비 수지예산서

가. 수입

(단위 : 천원)

구 분	연 도 별 계 획			비 고
	계	국 고	지 방 비	
서산지구 수질개선사 업	(170,000) 5,620,394	(170,000) 5,620,394	-	() : 외서 농어촌공사 직접교부액

나. 지출

(단위 : 천원)

공 종	세부공정	사 업 비	비 고
총사업비		(170,000) 5,620,394	
순공사비	소 계	4,906,777	
	1) 조합형습지	2,827,807	
	2) 1호 침강지	896,542	
	3) 2호 침강지	362,660	
	4) 수초제거 및 처리	819,768	
관리비 및 기타	소 계	(170,000) 627,044	() : 외서 기본조사비
	1) 기본조사비	(170,000)	문화재지표, 전략환경영향평가비포함
	2) 세부설계비	179,433	소규모환경영향평가 포함
	3) 생태보전협력기금	41,334	
	4) 공사관리비	340,797	
	5) 사업관리비	65,480	
용지매입비		86,573	

5.5.2 공사비 산출내역

가. 조합형습지 공사비 내역

공 종	규 격	수량	단위	공사비(원)		비 고
				단가	공사비	
조합형습지		1	식		2,827,807,000	
1) 토공					541,439,080	
흙깎기	굴삭기 0.7m³	3,774	m³	1,160	4,377,840	
유용성토	습지(덤프운반)	3,774	m³	2,740	10,340,760	
순성토	반입토, L=10km	23,731	m³	12,510	296,874,810	
성토면고르기	토사	7,886	m²	1,800	14,194,800	
지반매트	5ton/m	13,903	m²	1,960	27,249,880	
자갈포장	T200	734	m²	11,100	8,147,400	
토사치환	논흙(t=0.3, 습지)	189	m³	4,530	856,170	
식생토	논흙	253	m³	4,530	1,146,090	
여과자갈	Ø100mm	379	m³	44,610	12,580,020	
여과자갈	Ø40mm	379	m³	44,610	11,197,110	
기능성여재		253	m³	787,070	149,543,300	
필터매트	3ton/m	3,793	m²	1,300	4,930,900	
2) 호안공					925,443,090	
사석부설		2,329	m³	43,150	100,496,350	
기초사석		10,989	m³	39,870	438,131,430	
뒷채움자갈	Ø40mm이하	2,038	m³	44,290	90,263,020	
사석면고르기		5,422	m²	9,080	49,231,760	
필터매트	3ton/m	5,622	m²	1,300	7,308,600	
지반매트	5ton/m	15,586	m²	1,960	30,548,560	
식생매트		1,358	m²	22,670	30,785,860	
호안블럭설치	1000x1000x200	1,449	m²	43,640	63,234,360	
호안블럭기초		1,184	m	32,340	38,290,560	
잡석기초		711	m³	31,520	22,410,720	
월류보(type1)	블록형, H1.8xW2.0	68	m	512,330	34,838,440	
월류보(type2)	사석형, H0.4xW2.0	20	m	84,950	1,699,000	
습지내사면	사석부설	51	m	30,430	1,551,930	

공 종	규 격	수량	단위	공사비(원)		비 고
				단가	공사비	
3) 시설물공		0			362,900,270	
양수시설(서산)	380v x 7.5KW	1	개소	55,382,900	55,382,900	
취입보	전도수문,9.0x1.0H	1	개소	172,424,960	172,424,960	
유출관	흠관,Ø400	344	m	74,360	25,579,840	
비상수로	흠관,Ø1000	29	m	314,480	9,119,920	
유출수문	Ø400	3	식	2,314,950	6,944,850	
비상수로수문	Ø1000	3	식	5,455,600	16,366,800	
농배수로	500x500	625	m	86,360	53,975,000	
유출수로	흠관,Ø500	50	m	462,120	23,106,000	
4) 식재공		0			10,909,440	
수질정화식물	4본/㎡	1,894	㎡	5,760	10,909,440	
5) 부대공		0			68,761,220	
조립식가설사무실	36개월	80	㎡	99,420	7,953,600	
조립식가설창고	36개월	80	㎡	74,480	5,958,400	
가체절 흠쌓기		14,740	㎡	1,150	16,951,000	
가체절 흠헐기		10,318	㎡	1,040	10,730,720	
오탁방지막		10	SPAN	2,293,390	22,933,900	
부대공	공사비의 0.23%	1	식		4,233,600	
6) 제경비및부가세		1	식		918,353,900	

나. 1호 침강지 공사비 내역

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
1호침강지		1	식		896,542,000	
1) 토공		0			129,648,360	
흙막기(습지)	도져13톤	13,449	m ³	1,980	26,629,020	
사토처리	준설토,L=5km	13,449	m ³	7,660	103,019,340	
2) 호안공		0			433,797,460	
사석부설		2,289	m ³	43,150	98,770,350	
기초사석		5,533	m ³	39,870	220,600,710	
필터석	Ø25mm이하	1,288	m ³	45,770	58,951,760	
사석면고르기		3,438	m ²	9,080	31,217,040	
필터매트	3ton/m	3,453	m ²	1,300	4,488,900	
지반매트	5ton/m	6,287	m ²	1,960	12,322,520	
진입로	콘크리트포장,t=20cm	5	m ³	94,600	473,000	
작업로	사석부설	151	m ³	46,180	6,973,180	
3) 시설물공		0			23,140,950	
배수문	Ø1000 전동	1	개소	19,119,450	19,119,450	
배수문	Ø500 수동	1	개소	4,021,500	4,021,500	
4) 부대공		0			18,795,860	
가체절 흙쌓기		3,184	m ³	1,150	3,661,600	
가체절 흙헐기		2,229	m ³	1,040	2,318,160	
오탁방지막		5	SPAN	2,293,390	11,466,950	
부대공	공사비의 0.23%	1	식		1,349,150	
5) 제경비및부가세		1	식		291,159,370	

다. 2호 침강지 공사비 내역

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
2호침강지		1	식		362,660,000	
1) 토공		0			18,267,800	
흙깍기(습지)	도져13톤	1,895	m³	1,980	3,752,100	
사토처리	준설토,L=5km	1,895	m³	7,660	14,515,700	
2) 호안공		0			210,028,510	
사석부설		1,122	m³	43,150	48,414,300	
기초사석		2,638	m³	39,870	105,177,060	
필터석	Ø25mm이하	665	m³	45,770	30,437,050	
사석면고르기		1,643	m²	9,080	14,918,440	
필터매트	3ton/m	1,666	m²	1,300	2,165,800	
지반매트	5ton/m	3,014	m²	1,960	5,907,440	
진입로	콘크리트포장,t=20cm	3	m³	94,600	283,800	
작업로	사석부설	59	m³	46,180	2,724,620	
		0				
3) 시설물공		0			12,831,000	
배수문	Ø1000 수동	1	개소	12,831,000	12,831,000	
4) 부대공		0			3,757,010	
가체절 흙쌓기		1,705	m³	1,150	1,960,750	
가체절 흙헐기		1,194	m³	1,040	1,241,760	
부대공	공사비의 0.23%	1	식		554,500	
5) 제경비및부가세		1	식		117,775,680	

라. 수초제거 및 처리 공사비 내역

공 종	재 료	수량	단위	공 사 비(원)		비 고
				단 가	공사비	
수초제거 및 처리		1	식		819,768,150	
1) 수초제거		1	식		285,084,000	
수초제거		350,000	m ²	550	192,500,000	
제경비 및 부가세		1	식		92,584,000	
2) 수초처리		1	식		534,684,150	
수초처리	식물잔재물	2,275	ton	200,000	455,000,000	
수초운반	L=30km이내	2,275	ton	13,660	31,076,500	
부가가치세	(공급가액)×10.0%	1	식		48,607,650	

5.5.3 관리비 및 기타 산출내역

가. 생태계보전협력기금

구 분	대 상 액			용도지역	지역계수	금액(원)	비고
	개발면적	면적단가(원)	금액(원)				
조합형습지	15,609	300	4,682,700	농림지역	3	14,048,100	
1호 침강지	19,016	300	5,704,800	농림지역	3	17,114,400	
2호 침강지	4,734	300	1,420,200	농림지역	3	4,260,600	
사토장	6,568	300	1,970,400	농림지역	3	5,911,200	
계	45,927	-	-	-	-	41,334,300	

나. 세부설계비 산출내역

(1) 세부설계비

(단위 : 천원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비고
	공사비	자재대	용지매수비	계			
세부설계비	4,460,706			4,734,459	3.35	149,433	농어촌정비법 요율
소규모환경 영향평가					-	30,000	1식
계					-	179,433	-

(2) 세부설계비 요율 결정

구 분	하한기준 요율	직선보간법 요율	상한기준 요율	비 고
대상액(천원)	2,000,000	4,460,706	5,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액 : 3,000,000
설계요율(%)	3.60	3.35	3.30	(대 상 액)-(하한기준금액) : 2,460,706
				(상한기준)-(하한기준)요율 : -0.30

다. 공사감리비 산출내역

(1) 공사감리비

(단위 : 천원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비고
	공사비	자재대	용지매수비	계			
공사감리비	4,460,706			4,460,706	7.64	340,797	농어촌정비법 요율
계						340,797	

(2) 공사감리비 요율 결정

구 분	하한기준 요율	직선보간법 요율	상한기준 요율	비 고
대상액(천원)	2,000,000	4,460,706	5,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액 : 3,000,000
설계요율(%)	80	7.64	7.57	(대 상 액)-(하한기준금액) : 2,460,706
				(상한기준)-(하한기준)요율 : -0.43

라. 사업관리비 산출내역

(1) 사업관리비

(단위 : 천원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비고
	공사비	자재대	용지매수비	계			
사업관리비	4,460,706		86,573	4,547,279	1.44	65,480	농어촌정비법 요율
계				4,547,279		65,480	

(2) 사업관리비 요율 결정

구 분	하한기준 요율	직선보간법 요율	상한기준 요율	비 고
대상액(천원)	2,000,000	4,821,032	5,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액 : 3,000,000
설계요율(%)	1.57	1.42	1.42	(대 상 액)-(하한기준금액) : 2,547,279
				(상한기준)-(하한기준)요율 : -0.15

마. 용지매입비

대상지번	지목	면적(㎡)	공시지가(원)	매입비용(원)	비 고
계	-	5,722	-	86,572,170	
1484-1	답	42	6,310	795,060	
1485-2	답	1087	6310	20,576,910	
1501-1	답	323	6430	6,230,670	
1502-1	답	117	6430	2,256,930	
1503-4	답	2808	6430	54,166,320	
1508-1	답	78	6430	1,504,620	
1510-1	답	54	6430	1,041,660	

주) 매입비용은 공시지가에 3배를 적용함

5.5.4 공정계획

가. 공정계획표

공 종	사업비 (천원)	1년차				2년차				3년차			
		1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4
계	(170,000) 5,620,394												
1)조합형인공습지	2,827,807												
2)1호 침강지	896,542												
3)2호 침강지	362,660												
4)수초제거 및 처리	819,768												
5)관리비 및 기타	627,044												
6)용지매입비	86,573												

나. 연차별 투자계획

(단위 : 천원)

공 종	사업비	1년차	2년차	3년차	비고
계	(170,000) 5,620,394	273,573	2,688,000	2,657,821	
1)조합형인공습지	2,827,807	-	1,413,000	1,414,807	
2)1호 침강지	896,542	-	448,000	448,542	
3)2호 침강지	362,660	-	182,000	180,660	
4)수초제거 및 처리	819,768	-	410,000	409,768	
5)관리비 및 기타	627,044	188,000	235,000	204,044	
6)용지매입비	86,573	86,573	-	-	

5.5.5 사업효과

가. 직접효과

- 저수지 수질개선(수질예측 결과)
 - '27년 장래 COD 10.6mg/L → 장래 COD 7.7mg/L, 27.4% 개선
 - '27년 장래 TOC 6.1mg/L → 장래 TOC 4.4mg/L, 27.9% 개선
 - '27년 장래 T-N 1.120mg/L → 장래 T-N 0.910mg/L, 18.8% 개선
 - '27년 장래 T-P 0.082mg/L → 장래 T-P 0.061mg/L, 25.6% 개선

나. 간접효과

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

5.6 유지관리비

- 수질개선사업으로 조성된 시설들을 잘 유지관리하여야 수질정화효율이 유지되므로 매년 적절한 유지관리가 필요하며 그에 따른 유지관리비용은 전체적으로 연간 23,291천원이 소요되는 것으로 산정됨

(단위:천원)

구 분	생애 주기	단가	수량	총비용 ⁶⁾	연간비용
준설비					
침강지 ¹⁾					
-1호보조부댐	0.5년	10,000원/㎡	179㎡	895	1,790
-1호침강지	24년	10,000원/㎡	135㎡	32,400	1,350
-2호침강지	40년	10,000원/㎡	24㎡	9,600	240
침사지 ²⁾					
-조합형인공습지	10년	10,000원/㎡	182㎡	18,200	1,820
양수시설					
전기료(전력비) ³⁾	월 1회	534,650원/(월,2대)	2대	6,416	6,416
지하흐름습지 여상					
여상(자갈)교체 ⁴⁾	5년	8,848원/㎡	1,265㎡	55,964	11,193
절취작업⁵⁾					
조합형인공습지	연 1회	212원/㎡	2,275㎡	482	482
계		-	-		23,291

- 주) 1) 수량은 연간 퇴적물량(㎡/yr)=(보조부댐내 퇴적물량 또는 부댐내 퇴적물량)×강우일수(116d/yr)÷단위중량(ton/㎡)
 2) 조합형인공습지의 침사지 수량(퇴적물량)은 침사지면적(182.0㎡)에 퇴적높이 0.3m를 곱하여 산정함.
 3) 산업용전기(갑1)
 4) 여상(매디아) 교체의 자갈 사용시 철거 및 재설치와 골재세척비용을 포함한 금액임.
 5) 절취작업은 식생관리를 위한 것으로 건설표준품셈의 제초작업 품을 인용하였음.
 - 조합형인공습지 중 얕은습지와 지하흐름습지 3,791㎡의 식생이 우수한 60%만 절취하는 것으로 산정함.
 6) 총비용 = 생애주기 × 단가 × 수량

제 6 장

사업시행 의견

- 6.1 지역주민
- 6.2 시설관리자
- 6.3 장흥군
- 6.4 조사사 종합의견

제6장 사업시행 여건

6.1 지역주민

- 저수지의 심각한 마름발생을 제거하고 친환경농산물 생산을 위해 필수적인 저수지 수질개선이 선행되어야 함
- 수질오염의 많은 부분을 차지하는 축산농가에 대한 교육·계몽이 필요함
- 우수농산물 인증 등 친환경적인 안전한 농산물 생산기반 조성 및 친환경수변 활용을 위한 지역민의 수질개선에 대한 지속적 요구가 있었으며, 지역주민의 호응도 높음

6.2 시설관리자

- 서산저수지는 전라남도 장흥군 대덕읍 연지리에 위치한 관개면적 169ha를 공급하는 중요한 농업용수원으로서 역할을 충분히 수행하여 왔으나 수질오염이 급격히 진행되어 친환경 및 우수농산물 인증에 어려움이 있는 실정임
- 강우 시 상류 각종 오수 및 쓰레기, 토사 유입으로 수질에 영향을 미치므로 오염원 유입관리가 필요함
- 여름철 마름이 번성하므로 적절한 제거가 필요함
- 서산저수지는 중점관리 농업용호소로 지정된 시설로써 '11년~'15년 조사결과 5개년 평균 TOC가 6.3mg/L로 V등급의 수질로 조사되어 우수농산물관리인증(GAP)제도에 부응하고 친수공간 조성을 위한 수질개선사업이 추진되길 원함

6.3 장흥군

- 장흥군 하수도정비 기본계획(변경)이 완료되었으며, 서산저수지 상류유역인 대덕읍 연지리(소유역 1)는 하수도정비 기본계획(변경)에 포함되어 있으나 2025년까지 재정 확보가 쉽지 않고, 호내대책으로 사업추진 시 수질개선효과 기대함. 또한, 본 수질개선 사업 추진시 지자체 협조 사항은 적극 지원할 계획임
- 안전하고 청정한 농산물 생산기반 조성으로 농민소득 증대효과 기대

6.4 조사자 종합의견

- 서산저수지는 전라남도 장흥군 대덕읍 연지리에 위치한 수혜면적 169ha의 중규모 농업 용수원으로서 이 지역의 중요한 농업용수 공급원으로서 역할을 수행하여 왔으나, 유역상류 일부 축산농가에서 발생하는 가축분뇨와 경작지에 살포된 퇴비, 화학비료, 도로 비점오염물질 등의 강우에 의한 유입과 마을의 미처리 생활하수 유입 등으로 인해 수질오염이 꾸준히 진행되어 오고 있음
- 2001년부터 과거 수질조사 자료를 분석한 결과 서산저수지 수질은 꾸준히 농업용수 관리기준인 IV등급을 초과하고 있는 실정으로 저수지의 수질오염 원인은 외적으로는 유역내 농경지에 살포된 퇴비, 축분 등의 강우에 의한 유입과 마을의 미처리 생활하수 등으로 나타났으며, 내적으로는 호내 전체의 마름 번성과 사멸 등으로 판단됨
- 또한 주(主)유입하천과 여수로가 너무 가까워 유입수의 저수지 전체로 혼합이 이루어지기 어려워 저수지 가운데와 남측은 정체가 발생하여 수질에 악영향을 미치는 것으로 판단됨
- 서산저수지의 수질개선 대책은 장흥군의 상류대책에 대해 먼저 검토한 결과 마을하수도, 가축분뇨처리시설 등 신설계획이 없어서 수질예측을 시행한 결과 목표수질을 만족하지 못하였기에 호내대책을 추가로 검토하였음
- 호내대책 수립시 주(主)유입하천과 여수로가 너무 가까워 조합형인공습지를 이용하여 주(主)유입하천 유입수를 저수지의 가운데 지역까지 유인하여 정화처리 후 배출하도록 계획하였음
- 또한, 많은 강우유출수의 효율적인 처리를 위해 침강지 2개소를 조성하여 본 저수지의 수질을 보호할 수 있도록 하였음
- 마름이 서산저수지 전체 표면에 번성하고 있어서 마름제거도 수질개선사업에 반영함
- 이상의 호내 대책 시설의 수질개선 공법을 적용할 경우 서산저수지의 수질은 장래 목표수질인 호소의 생활환경기준 IV등급을 달성할 수 있을 것으로 예측되나 안정적인 목표수질 유지를 위해서는 유역관리자 및 지역민의 철저한 오염원 저감 노력도 병행되어야 함
- 한편, 매장문화재 지표조사 결과 조사지역은 유구, 유물이 확인되지 않았으므로 별도의 보존 조치는 필요하지 않음
- 농업용수 수질개선사업은 농어촌지역이 사업의 주된 장소로 장래 유지관리 측면에서 이로운 공법, 농어촌의 자연적인 면과 조화를 이룰 수 있는 공법, 환경 친화적이며, 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 친수환경정비도 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. 현황측량 기준점 성과표
5. 연도별 월별 강우량
6. 유역도 및 면적표
7. 유역별 유출량 산정 결과
8. 서산저수지 내용적
9. 기술검토회 결과
10. 지사 검토 의견
11. 수질보전사업 기본계획도
12. 문화재지표조사(문화재보존대책)
13. 시설별 편입용지도 및 조서
14. 시행 전·후 내용적
15. 수질예측 BACK DATA
16. 수리수문검토(HEC-RAS)
17. 참여기술자 명단

부록 1. 시험성적표

1.1 유입 하천 수질

□ 평시(건기시)

항 목	지 점	2016.07.14			2016.08.17		
		SSS-1	SSS-2	SSS-3	SSS-1	SSS-2	SSS-3
pH	(-)	8.4	8.1	7.8	8.0	7.8	7.9
DO	(mg/L)	8.3	7.9	7.5	8.0	7.7	7.8
수온	(℃)	27.5	27.9	27.4	28.8	27.9	28.2
EC	(μ S/cm)	176	181	138	173	192	146
BOD	(mg/L)	3.6	4.3	6.9	3.9	4.6	7.2
COD	(mg/L)	11.7	10.3	9.2	11.6	12.3	10.0
SS	(mg/L)	5.2	4.6	5.4	4.8	6.0	6.6
T-N	(mg/L)	0.684	0.713	0.583	0.698	0.725	0.605
T-P	(mg/L)	0.052	0.082	0.067	0.064	0.090	0.050
TOC	(μ s/cm)	6.07	6.69	4.89	6.13	6.81	5.07
NH ₃ -N	(mg/L)	0.119	0.097	0.101	0.056	0.015	0.053
NO ₂ -N	(mg/L)	0.211	0.243	0.175	0.218	0.263	0.183
NO ₃ -N	(mg/L)	0.336	0.343	0.289	0.409	0.474	0.368
PO ₄ -P	(mg/L)	0.010	0.018	0.015	0.012	0.017	0.010
Chl-a	(mg/L)	10.0	10.6	11.1	11.8	14.0	16.1
유량	(m ³ /s)	0.0051	0.0042	0.0029	0.0050	0.0036	0.0023

항 목	지 점	2016.09.02			2016.09.23		
		SSS-1	SSS-2	SSS-3	SSS-1	SSS-2	SSS-3
pH	(-)	7.9	8.0	8.0	8.1	8.3	8.2
DO	(mg/L)	8.1	7.9	8.0	8.2	7.5	7.9
수온	(℃)	26.3	26.4	26.1	25.8	25.5	25.7
EC	(μ S/cm)	175	187	142	181	193	153
BOD	(mg/L)	4.0	4.3	6.8	4.1	4.5	6.3
COD	(mg/L)	12.1	11.9	11.0	12.4	11.9	10.7
SS	(mg/L)	4.2	6.2	5.4	5.0	6.8	6.4
T-N	(mg/L)	0.690	0.722	0.591	0.695	0.733	0.602
T-P	(mg/L)	0.065	0.086	0.052	0.062	0.087	0.056
TOC	(μ s/cm)	6.09	6.33	6.19	6.14	6.56	6.31
NH ₃ -N	(mg/L)	0.084	0.035	0.051	0.080	0.052	0.060
NO ₂ -N	(mg/L)	0.170	0.179	0.146	0.187	0.196	0.152
NO ₃ -N	(mg/L)	0.410	0.433	0.353	0.413	0.436	0.359
PO ₄ -P	(mg/L)	0.012	0.016	0.011	0.013	0.017	0.011
Chl-a	(mg/L)	11.6	13.8	13.4	16.7	15.3	19.3
유량	(m ³ /s)	0.0049	0.0035	0.0027	0.0042	0.0040	0.0023

2016.07.14

분석과학 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 대표: 제2중 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축산대행업 / 환경컨설팅
 부산 | 부산광역시 금정구 중동로17번길 17(영도동 331-1) 3층 | Tel: 051-922-4891-3 Fax: 051-922-4898
 서울 | 서울특별시 강남구 테헤란로 331 3층 | Tel: 02-6298-4993 Fax: 02-6298-4995

문서번호 : 환경-농업용수16-3-수질 검사목적 : 환경질조사
 의뢰기관 : (주)진화기술공사 용 도 : 참고용
 발행일자 : 2016년 08월 09일 사 업 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험품명	하천수질	채수일시	2016. 07. 13 ~ 07. 14
채수장소	W-1-2: 전남 강릉군 대덕읍 연지리 577-12(서산저수지)		
	W-2-2: 전남 강릉군 대덕읍 연지리 295-1(서산저수지)		
	W-3-2: 전남 강릉군 회전면 회전리 1492-5(서산저수지)		

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과		
			W-1-2	W-2-2	W-3-2
pH	유리전극법	6.5~8.5	8.1	8.1	7.8
DO(mg/L)	격막전극법	7.5이상	8.3	7.9	7.5
수온(℃)	직접측정법	-	27.5	27.9	27.4
Conductivity	-	-	176	181	138
BOD(mg/L)	격막전극법	50이하	3.6	4.3	6.9
COD(mg/L)	산성KMnO4법	70이하	11.7	10.3	9.2
SS(mg/L)	유리상유여지법	25이하	5.2	4.6	5.4
T-N(mg/L)	흡광도법	0.684	0.713	0.383	
T-P(mg/L)	흡광도법	0.2이하	0.052	0.082	0.067
TOC(mg/L)	고온연소법	50이하	6.07	6.69	4.89
NH ₄ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.119	0.097	0.101
NO ₂ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.211	0.243	0.175
NO ₃ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.336	0.343	0.289
PO ₄ -P(mg/L)	흡광도법	-	0.010	0.018	0.015
Chl-a(mg/L)	흡광도법	-	10.0	10.6	11.1
유량(m ³ /s)	유속-면적법	-	0.0051	0.0042	0.0029

※ 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용도로 사용할 수 없습니다.
 작성자: [인] 기술책임자 [인] 품질책임자
 성명: 임경섭 (서명) 성명: 홍현아 (서명) 성명: 이지은 (서명)

(주)대성기술단 대표 [인]

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

2016.08.17

분석과학 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 대표: 제2중 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축산대행업 / 환경컨설팅
 부산 | 부산광역시 금정구 중동로17번길 17(영도동 331-1) 3층 | Tel: 051-922-4891-3 Fax: 051-922-4898
 서울 | 서울특별시 강남구 테헤란로 331 3층 | Tel: 02-6298-4993 Fax: 02-6298-4995

문서번호 : 환경-농업용수16-3-수질 검사목적 : 환경질조사
 의뢰기관 : (주)진화기술공사 용 도 : 참고용
 발행일자 : 2016년 08월 09일 사 업 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험품명	하천수질	채수일시	2016. 08. 16 ~ 08. 17
채수장소	W-1-2: 전남 강릉군 대덕읍 연지리 577-12(서산저수지)		
	W-2-2: 전남 강릉군 대덕읍 연지리 295-1(서산저수지)		
	W-3-2: 전남 강릉군 회전면 회전리 1492-5(서산저수지)		

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과		
			W-1-2	W-2-2	W-3-2
pH	유리전극법	6.5~8.5	8.0	7.7	7.8
DO(mg/L)	격막전극법	7.5이상	8.0	7.7	7.8
수온(℃)	직접측정법	-	28.8	27.9	28.2
Conductivity	-	-	173	192	146
BOD(mg/L)	격막전극법	50이하	3.9	4.6	7.2
COD(mg/L)	산성KMnO4법	70이하	11.6	12.3	10.0
SS(mg/L)	유리상유여지법	25이하	4.8	6.0	6.6
T-N(mg/L)	흡광도법	0.688	0.725	0.605	
T-P(mg/L)	흡광도법	0.2이하	0.064	0.090	0.050
TOC(mg/L)	고온연소법	50이하	6.13	6.81	5.07
NH ₄ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.056	0.015	0.063
NO ₂ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.218	0.263	0.183
NO ₃ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.409	0.474	0.368
PO ₄ -P(mg/L)	흡광도법	-	0.017	0.017	0.010
Chl-a(mg/L)	흡광도법	-	11.8	14.0	16.1
유량(m ³ /s)	유속-면적법	-	0.0050	0.0036	0.0023

※ 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용도로 사용할 수 없습니다.
 작성자: [인] 기술책임자 [인] 품질책임자
 성명: 임경섭 (서명) 성명: 홍현아 (서명) 성명: 이지은 (서명)

(주)대성기술단 대표 [인]

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

2016.09.02

분석과학 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 대표: 제2중 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축산대행업 / 환경컨설팅
 부산 | 부산광역시 금정구 중동로17번길 17(영도동 331-1) 3층 | Tel: 051-922-4891-3 Fax: 051-922-4898
 서울 | 서울특별시 강남구 테헤란로 331 3층 | Tel: 02-6298-4993 Fax: 02-6298-4995

문서번호 : 환경-농업용수16-3-수질 검사목적 : 환경질조사
 의뢰기관 : (주)진화기술공사 용 도 : 참고용
 발행일자 : 2016년 09월 28일 사 업 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험품명	하천수질	채수일시	2016. 09. 01 ~ 09. 02
채수장소	W-1-2: 전남 강릉군 대덕읍 연지리 577-12(서산저수지)		
	W-2-2: 전남 강릉군 대덕읍 연지리 295-1(서산저수지)		
	W-3-2: 전남 강릉군 회전면 회전리 1492-5(서산저수지)		

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과		
			W-1-2	W-2-2	W-3-2
pH	유리전극법	6.5~8.5	7.9	6.0	8.0
DO(mg/L)	격막전극법	7.5이상	8.1	7.9	8.0
수온(℃)	직접측정법	-	26.3	26.4	26.1
Conductivity	-	-	175	187	142
BOD(mg/L)	격막전극법	50이하	4.0	4.3	6.8
COD(mg/L)	산성KMnO4법	70이하	12.1	11.9	11.0
SS(mg/L)	유리상유여지법	25이하	4.2	6.2	5.4
T-N(mg/L)	흡광도법	0.690	0.722	0.591	
T-P(mg/L)	흡광도법	0.2이하	0.065	0.086	0.052
TOC(mg/L)	고온연소법	50이하	6.09	6.33	6.19
NH ₄ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.084	0.035	0.051
NO ₂ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.170	0.179	0.146
NO ₃ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.410	0.433	0.353
PO ₄ -P(mg/L)	흡광도법	-	0.017	0.016	0.011
Chl-a(mg/L)	흡광도법	-	11.6	13.8	13.4
유량(m ³ /s)	유속-면적법	-	0.0049	0.0035	0.0027

※ 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용도로 사용할 수 없습니다.
 작성자: [인] 기술책임자 [인] 품질책임자
 성명: 임경섭 (서명) 성명: 홍현아 (서명) 성명: 이지은 (서명)

(주)대성기술단 대표 [인]

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

2016.09.23

분석과학 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 대표: 제2중 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축산대행업 / 환경컨설팅
 부산 | 부산광역시 금정구 중동로17번길 17(영도동 331-1) 3층 | Tel: 051-922-4891-3 Fax: 051-922-4898
 서울 | 서울특별시 강남구 테헤란로 331 3층 | Tel: 02-6298-4993 Fax: 02-6298-4995

문서번호 : 환경-농업용수16-3-수질 검사목적 : 환경질조사
 의뢰기관 : (주)진화기술공사 용 도 : 참고용
 발행일자 : 2016년 10월 14일 사 업 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험품명	하천수질	채수일시	2016. 09. 22 ~ 09. 23
채수장소	W-1-2: 전남 강릉군 대덕읍 연지리 577-12(서산저수지)		
	W-2-2: 전남 강릉군 대덕읍 연지리 295-1(서산저수지)		
	W-3-2: 전남 강릉군 회전면 회전리 1492-5(서산저수지)		

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과		
			W-1-2	W-2-2	W-3-2
pH	유리전극법	6.5~8.5	8.1	8.3	8.2
DO(mg/L)	격막전극법	7.5이상	8.2	7.5	7.9
수온(℃)	직접측정법	-	25.8	25.5	25.7
Conductivity	-	-	181	193	153
BOD(mg/L)	격막전극법	50이하	4.1	4.5	6.3
COD(mg/L)	산성KMnO4법	70이하	12.4	11.9	10.7
SS(mg/L)	유리상유여지법	25이하	5.0	6.8	6.4
T-N(mg/L)	흡광도법	0.695	0.733	0.602	
T-P(mg/L)	흡광도법	0.2이하	0.062	0.087	0.056
TOC(mg/L)	고온연소법	50이하	6.14	6.56	6.31
NH ₄ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.080	0.052	0.060
NO ₂ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.187	0.196	0.152
NO ₃ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.413	0.336	0.338
PO ₄ -P(mg/L)	흡광도법	-	0.013	0.017	0.011
Chl-a(mg/L)	흡광도법	-	16.7	15.3	19.3
유량(m ³ /s)	유속-면적법	-	0.0042	0.0040	0.0023

※ 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용도로 사용할 수 없습니다.
 작성자: [인] 기술책임자 [인] 품질책임자
 성명: 임경섭 (서명) 성명: 홍현아 (서명) 성명: 이지은 (서명)

(주)대성기술단 대표 [인]

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

□ 강우시

- 2016년 07월 12일

지점	시간	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	EC (μs/cm)	유량 (m³/s)
SSS-1	0hr	27.1	7.9	8.5	2.4	9.9	27.6	0.414	0.015	4.77	180	0.0048
	1hr	27.3	7.5	8.6	2.5	10.3	33.2	0.425	0.017	4.86	173	0.0046
	2hr	27.4	7.4	8.6	2.6	10.4	64.8	0.479	0.022	4.92	170	0.0044
	4hr	27.4	7.4	8.5	2.8	10.5	32.7	0.49	0.029	4.95	159	0.0045
	6hr	27.5	7.5	8.5	2.9	10.7	29.2	0.566	0.033	4.99	176	0.0040
	12hr	27.0	7.5	8.6	3	10.9	27	0.686	0.043	5	157	0.0044
SSS-2	0hr	27.3	7.8	8.2	3.7	9.5	22.3	0.554	0.073	4.51	152	0.0038
	1hr	27.4	7.5	8.3	3.5	8.6	48.7	0.483	0.068	4.48	158	0.0034
	2hr	27.5	7.2	8.3	3.6	9.0	52.3	0.518	0.071	4.49	147	0.0034
	4hr	27.7	7.2	8.0	3.2	7.9	47	0.375	0.062	4.44	140	0.0039
	6hr	27.4	7.3	8.2	3.4	8.3	24	0.461	0.066	4.48	175	0.0032
	12hr	27.2	7.3	8.3	3.4	8.0	19	0.389	0.062	4.45	137	0.0035
SSS-3	0hr	27.5	7.3	8.2	5.4	10.3	15.7	0.408	0.055	5.03	153	0.0026
	1hr	27.8	7.5	8.0	5.5	10.4	16	0.49	0.06	5.13	132	0.0022
	2hr	28.1	7.4	8.1	5.2	9.9	20.3	0.364	0.053	4.93	137	0.0023
	4hr	28.0	7.2	8.3	5	9.3	31	0.063	0.04	4.64	158	0.0025
	6hr	27.6	7.4	8.2	5.1	9.7	24.3	0.193	0.049	4.92	161	0.0024
	12hr	27.1	7.4	8.2	5.1	9.5	16.3	0.172	0.045	4.72	143	0.0025

- 2016년 09월 27~28일

지점	시간	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	EC (μs/cm)	유량 (m³/s)
SSS-1	0hr	23.9	7.8	8.5	3.2	11.9	32.7	0.742	0.053	5.59	176	0.0045
	1hr	24.1	7.9	8.3	3.1	11.7	34.7	0.585	0.046	5.31	179	0.0054
	2hr	24.0	7.8	8.4	3.0	10.9	36	0.562	0.038	5.24	186	0.0043
	4hr	23.8	7.7	8.4	2.7	10.3	36.8	0.467	0.032	5.11	198	0.0041
	6hr	23.8	7.9	8.5	2.8	10.4	37	0.5	0.032	5.14	199	0.0050
	12hr	23.7	7.7	8.6	2.8	10.7	50.5	0.519	0.034	5.16	201	0.0043
SSS-2	0hr	23.8	8	8.2	4.2	11.7	22.5	0.576	0.083	5.67	166	0.0038
	1hr	23.7	7.9	8.4	4	10.2	24.7	0.567	0.079	5.38	173	0.0032
	2hr	23.8	7.7	8.6	3.5	9.8	27.3	0.386	0.068	4.99	180	0.0042
	4hr	23.9	7.8	8.6	3.8	10.1	31	0.481	0.074	5.35	186	0.004
	6hr	24.0	7.7	8.5	3.6	9.9	49	0.453	0.07	5.34	194	0.0038
	12hr	23.9	7.6	8.4	4.1	10.3	56.8	0.571	0.079	5.62	210	0.0036
SSS-3	0hr	24.2	7.9	8.3	5.6	10.7	18	0.472	0.07	5.28	168	0.0027
	1hr	24.1	8.1	8.3	5.5	10.6	19.7	0.372	0.066	5.16	173	0.003
	2hr	23.9	8.0	8.5	5.2	10.5	22.8	0.187	0.049	4.92	193	0.003
	4hr	24.0	8.1	8.4	5.4	10.5	30.7	0.254	0.064	5.09	201	0.0027
	6hr	23.8	7.9	8.3	5.6	10.7	36.5	0.424	0.068	5.27	203	0.0027
	12hr	23.7	7.8	8.4	5.8	10.9	46	0.562	0.07	5.34	205	0.0027

- 2016년 10월 27~28일

지점	시간	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	EC (μ S/cm)	유량 (m ³ /s)
SSS-1	0hr	16.2	7.1	8.4	3.8	12.1	29.2	0.762	0.059	5.66	172	0.0041
	1hr	16.3	7.0	8.5	3.6	11.9	32.8	0.605	0.05	5.4	175	0.0036
	2hr	16.0	7.2	8.5	3.4	11.4	35.6	0.573	0.043	5.32	183	0.0032
	4hr	16.2	7.1	8.4	3.0	10.8	36	0.481	0.035	5.17	190	0.004
	6hr	16.2	7.0	8.3	3.2	11	37.2	0.546	0.039	5.27	194	0.0036
	12hr	16.1	7.2	8.2	3.0	10.8	45.6	0.535	0.037	5.22	197	0.0037
SSS-2	0hr	16.0	7.2	8.2	4.8	12.6	19.6	0.6	0.094	5.79	164	0.0032
	1hr	16.2	7.2	8.4	4.1	10.9	21.2	0.508	0.079	5.46	170	0.0049
	2hr	16.1	7.4	8.3	4.0	10.7	24.8	0.486	0.074	5.44	176	0.0052
	4hr	16.3	7.2	8.4	3.7	10.6	28.4	0.443	0.07	5.14	184	0.0049
	6hr	16.4	7.1	8.2	4.3	11.1	46	0.578	0.087	5.49	190	0.0053
	12hr	16.2	7.3	8.1	4.6	11.1	53.2	0.589	0.089	5.7	203	0.0049
SSS-3	0hr	16.2	7.3	8.3	6.5	12.5	17.2	0.578	0.078	5.4	164	0.0032
	1hr	16.1	7.1	8.2	6.3	11.6	18.8	0.491	0.074	5.37	170	0.0034
	2hr	16.3	7.2	8	5.7	11.1	22	0.28	0.065	5.21	192	0.0034
	4hr	16.4	7.1	8	5.3	10.7	29.6	0.264	0.055	5.05	198	0.0028
	6hr	16.5	7.3	8.1	6.0	11.8	35.2	0.427	0.072	5.34	200	0.0034
	12hr	16.4	7.0	8.3	5.7	11.1	44.4	0.405	0.067	5.26	201	0.0034

2016.07.12 SSS-1

분석과핵심 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
DAESUNG DAESUNG ENGINEERING CO., LTD.
서울, 제2중 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축장대행업 / 환경건설업

본 센터 부속연구소 금강구 중동로 177번길 33(대성빌딩) TEL: 02-928-4881-3 FAX: 02-928-4886 동원 1로(대성빌딩) 제2중 연구소(대성빌딩) 404호 TEL: 02-928-4881 FAX: 02-928-4886

문서번호 : 한기-농업용수16-3-강우시 검사목적 : 환경질조사
의뢰기관 : (주)전화기술공사 용 도 : 참고용
발행일자 : 2016년 08월 23일 시 업 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험용명	강우시 수질	채수일시	2016. 07. 12~07. 13
채수점소	W-1-2 전담 장흥군 대덕읍 면지리 577-12(사선저수지 0hr)		
	W-1-2 전담 장흥군 대덕읍 면지리 577-12(사선저수지 1hr)		
	W-1-2 전담 장흥군 대덕읍 면지리 577-12(사선저수지 2hr)		
	W-1-2 전담 장흥군 대덕읍 면지리 577-12(사선저수지 4hr)		
	W-1-2 전담 장흥군 대덕읍 면지리 577-12(사선저수지 6hr)		
W-1-2 전담 장흥군 대덕읍 면지리 577-12(사선저수지 12hr)			

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과					
			0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr
pH	유리전극법	6.5~8.5	7.9	7.5	7.4	7.4	7.5	7.5
DO(mg/L)	극락전극법	7.5이상	8.5	8.6	8.6	8.5	8.5	8.6
수온(°C)	직접측정법	-	27.1	27.3	27.4	27.4	27.5	27.6
Conductivity	-	-	180	173	170	159	176	157
BOD(mg/L)	극락전극법	5이하	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0
COD(mg/L)	산성KMnO4법	7이하	9.9	10.3	10.4	10.5	10.7	10.9
SS(mg/L)	유리섬유여과법	25이하	27.6	33.2	64.8	32.7	29.2	27.0
T-N(mg/L)	흡광도법	-	0.414	0.425	0.479	0.490	0.566	0.686
T-P(mg/L)	흡광도법	0.2이하	0.015	0.017	0.022	0.029	0.033	0.043
TOC(mg/L)	고온연소법	5이하	4.77	4.86	4.92	4.95	4.99	5.00
유량(m ³ /s)	유속-면적법	-	0.0048	0.0046	0.0044	0.0045	0.0040	0.0044

※ 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용도로 사용할 수 없습니다.

작성지 : 기술택임자 (서인) 품질책임자 : 최정혜임자 (서인)
성명 : 엄경섭 (서인) 성명 : 홍현아 (서인) 성명 : 이지은 (서인)

(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

2016.07.12 SSS-2

분석과핵심 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
DAESUNG DAESUNG ENGINEERING CO., LTD.
서울, 제2중 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축장대행업 / 환경건설업

본 센터 부속연구소 금강구 중동로 177번길 33(대성빌딩) TEL: 02-928-4881-3 FAX: 02-928-4886 동원 1로(대성빌딩) 제2중 연구소(대성빌딩) 404호 TEL: 02-928-4881 FAX: 02-928-4886

문서번호 : 한기-농업용수16-3-강우시 검사목적 : 환경질조사
의뢰기관 : (주)전화기술공사 용 도 : 참고용
발행일자 : 2016년 08월 23일 시 업 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험용명	강우시 수질	채수일시	2016. 07. 12~07. 13
채수점소	W-2-2 전담 장흥군 대덕읍 면지리 295-1(사선저수지 0hr)		
	W-2-2 전담 장흥군 대덕읍 면지리 295-1(사선저수지 1hr)		
	W-2-2 전담 장흥군 대덕읍 면지리 295-1(사선저수지 2hr)		
	W-2-2 전담 장흥군 대덕읍 면지리 295-1(사선저수지 4hr)		
	W-2-2 전담 장흥군 대덕읍 면지리 295-1(사선저수지 6hr)		
W-2-2 전담 장흥군 대덕읍 면지리 295-1(사선저수지 12hr)			

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과					
			0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr
pH	유리전극법	6.5~8.5	7.8	7.5	7.2	7.2	7.3	7.3
DO(mg/L)	극락전극법	7.5이상	8.2	8.3	8.3	8	8.2	8.3
수온(°C)	직접측정법	-	27.3	27.4	27.5	27.7	27.4	27.2
Conductivity	-	-	152	158	147	140	175	137
BOD(mg/L)	극락전극법	5이하	3.7	3.5	3.6	3.2	3.4	3.4
COD(mg/L)	산성KMnO4법	7이하	9.5	8.6	9.0	7.9	8.3	8.0
SS(mg/L)	유리섬유여과법	25이하	22.3	48.7	52.3	47.0	24.0	19.0
T-N(mg/L)	흡광도법	-	0.554	0.483	0.518	0.375	0.461	0.389
T-P(mg/L)	흡광도법	0.2이하	0.073	0.068	0.071	0.062	0.066	0.062
TOC(mg/L)	고온연소법	5이하	4.51	4.48	4.49	4.44	4.48	4.45
유량(m ³ /s)	유속-면적법	-	0.0038	0.0034	0.0034	0.0039	0.0032	0.0035

※ 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용도로 사용할 수 없습니다.

작성지 : 기술택임자 (서인) 품질책임자 : 최정혜임자 (서인)
성명 : 엄경섭 (서인) 성명 : 홍현아 (서인) 성명 : 이지은 (서인)

(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

2016.07.12 SSS-3

분석과핵심 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
DAESUNG DAESUNG ENGINEERING CO., LTD.
서울, 제2중 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축장대행업 / 환경건설업

본 센터 부속연구소 금강구 중동로 177번길 33(대성빌딩) TEL: 02-928-4881-3 FAX: 02-928-4886 동원 1로(대성빌딩) 제2중 연구소(대성빌딩) 404호 TEL: 02-928-4881 FAX: 02-928-4886

문서번호 : 한기-농업용수16-3-강우시 검사목적 : 환경질조사
의뢰기관 : (주)전화기술공사 용 도 : 참고용
발행일자 : 2016년 08월 23일 시 업 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험용명	강우시 수질	채수일시	2016. 07. 12~07. 13
채수점소	W-3-2 전담 장흥군 회진면 회진리 1492-5(사선저수지 0hr)		
	W-3-2 전담 장흥군 회진면 회진리 1492-5(사선저수지 1hr)		
	W-3-2 전담 장흥군 회진면 회진리 1492-5(사선저수지 2hr)		
	W-3-2 전담 장흥군 회진면 회진리 1492-5(사선저수지 4hr)		
	W-3-2 전담 장흥군 회진면 회진리 1492-5(사선저수지 6hr)		
W-3-2 전담 장흥군 회진면 회진리 1492-5(사선저수지 12hr)			

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과					
			0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr
pH	유리전극법	6.5~8.5	7.3	7.5	7.4	7.2	7.4	7.4
DO(mg/L)	극락전극법	7.5이상	8.2	8	8.1	8.3	8.2	8.2
수온(°C)	직접측정법	-	27.5	27.8	28.1	28.0	27.6	27.1
Conductivity	-	-	153	132	137	158	161	143
BOD(mg/L)	극락전극법	5이하	5.4	5.5	5.2	5.0	5.1	5.1
COD(mg/L)	산성KMnO4법	7이하	10.3	10.4	9.9	9.3	9.7	9.5
SS(mg/L)	유리섬유여과법	25이하	15.7	16.0	20.3	31.0	24.3	16.3
T-N(mg/L)	흡광도법	-	0.408	0.490	0.364	0.063	0.193	0.172
T-P(mg/L)	흡광도법	0.2이하	0.055	0.060	0.053	0.040	0.049	0.045
TOC(mg/L)	고온연소법	5이하	5.03	5.13	4.93	4.64	4.92	4.72
유량(m ³ /s)	유속-면적법	-	0.0026	0.0022	0.0023	0.0025	0.0024	0.0025

※ 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용도로 사용할 수 없습니다.

작성지 : 기술택임자 (서인) 품질책임자 : 최정혜임자 (서인)
성명 : 엄경섭 (서인) 성명 : 홍현아 (서인) 성명 : 이지은 (서인)

(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

2016.09.27~28

SSS-1

분석과핵심 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 DAESUNG ENGINEERING CO., LTD. 제2층, 제2동 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축진대행업 / 환경건설업
 부산시 북구영서구 공업2동 제2동 17층 1701호 (05102-0201-3) Fax: (05102-0201-0900) 청취실 (05102-0201-0901) 환경시(05102-0201-0902) 2층 201호 (05102-0201-4010) Tel: (05102-0201-4000) Fax: (05102-0201-4005)

문서번호 : 환경-농업용수16-3-강우시 감사목적 : 환경질조사
 의뢰기관 : (주)진화기술공사 용 도 : 참고용
 발행일자 : 2016년 10월 19일 시 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험과목명	강우시 수질	채수일시	2016. 09. 27~09. 28
채수장소	W-1-2 전담 장흥군 대덕읍 연지리 577-12(사선저수지 0hr)		
	W-1-2 전담 장흥군 대덕읍 연지리 577-12(사선저수지 1hr)		
	W-1-2 전담 장흥군 대덕읍 연지리 577-12(사선저수지 2hr)		
	W-1-2 전담 장흥군 대덕읍 연지리 577-12(사선저수지 4hr)		
	W-1-2 전담 장흥군 대덕읍 연지리 577-12(사선저수지 6hr)		

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과						
			0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr	
pH	유리전극법	6.5~8.5	7.8	7.9	7.8	7.7	7.9	7.7	
DO(mg/L)	격막전극법	7.5이상	8.5	8.3	8.4	8.4	8.5	8.6	
수온(℃)	직접측정법	-	23.9	24.1	24.0	23.8	23.8	23.7	
Conductivity	-	-	176	179	186	198	199	201	
BOD(mg/L)	격막전극법	5이하	3.2	3.1	3.0	2.7	2.8	2.8	
COD(mg/L)	산성KMnO4법	7이하	11.9	11.7	10.9	10.3	10.4	10.7	
SS(mg/L)	유리섬유여지법	25이하	32.7	34.7	36.0	36.8	37.0	50.5	
T-N(mg/L)	흡광도법	-	0.742	0.585	0.562	0.467	0.500	0.519	
T-P(mg/L)	흡광도법	0.2이하	0.053	0.046	0.038	0.032	0.032	0.034	
TOC(mg/L)	고온연소법	5이하	5.59	5.31	5.24	5.11	5.14	5.16	
유량(m ³ /s)	유속-면적법	-	0.0045	0.0054	0.0043	0.0041	0.0050	0.0043	

※ 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용도로 사용할 수 없습니다.
 작성자 : 김승태 기술책임자 : 홍현아 품질책임자 : 이지은
 성명 : 임경섭 성명 : 홍현아 성명 : 이지은

(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

2016.09.27~28

SSS-2

분석과핵심 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 DAESUNG ENGINEERING CO., LTD. 제2층, 제2동 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축진대행업 / 환경건설업
 부산시 북구영서구 공업2동 제2동 17층 1701호 (05102-0201-3) Fax: (05102-0201-0900) 청취실 (05102-0201-0901) 환경시(05102-0201-0902) 2층 201호 (05102-0201-4010) Tel: (05102-0201-4000) Fax: (05102-0201-4005)

문서번호 : 환경-농업용수16-3-강우시 감사목적 : 환경질조사
 의뢰기관 : (주)진화기술공사 용 도 : 참고용
 발행일자 : 2016년 10월 19일 시 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험과목명	강우시 수질	채수일시	2016. 09. 27~09. 28
채수장소	W-2-2 전담 장흥군 대덕읍 연지리 295-1(사선저수지 0hr)		
	W-2-2 전담 장흥군 대덕읍 연지리 295-1(사선저수지 1hr)		
	W-2-2 전담 장흥군 대덕읍 연지리 295-1(사선저수지 2hr)		
	W-2-2 전담 장흥군 대덕읍 연지리 295-1(사선저수지 4hr)		
	W-2-2 전담 장흥군 대덕읍 연지리 295-1(사선저수지 6hr)		

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과						
			0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr	
pH	유리전극법	6.5~8.5	8.0	7.9	7.7	7.8	7.7	7.6	
DO(mg/L)	격막전극법	7.5이상	8.2	8.4	8.6	8.6	8.5	8.4	
수온(℃)	직접측정법	-	23.8	23.7	23.8	23.9	24.0	23.9	
Conductivity	-	-	166	173	180	186	194	210	
BOD(mg/L)	격막전극법	5이하	4.2	4.0	3.5	3.8	3.6	4.1	
COD(mg/L)	산성KMnO4법	7이하	11.7	10.2	9.8	10.1	9.9	10.3	
SS(mg/L)	유리섬유여지법	25이하	22.5	24.7	27.3	31.0	49.0	56.8	
T-N(mg/L)	흡광도법	-	0.576	0.567	0.386	0.481	0.453	0.571	
T-P(mg/L)	흡광도법	0.2이하	0.083	0.079	0.068	0.074	0.070	0.079	
TOC(mg/L)	고온연소법	5이하	5.67	5.38	4.99	5.35	5.34	5.62	
유량(m ³ /s)	유속-면적법	-	0.0038	0.0032	0.0042	0.0040	0.0038	0.0036	

※ 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용도로 사용할 수 없습니다.
 작성자 : 김승태 기술책임자 : 홍현아 품질책임자 : 이지은
 성명 : 임경섭 성명 : 홍현아 성명 : 이지은

(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

2016.09.27~28

SSS-3

분석과핵심 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 DAESUNG ENGINEERING CO., LTD. 제2층, 제2동 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축진대행업 / 환경건설업
 부산시 북구영서구 공업2동 제2동 17층 1701호 (05102-0201-3) Fax: (05102-0201-0900) 청취실 (05102-0201-0901) 환경시(05102-0201-0902) 2층 201호 (05102-0201-4010) Tel: (05102-0201-4000) Fax: (05102-0201-4005)

문서번호 : 환경-농업용수16-3-강우시 감사목적 : 환경질조사
 의뢰기관 : (주)진화기술공사 용 도 : 참고용
 발행일자 : 2016년 10월 19일 시 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험과목명	강우시 수질	채수일시	2016. 09. 27~09. 28
채수장소	W-3-2 전담 장흥군 회진면 회진리 1492-5(사선저수지 0hr)		
	W-3-2 전담 장흥군 회진면 회진리 1492-5(사선저수지 1hr)		
	W-3-2 전담 장흥군 회진면 회진리 1492-5(사선저수지 2hr)		
	W-3-2 전담 장흥군 회진면 회진리 1492-5(사선저수지 4hr)		
	W-3-2 전담 장흥군 회진면 회진리 1492-5(사선저수지 6hr)		

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과						
			0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	12hr	
pH	유리전극법	6.5~8.5	7.9	8.1	8	8.1	7.9	7.8	
DO(mg/L)	격막전극법	7.5이상	8.3	8.3	8.5	8.4	8.3	8.4	
수온(℃)	직접측정법	-	24.2	24.1	23.9	24.0	23.8	23.7	
Conductivity	-	-	168	173	193	201	203	205	
BOD(mg/L)	격막전극법	5이하	5.6	5.5	5.2	5.4	5.6	5.8	
COD(mg/L)	산성KMnO4법	7이하	10.7	10.6	10.5	10.5	10.7	10.9	
SS(mg/L)	유리섬유여지법	25이하	18.0	19.7	22.8	30.7	36.5	46.0	
T-N(mg/L)	흡광도법	-	0.472	0.372	0.187	0.254	0.424	0.562	
T-P(mg/L)	흡광도법	0.2이하	0.070	0.066	0.049	0.064	0.068	0.070	
TOC(mg/L)	고온연소법	5이하	5.28	5.16	4.92	5.09	5.27	5.34	
유량(m ³ /s)	유속-면적법	-	0.0027	0.0030	0.0030	0.0027	0.0027	0.0027	

※ 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용도로 사용할 수 없습니다.
 작성자 : 김승태 기술책임자 : 홍현아 품질책임자 : 이지은
 성명 : 임경섭 성명 : 홍현아 성명 : 이지은

(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

1.2 호소 수질

□ 평시

항 목	지 점	2016년 07월 14일			2016년 08월 17일		
		SSR-1	SSR-2	SSR-3	SSR-1	SSR-2	SSR-3
pH	(-)	7.7	7.8	8.0	7.8	7.7	8.2
DO	(mg/L)	7.5	7.7	7.8	6.2	6.4	6.2
수온	(℃)	27.8	28.1	27.3	28.8	27.9	28.9
EC	(μ S/cm)	193	172	154	200	184	161
BOD	(mg/L)	8.1	5.8	6.2	9.3	6.0	6.5
COD	(mg/L)	14.3	13.8	10.4	12.7	14.1	11.1
SS	(mg/L)	8.8	10.0	7.2	10.0	9.4	6.8
T-N	(mg/L)	0.723	0.819	0.675	0.807	0.872	0.736
T-P	(mg/L)	0.056	0.101	0.082	0.069	0.123	0.077
TOC	(μ s/cm)	6.07	6.69	4.89	7.15	7.53	6.48
NH ₃ -N	(mg/L)	0.124	0.162	0.123	0.065	0.075	0.042
NO ₂ -N	(mg/L)	0.217	0.232	0.200	0.233	0.255	0.215
NO ₃ -N	(mg/L)	0.354	0.411	0.330	0.497	0.534	0.471
PO ₄ -P	(mg/L)	0.013	0.020	0.018	0.015	0.029	0.017
Chl-a	(mg/L)	26.6	27.0	22.7	30.7	27.4	31.6

항 목	지 점	2016년 09월 02일			2016년 09월 23일		
		SSR-1	SSR-2	SSR-3	SSR-1	SSR-2	SSR-3
pH	(-)	8.0	7.8	8.1	8.1	8.1	8.2
DO	(mg/L)	5.9	5.6	6.0	6.0	6.2	5.9
수온	(℃)	24.8	25.0	25.1	24.3	24.0	24.2
EC	(μ S/cm)	197	180	156	209	188	163
BOD	(mg/L)	8.2	5.6	6.2	8.8	5.9	6.7
COD	(mg/L)	10.6	12.3	9.9	10.7	12.1	10.3
SS	(mg/L)	9.4	8.6	6.2	10.0	9.0	6.8
T-N	(mg/L)	0.777	0.854	0.722	0.794	0.865	0.706
T-P	(mg/L)	0.060	0.108	0.064	0.052	0.095	0.073
TOC	(μ s/cm)	7.24	7.49	6.51	7.34	7.55	6.57
NH ₃ -N	(mg/L)	0.056	0.063	0.047	0.069	0.075	0.062
NO ₂ -N	(mg/L)	0.193	0.211	0.179	0.232	0.225	0.202
NO ₃ -N	(mg/L)	0.462	0.511	0.428	0.444	0.513	0.420
PO ₄ -P	(mg/L)	0.011	0.024	0.015	0.012	0.020	0.017
Chl-a	(mg/L)	30.7	26.7	27.1	30.8	27.3	29.7

2016.07.14

분석과학을 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 세종, 제2중 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축장대행업 / 환경컨설팅

본조사: 환경-농업용수16-3-3수질
 문서번호: 환경-농업용수16-3-3수질
 의뢰기관: (주)진화기술공사
 발행일자: 2016년 08월 09일

시험성적서

시험표명	호수수질	채수일시	2016. 07. 13 ~ 07. 14
채수장소	RW-1-2: 서산저수지1 RW-2-2: 서산저수지2 RW-3-2: 서산저수지3		

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과		
			RW-1-2	RW-2-2	RW-3-2
pH	유리전극법	6.5~8.5	7.7	7.8	8.0
DO(mg/L)	격막전극법	5.0 이상	7.5	7.7	7.8
수온(°C)	직접측정법	-	27.8	28.1	27.3
Conductivity	-	-	193	172	154
BOD(mg/L)	격막전극법	-	8.1	5.8	6.2
COD(mg/L)	산성KMnO4법	50이하	14.3	13.8	10.4
SS(mg/L)	유리상유여지법	150이하	8.8	10.0	7.2
T-N(mg/L)	흡광도법	0.01이하	0.723	0.819	0.675
T-P(mg/L)	흡광도법	0.05이하	0.056	0.101	0.082
TOC(mg/L)	고온연소법	-	6.07	6.69	4.89
NH ₄ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.124	0.162	0.123
NO ₂ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.217	0.232	0.200
NO ₃ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.954	0.411	0.330
PO ₄ -P(mg/L)	흡광도법	-	0.013	0.020	0.018
Chl-a(mg/L)	흡광도법	200이하	26.6	27.0	22.7

* 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용으로 사용할 수 없습니다.
 작성자: 임권섭 (서명) 기술책임자: 홍현아 (서명) 품질책임자: 이지은 (서명)

(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

2016.08.17

분석과학을 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 세종, 제2중 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축장대행업 / 환경컨설팅

본조사: 환경-농업용수16-3-3수질
 문서번호: 환경-농업용수16-3-3수질
 의뢰기관: (주)진화기술공사
 발행일자: 2016년 09월 09일

시험성적서

시험표명	호수수질	채수일시	2016. 08. 16 ~ 08. 17
채수장소	RW-1-2: 서산저수지1 RW-2-2: 서산저수지2 RW-3-2: 서산저수지3		

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과		
			RW-1-2	RW-2-2	RW-3-2
pH	유리전극법	6.5~8.5	7.8	7.7	8.2
DO(mg/L)	격막전극법	5.0 이상	6.2	6.4	6.2
수온(°C)	직접측정법	-	28.8	27.9	28.9
Conductivity	-	-	200	184	161
BOD(mg/L)	격막전극법	-	9.3	6.0	6.5
COD(mg/L)	산성KMnO4법	50이하	12.7	14.1	11.1
SS(mg/L)	유리상유여지법	150이하	10.0	9.4	6.8
T-N(mg/L)	흡광도법	0.60이하	0.807	0.572	0.736
T-P(mg/L)	흡광도법	0.050이하	0.069	0.123	0.077
TOC(mg/L)	고온연소법	-	7.15	7.53	6.48
NH ₄ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.065	0.075	0.042
NO ₂ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.233	0.255	0.215
NO ₃ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.497	0.534	0.471
PO ₄ -P(mg/L)	흡광도법	-	0.015	0.029	0.017
Chl-a(mg/L)	흡광도법	200이하	30.7	27.4	31.6

* 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용으로 사용할 수 없습니다.
 작성자: 임권섭 (서명) 기술책임자: 홍현아 (서명) 품질책임자: 이지은 (서명)

(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

2016.09.02

분석과학을 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 세종, 제2중 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축장대행업 / 환경컨설팅

본조사: 환경-농업용수16-3-3수질
 문서번호: 환경-농업용수16-3-3수질
 의뢰기관: (주)진화기술공사
 발행일자: 2016년 09월 28일

시험성적서

시험표명	호수수질	채수일시	2016. 09. 01 ~ 09. 02
채수장소	RW-1-2: 서산저수지1 RW-2-2: 서산저수지2 RW-3-2: 서산저수지3		

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과		
			RW-1-2	RW-2-2	RW-3-2
pH	유리전극법	6.5~8.5	8.0	7.8	8.1
DO(mg/L)	격막전극법	5.0 이상	5.9	5.6	5.0
수온(°C)	직접측정법	-	24.8	25.0	25.1
Conductivity	-	-	197	180	156
BOD(mg/L)	격막전극법	-	8.2	5.6	6.2
COD(mg/L)	산성KMnO4법	50이하	10.6	12.3	9.9
SS(mg/L)	유리상유여지법	150이하	9.4	8.6	6.2
T-N(mg/L)	흡광도법	0.60이하	0.777	0.854	0.722
T-P(mg/L)	흡광도법	0.050이하	0.060	0.108	0.064
TOC(mg/L)	고온연소법	-	7.24	7.49	6.51
NH ₄ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.056	0.063	0.047
NO ₂ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.193	0.211	0.179
NO ₃ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.462	0.511	0.428
PO ₄ -P(mg/L)	흡광도법	-	0.011	0.024	0.015
Chl-a(mg/L)	흡광도법	200이하	30.7	26.7	27.1

* 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용으로 사용할 수 없습니다.
 작성자: 임권섭 (서명) 기술책임자: 홍현아 (서명) 품질책임자: 이지은 (서명)

(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

2016.09.23

분석과학을 선도하는 기업
(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 세종, 제2중 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축장대행업 / 환경컨설팅

본조사: 환경-농업용수16-3-3수질
 문서번호: 환경-농업용수16-3-3수질
 의뢰기관: (주)진화기술공사
 발행일자: 2016년 10월 19일

시험성적서

시험표명	호수수질	채수일시	2016. 09. 22 ~ 09. 23
채수장소	RW-1-2: 서산저수지1 RW-2-2: 서산저수지2 RW-3-2: 서산저수지3		

분석항목	분석방법	환경기준 (하. 등극)	분석결과		
			RW-1-2	RW-2-2	RW-3-2
pH	유리전극법	6.5~8.5	8.1	8.1	8.2
DO(mg/L)	격막전극법	5.0 이상	6.0	6.2	5.9
수온(°C)	직접측정법	-	24.3	24.0	24.2
Conductivity	-	-	209	188	163
BOD(mg/L)	격막전극법	-	8.8	5.9	6.7
COD(mg/L)	산성KMnO4법	50이하	10.7	12.1	10.3
SS(mg/L)	유리상유여지법	150이하	10.0	9.0	6.8
T-N(mg/L)	흡광도법	0.60이하	0.794	0.865	0.706
T-P(mg/L)	흡광도법	0.050이하	0.052	0.095	0.073
TOC(mg/L)	고온연소법	-	7.34	7.55	6.57
NH ₄ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.069	0.075	0.062
NO ₂ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.232	0.225	0.202
NO ₃ -N(mg/L)	흡광도법	-	0.444	0.512	0.430
PO ₄ -P(mg/L)	흡광도법	-	0.012	0.020	0.017
Chl-a(mg/L)	흡광도법	200이하	30.8	27.3	29.7

* 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용으로 사용할 수 없습니다.
 작성자: 임권섭 (서명) 기술책임자: 홍현아 (서명) 품질책임자: 이지은 (서명)

(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

1.3 퇴적물조사

- 2016년 10월 19~20일

항 목		지 점		
		서산-1	서산-2	서산-3
입도분포	Gravel(%)	0.0	0.0	0.0
	Sand(%)	0.0	0.0	0.0
	Silt(%)	55.0	55.5	58.7
	clay(%)	45.0	44.5	41.3
	토 성	Silt	Silt	Silt
유기물(%)		3.08	2.40	2.06
T-N(mg/kg)		1,811.56	1,347.17	1,124.14
T-P(mg/kg)		230.44	225.19	537.04
강열감량(%)		8.2	8.5	8.5

□ 토양 분석

시험항목	토양오염 우려 기준 2지역	결 과 (mg/kg)			
		서산-1	서산-2	서산-3	
카드뮴(mg/kg)	10	0.531	0.626	0.748	
구 리(mg/kg)	500	15.334	23.459	20.222	
비 소(mg/kg)	50	1.49	2.43	2.92	
수 은(mg/kg)	10	0.078	0.081	0.080	
납(mg/kg)	400	43.904	50.467	51.469	
6가크롬(mg/kg)	15	불검출	불검출	불검출	
아 연(mg/kg)	600	166.843	190.606	172.704	
니 켈(mg/kg)	200	32.470	30.858	31.887	
볼 소(mg/kg)	400	98	104	93	
유기인화합물	10	불검출	불검출	불검출	
PCBs	4	불검출	불검출	불검출	
시 안	2	불검출	불검출	불검출	
페놀류	4	불검출	불검출	불검출	
BTEX (mg/kg)	벤젠	1	불검출	불검출	불검출
	톨루엔	20	불검출	불검출	불검출
	에틸벤젠	50	불검출	불검출	불검출
	크실렌	15	불검출	불검출	불검출
TPH(mg/kg)	800	불검출	불검출	불검출	
TCE(mg/kg)	8	불검출	불검출	불검출	
PCE(mg/kg)	4	불검출	불검출	불검출	
벤조피렌(mg/kg)	2	불검출	불검출	불검출	


(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 제1호, 제2호 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축산대행업 / 환경컨설팅

부산 1 부산광역시 중구 중앙대로 177(영도동 177) 301호 3층 301호 Tel: 051-952-4893 Fax: 051-952-4896
 충청 1 충청남도 천안시 동남구 중앙대로 252 호(오룡동) 404호 Tel: 051-328-4893 Fax: 051-328-8005

문서번호 : 환기-농업용수16-4-퇴적물 검사목적 : 환경검토조사
 의뢰기관 : (주)전화기술공사 용 도 : 참고용
 발행일자 : 2016년 11월 03일 시 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험분명	호수퇴적물	채수일시	2016. 10. 19 ~ 10. 20		
채수점소	RS-1-2: 서산저수지1				
	RS-2-2: 서산저수지2				
	RS-3-2: 서산저수지3				

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과		
			RS-1-2	RS-2-2	RS-3-2
강원광량(%)	회화중량법	-	8.2	8.5	8.5
유기물(%)	고운연소잔회법	-	3.08	2.40	2.06
성상	건식계질법	-	Silt	Silt	Silt
	습식계질법	-			
T-N(mg/kg)	흡광도법	-	1811.555	1347.172	1124.136
T-P(mg/kg)	흡광도법	-	230.444	225.194	537.041

* 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용으로 사용할 수 없습니다.

작성지	기술책임자	품질책임자
성명 : 임권섭 (서명)	성명 : 박혜빈 (서명)	성명 : 이지은 (서명)


(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -


(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 제1호, 제2호 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축산대행업 / 환경컨설팅

부산 1 부산광역시 중구 중앙대로 177(영도동 177) 301호 3층 301호 Tel: 051-952-4893 Fax: 051-952-4896
 충청 1 충청남도 천안시 동남구 중앙대로 252 호(오룡동) 404호 Tel: 051-328-4893 Fax: 051-328-8005

문서번호 : 환기-농업용수16-4-퇴적물 검사목적 : 환경검토조사
 의뢰기관 : (주)전화기술공사 용 도 : 참고용
 발행일자 : 2016년 10월 03일 시 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험분명	호수퇴적물	채수일시	2016. 10. 19 ~ 10. 20		
채수점소	RS-1-2: 서산저수지1				
	RS-2-2: 서산저수지2				
	RS-3-2: 서산저수지3				

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과		
			RS-1-2	RS-2-2	RS-3-2
Cd(mg/kg)	유도결함플라즈마법	1.50이하	0.531	0.626	0.748
Cu(mg/kg)	유도결함플라즈마법	500이하	15.334	24.459	20.222
As(mg/kg)	유도결함플라즈마법	60이하	1.49	2.43	2.92
Hg(mg/kg)	원자흡광광도법	40이하	0.078	0.081	0.080
Pb(mg/kg)	유도결함플라즈마법	1000이하	43.904	50.467	51.469
Cr(mg/kg)	저온인산산화법	40이하	불검출	불검출	불검출
Zn(mg/kg)	유도결함플라즈마법	300이하	166.843	190.806	172.704
Ni(mg/kg)	유도결함플라즈마법	400이하	32.470	30.858	31.887
F(mg/kg)	흡광도법	400이하	98	104	93
유기인화합물(mg/kg)	가스크로마토그래피법	0.05이하	불검출	불검출	불검출
PCB(mg/kg)	가스크로마토그래피법	0.05이하	불검출	불검출	불검출

* 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용으로 사용할 수 없습니다.

작성지	기술책임자	품질책임자
성명 : 임권섭 (서명)	성명 : 박혜빈 (서명)	성명 : 이지은 (서명)


(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -


(주)대성기술단 DAESUNG Engineering & Consulting
 제1호, 제2호 환경영향평가대행업 / 해역이용영향평가대행업 / 축산대행업 / 환경컨설팅

부산 1 부산광역시 중구 중앙대로 177(영도동 177) 301호 3층 301호 Tel: 051-952-4893 Fax: 051-952-4896
 충청 1 충청남도 천안시 동남구 중앙대로 252 호(오룡동) 404호 Tel: 051-328-4893 Fax: 051-328-8005

문서번호 : 환기-농업용수16-4-퇴적물 검사목적 : 환경검토조사
 의뢰기관 : (주)전화기술공사 용 도 : 참고용
 발행일자 : 2016년 08월 09일 시 명 : 2016년 농업용수 수질개선사업 기본조사

시험성적서

시험분명	호수퇴적물	채수일시	2016. 10. 19 ~ 10. 20		
채수점소	RS-1-2: 서산저수지1				
	RS-2-2: 서산저수지2				
	RS-3-2: 서산저수지3				

분석항목	분석방법	환경기준	분석결과		
			RS-1-2	RS-2-2	RS-3-2
Cd(mg/kg)	유도결함플라즈마법	20이하	불검출	불검출	불검출
Co(mg/kg)	가스크로마토그래피법	40이하	불검출	불검출	불검출
TPH(mg/kg)	가스크로마토그래피법	50이하	불검출	불검출	불검출
TG(mg/kg)	가스크로마토그래피법	80이하	불검출	불검출	불검출
PCB(mg/kg)	가스크로마토그래피법	40이하	불검출	불검출	불검출
벤조피렌(mg/kg)	가스크로마토그래피/질량분석법	0.005이하	불검출	불검출	불검출
BTEX(mg/kg)	Benzene	가스크로마토그래피/질량분석법	0.1이하	불검출	불검출
	Toluene	가스크로마토그래피/질량분석법	0.1이하	불검출	불검출
	Ethylbenzene	가스크로마토그래피/질량분석법	0.1이하	불검출	불검출
	Xylene	가스크로마토그래피/질량분석법	0.1이하	불검출	불검출

* 본 시험성적서는 본 과업의 참고용 외에 타용으로 사용할 수 없습니다.

작성지	기술책임자	품질책임자
성명 : 임권섭 (서명)	성명 : 박혜빈 (서명)	성명 : 이지은 (서명)


(주)대성기술단 대표이사

- 친환경적인 개발로 생활과 조화를 이루도록 선도하는 기업 -

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 (균수/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 농업용수로 사용할 수 있음.
- 마. 약간 나쁨: 상당량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 농업용수로 사용하거나 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 농업용수로 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 농업용수로 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									
		수소이 온농도 (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)	총질 소 (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 「어린이놀이 시설 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. 현황측량 기준점 성과표

4.1 기준 1



구분	표고	좌표	
		X	Y
기준1	G.H=4.273m	211,682.329	191,863.498

4.2 기준 2



구분	표고	좌표	
		X	Y
기준2	G.H=4.176 m	211,539.176	191,859.335

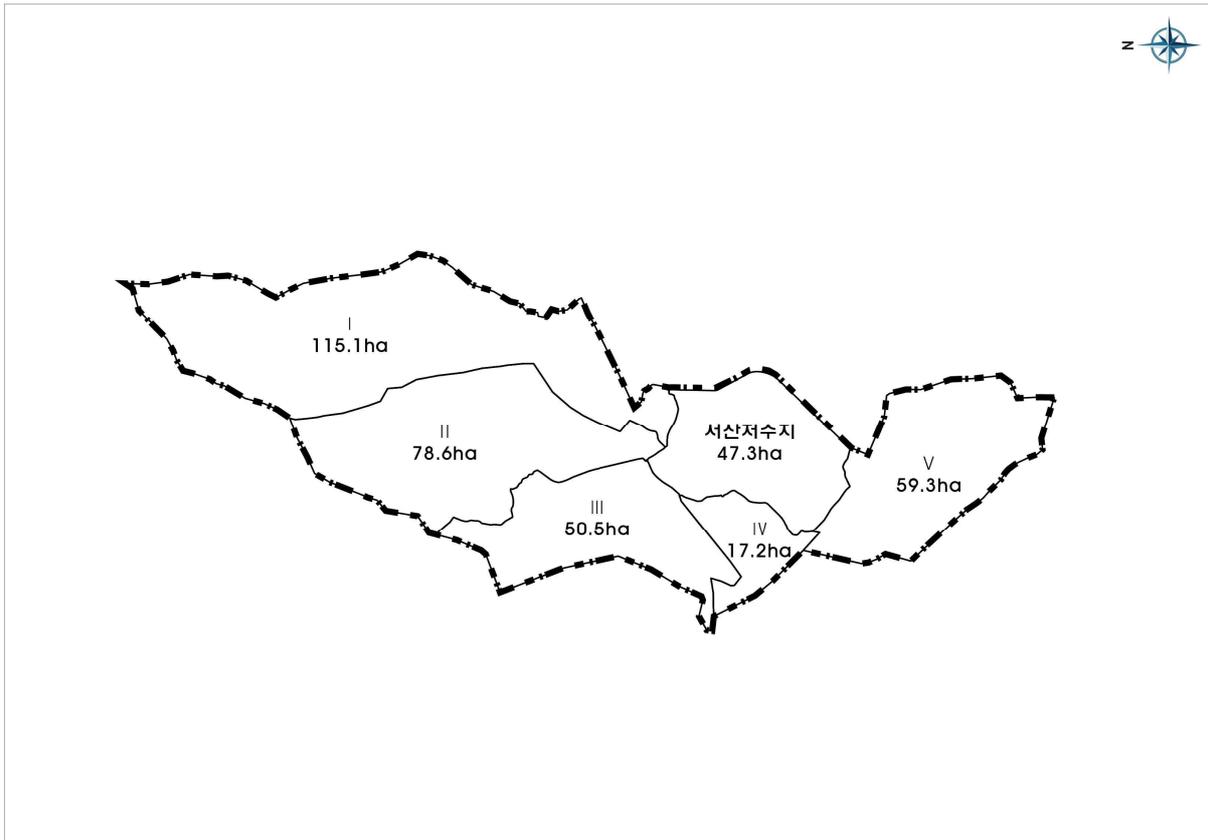
부록 5. 연도별 월별 강우량

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
2006	17.0	50.5	20.5	137.5	275.5	270.5	506.5	208.5	83.0	34.5	34.5	40.1	1,678.6
2007	14.9	49.4	159.5	42.5	148.0	37.5	274.5	577.0	530.5	90.0	1.5	52.7	1,978.0
2008	44.0	11.1	51.4	52.1	192.2	262.2	127.3	127.2	42.5	35.5	26.9	9.2	981.6
2009	12.9	64.5	62.0	121.0	157.4	118.2	638.6	107.1	66.9	57.4	20.0	35.5	1,461.5
2010	34.6	119.0	111.4	159.5	146.0	88.5	268.5	565.2	114.6	64.5	23.8	53.2	1,748.8
2011	1.9	74.0	31.0	134.8	127.7	272.2	360.3	354.5	25.3	24.0	167.5	10.6	1,583.8
2012	17.1	35.1	165.1	235.5	38.0	53.9	267.0	554.1	248.5	55.0	42.4	63.0	1,774.7
2013	19.0	59.5	71.0	59.9	225.2	88.1	180.0	256.4	82.1	27.6	81.1	7.4	1,157.3
2014	13.5	22.9	87.7	64.6	105.1	119.0	214.2	528.2	209.4	84.0	72.7	24.7	1,546.0
2015	25.6	29.4	39.5	178.6	124.5	104.9	231.0	149.0	64.4	77.9	84.3	51.9	1,161.0

자료 : 기상연보(2006~2015)

부록 6. 유역도 및 면적표

6.1 유역구분도



6.2 토지이용현황

소유역	읍·면·동	지목별 면적(ha)					
		계	답	전	임야	대지	기타
총 계		320.7	70.5	43.3	168.8	23.6	14.5
소유역 I	대덕읍 연지리	115.1	4.3	12.7	87.4	5.1	5.6
소유역 II	대덕읍 연지리	78.6	12.0	15.4	45.6	3.3	2.3
소유역 III	대덕읍 연지리	50.5	31.4	5.3	2.2	8.5	3.1
소유역 IV	대덕읍 연지리	17.2	3.8	5.4	3.5	3.5	1.0
소유역 V	대덕읍 가학리, 회진면 회진리	59.3	19.0	4.5	30.1	3.2	2.5

주) 서산저수지 수면적(47.2ha) 제외

부록 7. 유역별 유출량 산정 결과

유역 구분	유역면적 (ha)	유출량(mm/년)								유출률 (%)	유입량(천 ㎡/년)				일평균 유입량(㎡/일)			비고
		총 유출량	일 13mm 이상		일 20mm 이상		일 30mm 이상		총 유입		일 13mm 미만	일 20mm 미만	일 30mm 미만	총 유입	일 30mm 미만	일 30mm 초과		
			재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수	유출량										
1	115.1	985.5	28.8	520.3	21.1	477.9	14.1	410.4	64.9	1,134.3	535.5	584.3	662.0	3,107.8	1,889.6	32,916.3		
2	78.6	899.8	28.8	537.6	21.1	497.3	14.1	427.3	59.3	707.3	284.7	316.3	371.4	1,937.7	1,059.9	23,470.1		
3	50.5	552.2	28.8	406.3	21.1	358.6	14.1	310.2	36.2	278.8	73.7	97.8	122.2	763.9	348.8	10,959.5		
4	17.2	1,012.4	28.8	777.2	21.1	692.5	14.1	576.7	67.0	174.1	40.5	55.0	74.9	477.1	213.8	6,989.1		
5	59.3	680.8	28.8	429.1	21.1	401.2	14.1	345.4	44.7	403.7	149.3	165.9	198.9	1,106.1	567.8	14,309.6		
저수지	24.6																	
계	345.3	4,130.7	28.8	2,670.4	21.1	2,427.4	14.1	2,070.0	54.4	2,698.3	1,083.6	1,219.3	1,429.5	7,392.6	4,079.9	88,644.6		

서산저수지 유역1 유출량(by DIROM모형 : 장흥관측소)

년도별	유역면적 (ha)	강우량 (mm/년)	유출량(mm/년)								유출률 (%)	유입량(천 ㎡/년)				일평균 유입량(㎡/일)			비고
			총 유출량	일 13m 이상		일 20m 이상		일 30m 이상		총 유입		일 13mm 미만	일 20mm 미만	일 30mm 미만	총 유입	일 30mm 미만	일 30mm 초과		
				재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수	유출량										
2006	115.10	1,678.60	1125.2	32	613.10	24	561.30	16	481.80	67.03	1,295.11	589.43	649.05	740.55	3,548.23	2,121.93	34,659.49		
2007	115.10	1,978.00	1350	38	829.70	29	767.10	21	678.50	68.25	1,553.85	598.87	670.92	772.90	4,257.12	2,246.79	37,188.26		
2008	115.10	981.60	588	20	258.60	14	234.60	10	200.10	59.90	676.79	379.14	406.76	446.47	1,854.21	1,257.67	23,031.51		
2009	115.10	1,461.50	949.2	28	494.70	20	450.80	12	385.60	64.95	1,092.53	523.13	573.66	648.70	2,993.23	1,837.69	36,985.47		
2010	115.10	1,748.80	1144.6	38	585.30	29	542.40	18	426.60	65.45	1,317.43	643.75	693.13	826.42	3,609.41	2,381.61	27,278.70		
2011	115.10	1,583.80	1064.9	28	536.70	21	486.20	14	422.10	67.24	1,225.70	607.96	666.08	739.86	3,358.08	2,107.87	34,702.65		
2012	115.10	1,774.70	1196.8	31	696.80	23	638.40	16	570.80	67.44	1,377.52	575.50	642.72	720.53	3,774.02	2,064.54	41,061.93		
2013	115.10	1,157.30	728.9	26	384.30	18	349.50	12	266.40	62.98	838.96	396.63	436.69	532.34	2,298.53	1,508.04	25,552.20		
2014	115.10	1,546.00	1002.7	24	504.40	17	474.40	12	448.20	64.86	1,154.11	573.54	608.07	638.23	3,161.94	1,808.02	42,989.85		
2015	115.10	1,161.20	705	23	299.20	16	274.00	10	223.40	60.71	811.46	467.08	496.08	554.32	2,223.16	1,561.47	25,713.34		
평균	115.10	1,507.15	985.53	28.8	520.28	21.1	477.87	14.1	410.35	64.88	1,134.35	535.50	584.32	662.03	3,107.79	1,889.56	32,916.34		

서산저수지 유역2유출량(by DIROM모형 : 장흥관측소)

년도별	유역면적 (ha)	강우량 (mm/년)	유출량(mm/년)								유출률 (%)	유입량(천 ³ /년)			일평균 유입량(㎥/일)			비고
			총 유출량	일 13m 이상		일 20m 이상		일 30m 이상		총 유입		일 13mm 미만	일 20mm 미만	일 30mm 미만	총 유입	일 30mm 미만	일 30mm 초과	
				재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수	유출량									
2005	78.60	1,678.60	1025.3	32	625.30	24	582.20	16	500.50	61.08	805.89	314.40	348.28	412.49	2,207.91	1,181.93	24,587.06	
2006	78.60	1,978.00	1232	38	839.60	29	781.10	21	693.80	62.29	968.35	308.43	354.41	423.03	2,653.02	1,229.72	25,967.94	
2007	78.60	981.60	538.4	20	274.10	14	251.10	10	212.90	54.85	423.18	207.74	225.82	255.84	1,159.40	720.68	16,733.94	
2008	78.60	1,461.50	864.8	28	504.50	20	466.60	12	400.10	59.17	679.73	283.20	312.99	365.25	1,862.28	1,034.71	26,206.55	
2009	78.60	1,748.80	1042.2	38	607.60	29	565.10	18	446.40	59.60	819.17	341.60	375.00	468.30	2,244.30	1,349.56	19,492.80	
2010	78.60	1,583.80	971.1	28	559.10	21	508.30	14	443.40	61.31	763.28	323.83	363.76	414.77	2,091.19	1,181.69	24,893.74	
2011	78.60	1,774.70	1089.2	31	708.80	23	652.20	16	582.30	61.37	856.11	298.99	343.48	398.42	2,345.51	1,141.61	28,605.49	
2012	78.60	1,157.30	671.8	26	409.10	18	373.50	12	286.40	58.05	528.03	206.48	234.46	302.92	1,446.67	858.14	18,759.20	
2013	78.60	1,546.00	917	24	527.70	17	497.60	12	468.10	59.31	720.76	305.99	329.65	352.84	1,974.69	999.53	30,660.55	
2014	78.60	1,161.20	646.4	23	320.50	16	295.70	10	239.10	55.67	508.07	256.16	275.65	320.14	1,391.97	901.80	18,793.26	
평균	78.60	1,507.15	899.82	28.8	537.63	21.1	497.34	14.1	427.30	59.27	707.26	284.68	316.35	371.40	1,937.69	1,059.94	23,470.05	

서산저수지 유역3유출량(by DIROM모형 : 장흥관측소)

년도별	유역면적 (ha)	강우량 (mm/년)	유출량(mm/년)								유출률 (%)	유입량(천 ³ /년)			일평균 유입량(㎥/일)			비고
			총 유출량	일 13m 이상		일 20m 이상		일 30m 이상		총 유입		일 13mm 미만	일 20mm 미만	일 30mm 미만	총 유입	일 30mm 미만	일 30mm 초과	
				재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수	유출량									
2005	50.50	1,678.60	634.6	32	446.00	24	421.90	16	364.90	37.81	320.47	95.24	107.41	136.20	878.01	390.25	11,517	
2006	50.50	1,978.00	786.4	38	839.60	29	558.00	21	499.10	39.76	397.13	-26.87	115.34	145.09	1,088.03	421.76	12,002	
2007	50.50	981.60	306.7	20	192.00	14	180.00	10	154.30	31.24	154.88	57.92	63.98	76.96	424.34	216.79	7,792	
2008	50.50	1,461.50	531.7	28	358.00	20	338.70	12	293.20	36.38	268.51	87.72	97.47	120.44	735.64	341.20	12,339	
2009	50.50	1,748.80	632.8	38	431.10	29	404.70	18	322.60	36.18	319.56	101.86	115.19	156.65	875.52	451.44	9,051	
2010	50.50	1,583.80	608.9	28	403.10	21	371.40	14	324.80	38.45	307.49	103.93	119.94	143.47	842.45	408.75	11,716	
2011	50.50	1,774.70	684.1	31	501.60	23	467.10	16	418.30	38.55	345.47	92.16	109.59	134.23	946.49	384.61	13,203	
2012	50.50	1,157.30	409.2	26	288.10	18	267.50	12	210.10	35.36	206.65	61.16	71.56	100.55	566.15	284.83	8,842	
2013	50.50	1,546.00	559.2	24	376.30	17	361.10	12	339.70	36.17	282.40	92.36	100.04	110.85	773.69	314.02	14,296	
2014	50.50	1,161.20	368	23	226.80	16	215.10	10	175.00	31.69	185.84	71.31	77.21	97.47	509.15	274.55	8,838	
평균	50.50	1,507.15	552.16	28.8	406.26	21.1	358.55	14.1	310.20	36.16	278.84	73.68	97.77	122.19	763.95	348.82	10,959.45	

2016년 서산지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

서산저수지 유역4유출량(by DIROM모형 : 장흥관측소)

년도별	유역면적 (ha)	강우량 (mm/년)	유출량(mm/년)						유출율 (%)	유입량(천 ³ /년)			일평균 유입량(㎥/일)			비고		
			총 유출량	일 13m 이상		일 20m 이상		일 30m 이상		총 유입	일 13mm 미만	일 20mm 미만	일 30mm 미만	총 유입	일 30mm 미만		일 30mm 초과	
				재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수										유출량
2006	17.20	1,678.60	1134.9	32	887.00	24	803.10	16	674.00	67.61	195.20	42.64	57.07	79.27	534.80	227.15	7,245.50	
2007	17.20	1,978.00	1349.3	38	1,124.00	29	1,020.20	21	885.80	68.22	232.08	38.75	56.61	79.72	635.83	231.75	7,255.12	
2008	17.20	981.60	640.6	20	446.10	14	382.70	10	315.00	65.26	110.18	33.45	44.36	56.00	301.87	157.76	5,418.00	
2009	17.20	1,461.50	974.9	28	743.70	20	663.40	12	547.50	66.71	167.68	39.77	53.58	73.51	459.40	208.25	7,847.50	
2010	17.20	1,748.80	1187.5	38	906.20	29	805.00	18	615.20	67.90	204.25	48.38	65.79	98.44	559.59	283.68	5,878.58	
2011	17.20	1,583.80	1064.6	28	821.10	21	732.20	14	615.20	67.22	183.11	41.88	57.17	77.30	501.67	220.22	7,558.17	
2012	17.20	1,774.70	1207.9	31	939.20	23	848.20	16	733.20	68.06	207.76	46.22	61.87	81.65	569.20	233.95	7,881.90	
2013	17.20	1,157.30	773.3	26	628.20	18	536.70	12	425.90	66.82	133.01	24.96	40.70	59.75	364.40	169.27	6,104.57	
2014	17.20	1,546.00	1026.4	24	750.30	17	679.10	12	603.80	66.39	176.54	47.49	59.74	72.69	483.67	205.91	8,654.47	
2015	17.20	1,161.20	764.6	23	525.70	16	454.50	10	351.60	65.85	131.51	41.09	53.34	71.04	360.30	200.10	6,047.52	
평균	17.20	1,507.15	1,012.40	28.8	777.15	21.1	692.51	14.1	576.72	67.00	174.13	40.46	55.02	74.94	477.08	213.80	6,989.13	

서산저수지 유역5유출량(by DIROM모형 : 장흥관측소)

년도별	유역면적 (ha)	강우량 (mm/년)	유출량(mm/년)						유출율 (%)	유입량(천 ³ /년)			일평균 유입량(㎥/일)			비고		
			총 유출량	일 13m 이상		일 20m 이상		일 30m 이상		총 유입	일 13mm 미만	일 20mm 미만	일 30mm 미만	총 유입	일 30mm 미만		일 30mm 초과	
				재현 일수	유출량	재현 일수	유출량	재현 일수										유출량
2006	59.30	1,678.60	781.5	32	501.10	24	471.20	16	405.40	46.56	463.43	166.28	184.01	223.03	1,269.67	639.05	15,025.14	
2007	59.30	1,978.00	957.9	38	673.20	29	631.20	21	561.80	48.43	568.03	168.83	193.73	234.89	1,556.26	682.81	15,864.16	
2008	59.30	981.60	386.9	20	214.90	14	200.80	10	171.20	39.42	229.43	102.00	110.36	127.91	628.58	360.31	10,152.16	
2009	59.30	1,461.50	656.6	28	401.50	20	377.00	12	324.60	44.93	389.36	151.27	165.80	196.88	1,066.75	557.72	16,040.65	
2010	59.30	1,748.80	786	38	484.50	29	454.30	18	359.40	44.95	466.10	178.79	196.70	252.97	1,276.98	729.03	11,840.23	
2011	59.30	1,583.80	746.7	28	448.20	21	410.30	14	358.20	47.15	442.79	177.01	199.49	230.38	1,213.13	656.35	15,172.33	
2012	59.30	1,774.70	834.4	31	569.50	23	527.50	16	471.20	47.02	494.80	157.09	181.99	215.38	1,355.61	617.13	17,463.85	
2013	59.30	1,157.30	503.4	26	323.80	18	299.60	12	230.40	43.50	298.52	106.50	120.85	161.89	817.85	458.61	11,385.60	
2014	59.30	1,546.00	690.1	24	422.50	17	402.40	12	379.40	44.64	409.23	158.69	170.61	184.25	1,121.18	521.94	18,748.68	
2015	59.30	1,161.20	464.8	23	251.70	16	237.20	10	192.30	40.03	275.63	126.37	134.97	161.59	755.14	455.19	11,403.39	
평균	59.30	1,507.15	680.83	28.8	429.09	21.1	401.15	14.1	345.39	44.66	403.73	149.28	165.85	198.92	1,106.12	567.81	14,309.62	

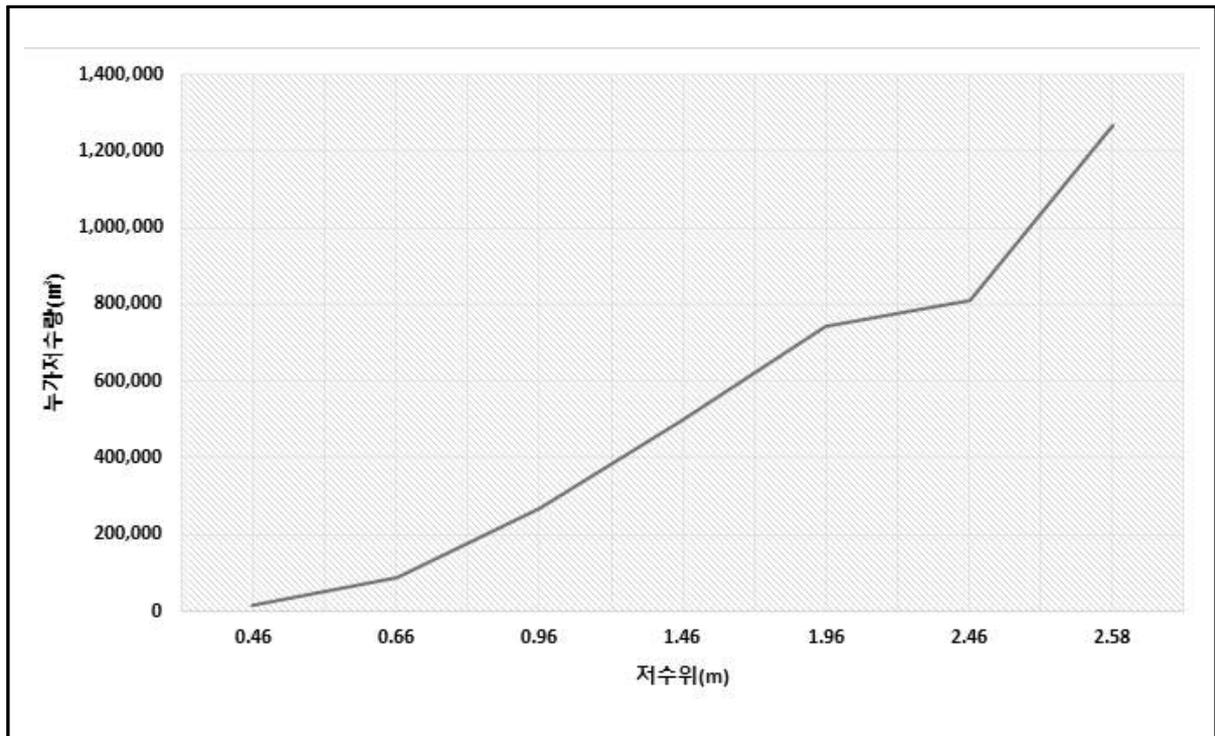
부록 8. 서산저수지 내용적

8.1 서산저수지 표고별 표면적 및 내용적

순 번	표고 (EL.m)	고차 (m)	면적(m ²)		내용적(m ³)		저수율 (%)	비 고
			표고별	평균	구간별	누가		
1	0.46	-	24,670	12,335	-	-	-2.09	바닥고
2	0.66	0.2	140,740	82,705	16,541	16,542	-	사수위
3	0.96	0.3	299,750	220,245	66,074	86,957	8.88	-
4	1.46	0.5	435,900	367,825	183,913	270,279	32.00	-
5	1.96	0.5	465,260	450,580	225,290	500,603	61.04	-
6	2.46	0.5	470,570	467,915	233,958	745,017	91.86	-
7	2.58	0.12	471,710	471,140	56,537	809,542	100.00	만수위
8	3.58	1.0	475,200	473,455	473,455	1,265,244	157.47	홍수위

주) RIMS 여수로 표고 EL.2.12m→금회 측량 EL.2.58m

8.2 서산저수지 내용적 곡선



<덧붙임 1>

<붙임>

'16년 농업용수 수질개선사업

기본조사(안) 기술검토회 결과 보고

2016. 12

 한국농어촌공사

'16년 농업용수 수질개선사업 기본조사(안) 기술검토회 결과 보고

1. 회 의 명

○ '16년 농업용수 수질개선사업 기본조사(안) 기술검토회

2. 일시 및 장소

지구명	일 시	장 소
용풍, 신구, 서산	'16. 12. 09(금) 14:00 ~ 16:50	농림축산식품부 회의실 (6동 443호)

3. 검토위원

- 위 원 장 : 환경사업처장 최강원
- 부위원장 : 환경사업처 수질환경부장 김완중
- 위 원

지구명	검 토 위 원	
용 풍	7 인	대 외 ▪ 이재천 사무관(농식품부), 김영철 교수(한서대) ▪ 김선규 팀장(경기도청)
	대 내	▪ 함중화 과장(농어촌연구원), 유병수 차장(평택지사) ▪ 박성진 부장(경기지역본부), 정의석 부장(여주·이천지사)
신 구	8 인	대 외 ▪ 이재천 사무관(농식품부), 김영철 교수(한서대) ▪ 주협종 주무관(충남도청), 김종일 팀장(보령시청)
	대 내	▪ 함중화 과장(농어촌연구원), 유병수 차장(평택지사) ▪ 김은수 부장(충남지역본부), 정문철 부장(보령지사)
서 산	8 인	대 외 ▪ 이재천 사무관(농식품부), 김영철 교수(한서대) ▪ 이화종 팀장(전남도청), 문영백 계장(장흥군청)
	대 내	▪ 함중화 과장(농어촌연구원), 유병수 차장(평택지사) ▪ 최원준 부장(전남지역본부), 정근배 부장(장흥지사)

○ 검토의견 반영결과 요약

4. 검토의견 반영계획

4.1 변경내역 및 반영결과 요약

○ 용풍지구 : 총 14건(반영 6건, 기반영 5건, 미반영 3건)

• 반영결과 기본조사(안) 변화

시 설	당 초	변경내역
1호 인공습지	- 소유역 1, 2, 3, 4, 6, 7 처리용(조합형인공습지) ▪ 면적 : 11,935㎡ ※ 펌프시설(2대) 운영조건 · 가동시기 : 1월 ~ 12월 · 가동시간 : 평균 12hr/일(펌프량 : 4,379m ³ /일)	· 지하흐름습지 흐름개선을 위한 중간벽 삭제 및 비상배출구 설치
1호 침강지	보조댐형 : 면적 15,305㎡(이중부댐 설치)	· 보조부댐 및 유도수로 진입로 설치
2호 침강지	보조댐형 : 면적 4,645㎡(이중부댐 설치)	-
식생제거	식생(마름) : 면적 60,000㎡(호내 마름제거)	· 표토제거 추가 반영 · 제거식생 폐기물 처리 반영
수질예측(mg/L)	COD 7.9, TOC 5.1, T-N 2.290, T-P 0.075	-
사업비	3,190,168천원	3,497,753천원
기 타	인구 장래오염원 전망 : 현상유지	-

○ 신구지구 : 총 16건(반영 10건, 기반영 1건, 미반영 5건)

• 반영결과 기본조사(안) 변화

시 설	당 초	변경내역
1호 인공습지	- 소유역 2, 3, 4 유역 처리용(조합형인공습지) ▪ 면적 : 8,155㎡ ※ 펌프시설(2대) 운영조건 · 가동시기 : 1월 ~ 12월 · 가동시간 : 평균 12hr/일(펌프량 : 1,756m ³ /일)	· 지하흐름습지 흐름개선을 위한 중간벽 삭제 · 취수방식 변경(취수관 양수시설 → 양수시설) · 식재방법 변경(포트방식 → 식물랄방식)
1호 침강지	보조댐형 : 면적 13,658㎡(이중부댐 설치)	-
물순환시설	호내 4기 설치	-
수질예측(mg/L)	COD 7.4, TOC 4.4, T-N 0.990, T-P 0.042	-
사업비	2,023,393천원	2,238,658천원
기 타	인구 장래오염원 전망 : 현상유지	-

○ 서산지구 : 총 24건(반영 10건, 기반영 10건, 미반영 4건)

● 반영결과 기본조사(안) 변화

시 설	당 초	변경내역
1호 인공습지	- 소유역 1, 2, 3 유역 처리용(조합형인공습지) ▪ 면적 : 14,059m ² ※ 펌프시설(2대) 운영조건 · 가동시기 : 1월 ~ 12월 · 가동시간 : 평균 12hr/일(펌프량 : 3,277m ³ /일)	· 인공습지 면적 확대(14,059→15,600m ²) · 배출수로 신설(60m) · 지하호름습지 호름개선을 위한 중 간벽 삭제 및 비상배출구 설치
1호 침강지	보조댐형 : 면적 19,016m ² (이중부댐 설치)	-
2호 침강지	보조댐형 : 면적 4,734m ²	-
식생제거	식생(마름) : 면적 400,000m ² (호내 마름제거)	· 제거식생 폐기물 처리 반영
수질예측(mg/L)	COD 7.7, TOC 4.4, T-N 0.910, T-P 0.061	-
사업비	4,822,560천원	5,669,445천원
기 타	인구 장래오염원 전망 : 현상유지	-

○ 검토의견 조치결과 세부내역

○ 서산지구

위원	검 토 의 견	조 치 계 획	비 고
정근배 위 원	○조합형 인공습지를 호소 중앙 까지 최대한 연장 요청	▷조합형인공습지의 배출부는 체 류시간을 고려하여 최대한 길 게 계획한 것이며 추가적으로 배출연못에서 배수로 약 60m 를 설치하여 반영하겠음	반영
	○유지관리 사업비 반영 요청	▷준공 후 유지관리비 반영하여 보고서에 수록하겠음	반영
	○마름을 제거후 처리방법 계획 반영(필요하면 사업비 반영)	▷제거한 마름은 건조 후 처리방 안을 검토하겠음	반영
	○마름제거를 하기 위한 저수지 준설이 요구됨	▷마름제거방안은 기반영하였으나 준설은 퇴적물 조사결과 오염 도 낮아 미시행	미반영
최원준 위 원	○3년간 2회씩 전 저수지구역의 마름을 제거한 후 마름처리계 획 수립이 필요함	▷제거한 마름은 건조후 처리방 안을 검토하겠음 ※ 건조장은 수변 유희부지나 공사예정 부지 활용	반영
	○취입보 설치 계획은 상류 침수 가 발생되지 않도록 폭, 높이 등 검토 요망	▷취입보 설치에 관하여 하천 단면 검토를 하였으며 계획 취입보는 가동보로 상류 침수 에 영향이 없음	기반영
	○양수장 설치는 펌프형식, 기전 시설 등을 토목, 기전관련의 사 전검토가 필요함	▷양수장 설치와 관련해서 펌프 형식 및 기전시설 등은 세부설 계시 추가 검토 예정 ※펌프형식 : 수중펌프 -용량 : 2.28톤/분 -대수 : 2대 + 예비 1대 -위치 : 침강지내 설치	미반영
문영택 위 원	○유량이 많을 때는 펌프가동이 불필요하기 때문에 갈수기에만 펌프가동이 필요하다고 생각됨	▷갈수기 및 계획유량 부족시 양 수시설 운영하도록 계획 수립	기반영

위원	검 토 의 견	조 치 계 획	비 고
이화중 위 원	○마름이 살아있을 때는 정화작용이 뛰어나다고 함. 저수지 내 마름은 제거하고, 부딪에 마름을 식생하는 방안 검토 필요.	▷저수지내 마름 제거 계획은 설계에 기반영 되었으며, 부딪내 마름 식재는 마름사멸시 수질악화요인, 유지관리 곤란, 호 본체로의 확산 등 문제로 반영 곤란	미반영
	○유사한 저수지의 수질개선 사례 비교 검토 설명. 향후 유지관리계획(비용, 인력, 관리방안 등) 제시 필요.	▷기본조사에서 제안한 내용(펌프 순환, 이중부딪, 습지 다단화 및 조합형 습지 운영)으로 수질개선을 실시한 지구는 없으며, 향후 유지관리계획(비용, 인력, 관리방안 등)을 보고서에 제시 하겠음	반영
	○향후 회의에 검토위원으로 시군 환경관리지도 담당을 위촉하여 상류 수질대책협의 필요	▷시·군 환경관리담당자를 위촉하여 상류 수질대책이 협의 되도록 하겠음	반영
	○저수지내 보다는 상류유역처리가 시급. 앞으로 계획시 유역내 오염처리 계획 반영필요(해당군 계획 검토)	▷저수지 유역의 오염원 현황과 해당 지자체의 하수도정비기본계획상 장래 계획 등을 검토하였음 ▷유역내 오염처리계획은 지자체 소관사항으로 본 과업에 명시하여 반영할 수는 없으나 적용 가능한 대책은 제안하겠음	기반영
함중화 위 원	○지하흐름형습지 : 폭 10m, 수심 50cm로 가정할 경우 계획 유량 공급시 0.8cm/sec임. 제일 굵은 모래를 적용하더라도 투수계수가 1cm/sec로 다짐 등이 발생하면 지표흐름이 발생할 가능성 있음.	▷설계된 지하흐름형습지는 폭 10m에 수심 1m로 계획되어 있으며 최소 공극률 0.40을 고려한 유속은 0.0095m/s로 계산됨. 여재는 굵은 자갈, 작은 자갈, 기능성여재 순으로 계획하였고 투수율을 고려하여 여재 크기를 결정하겠음	반영
	○또한 중간에 칸막이가 있어 실제적인 폭은 더 감소하여 필요한 유속은 4~5배 더 클 수 있음. 그러므로 큰 입자의 여재를 이용하고, 칸막이는 물을 충분히 통과 시킬 수 있도록 검토 필요함.	▷칸막이는 삭제하고 막힘현상을 대비하여 전 단계에서 비상배수로를 설계에 반영하였음	반영

위원	검 토 의 견	조 치 계 획	비 고
합중화 위 원	○간접유역의 하천수 도수 : 간접 유역의 하천수는 서산지 유입하 천보다 농도가 더 높을 것으로 추정됨. 도수된 물이 침강지 또 는 습지를 통해 처리 후 저수지 로 유입되도록 검토 필요함	▷간접유역의 하천 유입수는 인 공습지와 침강지를 걸쳐 처리 후 저수지로 유입되도록 설계 되어 있음	기반영
	○계획상 펌프는 4~6월에만 가동 하도록 되어 있으나 최대의 효 과를 얻기 위해서는 유지관리비 가 허락하는 범위 내에서 장기 간 운영하는 방안 검토가 필요	▷펌프만으로도 계획유량을 취수 할 수 있도록 계획하였으며, 계획유입량이 부족한 시기에는 상시 가동하는 것으로 계획함	기반영
	○일 12시간 운영할 계획을 수립 하였는데 유지관리상 자동 운 영이 적절함.	▷펌프는 1일 12시간 운영이 자 동제어 되는 방법으로 설치하 겠음	반영
유병수 위 원	○계획유량보다 투수능력이 커야 되며, 단면, 투수재료 등 검토 필요, 토사 및 이물질로 인한 투수능력 저하우려 유지관리 필요, 투수능력 저하시 비상분 수문 설치 필요	▷막힘현상을 최소화하기 위하여 지표흐름형습지 이후에 지하흐 름형습지를 배치하였으며 여재 는 공극율 0.4이상의 굵은 여 재, 중간여재, 기능성 여재 순 으로 계획하고 전 단계에서 비 상배수로를 설계에 반영하였음	기반영
	○침강지(보조부댐) : 하천과 저 수지 경계부 설치로 홍수시 상 류 침수 및 배수불량 우려	▷보조부댐 폭은 유입 하천의 최 하류부 단면의 4배 이상으로 넓어지며 만수위보다는 80cm 이상 낮게 설계(보조부댐의 높 이를 부댐의 높이보다 0.3m이 상 낮게)하여 영향은 없는 것 으로 검토됨	기반영

위원	검 토 의 건	조 치 계 획	비 고
김영철 위 원	○수로형 습지(직결형습지)는 저수지와 같은 수두확보가 어려운 지역에서 적절한 대안으로 평가됨. 그러나 습지간 연결부 그리고 자유흐름습지와 지하흐름습지 연결부에서 침투속도와 유입속도 차이로 배수위가 발생될 것으로 예상되는바 수리검토 필요	▷지표흐름습지 및 지하흐름 유속은 0.0095m/s정도로 예상되며 지하흐름 여재 선정시 공극률을 고려하여 배수위가 발생하지 않도록 통수단면적을 확보하였음. 또한, 지하흐름 전단계에서 배수위발생에 대비하여 비상배수로를 설계에 반영하였음	반영
	○전도형 취입보는 과거 설치 경험에 따르면 강우시에 이물질(식물사체 및 각종 농업폐기물)에 의한 오작동이 보고되어 있으므로 다른 대안을 검토하여 제시하기 바람	▷취입보는 전도형으로 설계하였으며 홍수기때에는 비가 그친 후 바로 시설들을 점검하도록 유지관리계획을 반영하겠음. 취입보는 전도형, 고무보를 비교 하였으며 수위조절이 가능한 전도계이더 형으로 검토하였음.	미반영
	○양수형태의 취수가 복류수형식으로 취수되는데 인공습지의 제방에 설치되는데 집수정 설치시 위치선정 결정을 위한 수리유동 검토 필요	▷양수시설은 침강지내 집수정을 설치하고 수중펌프를 통하여 양수됨. 설치위치는 수심이 최대한 확보되는 위치에 설치하도록 계획함.	기반영
	○개방수역과 식생수역의 적절한 배치와 결정으로 식물생산량의 조절과 습지내부의 산화-환원 조건을 유도 50%:50% 정도로 결정함.	▷개방수역(깊은연못) : 식생수역(얕은습지)의 비율을 30 : 50으로 설계에 반영하였으며 침사지와 배출연못의 개방수역을 포함시 비슷한 비율로 설계됨	기반영
	○지하흐름형 습지가 수평흐름형 습지? 수직흐름형 습지? → 수평흐름형 습지면 침투수의 수집을 위한 배수구의 구조 검토	▷지하흐름습지는 수평흐름형 습지이며 선단에는 유량균등조를 설치하고 단계별 여재를 통과하여 습지상부로 유출되는 구조로 계획함	기반영

○ 기술검토회 회의록

5.3 서산지구

정근배 위원	·2호침강지 남측의 식생수로를 계획에서 제외했는데 사유지 매입은 반영되어 있는가?
김상현 차장	·식생수로를 반영하여 수질 모의를 수행한 결과 사업비 대비 수질처리효율이 낮아 계획에서 제외하였으며, 계획부지를 사토장 또는 홍수부지로 활용하기 위하여 사유지 매입비용을 전체 사업비에 포함시켜 계획함.
정근배 위원	·조합형인공습지 배출부를 남측으로 좀 더 길게 조성하거나 배수로를 추가하여 수체의 순환을 최대한 길게하는 것이 필요함.
김상현 차장	·조합형인공습지의 배출부는 체류시간을 고려하여 최대한 길게 계획한 것이며 배수로 추가 설치는 사업비를 검토하여 보겠음.
위원장	·침강지에서 본 저수지의 물을 어떻게 인공습지로 유입시킬 수 있는가?
김상현 차장	·부담에 설치된 배수문을 통하여 갈수기에 저수율 30%까지는 본 저수지의 물이 침강지로 유도될 수 있도록 설계하고, 침강지에 유도된 물은 양수시설을 통하여 인공습지로 취수시키고 인공습지를 통하여 수질이 개선된 물이 본 저수지로 유입되도록 설계하였음.
최원준 위원	·인공습지의 정화효율은 얼마인가?
김상현차장	·지표흐름형인공습지의 정화효율은 30~50%이고 조합형인공습지의 경우 정화효율은 50~80%이지만, 유입수의 농도가 높을 때 수처리효율은 높고 유입수의 농도가 낮다면 수처리효율은 떨어짐.

이화중 위원	·현재의 저수지 수질이 나쁨상태에서 수질개선사업을 한 후에도 나쁨상태인가?
김상현 차장	·현재 저수지의 수질은 나쁨상태이고, 2027년의 무대책시 수질을 예측한 결과도 환경기준 V등급(나쁨)상태이나, 수질개선사업을 도입한 후에는 IV등급으로 개선이 됨.
이화중 위원	·서산저수지의 수면적 전체에 마름이 식생하고 있으며 마름의 경우 성장기에는 수질정화효과가 있는 것으로 알고 있는데 부딪 내부에 마름을 식재하는 것도 수질정화효율에 도움이 될 것 같음. ·서산제와 유사한 곳에 수질개선사업을 수행하여 수질이 좋아진 사례가 있는가?
위원장	·현재까지 전국에서 수질개선사업을 실시한 저수지는 21개소로 서산저수지와 조건이 비슷한 곳은 없으나 마름이 영향을 미치는 유사한 저수지를 검토바람.
이화중 위원	·수질개선사업을 위하여 많은 사업비가 소요되는데 사실상 유지관리가 잘 이루어지지 않는다면 수질정화효과에 큰 영향을 미치므로 유지관리방법을 제시바람. ·저수지의 수질관리 회의에 지자체의 환경관련부서 담당자가 꼭 참석하는 것이 중요함.
위원장	·유지관리비용에서 양수시설의 전기료 등은 최소화 되어있음.
김상현 차장	·침강지내에 기존에 수생식물이 자라고 있는 경우는 존치하나 마름, 연, 갈대류의 수생식물을 식재하지는 않으며, 마름의 경우 성장기에는 수질정화효과가 좋으나 마름이 사멸한 후에는 수질에 악영향을 미치므로 제거를 위한 유지관리비가 별도로 필요함.

유병수 위원	· 지하흐름형인공습지의 투수단면을 크게 하거나 투수율이 높은 투수재를 사용해야 계획유량 처리가 가능해 보이며, 투수재의 막힘현상을 대비한 유지관리계획과 지하흐름형습지가 막혔을 때 전 단계에서 배출할 수 있는 시설이 필요함.
김상현 차장	· 지하흐름형인공습지의 막힘현상과 계획유량 전량이 유입되지 않을 경우를 대비하여 전 단계에서 비상배출구를 설계에 반영하였음.
유병수 위원	· 보조부댐의 경우 유입하천에 인접하여 홍수기에 상류지역에 영향이 예상되므로 검토가 필요함.
최철관 과장	· 유입 하천의 최하류부 단면을 검토한 결과 4배 이상으로 넓어지며 만수위보다는 80cm 이상 낮게 설계(보조부댐의 높이를 부댐의 높이보다 0.3m이상 낮게)하여 영향은 없을 것으로 판단됨.
함종화 위원	· 지하흐름형습지의 경우 일반적으로 고농도저유량에서 설치하므로 여과재의 경우 투수율이 높고 입자가 큰 다공성여재를 사용해야 하며, 현재 설계에는 칸막이가 있는데 칸막이를 제거하여 투수단면을 크게 해준다면 계획유량 처리가 가능할 것으로 판단됨. · 서산저수지는 직접유역과 간접유역으로 구분할 수 있는데, 간접유역이 오염원인 한우와 거주인구수가 훨씬 많아서 유입시 더 큰 영향이 우려됨.
김상현 차장	· 신월보에서 수로를 따라 유입되는 구간중에 수문이 설치되어 있으며, 일부 물이 유입되고 있으나 영향은 크지 않음.
위원장	· 지하흐름형습지에 사용되는 여과재의 투수율과 계획유량은 검토가 필요함.
김영철 위원	· 인공습지의 연장이 너무 길어서 자연유하로 설계를 하였으나 수두손실이 클 것으로 예상되어, 연장을 3단정도로 나누고 계획유량도 3등분하여 유입한다면 지하흐름형습지의 투수율에도 영향을 적게 받을 것으로 판단됨.

최철관 과장	·3단 설계도 고려를 해보았으나 펌프시설이 3개소로 늘어남에 따라 사업비가 과다 산정되어 현재의 인공습지의 연장으로 계획하였으며, 주유입부와 배출부를 최대한 이격시켜 저수지 수계 정체가 최소화되도록 계획함.
최원준 위원	·전남지역의 경우 마름이 자라고 있는 저수지들이 많은 편이나 마름 제거 장비가 개발되지 않은 상태이고, 수거 후 처리방법 즉 폐기물로 처리할지 땀감으로 처리할지도 제시바람.
김상현 차장	·수중에서 마름을 제거하여 수거 후 건조하여 처리하는 것으로 계획함.
위원장	·마름 제거 장비 등 제거방법 및 제거후 처리방안을 구체적으로 검토바람.
이재천 위원	·TOC 값을 검토해 보면 현재의 TOC농도 6.3mg/L에서 2027년 무대책시에 TOC농도 6.1mg/L로 대책을 수립하지 않아도 수질이 개선되는 것을 의미하는 것인가?
이한필 박사	·최근 5년간의 평균값은 RAWRIS 데이터의 봄에서 가을까지의 평균자료로 겨울철 저농도 자료가 미반영된 상태이며, 2027년 무대책시 제시된 TOC농도는 실질적으로는 현재의 농도와 유사하다고 보는 것이 적절함.
이재천 위원	·오염원현황을 살펴보면 축산계가 오염부하량의 가장 많은 부분을 차지하고 있고 생활계도 유입되고 있으므로 농어촌공사에서 호내대책만을 수립할 것이 아니라 지자체에서 반영할 유역대책을 제시한다면 목표수질은 IV등급보다 좋아질 것으로 판단됨.
위원장	·한국농어촌공사 장흥지사와 장흥군은 MOU를 체결하였으며, 향후 저수지의 수질개선을 위한 활동을 함께 진행하여 수질 개선에 도움이 되는 결과가 나오도록 장흥지사에서 빠른 시간내 추진해 주시길 바람.

검토위원 기술검토서

○ 안전명 : 서산 지구 농업용수 수질개선사업 기본조사(안)

검토항목	기술검토 내용
	① 약국은 산기슭에 있어 정화구통이 되어있으나 약, 저수지내 마름은 제거하고, 구멍에 마름은 발생하는 방안 검토 필요.
	② 유사한 저수지내 수질개선 사례 비교 검토 필요 및 향후 유지 관리 계획 (비용, 인력, 관리방안 등) 검토 필요.
	③ 향후 회의에 검토위원과 서로 환경관리 관련 자료를 교환하여 상급 수질 관리 방안 검토 필요.
	④ 저수지내 민생 상류 분기 취수 시 급, 양으로 계획시 유량에 맞춰 관리 계획 검토 필요. (회랑은 계획 검토)

2016년 12월 09일

전남도청 농업정책과

검토위원 이희중 

환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

검토위원 기술검토서

○ 안전명 : 서산 지구 농업용수 수질개선사업 기본조사(안)

검토항목	기술검토 내용
<ul style="list-style-type: none"> • 인공습지 가지 관리비 	<ul style="list-style-type: none"> · 우량이 많을 때는 펌프가동이 불필요하기 때문에 · 강수량에만 펌프가동이 필요하다는 생각됨. · 인공습지 더기없는가 여수론 큰 배수 함수있도록하여 배수르 큰 배수리리 함이 주겠습니다.

2016년 12월 09일

검토위원 김영익 (인)

환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

검토위원 기술검토서

○ 안건명 : 서산 지구 농업용수 수질개선사업 기본조사(안)

검토항목	기술검토 내용
지점별 수질 유지관리	<p>지점별 수질 유지관리를 위하여, 수질 개선에 필요한 시설을 설치할 것임.</p> <p>· 수질 개선에 필요한 시설을 설치할 것임.</p> <p>· 수질 개선에 필요한 시설을 설치할 것임.</p>
각각의 (보조사업)	<p>· 수질 개선에 필요한 시설을 설치할 것임.</p> <p>· 수질 개선에 필요한 시설을 설치할 것임.</p>

2016년 12월 09일

검토위원 유병수 

환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

검토위원 기술검토서

○ 안전명 : 서산 지구 농업용수 수질개선사업 기본조사(안)

검토항목	기술검토 내용
- 지하흐름형 습기	<ul style="list-style-type: none"> · 폭 10m, 수심 50cm 로 가정할 경우 계획 차량 공급서 0.8cm/sec 인. · 제일 굵은 모래는 적용함 더라도 투수 계수가 1cm/sec 로 다갈증이 발생하면 기포 흐름이 발생할 가능성 있음. · 또한 중간에 칸막이가 있어 실제적인 폭은 더 감소하여 판 모란 모퉁이 4~5배 더 클 수 있음. · 그러므로 큰 입자의 여재를 이용하고, 칸막이는 물을 충분히 통과 시킬 수 있도록 검토 필요함.
- 간접 우역의 하천수 도수	<ul style="list-style-type: none"> · 도수 간접 우역의 하천수는 서산의 우역 하천보다 농도가 더 높을 것으로 추정됨. · 도수된 물이 철강리 또는 습지를 통해 처리 후 습지로 저수리로 유입 되도록 검토 필요함.
- 펄프가동	<ul style="list-style-type: none"> · 계획상 펄프는 4~6월에 만 가동하도록 되어 있으나 최대의 효과를 얻기 위해서는 우역관리비가 허락하는 범위 내에서 장기간 운영 하는 방안 검토 필요 · 이 12시간 운영할 계획을 수립하는데 우역관리상 자동 운영이 적절함.

2016년 12월 09일

검토위원 함종화 

환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

검토위원 기술검토서

○ 안전명 : 서산지구 농업용수 수질개선사업 기본조사(안)

검토항목	기술검토 내용
상수(미등) 계기	3년간 2회씩 전 계측지역의 미등은 제각각의 미등 관리계획 수립이 필요하다.
취수관	취수관 설치 계획은 상수 계측기 설치위치, 양수량, 수, 농도 등 검토 필요.
양수시설	양수시설 계획은 펌프역사, 기전시설 등을 포함. 가전까지 사전 검토가 필요하다.

2016년 12월 09일

검토위원 최우진 한

환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

검토위원 기술검토서

○ 안전명 : Asan 지구 농업용수 수질개선사업 기본조사(안)

검토항목	기술검토 내용
① 수질정화장	수질정화장 인입수지를 콘크리트 중양기나 적당한 연장 방형.
· 사면비	- 유지방의 사면비 반영 원칙. (2:1.5)
인공제기	· 인공은 제기쪽 취기방법 계획 반영 - 광물제기 사면비 반영
퇴적물 조사	- 미물 퇴적물 제거를 꾀 위한 지수리 조사이론구입.

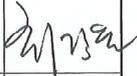
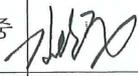
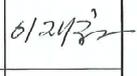
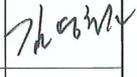
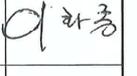
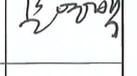
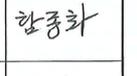
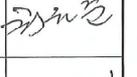
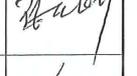
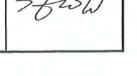
2016년 12월 09일

검토위원 정 지미 

환경사업처 기술검토회 위원장 귀하

○ 참석자명단 및 사진대지

서산지구 기술검토회의 위원 명단

구 분	소 속	직 위	성 명	서명
위 원 장	환경사업처	처 장	최 강 원	
부위원장	수질환경부	부 장	김 완 중	
위 원	농림축산식품부	사무관	이 재 천	
위 원	한서대학교	교 수	김 영 철	
위 원	전남도청	팀 장	이 화 중	
위 원	장흥군청	팀장 주무관	문영백 윤승택	
위 원	농어촌연구원 농공연구실	과 장	함 중 화	
위 원	경기지역본부 평택지사	차 장	유 명 수	
위 원	전남지역본부 수자원관리부	부 장	최 원 준	
위 원	전남지역본부 장흥지사	부 장	정 근 배	
간 사	환경사업처 수질환경부	차 장	김 영 일	

7. 기술검토회 사진대지



기술검토회(용풍, 신구, 서산)



기술검토회(용풍, 신구, 서산)

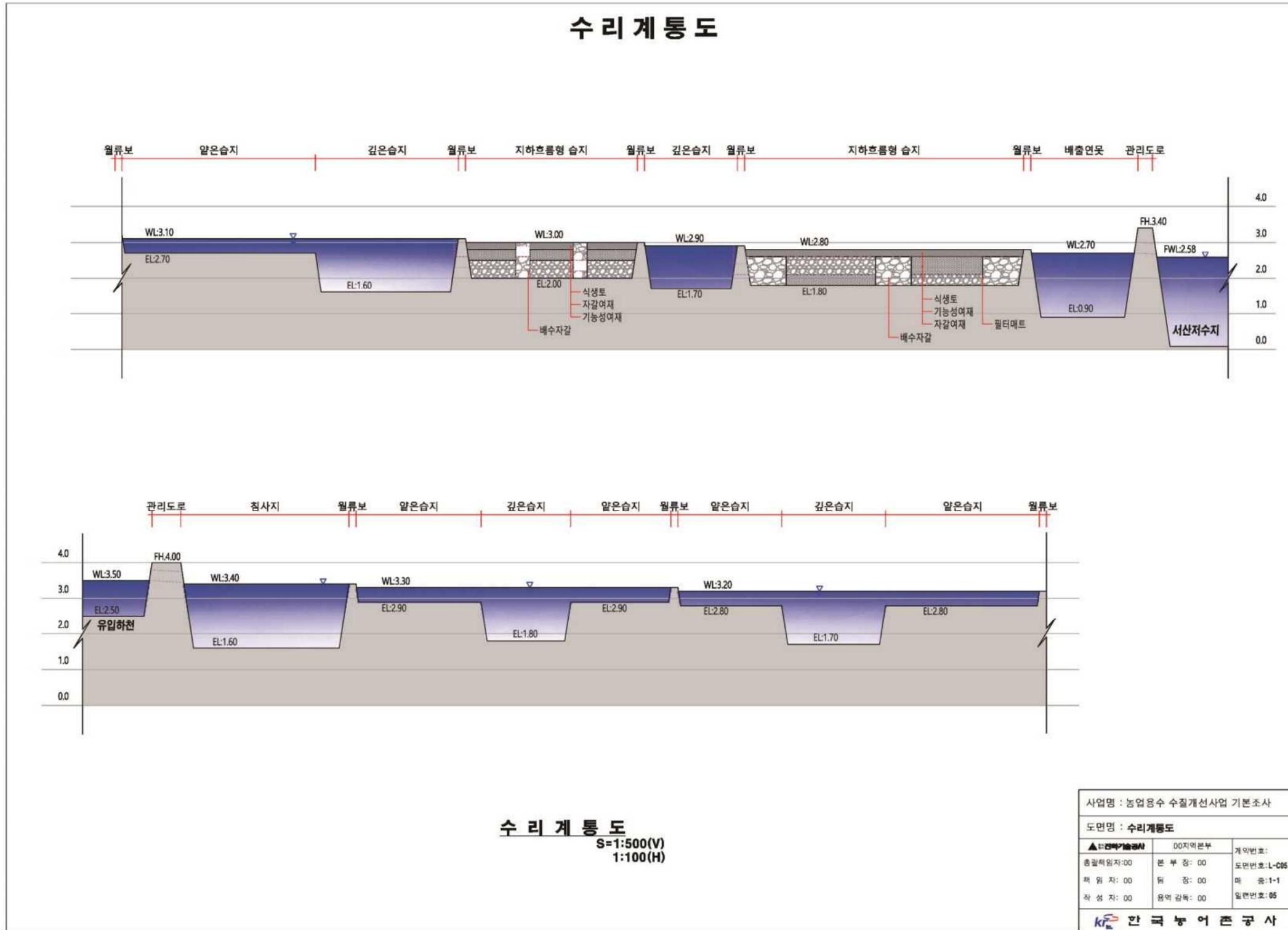
부록 10. 지사 검토 의견

장흥지사의 검토 의견 및 요구 사항	비 고
<p>▶ 여수토 하류 좌측 경작지(대덕읍 연지리 1422-1, 1422-2)와 남측 경작지(회진면 회진리 1480-3, 1481-3, 1481-5, 1482-1)의 바닥 표고가 낮아서 사유지이지만 준설토 적재가 가능</p>	미반영
<p>▶ 서산저수지와 도로사이의 남측 경작지(회진면 회진리 1503-4번지 일원)는 저수지의 만수위 미만의 수위에서도 배수가 안 되고 오히려 논바닥에 물이 차 추수때는 논외 물을 제거하기 위하여 배수 펌프가 필요</p>	반영
<p>▶ 침강지의 부댐 설치시에 배수문과 그 하부에 유도수로를 설치하는 것으로 계획하였는데 퇴적물이 쌓이게 되면 유도수로와 배수문이 막힐 수 있으니 배수문이나 유도수로 설치시 장비(백호우)로 퇴적물 제거할 수 있는 규모로 설치가 필요</p>	일부 반영
<p>▶ 침강지 조성 시에 퇴적물 제거를 5년~10년마다 하기 위한 유지관리비가 충분히 사업비에 포함되도록 계획이 필요하고 침강지 내의 퇴적물 제거를 위한 진출입로와 작업로가 필요함. 작업로는 콘크리트나 사석쌓기로 조성 가능할 것으로 판단됨.</p>	반영
<p>▶ 마름제거가 필요한데 한 번의 마름제거 작업으로 효과를 보기는 쉽지 않을 것으로 생각되므로 마름제거 작업은 마름의 열매가 떨어지기 전인 8월 초가 적절할 것으로 판단됨.</p>	반영
<p>▶ 북측 인공습지의 배출구를 서산저수지의 서측 가장자리를 따라 더 남측으로 유하 후에 배출되도록 하는 것이 서산저수지 순환이 도움이 될 것 같음. 또한 서측의 서산저수지 가장자리에 위치한 경작지가 물의 파랑에 의한 슬라이딩이 계속 발생하므로 가장자리 부분의 사면보호가 필요</p>	일부 반영

부록 11. 수질개선사업 기본계획도

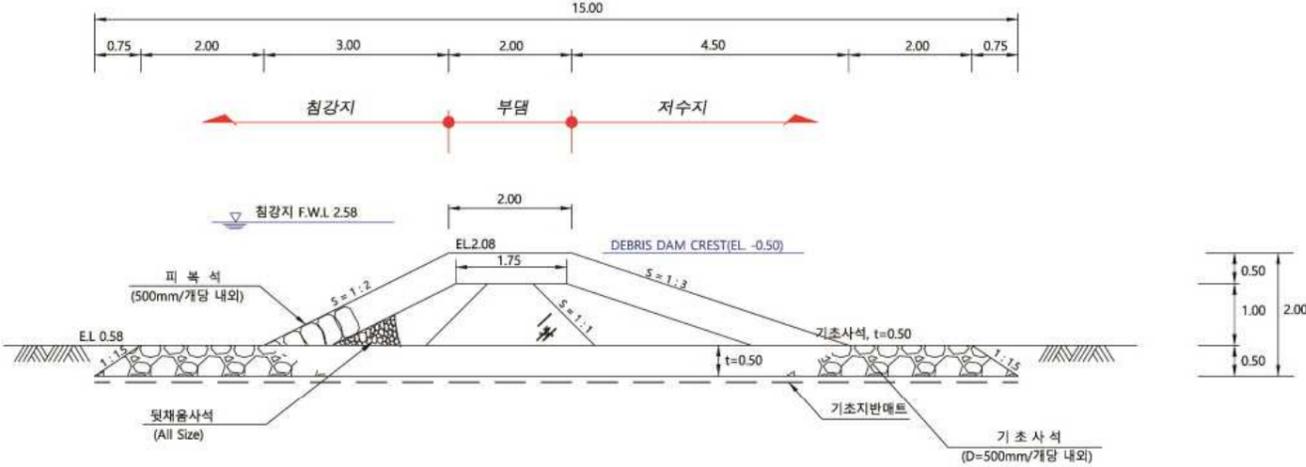


수리계통도

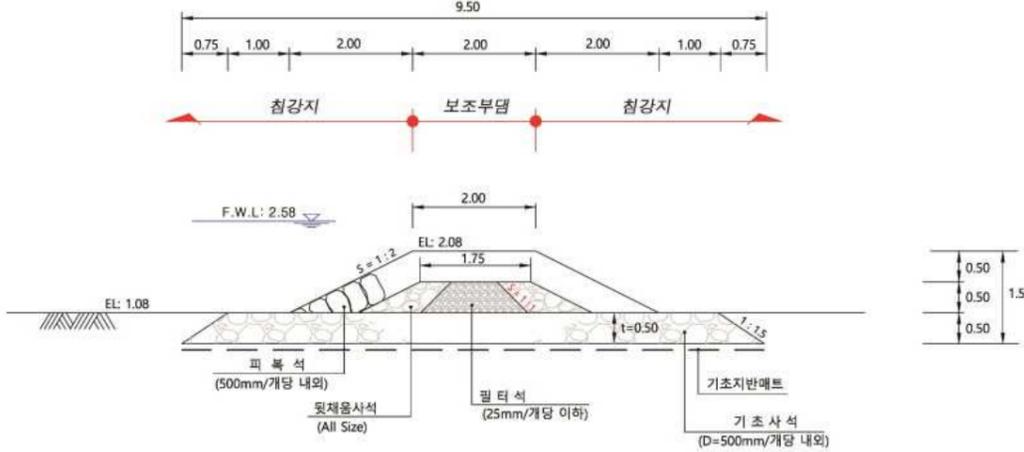




부 댐 표준단면도(1)



부 댐 표준단면도 S=1:50

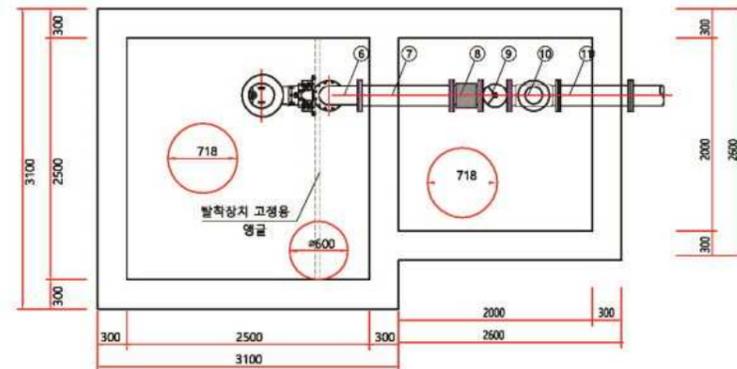
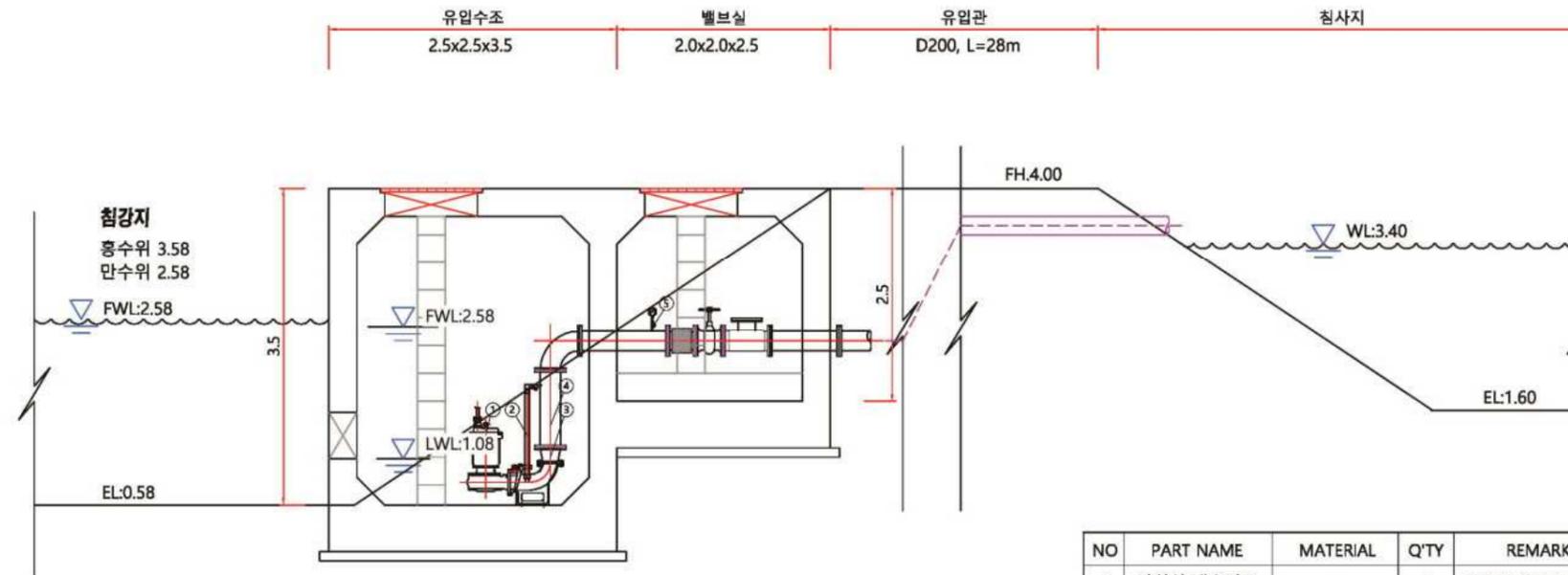


보조부댐 표준단면도 S=1:50

사업명 : 농업용수 수질개선사업 기본조사		
도면명 : 부댐 표준단면도(1)		
▲하천연구기술원사	00지역본부	계약번호:
총괄책임자:00	본부장: 00	도면번호:L-C11
책임자: 00	팀장: 00	매종:1-1
작성자: 00	용역감독: 00	일련번호:11
한국농어촌공사		

양수시설 상세도

NOTE
 본 기본계획에 적용된 시설은 각 기능을 대표하는 시설로써 실시계획시 대상지에서의 적용성을 검토하여 시방규정에 부합하는 동등기능 이상의 제품 또는 구조로 변경할 수 있다.



NO	PART NAME	MATERIAL	Q'TY	REMARKS
1	탈착식 배수펌프	-	1	7.5kW (10Hp) x 380V x 150A
2	가이드 파이프	STS304	1	40A
3	레듀샤	STS304	1	200A x 150A
4	토출 파이프	STS304	1	200A
5	압력게이지	-	1	0~15 kgf/cm ²
6	엘보	STS304	1	200A
7	단관	STS304	1	200A
8	후렉시블조인트	STS304	1	200A (BELLOWS)
9	게이트밸브	STS304	1	200A (10 kg/cm ²)
10	스윙체크밸브	STS304	1	200A (10 kg/cm ²)
11	단관	STS304	1	200A

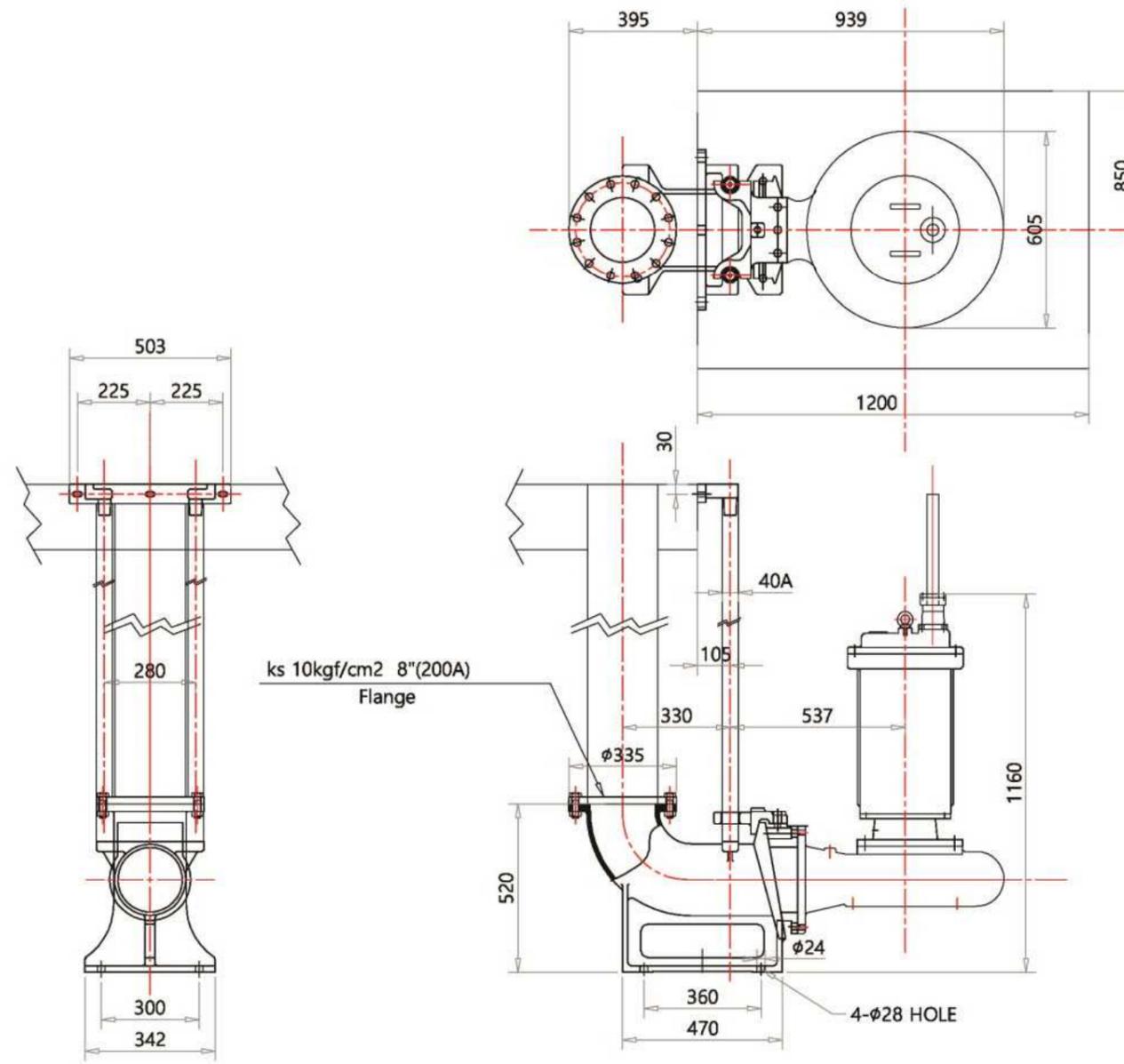
양수시설 상세도 S=1:30

사업명 : 농업용수 수질개선사업 기본조사		
도면명 : 양수시설 상세도		
▲ 작성/검열/승인	00지역본부	계약번호:
총괄책임자: 00	본 부 장: 00	도면번호: L-C16
책임자: 00	팀 장: 00	매 승: 1-1
작성 자: 00	용역 감독: 00	일련번호: 16
KT 한국농어촌공사		

펌프 상세도

NOTE

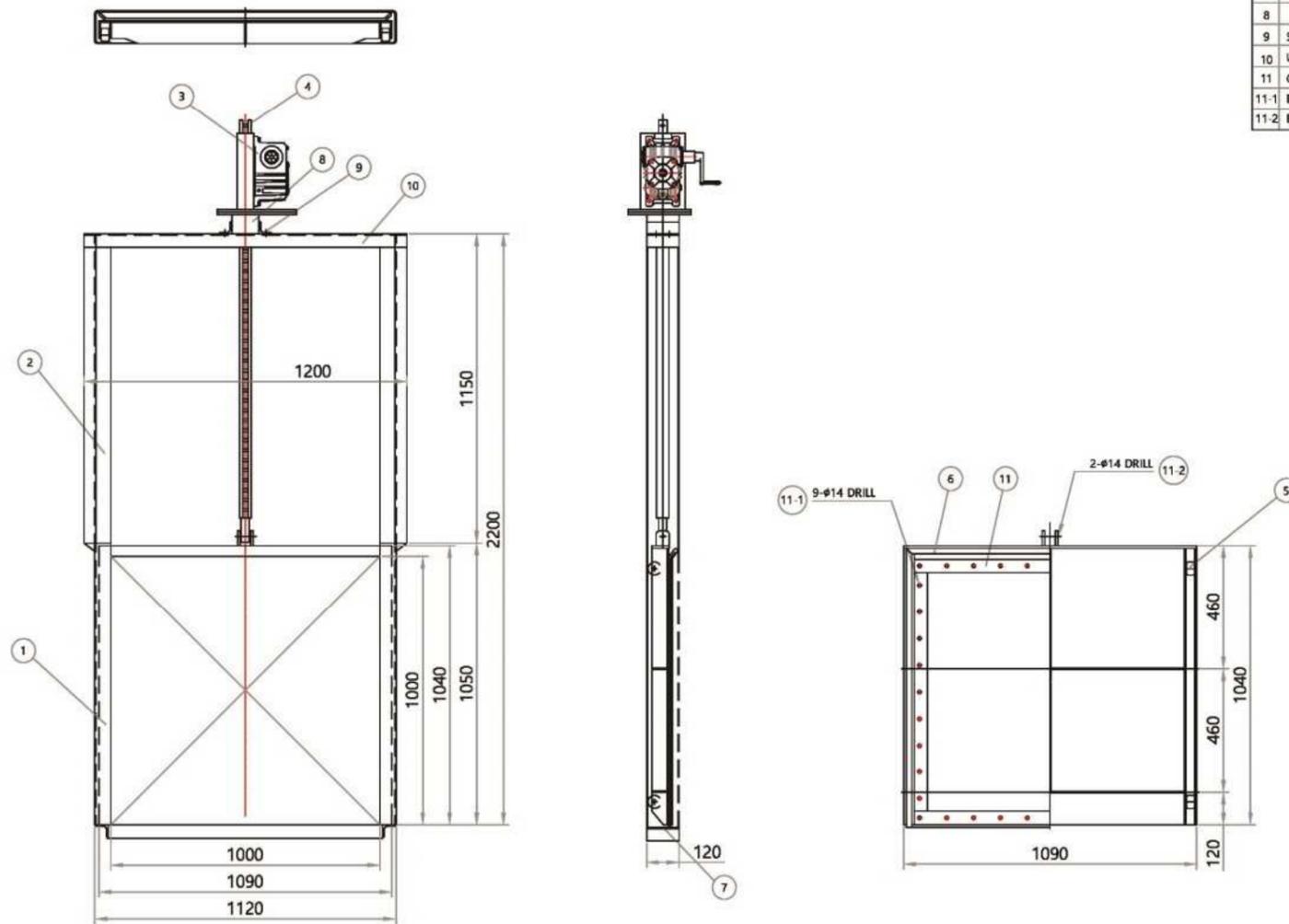
본 기본계획에 적용된 시설은 각 기능을 대표하는 시설로써 실시계획시 대상지에서의 적용성을 검토하여 시방규정에 부합하는 동등기능 이상의 제품 또는 구조로 변경할 수 있다.



펌프 상세도(7.5kW)
S=1:8

사업명 : 농업용수 수질개선사업 기본조사		
도면명 : 펌프 상세도		
▲한국농어촌공사	00지역본부	계약번호:
총괄책임자: 00	본부장: 00	도면번호: L-C17
책임자: 00	팀장: 00	매출: 1-1
작성자: 00	용역감독: 00	일련번호: 17
한국농어촌공사		

비상수로수문(φ 1000) 상세도

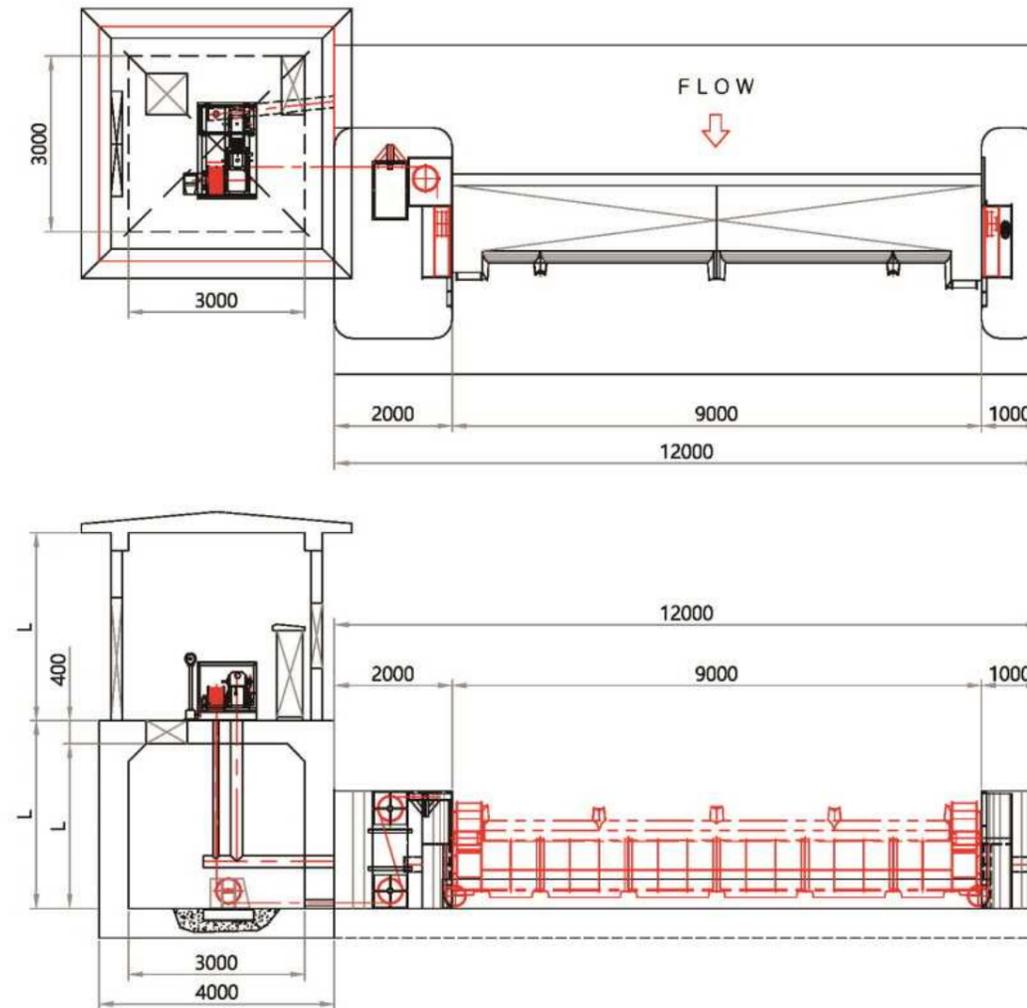


품번	부 품 명	수량	재 질	소 재 치 수	비 고
1	GATE LEAF	1	STS304	1090 x 1040	
2	GUIDE FRAME	1	STS304	4T	
3	궤 양 기	1	GC	800Kg	
4	RACK BAR	1	아연도금	800Kg용	
5	ROLLER	4	TEFLON	□45	
6	RUBBER	1	NEO.	"Y" TYPE	
7	BOTTOM BEAM	1	STS304	L-50x50x6T	
8	POST	1	아연도금	100x100x3.2T	
9	SUPPORT	1	아연도금	L-50x50x6T	
10	UPPER BEAM	1	아연도금	L-100x50x5/7.5	
11	CLAMP	1	STS304	50x6T	
11-1	B/N		STS304	M12X50L	
11-2	B/N		STS304	M12X80L	

비상수로수문(φ 1000) 상세도
S=1:10

사업명 : 농업용수 수질개선사업 기본조사		
도면명 : 비상수로수문(φ 1000) 상세도		
▲한국농어촌공사	00지역본부	계약번호:
총괄책임자:00	문 부 장: 00	도면번호:L-C21
책임자: 00	팀 장: 00	매 중:1-1
작성 자: 00	용역 감독: 00	일련번호:21
ki 한국농어촌공사		

전도수문 상세도

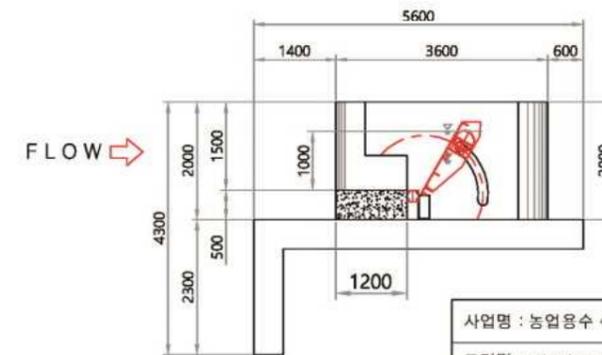


전도수문 상세도
S=1:50

NOTE

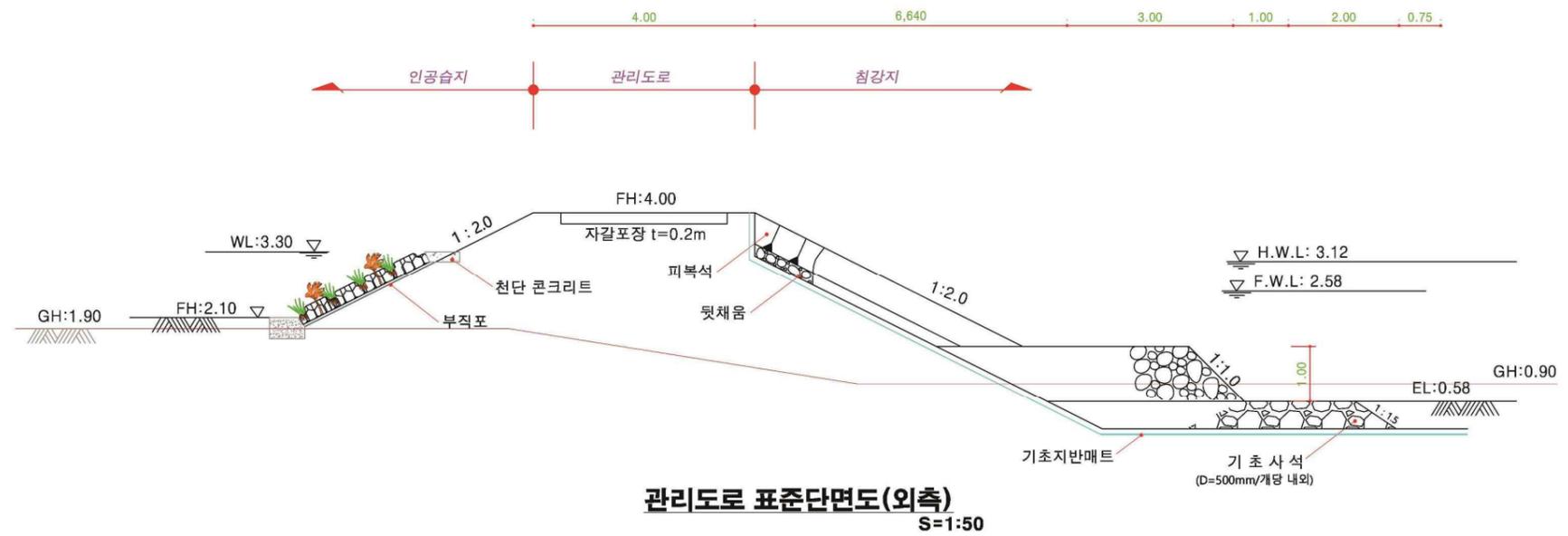
본 기본계획에 적용된 시설은 각 기능을 대표하는 시설로써 실시계획시 대상지에서의 적용성을 검토하여 시방규정에 부합하는 동등기능 이상의 제품 또는 구조로 변경할 수 있다.

구분		SPECIFICATION
GATE	TYPE	다단전도수문
	MATERIAL	STS304
	SIZE	9,000 x 1,000 x 2면
GUIDE FRAME		노출부 : STS304, 은입부 : SS400

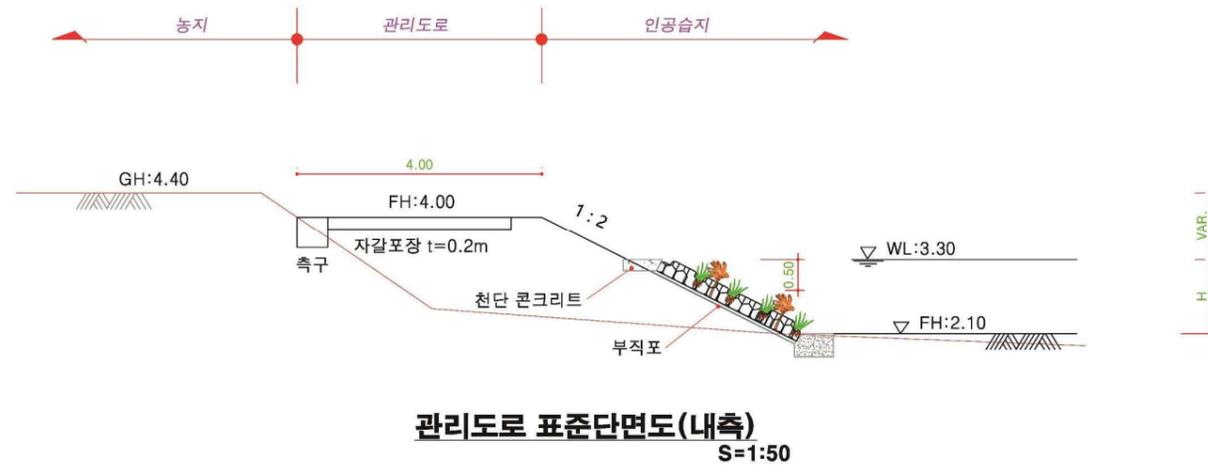


사업명 : 농업용수 수질개선사업 기본조사		
도면명 : 전도수문 상세도		
▲한국농어공사	00지역본부	계약번호:
총괄책임자: 00	부장: 00	도면번호: L-C22
책임자: 00	팀장: 00	매출: 1-1
작성자: 00	영역감독: 00	일련번호: 22
한국농어공사		

관리도로 표준단면도



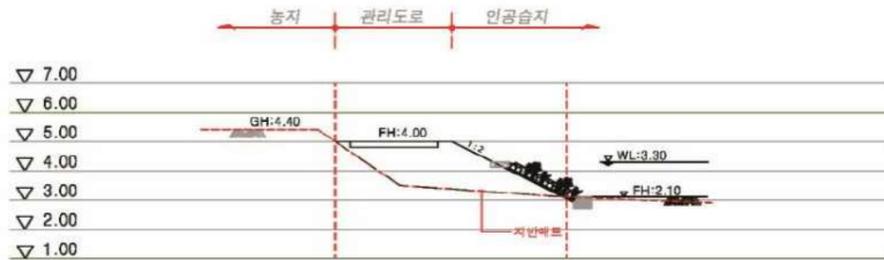
관리도로 표준단면도(외측)
S=1:50



관리도로 표준단면도(내측)
S=1:50

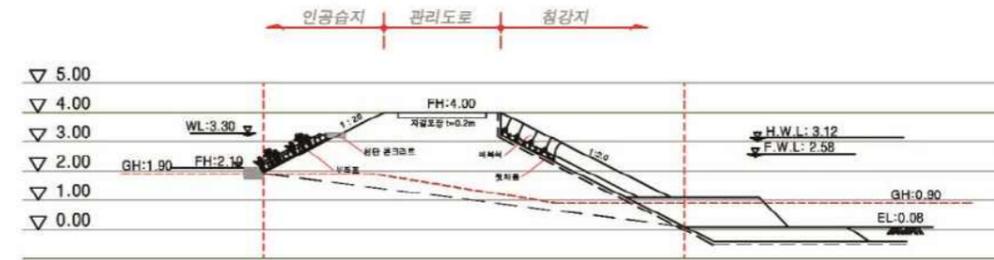
사업명 : 농업용수 수질개선사업 기본조사		
도면명 : 관리도로 표준단면도		
▲한국농어촌공사	00지역본부	계약번호:
총괄책임자: 00	본부장: 00	도면번호: L-C08
책임자: 00	팀장: 00	매종: 1-1
작성: 00	용역감독: 00	일련번호: 08
한국농어촌공사		

관리도로 횡단면도



NO.0-27+19.12			
지 반 고	EL. 3.50 m	호안높이	3.05 m
계 획 고	EL. 4.00 m	사 식	-
실 문	7.55 m ²	지반매복	8.28 m ²
표포제기	-	출 막 기	-
필부덮고르기	-	되 매 무 기	-
성부덮고르기	4.62 m ²	기초치환사석	-

관리도로 횡단면도(내측)
S=1:100



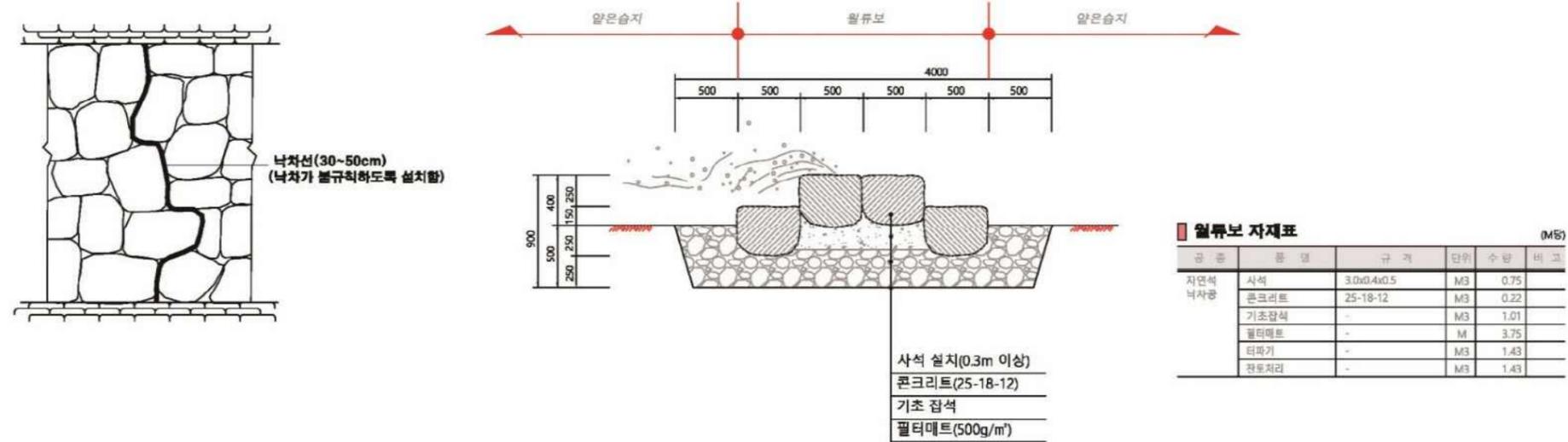
NO.0-26+15.68			
지 반 고	EL. 1.90 m	호안높이	-
계 획 고	EL. 4.00 m	사 식	-
실 문	24.34 m ²	지반매복	14.52 m ²
표포제기	-	출 막 기	5.54 m ²
필부덮고르기	-	되 매 무 기	-
성부덮고르기	7.80 m ²	기초치환사석	-

관리도로 횡단면도(외측)
S=1:100

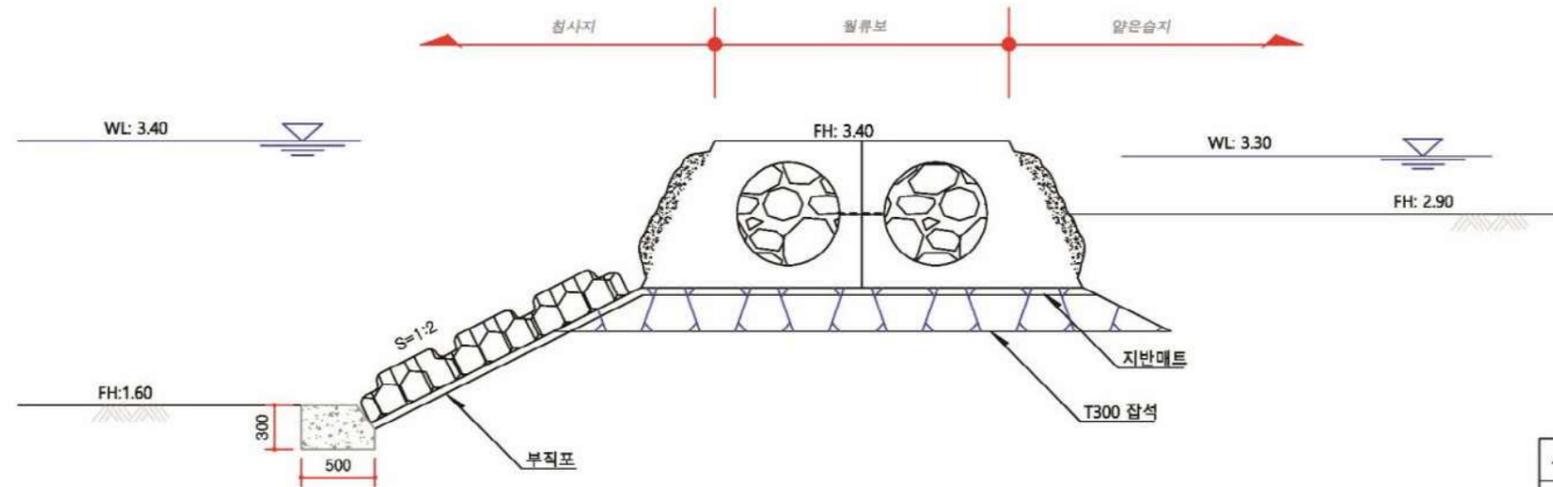
--- 현황선
— 계획선

사업명 : 농업용수 수질개선사업 기본조사		
도면명 : 관리도로 횡단면도		
▲한진기술공사	00지역본부	계약번호:
총괄책임자:00	문 부 장: 00	도면번호:L-C09
책임자: 00	필 장: 00	대 중:1-1
작성자: 00	용역 감독: 00	일련번호:09
kf 한진기술공사		

월류보 상세도



월류보(사석형) 상세도 S=1:20



월류보(블럭형) 상세도 S=1:20

사업명 : 농업용수 수질개선사업 기본조사		
도면명 : 월류보 상세도		
▲한국농어촌공사	00지역본부	계약번호:
총괄책임자:00	분부장:00	도면번호:L-C10
책임자:00	팀장:00	매출:1-1
작성:00	용역감독:00	일련번호:10
한국농어촌공사		

부록 12. 문화재지표조사(문화재보존대책 통보서)

문화재청 50년, 어제를 담아 내일에 전합니다



문화재청



수신 수신자 참조

(경유)

제목 장흥 서산지구 농업용수 개발사업지구 내 문화재보존대책 통보

1. 전남 장흥군 소재 서산지구 농촌용수 개발사업부지 내 문화재 지표조사 관련입니다.

2. 「매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률」 제9조(문화재 보존조치의 지시 등)에 의거, 사업예정부지 및 주변의 문화재 보존을 위한 조치사항을 다음과 같이 통보하니, 사업 추진에 반영(검토)하시기 바랍니다.

가. 지표조사 결과 유구, 유물이 확인되지 않은 것으로 보고되었으므로 별도의 보존대책은 필요하지 않음.

나. 그러나 공사 중 문화재로 의심되는 유구·유물 등이 발견되면 「매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률」 제5조(개발사업 계획·시행자의 책무) 및 제17조(발견신고 등)에 따라 즉시 공사 중지 및 그 현상을 변경하지 말고 우리 청에 신고하여야 함.

다. 동 사업으로 인하여 사업예정부지와 인접한 문화재 및 그 주변경관과 유물 산포지 등이 훼손되지 않도록 하여야 함.

3. 아울러, 해당 지방자치단체는 이 건과 관련한 문화재 지표조사보고서, 발굴조사 결과 및 조치사항 등은 문화유적분포지도에 반드시 반영하여 매장문화재의 사전보호 및 사업시행자의 편익을 증진할 수 있는 자료로 적극 활용하시기 바랍니다. 끝.

문화재청장

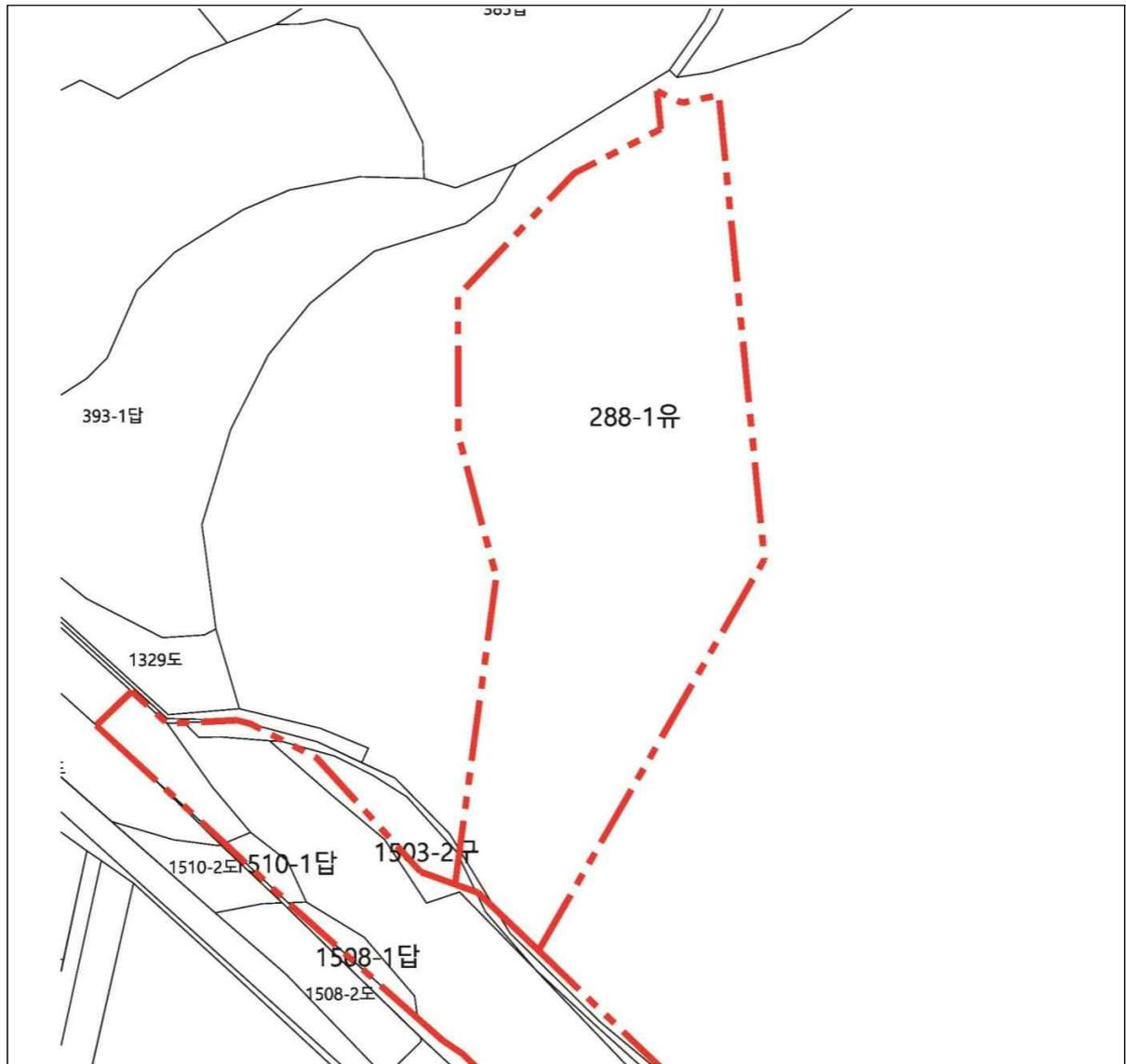


수신자 전라남도지사(문화예술과장), 장흥군수(문화관광과장), 진해기술공사

주무관 배성규 학예연구관 이규훈 ★발굴제도과 전결 2016. 12. 12. 장 박한규
 협조자
 시행 발굴제도과-15121 (2016. 12. 12.) 접수
 우 35208 대전광역시 서구 청사로 189 / www.cha.go.kr
 전화번호 042-481-4958 팩스번호 042-481-4959 / bae3881@korea.kr / 대국민 공개
 실천하는 청렴강령 사랑받는 문화재청

<2호 침강지>

토지소재지 읍 리		지번	지목	면적(㎡)			용도지역	소유자
				지적면적	편입면적	제외면적		
회진	회진	1503-1	도	483.00	8.54	474.46	농림지역	국(건설부)
회진	회진	1503-2	구	274.00	8.19	265.81	농림지역	국(농수산부)
대덕	연지	288-1	유	458,327.00	4,717.22	453,609.78	농림지역	국(농수산부)
				459,084	4,733.95	454,350.05		



<사토장>

토지소재지 읍 리		지번	지목	면적(㎡)			용도지역	소유자
				지적면적	편입면적	제외면적		
회진	회진	1482-1	답	1,487.00	12.96	1,474.04	농림지역	신우용
회진	회진	1484-1	답	42.00	42.00		농림지역	박종운
회진	회진	1485-2	답	1,087.00	1,087.00		농림지역	국(건설교통부)
회진	회진	1501-1	답	323.00	323.00		농림지역	노막동
회진	회진	1502-1	답	117.00	117.00			
회진	회진	1503-4	답	2,808.00	2,808.00		농림지역	정미영
회진	회진	1508-1	답	78.00	78.00		농림지역	목춘정홍
회진	회진	1509-1	답	1,030.00	162.61	867.39	농림지역	홍성필
회진	회진	1510-1	답	54.00	54.00		농림지역	이근천재우
대덕	연지	1332	도	241.00	78.83	162.17	농림지역	국(건설부)
회진	회진	1481-4	도	17.00	8.32	8.68	농림지역	국(건설부)
회진	회진	1485-1	도	122.00	77.17	44.83	농림지역	국(건설부)
회진	회진	1503-1	도	483.00	176.34	306.66	농림지역	국(건설부)
회진	회진	1794-1	도	173.00	80.42	92.58		
회진	회진	1503-2	구	274.00	102.46	171.54	농림지역	국(농수산부)
회진	회진	1503-5	구	939.00	742.77	196.23	농림지역	국(농수산부)
회진	회진	1793-1	구	159.00	100.52	58.48	농림지역	국(건설부)
대덕	연지	288-1	유	458,327.00	517.09	457,809.91	농림지역	국(농수산부)
				467,761	6,568.49	461,192.51		



부록 14. 시행 전·후 내용적

수위 (EL.m)	시 행 전 (A)			표고별 증감(m³)			시 행 후 (B)			내용적 증감 (B-A)
	누가 면적 (㎡)	내용적 (m³)	누가 내용적 (m³, A)	조합형 인공 습지	1호 침강지	2호 침강지	누가 면적 (㎡)	내용적 (m³)	누가 내용적 (m³, B)	
0.46	-	-	-	-	-	-	24,670	-	-	-
0.66	-	-	-	-	15,626	1,246	157,612	18,228	18,228	1,686
0.96	-	-	-	-	15,721	1,513	316,984	71,189	89,418	2,461
1.46	-	-	-	-4,115	4,620	1,957	438,362	188,837	278,254	7,975
1.96	4,712	1,178	1,178	-6,426	3,044	-	461,878	225,060	503,314	2,711
2.08	4,713	566	1,744	-6,981	-	-	462,018	55,434	558,748	2,089
2.46	4,719	1,792	3,536	-8,738	-	-	461,832	175,532	734,279	-10,738
2.58	4,720	566	4,102	-9,292	-	-	462,418	55,455	789,734	-19,808
3.58	4,734	4,727	8,829	-13,915	-	-	461,285	461,852	1,251,586	-13,658

부록 15. 수질모형 예측 BACK DATA

15.1 수질모형 HSPF

```

RUN
GLOBAL
  UCI Created by WinHSPF for ss-reserv
  START      2008/01/01 00:00  END      2016/10/31 23:00
  RUN INTERP  OUTPT LEVELS  1  0
  RESUME     0 RUN      1          UNITS  1
END GLOBAL

FILES
<FILE> <UN#>***<----FILE NAME----->
MESSU   24  ss-reserv.ech
        91  ss-reserv.out
WDM1    25  SS_out.wdm
WDM2    26  WANDO.wdm
WDM3    27  DR.wdm
BINO    92  ss-reserv.hbn
END FILES

OPN SEQUENCE
  INGRP          INDELT 01:00
  PERLND 101
  PERLND 102
  PERLND 103
  PERLND 104
  PERLND 105
  IMPLND 101
  PERLND 201
  PERLND 202
  PERLND 203
  PERLND 204
  PERLND 205
  PERLND 206
  IMPLND 201
  PERLND 401
  PERLND 402
  PERLND 403
  PERLND 404
  PERLND 407
  IMPLND 401
  PERLND 501
  PERLND 502
  PERLND 503
  PERLND 505
  PERLND 506
  IMPLND 501
  PERLND 301
  PERLND 302
  PERLND 303
  IMPLND 301
  PERLND 604
  PERLND 606
  RCHRES 1
  RCHRES 2
  RCHRES 4
  RCHRES 5
  RCHRES 3
  RCHRES 6
  END INGRP
END OPN SEQUENCE
PERLND
ACTIVITY
*** <PLS >          Active Sections          ***
*** x - x ATMP SNOW PWAT SED PST PWG PQAL MSTL PEST NITR PHOS TRAC ***
101 606 1 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0
END ACTIVITY

PRINT-INFO
*** < PLS>          Print-flags          PIVL PYR
*** x - x ATMP SNOW PWAT SED PST PWG PQAL MSTL PEST NITR PHOS TRAC
101 606 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 9
END PRINT-INFO
    
```

```

BINARY-INFO
*** < PLS>          Binary Output Flags          PIVL  PYR
*** x  - x  ATMP  SNOW  PWAT  SED  PST  PWG  PQAL  MSTL  PEST  NITR  PHOS  TRAC
101 606  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  1  9
END BINARY-INFO

GEN-INFO
***          Name          Unit-systems  Printer BinaryOut
*** < PLS >          t-series  Engr Metr  Engr Metr
*** x  - x          in  out
101  Urban or Built-up La  1  1  0  0  92  0
102  Agricultural Land    1  1  0  0  92  0
103  Forest Land          1  1  0  0  92  0
104  Pasture               1  1  0  0  92  0
105  Barren Land           1  1  0  0  92  0
201  Urban or Built-up La  1  1  0  0  92  0
202  Agricultural Land    1  1  0  0  92  0
203  Forest Land          1  1  0  0  92  0
204  Pasture               1  1  0  0  92  0
205  Barren Land           1  1  0  0  92  0
206  Water                 1  1  0  0  92  0
301  Urban or Built-up La  1  1  0  0  92  0
302  Agricultural Land    1  1  0  0  92  0
303  Forest Land          1  1  0  0  92  0
401  Urban or Built-up La  1  1  0  0  92  0
402  Agricultural Land    1  1  0  0  92  0
403  Forest Land          1  1  0  0  92  0
404  Pasture               1  1  0  0  92  0
407  Wetland               1  1  0  0  92  0
501  Urban or Built-up La  1  1  0  0  92  0
502  Agricultural Land    1  1  0  0  92  0
503  Forest Land          1  1  0  0  92  0
505  Barren Land           1  1  0  0  92  0
506  Water                 1  1  0  0  92  0
604  Pasture               1  1  0  0  92  0
606  Water                 1  1  0  0  92  0
END GEN-INFO

ATEMP-DAT
*** < PLS >          ELDAT  AIRTEMP
*** x  - x          (ft)  (deg F)
101 606  0.  33.
END ATEMP-DAT

PWAT-PARM1
*** < PLS >          Flags
*** x  - x  CSNO  RTOP  UZFG  VCS  VUZ  VNN  VIFW  VIRC  VLE  IFFC  HWT  IRRG  IFRD
101 606  0  1  1  1  0  0  0  0  1  1  0  0  0
END PWAT-PARM1

PWAT-PARM2
*** < PLS>          FOREST  LZSN  INFILT  LSUR  SLSUR  KVARY  AGWRC
*** x  - x          (in)  (in/hr)  (ft)  (1/in)  (1/day)
101 102  0.  6.  0.26  150.  0.4319  0.  0.96
103  1.  6.5  0.26  150.  0.4319  0.  0.97
104 105  0.  6.  0.26  150.  0.4319  0.  0.96
201 202  0.  6.  0.26  150.  0.2248  0.  0.96
203  1.  6.5  0.26  150.  0.2248  0.  0.97
204 205  0.  6.  0.26  150.  0.2248  0.  0.96
206  0.  4.  0.26  150.  0.2248  0.  0.96
301 302  0.  6.  0.26  150.  0.2201  0.  0.96
303  1.  6.5  0.26  150.  0.2201  0.  0.97
401 402  0.  6.  0.26  250.  0.0702  0.  0.96
403  1.  6.5  0.26  250.  0.0702  0.  0.97
404  0.  6.  0.26  250.  0.0702  0.  0.96
407  1.  6.5  0.26  250.  0.0702  0.  0.96
501 502  0.  6.  0.26  300.  0.0649  0.  0.96
503  1.  6.5  0.26  300.  0.0649  0.  0.97
505  0.  6.  0.26  300.  0.0649  0.  0.96
506  0.  4.  0.26  300.  0.0649  0.  0.96
604  0.  6.  0.26  300.  0.0678  0.  0.96
606  0.  4.  0.26  300.  0.0678  0.  0.96
END PWAT-PARM2

PWAT-PARM3
*** < PLS>          PETMAX  PETMIN  INFEXP  INFILD  DEEPFR  BASETP  AGWETP
*** x  - x          (deg F)  (deg F)
101 105  40.  35.  2.  2.  0.001  0.01  0.
201 206  40.  35.  2.  2.  0.2  0.02  0.
301 606  40.  35.  2.  2.  0.001  0.01  0.
END PWAT-PARM3

```

```

PWAT-PARM4
*** <PLS >      CEPSC      UZSN      NSUR      INTFW      IRC      LZETP
*** x - x      (in)      (in)      (1/day)
101 606      0.1      1.128      0.2      0.75      0.5      0.1
END PWAT-PARM4

PWAT-STATE1
*** <PLS > PWATER state variables (in)
*** x - x      CEPS      SURS      UZS      IFWS      LZS      AGWS      GWVS
101 606      0.01      0.01      0.3      0.01      1.5      0.01      0.01
END PWAT-STATE1

MON-INTERCEP
*** <PLS > Interception storage capacity at start of each month (in)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 606 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1
END MON-INTERCEP

MON-LZETPARM
*** <PLS > Lower zone evapotransp parm at start of each month
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 606 0.2 0.2 0.3 0.3 0.4 0.4 0.4 0.4 0.3 0.2 0.2
END MON-LZETPARM

PSTEMP-PARM1
*** <PLS > Flags for section PSTEMP
*** x - x SLTV ULTV LGTV TSOP
101 606 1 1 1 1
END PSTEMP-PARM1

PSTEMP-PARM2
*** <PLS >      ASLT      BSLT      ULTP1      ULTP2      LGTP1      LGTP2
*** x - x      (deg F)      (deg F)      (deg F)      (deg F)
101 606      55.      0.15      60.      0.15      50.      0.
END PSTEMP-PARM2

MON-ASLT
*** <PLS > Value of ASLT at start of each month (deg F)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 606 45. 45. 45. 48. 55. 65. 70. 77. 73. 68. 60. 50.
END MON-ASLT

MON-BSLT
*** <PLS > Value of BSLT at start of each month (deg F/F)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 606 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15
END MON-BSLT

MON-ULTP1
*** <PLS > Value of ULTP1 at start of each month in deg F (TSOPFG=1)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 606 52. 52. 52. 56. 62. 70. 77. 77. 73. 68. 60. 54.
END MON-ULTP1

MON-ULTP2
*** <PLS > Value of ULTP2 at start of each month in Deg F/F (TSOPFG=1)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 606 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15
END MON-ULTP2

MON-LGTP1
*** <PLS > Value of LGTP1 at start of each month in Deg F (TSOPFG=1)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 606 48. 48. 52. 58. 60. 63. 63. 64. 60. 55. 52. 48.
END MON-LGTP1

PSTEMP-TEMPS
*** <PLS > Initial temperatures (deg F)
*** x - x AIRTC SLTMP ULTMP LGTMP
101 606 30. 30. 40. 40.
END PSTEMP-TEMPS

PWT-PARM1
*** <PLS > Flags for section PWTGAS
*** x - x IDV ICV GDV GVC
101 606 1 0 1 0
END PWT-PARM1
    
```

```

PWT-PARM2
*** Second group of PWTGAS parms
*** <PLS > ELEV IDOXP ICO2P ADOXP ACO2P
*** x - x (ft) (mg/l) (mg C/l) (mg/l) (mg C/l)
101 606 120. 8.8 0. 8.8 0.
END PWT-PARM2

MON-IFWDOX
*** <PLS > Value at start of each month for interflow DO concentration (mg/l)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 606 11. 10. 8. 7. 6. 5. 5. 5. 7. 8. 9. 10.
END MON-IFWDOX

MON-GRNDDOX
*** <PLS > Value at start of each month for groundwater DO concentration (mg/l)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 606 9. 8. 6. 5. 5. 4. 4. 4. 5. 6. 7. 8.
END MON-GRNDDOX

PWT-GASES
*** Initial DO and CO2 concentrations
*** <PLS > SODOX SOCO2 IODOX IOCO2 AODOX AOCO2
*** x - x (mg/l) (mg C/l) (mg/l) (mg C/l) (mg/l) (mg C/l)
101 606 8.8 0. 8.8 0. 8.8 0.
END PWT-GASES

NQUALS
*** <PLS >
*** x - xNQUAL
101 606 4
END NQUALS

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 606BOD LBS 0 0 0 1 1 1 3 1 3
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW POTFS ACQOP SQOLIM WSQOP IOQC AOQC
*** <PLS > qty/ac qty/ton qty/ton qty/ qty/ac in/hr qty/ft3 qty/ft3
*** x - x ac.day
101 3. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
102 5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
103 1. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
104 105 5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
201 3. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
202 5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
203 1. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
204 205 5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
206 1. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
301 3. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
302 5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
303 1. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
401 3. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
402 5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
403 1. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
404 5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
407 1. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
501 3. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
502 5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
503 1. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
505 5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
506 1. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
604 5. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
606 1. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
END QUAL-INPUT

MON-ACCUM
*** <PLS > Value at start of each month for accum rate of QUALOF (lb/ac.day)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.6 0.6 0.6 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.6 0.6 0.6
102 0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
103 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
104 105 0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
201 0.6 0.6 0.6 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.6 0.6 0.6
202 0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
203 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18

```

204 205 0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
 206 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
 301 0.6 0.6 0.6 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.6 0.6 0.6
 302 0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
 303 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
 401 0.6 0.6 0.6 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.6 0.6 0.6
 402 0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
 403 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
 404 0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
 407 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
 501 0.6 0.6 0.6 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.6 0.6 0.6
 502 0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
 503 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
 505 0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
 506 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
 604 0.41 0.41 0.41 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.65 0.41 0.41 0.41
 606 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
 END MON-ACCUM

MON-SQOLIM

*** <PLS > Value at start of month for limiting storage of QUALOF (lb/ac)
 *** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

101 9. 9. 9. 12. 12. 12. 12. 12. 9. 9. 9.
 102 6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 6. 6. 6.
 103 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
 104 105 6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 9.6 6. 6. 6.
 201 9. 9. 9. 12. 12. 12. 12. 12. 9. 9. 9.
 202 6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 9.6 6. 6. 6.
 203 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
 204 205 6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 9.6 6. 6. 6.
 206 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
 301 9. 9. 9. 12. 12. 12. 12. 12. 9. 9. 9.
 302 6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 9.6 6. 6. 6.
 303 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
 401 9. 9. 9. 12. 12. 12. 12. 12. 9. 9. 9.
 402 6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 9.6 6. 6. 6.
 403 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
 404 6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 9.6 6. 6. 6.
 407 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
 501 9. 9. 9. 12. 12. 12. 12. 12. 9. 9. 9.
 502 6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 9.6 6. 6. 6.
 503 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
 505 6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 9.6 6. 6. 6.
 506 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
 604 6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 9.6 9.6 6. 6. 6.
 606 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
 END MON-SQOLIM

MON-IFLW-CONC

*** <PLS > Conc of QUAL in interflow outflow for each month (qty/ft3)
 *** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

101 9.6 9.6 9.6 14.4 14.4 14.4 14.4 14.4 9.6 9.6 9.6
 102 12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
 103 1. 1. 1. 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5 2. 1.
 104 105 12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
 201 9.6 9.6 9.6 14.4 14.4 14.4 14.4 14.4 9.6 9.6 9.6
 202 12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
 203 1. 1. 1. 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5 2. 1.
 204 205 12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
 206 1. 1. 1. 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5 2. 1.
 301 9.6 9.6 9.6 14.4 14.4 14.4 14.4 14.4 9.6 9.6 9.6
 302 12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
 303 1. 1. 1. 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5 2. 1.
 401 9.6 9.6 9.6 14.4 14.4 14.4 14.4 14.4 9.6 9.6 9.6
 402 12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
 403 1. 1. 1. 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5 2. 1.
 404 12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
 407 1. 1. 1. 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5 2. 1.
 501 9.6 9.6 9.6 14.4 14.4 14.4 14.4 14.4 9.6 9.6 9.6
 502 12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
 503 1. 1. 1. 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5 2. 1.
 505 12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
 506 1. 1. 1. 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5 2. 1.
 604 12. 12. 15. 15. 15. 12. 12. 14.4 14.4 14.4 12. 12.
 606 1. 1. 1. 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 2.5 2. 1.
 END MON-IFLW-CONC

MON-GRND-CONC

```

*** <PLS > Value at start of month for conc of QUAL in groundwater (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 9.1714.7514.6821.8428.2232.1227.1816.0018.4310.70 8.4110.51
102 9.1714.7514.6816.3821.1724.0920.3813.3315.3613.38 8.4110.51
103 0.96 1.54 1.53 2.27 2.94 3.35 2.83 1.67 2.56 2.23 0.88 1.09
104 105 9.1714.7514.6816.3821.1724.0920.3813.3315.3613.38 8.4110.51
201 9.7115.8315.9723.3530.3534.5928.9015.4417.92 9.60 9.1911.52
202 9.7115.8315.9717.5222.7625.9421.6812.8714.9412.00 9.1911.52
203 1.01 1.65 1.66 2.43 3.16 3.60 3.01 1.61 2.49 2.00 0.96 1.20
204 205 11.2320.6121.4623.0330.4641.6840.3018.1933.8021.9211.7317.54
206 1.17 2.15 2.24 3.20 4.23 5.79 5.60 2.27 5.63 3.65 1.22 1.83
301 11.2320.6121.4630.7140.6155.5753.7421.8340.5617.5311.7317.54
302 11.2320.6121.4623.0330.4641.6840.3018.1933.8021.9211.7317.54
303 1.05 1.78 1.81 2.64 3.44 4.25 3.81 1.85 3.56 2.63 1.02 1.37
401 10.0417.0617.3725.3033.0640.7636.6117.7625.6412.61 9.7813.19
402 10.0417.0617.3718.9824.7930.5727.4514.8021.3615.76 9.7813.19
403 1.05 1.78 1.81 2.64 3.44 4.25 3.81 1.85 3.56 2.63 1.02 1.37
404 10.0417.0617.3718.9824.7930.5727.4514.8021.3615.76 9.7813.19
407 1.05 1.78 1.81 2.64 3.44 4.25 3.81 1.85 3.56 2.63 1.02 1.37
501 11.2320.6121.4630.7140.6155.5753.7421.8340.5617.5311.7317.54
502 11.2320.6121.4623.0330.4641.6840.3018.1933.8021.9211.7317.54
503 1.17 2.15 2.24 3.20 4.23 5.79 5.60 2.27 5.63 3.65 1.22 1.83
505 11.2320.6121.4623.0330.4641.6840.3018.1933.8021.9211.7317.54
506 1.17 2.15 2.24 3.20 4.23 5.79 5.60 2.27 5.63 3.65 1.22 1.83
604 10.0417.0617.3718.9824.7930.5727.4514.8021.3615.76 9.7813.19
606 1.05 1.78 1.81 2.64 3.44 4.25 3.81 1.85 3.56 2.63 1.02 1.37
END MON-GRND-CONC
    
```

QUAL-PROPS

```

*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 606NH3+NH4 LBS 0 0 0 1 1 1 3 1 3
END QUAL-PROPS
    
```

QUAL-INPUT

```

*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW POTFS ACQOP SQOLIM WSQOP IOQC AOQC
*** <PLS > qty/ac qty/ton qty/ton qty/ ac.day
*** x - x
101 0.365 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
102 0.03 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
103 0.033 0. 0. 0. 0. 1.4 0. 0.
104 105 0.03 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
201 0.365 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
202 0.03 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
203 0.033 0. 0. 0. 0. 1.4 0. 0.
204 205 0.03 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
206 0.065 0. 0. 0. 0. 0.4 0. 0.
301 0.365 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
302 0.03 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
303 0.033 0. 0. 0. 0. 1.4 0. 0.
401 0.365 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
402 0.03 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
403 0.033 0. 0. 0. 0. 1.4 0. 0.
404 0.03 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
407 0.033 0. 0. 0. 0. 1.4 0. 0.
501 0.365 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
502 0.03 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
503 0.033 0. 0. 0. 0. 1.4 0. 0.
505 0.03 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
506 0.065 0. 0. 0. 0. 0.4 0. 0.
604 0.03 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
606 0.065 0. 0. 0. 0. 0.4 0. 0.
END QUAL-INPUT
    
```

MON-ACCUM

```

*** <PLS > Value at start of each month for accum rate of QUALOF (lb/ac.day)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
102 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
103 0.00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
104 1050.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
201 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
202 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
203 0.00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
204 2050.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
206 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
301 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
    
```

302 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
 303 .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
 401 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
 402 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
 403 .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
 404 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
 407 .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
 501 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
 502 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
 503 .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
 505 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
 506 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
 604 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
 606 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
 END MON-ACCUM

MON-SQOLIM

*** <PLS > Value at start of month for limiting storage of QUALOF (lb/ac)
 *** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 101 0.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
 102 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
 103 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
 104 1050.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
 201 0.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
 202 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
 203 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
 204 2050.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
 206 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
 301 0.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
 302 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
 303 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
 401 0.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
 402 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
 403 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
 404 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
 407 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
 501 0.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
 502 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
 503 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
 505 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
 506 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
 604 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
 606 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
 END MON-SQOLIM

MON-IFLW-CONC

*** <PLS > Conc of QUAL in interflow outflow for each month (qty/ft3)
 *** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 101 0.0310.0430.0330.0150.0130.0080.0160.0170.0180.0340.0290.043
 102 0.0410.0570.0440.0150.0130.0080.0160.0170.0180.0460.0380.057
 103 0.0120.0170.0130.0040.0030.0020.0040.0040.0050.0140.0110.017
 104 1050.0410.0570.0440.0150.0130.0080.0160.0170.0180.0460.0380.057
 201 0.0320.0430.0340.0150.0120.0070.0140.0160.0180.0360.0290.042
 202 0.0430.0570.0460.0150.0120.0070.0140.0160.0180.0480.0390.056
 203 0.0130.0170.0140.0040.0030.0020.0040.0040.0040.0140.0120.017
 204 2050.0010.0010.0010.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0010.0010.001
 206 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
 301 0.0010.0010.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.001
 302 0.0010.0010.0010.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0010.0010.001
 303 0.0080.0110.0090.0030.0020.0010.0020.0030.0030.0090.0080.011
 401 0.0210.0290.0230.0100.0080.0050.0100.0110.0120.0240.0190.028
 402 0.0280.0380.0300.0100.0080.0050.0100.0110.0120.0320.0260.038
 403 0.0080.0110.0090.0030.0020.0010.0020.0030.0030.0090.0080.011
 404 0.0280.0380.0300.0100.0080.0050.0100.0110.0120.0320.0260.038
 407 0.0080.0110.0090.0030.0020.0010.0020.0030.0030.0090.0080.011
 501 0.0010.0010.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.001
 502 0.0010.0010.0010.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0010.0010.001
 503 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
 505 0.0010.0010.0010.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0010.0010.001
 506 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
 604 0.0280.0380.0300.0100.0080.0050.0100.0110.0120.0320.0260.038
 606 0.0080.0110.0090.0030.0020.0010.0020.0030.0030.0090.0080.011
 END MON-IFLW-CONC

MON-GRND-CONC

```

*** <PLS > Value at start of month for conc of QUAL in groundwater (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.1020.1470.0110.0020.0010.0010.0020.0030.0040.0100.0220.094
102 0.1530.2200.0160.0020.0010.0010.0020.0030.0040.0150.0330.141
103 0.0410.0590.0040.0000.0000.0000.0010.0010.0010.0040.0090.038
104 1050.1530.2200.0160.0020.0010.0010.0020.0030.0040.0150.0330.141
201 0.1080.1470.0110.0020.0010.0010.0020.0030.0040.0110.0230.095
202 0.1610.2210.0170.0020.0010.0010.0020.0030.0040.0160.0340.143
203 0.0430.0590.0050.0000.0000.0000.0010.0010.0010.0040.0090.038
204 2050.1770.1890.0130.0020.0010.0000.0020.0030.0030.0160.0350.143
206 0.0470.0500.0040.0000.0000.0000.0010.0010.0010.0040.0090.038
301 0.1180.1260.0090.0020.0010.0000.0020.0030.0030.0110.0240.095
302 0.1770.1890.0130.0020.0010.0000.0020.0030.0030.0160.0350.143
303 0.0440.0560.0040.0000.0000.0000.0010.0010.0010.0040.0090.038
401 0.1090.1400.0100.0020.0010.0010.0020.0030.0040.0110.0230.095
402 0.1640.2100.0150.0020.0010.0010.0020.0030.0040.0160.0340.142
403 0.0440.0560.0040.0000.0000.0000.0010.0010.0010.0040.0090.038
404 0.1640.2100.0150.0020.0010.0010.0020.0030.0040.0160.0340.142
407 0.0440.0560.0040.0000.0000.0000.0010.0010.0010.0040.0090.038
501 0.1180.1260.0090.0020.0010.0000.0020.0030.0030.0110.0240.095
502 0.1770.1890.0130.0020.0010.0000.0020.0030.0030.0160.0350.143
503 0.0470.0500.0040.0000.0000.0000.0010.0010.0010.0040.0090.038
505 0.1770.1890.0130.0020.0010.0000.0020.0030.0030.0160.0350.143
506 0.0470.0500.0040.0000.0000.0000.0010.0010.0010.0040.0090.038
604 0.1640.2100.0150.0020.0010.0010.0020.0030.0040.0160.0340.142
606 0.0440.0560.0040.0000.0000.0000.0010.0010.0010.0040.0090.038
END MON-GRND-CONC
    
```

QUAL-PROPS

```

*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 606NO3 LBS 0 0 0 1 1 1 3 1 3
END QUAL-PROPS
    
```

QUAL-INPUT

```

*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW POTFS ACQOP SQOLIM WSQOP IOQC AOQC
*** <PLS > qty/ac qty/ton qty/ton qty/ ac.day
*** x - x
101 0.23 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
102 0.7 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
103 0.13 0. 0. 0. 0. 1.4 0. 0.
104 105 0.7 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
201 0.23 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
202 0.7 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
203 0.13 0. 0. 0. 0. 1.4 0. 0.
204 205 0.7 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
206 0.25 0. 0. 0. 0. 0.4 0. 0.
301 0.23 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
302 0.7 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
303 0.13 0. 0. 0. 0. 1.4 0. 0.
401 0.23 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
402 0.7 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
403 0.13 0. 0. 0. 0. 1.4 0. 0.
404 0.7 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
407 0.13 0. 0. 0. 0. 1.4 0. 0.
501 0.23 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
502 0.7 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
503 0.13 0. 0. 0. 0. 1.4 0. 0.
505 0.7 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
506 0.25 0. 0. 0. 0. 0.4 0. 0.
604 0.7 0. 0. 0. 0. 1.0 0. 0.
606 0.25 0. 0. 0. 0. 0.4 0. 0.
END QUAL-INPUT
    
```

MON-ACCUM

```

*** <PLS > Value at start of each month for accum rate of QUALOF (lb/ac.day)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.09 0.12 0.15 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.15 0.12 0.09
102 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
103 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
104 105 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
201 0.09 0.12 0.15 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.15 0.12 0.09
202 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
203 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
204 205 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
206 0.010.0120.0130.0140.0140.0140.0140.0140.0130.012 0.01
301 0.09 0.12 0.15 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.15 0.12 0.09
    
```

2016년 서산지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

302 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
 303 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
 401 0.09 0.12 0.15 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.15 0.12 0.09
 402 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
 403 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
 404 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
 407 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
 501 0.09 0.12 0.15 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.15 0.12 0.09
 502 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
 503 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
 505 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
 506 0.010.0120.0130.0140.0140.0140.0140.0140.0140.0130.012 0.01
 604 0.42 0.48 0.51 1.05 1.05 1.05 0.63 0.63 0.63 0.54 0.48 0.42
 606 0.010.0120.0130.0140.0140.0140.0140.0140.0140.0130.012 0.01
 END MON-ACCUM

MON-SQOLIM

*** <PLS > Value at start of month for limiting storage of QUALOF (lb/ac)
 *** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 101 0.36 0.48 0.6 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.6 0.48 0.36
 102 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 103 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
 104 105 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 201 0.36 0.48 0.6 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.6 0.48 0.36
 202 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 203 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
 204 205 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 206 0.070.0840.0910.0980.0980.0980.0980.0980.0980.0910.084 0.07
 301 0.36 0.48 0.6 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.6 0.48 0.36
 302 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 303 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
 401 0.36 0.48 0.6 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.6 0.48 0.36
 402 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 403 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
 404 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 407 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
 501 0.36 0.48 0.6 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.6 0.48 0.36
 502 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 503 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
 505 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 506 0.070.0840.0910.0980.0980.0980.0980.0980.0980.0910.084 0.07
 604 1.26 1.46 1.58 3.16 3.16 3.16 1.89 1.89 1.89 1.58 1.46 1.26
 606 0.070.0840.0910.0980.0980.0980.0980.0980.0980.0910.084 0.07
 END MON-SQOLIM

MON-IFLW-CONC

*** <PLS > Conc of QUAL in interflow outflow for each month (qty/ft3)
 *** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 101 0.3100.4260.3300.3210.2670.1750.3240.3490.3770.3440.2860.426
 102 0.2060.2840.6602.3142.0291.0481.9471.6771.8072.7520.9530.568
 103 0.1240.1700.1320.0510.0430.0280.0520.0560.0600.1830.1530.227
 104 1050.2060.2840.6602.3142.0291.0481.9471.6771.8072.7520.9530.568
 201 0.3210.4260.3420.3150.2480.1540.2950.3400.3690.3620.2920.420
 202 0.2140.2840.6842.2661.8880.9241.7671.6341.7732.8940.9740.560
 203 0.1280.1700.1370.0500.0400.0250.0470.0540.0590.1930.1560.224
 204 2050.0040.0040.0090.0330.0210.0070.0220.0190.0170.0390.0150.008
 206 0.0020.0020.0010.0010.0000.0000.0000.0000.0000.0020.0020.003
 301 0.0050.0060.0040.0050.0030.0010.0040.0040.0030.0050.0050.006
 302 0.0040.0040.0090.0330.0210.0070.0220.0190.0170.0390.0150.008
 303 0.0850.1140.0900.0340.0280.0180.0330.0370.0400.1260.1040.152
 401 0.2120.2860.2250.2140.1730.1100.2080.2310.2500.2370.1940.284
 402 0.1410.1910.4511.5381.3130.6601.2451.1101.1991.8950.6480.379
 403 0.0850.1140.0900.0340.0280.0180.0330.0370.0400.1260.1040.152
 404 0.1410.1910.4511.5381.3130.6601.2451.1101.1991.8950.6480.379
 407 0.0850.1140.0900.0340.0280.0180.0330.0370.0400.1260.1040.152
 501 0.0050.0060.0040.0050.0030.0010.0040.0040.0030.0050.0050.006
 502 0.0040.0040.0090.0330.0210.0070.0220.0190.0170.0390.0150.008
 503 0.0020.0030.0020.0010.0000.0000.0010.0010.0010.0030.0020.003
 505 0.0040.0040.0090.0330.0210.0070.0220.0190.0170.0390.0150.008
 506 0.0020.0020.0010.0010.0000.0000.0000.0000.0000.0020.0020.003
 604 0.1410.1910.4511.5381.3130.6601.2451.1101.1991.8950.6480.379
 606 0.0710.0950.0750.0260.0210.0130.0250.0280.0300.1110.0910.133
 END MON-IFLW-CONC

MON-GRND-CONC

```

*** <PLS > Value at start of month for conc of QUAL in groundwater (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 1.5312.1990.1590.0500.0430.0240.0670.0870.1190.1540.3331.412
102 1.0211.4660.2110.2380.2080.0940.2670.2430.3320.7170.8871.412
103 0.5100.7330.0530.0060.0050.0030.0080.0100.0140.0720.1550.659
104 1051.0211.4660.2110.2380.2080.0940.2670.2430.3320.7170.8871.412
201 1.6152.2090.1710.0480.0410.0220.0580.0800.1150.1640.3441.428
202 1.0761.4720.2280.2320.1990.0860.2310.2240.3230.7660.9171.428
203 0.5380.7360.0570.0060.0050.0030.0070.0100.0140.0770.1610.666
204 2050.0180.0200.0030.0040.0030.0010.0040.0030.0040.0120.0150.022
206 0.0090.0100.0010.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0010.0030.010
301 0.0280.0290.0020.0010.0010.0000.0010.0010.0010.0030.0060.022
302 0.0180.0200.0030.0040.0030.0010.0040.0030.0040.0120.0150.022
303 0.3530.4930.0370.0040.0030.0020.0050.0070.0090.0500.1060.445
401 1.0581.4790.1110.0330.0280.0150.0420.0560.0780.1070.2270.954
402 0.7050.9860.1480.1580.1370.0600.1670.1570.2200.4980.6060.954
403 0.3530.4930.0370.0040.0030.0020.0050.0070.0090.0500.1060.445
404 0.7050.9860.1480.1580.1370.0600.1670.1570.2200.4980.6060.954
407 0.3530.4930.0370.0040.0030.0020.0050.0070.0090.0500.1060.445
501 0.0280.0290.0020.0010.0010.0000.0010.0010.0010.0030.0060.022
502 0.0180.0200.0030.0040.0030.0010.0040.0030.0040.0120.0150.022
503 0.0090.0100.0010.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0010.0030.010
505 0.0180.0200.0030.0040.0030.0010.0040.0030.0040.0120.0150.022
506 0.0090.0100.0010.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0010.0030.010
604 0.7050.9860.1480.1580.1370.0600.1670.1570.2200.4980.6060.954
606 0.3530.4930.0370.0040.0030.0020.0050.0070.0090.0500.1060.445
END MON-GRND-CONC
    
```

QUAL-PROPS

```

*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 606ORTHO P LBS 0 0 0 1 1 1 3 1 3
END QUAL-PROPS
    
```

QUAL-INPUT

```

*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW POTFS ACQOP SQOLIM WSQOP IOQC AOQC
*** <PLS > qty/ac qty/ton qty/ton qty/ ac.day
*** x - x
101 0.04 0. 0. 0. 0. 0. 0.6 0. 0.
102 0.38 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
103 0.017 0. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
104 105 0.38 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
201 0.04 0. 0. 0. 0. 0. 0.6 0. 0.
202 0.38 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
203 0.017 0. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
204 205 0.38 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
206 0.04 0. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
301 0.04 0. 0. 0. 0. 0. 0.6 0. 0.
302 0.38 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
303 0.017 0. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
401 0.04 0. 0. 0. 0. 0. 0.6 0. 0.
402 0.38 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
403 0.017 0. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
404 0.38 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
407 0.017 0. 0. 0. 0. 0. 0.7 0. 0.
501 0.02 0. 0. 0. 0. 0. 2.4 0. 0.
502 0.19 0. 0. 0. 0. 0. 2.0 0. 0.
503 0.009 0. 0. 0. 0. 0. 2.8 0. 0.
505 0.19 0. 0. 0. 0. 0. 2.0 0. 0.
506 0.02 0. 0. 0. 0. 0. 0.8 0. 0.
604 0.38 0. 0. 0. 0. 0. 0.5 0. 0.
606 0.04 0. 0. 0. 0. 0. 0.2 0. 0.
END QUAL-INPUT
    
```

MON-ACCUM

```

*** <PLS > Value at start of each month for accum rate of QUALOF (lb/ac.day)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
102 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
103 0.0030.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
104 1050.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
201 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
202 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
203 0.0030.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
204 2050.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
206 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
301 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
302 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
    
```

```

303 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
401 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
402 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
403 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
404 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
407 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
501 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 0.01
502 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
503 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
505 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
506 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
604 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
606 0.0070.008 0.010.0230.0230.0230.0230.0230.0230.0170.0080.007
END MON-ACCUM

```

MON-SQOLIM

```

*** <PLS > Value at start of month for limiting storage of QUALOF (lb/ac)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
102 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
103 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
104 1050.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
201 0.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
202 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
203 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
204 2050.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
206 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
301 0.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
302 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
303 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
401 0.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
402 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
403 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
404 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
407 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
501 0.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
502 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
503 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
505 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
506 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
604 0.0080.0080.0130.0330.0510.0510.0380.0360.0330.0250.0130.008
606 0.017 0.020.0250.0580.0580.0580.0580.0580.042 0.020.017
END MON-SQOLIM

```

MON-IFLW-CONC

```

*** <PLS > Conc of QUAL in interflow outflow for each month (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.0500.0500.0500.0500.0500.0500.0500.0500.0500.0500.0500.050
102 0.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.100
103 0.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.009
104 1050.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000
201 0.0500.0500.0500.0500.0500.0500.0500.0500.0500.0500.0500.050
202 0.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.1000.100
203 0.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.0090.009
204 2050.0000.0000.0000.0000.0000.0010.0020.0010.0010.0010.0010.001
206 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
301 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0010.0000.0000.0010.0000.000
302 0.0000.0000.0000.0000.0000.0010.0020.0010.0010.0010.0010.001
303 0.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.006
401 0.0330.0330.0330.0330.0330.0330.0340.0330.0330.0340.0330.033
402 0.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.067
403 0.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.006
404 0.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.067
407 0.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.006
501 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
502 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
503 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
505 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
506 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
604 0.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.0670.067
606 0.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.0060.006
END MON-IFLW-CONC

```

```

MON-GRND-CONC
*** <PLS > Value at start of month for conc of QUAL in groundwater (qty/ft3)
*** x - x JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 0.0030.0030.0070.0040.0090.0240.0230.0310.0290.0300.0080.008
102 0.0050.0050.0120.0070.0150.0390.0380.0520.0480.0510.0130.013
103 0.0010.0000.0010.0010.0020.0040.0040.0050.0050.0050.0010.001
104 1050.0050.0050.0120.0070.0150.0390.0380.0520.0480.0510.0130.013
201 0.0030.0030.0080.0040.0050.0060.0110.0200.0180.0150.0080.009
202 0.0050.0050.0140.0070.0080.0100.0190.0340.0310.0250.0140.015
203 0.0010.0010.0010.0010.0010.0010.0020.0030.0030.0030.0010.001
204 2050.0010.0010.0020.0010.0010.0010.0020.0040.0040.0030.0020.002
206 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
301 0.0000.0000.0010.0010.0010.0010.0010.0030.0020.0020.0010.001
302 0.0010.0010.0020.0010.0010.0010.0020.0040.0040.0030.0020.002
303 0.0000.0000.0010.0000.0010.0020.0020.0030.0030.0030.0010.001
401 0.0020.0020.0050.0030.0050.0100.0120.0180.0170.0160.0060.006
402 0.0040.0030.0090.0050.0080.0170.0200.0300.0280.0260.0090.010
403 0.0000.0000.0010.0000.0010.0020.0020.0030.0030.0030.0010.001
404 0.0040.0030.0090.0050.0080.0170.0200.0300.0280.0260.0090.010
407 0.0000.0000.0010.0000.0010.0020.0020.0030.0030.0030.0010.001
501 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
502 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
503 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
505 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
506 0.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.0000.000
604 0.0040.0030.0090.0050.0080.0170.0200.0300.0280.0260.0090.010
606 0.0000.0000.0010.0000.0010.0020.0020.0030.0030.0030.0010.001
END MON-GRND-CONC

```

END PERLND

IMPLND

```

ACTIVITY
*** <ILS > Active Sections
*** x - x ATMP SNOW IWAT SLD IWG IQAL
101 501 1 0 1 0 1 1
END ACTIVITY

```

```

PRINT-INFO
*** <ILS > ***** Print-flags ***** PIVL PYR
*** x - x ATMP SNOW IWAT SLD IWG IQAL *****
101 501 4 4 4 4 4 4 1 9
END PRINT-INFO

```

```

BINARY-INFO
*** <ILS > **** Binary-Output-flags **** PIVL PYR
*** x - x ATMP SNOW IWAT SLD IWG IQAL *****
101 501 4 4 4 4 4 4 1 9
END BINARY-INFO

```

```

GEN-INFO
*** Name Unit-systems Printer BinaryOut
*** <ILS > t-series Engr Metr Engr Metr
*** x - x in out
101 501 Urban or Built-up La 1 1 0 0 92 0
END GEN-INFO

```

```

ATEMP-DAT
*** <ILS > ELDAT AIRTEMP
*** x - x (ft) (deg F)
101 501 0. 33.
END ATEMP-DAT

```

```

IWAT-PARM1
*** <ILS > Flags
*** x - x CSNO RTOP VRS VNN RTLI
101 501 0 0 0 0 0
END IWAT-PARM1

```

```

IWAT-PARM2
*** <ILS > LSUR SLSUR NSUR RETSC
*** x - x (ft) (in)
101 150. 0.4319 0.05 0.1
201 150. 0.2248 0.05 0.1
301 150. 0.2201 0.05 0.1
401 250. 0.0702 0.05 0.1
501 300. 0.0649 0.05 0.1
END IWAT-PARM2

```

```

IWAT-PARM3
*** <ILS >   PETMAX   PETMIN
*** x - x   (deg F) (deg F)
101 501     40.     35.
END IWAT-PARM3

IWAT-STATE1
*** <ILS >   IWATER state variables (inches)
*** x - x   RETS     SURS
101 501     0.01    0.01
END IWAT-STATE1

IWT-PARM1
*** <ILS >   Flags for section IWTGAS
*** x - x   WTFV CSNO
101 501     0      0
END IWT-PARM1

IWT-PARM2
***          Second group of IWTGAS parms
*** <ILS >   ELEV     AWTF     BWTF
*** x - x   (ft)   (deg F) (deg F/F)
101 501    120.    34.     0.3
END IWT-PARM2

MON-AWTF
*** <ILS >   Value of AWTF at start of each month (deg F)
*** x - x   JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 501    29. 29. 30. 34. 54. 63. 65. 64. 60. 48. 35. 30.
END MON-AWTF

MON-BWTF
*** <ILS >   Value of BWTF at start of each month (deg F/F)
*** x - x   JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
101 501    0.55 0.55 0.65 0.75 0.9 1.1 1.2 1.1 1. 0.65 0.65 0.6
END MON-BWTF

NQUALS
*** <ILS >
*** x - x   xNQUAL
101 501     4
END NQUALS

QUAL-PROPS
*** <ILS >   Identifiers and Flags
*** x - x   QUALID   QTID   QSD VPFW   QSO VQO
101 501BOD          LBS    0  0  1  0
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
***          Storage on surface and nonseasonal parameters
***          SQO POTFW ACQOP SQOLIM WSQOP
*** <ILS >   qty/ac qty/ton   qty/   qty/ac   in/hr
*** x - x                   ac.day
101 501     0.81     0. 0.1611  2.13  0.5
END QUAL-INPUT

QUAL-PROPS
*** <ILS >   Identifiers and Flags
*** x - x   QUALID   QTID   QSD VPFW   QSO VQO
101 501NH3+NH4      LBS    0  0  1  0
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
***          Storage on surface and nonseasonal parameters
***          SQO POTFW ACQOP SQOLIM WSQOP
*** <ILS >   qty/ac qty/ton   qty/   qty/ac   in/hr
*** x - x                   ac.day
101 501    0.0297     0. 0.0038  0.0756  0.5
END QUAL-INPUT

QUAL-PROPS
*** <ILS >   Identifiers and Flags
*** x - x   QUALID   QTID   QSD VPFW   QSO VQO
101 501NO3          LBS    0  0  1  0
END QUAL-PROPS

```

```

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW ACQOP SQOLIM WSQOP
*** <ILS > qty/ac qty/ton qty/ qty/ac in/hr
*** x - x ac.day
101 501 0.4 0. 0.0415 0.2668 0.5
END QUAL-INPUT

QUAL-PROPS
*** <ILS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW QSO VQO
101 501 ORTHO P LBS 0 0 1 0
END QUAL-PROPS

QUAL-INPUT
*** Storage on surface and nonseasonal parameters
*** SQO POTFW ACQOP SQOLIM WSQOP
*** <ILS > qty/ac qty/ton qty/ qty/ac in/hr
*** x - x ac.day
101 501 0.05 0. 0.0034 0.0163 0.5
END QUAL-INPUT

END IMPLND

RCHRES
ACTIVITY
*** RCHRES Active sections
*** x - x HYFR ADFG CNFG HTFG SDFG GQFG OXFG NUFG PKFG PHFG
1 6 1 1 0 1 0 0 1 1 1 0
END ACTIVITY

PRINT-INFO
*** RCHRES Printout level flags
*** x - x HYDR ADCA CONS HEAT SED GQL OXRX NUTR PLNK PHCB PIVL PYR
1 6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 9
END PRINT-INFO

BINARY-INFO
*** RCHRES Binary Output level flags
*** x - x HYDR ADCA CONS HEAT SED GQL OXRX NUTR PLNK PHCB PIVL PYR
1 6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 9
END BINARY-INFO

GEN-INFO
*** Name Nexits Unit Systems Printer
*** RCHRES t-series Engl Metr LKFG
*** x - x in out
1 5 1 1 1 91 0 0 92 0
6 1 1 1 91 0 1 92 0
END GEN-INFO

HYDR-PARM1
*** Flags for HYDR section
***RC HRES VC A1 A2 A3 ODFVFG for each *** ODGTFG for each FUNCT for each
*** x - x FG FG FG FG possible exit *** possible exit possible exit
1 6 0 1 1 1 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1
END HYDR-PARM1

HYDR-PARM2
*** RCHRES FTBW FTBU LEN DELTH STCOR KS DB50
*** x - x (miles) (ft) (ft) (in)
1 0. 1. 0.95 277. 3.2 0.1 0.01
2 0. 2. 0.08 4. 3.2 0.1 0.01
3 0. 3. 0.28 13. 3.2 0.1 0.01
4 0. 4. 0.26 14. 3.2 0.1 0.01
5 0. 5. 0.79 386. 3.2 0.1 0.01
6 0. 6. 1.24 13. 3.2 0.1 0.01
END HYDR-PARM2

HYDR-INIT
*** Initial conditions for HYDR section
***RC HRES VOL CAT Initial value of COLIND initial value of OUTDGT
*** x - x ac-ft for each possible exit for each possible exit,ft3
1 6 0.01 4.2 4.5 4.5 4.5 4.2 2.1 1.2 0.5 1.2 1.8
END HYDR-INIT

```

```

HT-BED-FLAGS
*** RCHRES Bed Heat Conductance Flags
*** x - x BDFG TGFG TSTP
    1  6  1  3  55
END HT-BED-FLAGS

HEAT-PARM
*** RCHRES      ELEV      ELDAT      CFSAX      KATRAD      KCOND      KEVAP
*** x - x      (ft)      (ft)
    1  6  123.      2.      0.95      9.5      6.12      2.24
END HEAT-PARM

HT-BED-PARM
*** Bed Heat Conduction Parameters for Single and Two-layer Methods
*** RCHRES      MUDDEP      TGRND      KMUD      KGRND
*** x - x      (ft) (deg F)      (kcal/m2/C/hr)
    1  6  0.33      59.      50.      1.4
END HT-BED-PARM

MON-HT-TGRND
*** RCHRES Monthly values of ground temperatures (deg F)
*** x - x TG1 TG2 TG3 TG4 TG5 TG6 TG7 TG8 TG9 TG10 TG11 TG12
    1  6  43. 46. 53. 62. 70. 77. 79. 79. 73. 63. 53. 45.
END MON-HT-TGRND

HEAT-INIT
*** RCHRES      TW      AIRTMP
*** x - x      (deg F) (deg F)
    1  6  40.      34.
END HEAT-INIT

BENTH-FLAG
*** RCHRES Benthic release flag
*** x - x BENF
    1  6  1
END BENTH-FLAG

OX-FLAGS
*** RCHRES Oxygen flags
*** x - x REAM
    1  6  3
END OX-FLAGS

OX-GENPARG
*** RCHRES      KBOD20      TCBOD      KODSET      SUPSAT
*** x - x      /hr      ft/hr
    1  6  0.004      1.047      0.027      1.15
END OX-GENPARG

OX-BENPARG
*** RCHRES      BENOD      TCBEN      EXPOD      BRBOD(1)      BRBOD(2)      EXPREL
*** x - x      mg/m2.hr      mg/m2.hr      mg/m2.hr      mg/m2.hr
    1  6  50.      1.074      1.22      0.001      0.001      2.82
END OX-BENPARG

OX-REAPARG
*** RCHRES      TCGINV      REAK      EXPRED      EXPREV
*** x - x      /hr
    1  6  1.024      0.2      -1.673      0.969
END OX-REAPARG

OX-INIT
*** RCHRES      DOX      BOD      SATDO
*** x - x      mg/l      mg/l      mg/l
    1  6  12.8      3.5      13.5
END OX-INIT

NUT-FLAGS
*** RCHRES Nutrient flags
*** x - x NH3 NO2 PO4 AMV DEN ADNH ADPO PHFL
    1  6  1  0  1  0  1  0  0  2
END NUT-FLAGS

CONV-VAL1
*** RCHRES      CVBO      CVBPC      CVBPN      BPCNTC
*** x - x      mg/mg      mols/mol      mols/mol
    1  6  1.63      106.      16.      49.
END CONV-VAL1
    
```

```

NUT-BENPARM
*** RCHRES BRNIT(1) BRNIT(2) BRPO4(1) BRPO4(2) ANAER
*** x - x mg/m2.hr mg/m2.hr mg/m2.hr mg/m2.hr mg/l
1 6 0. 0. 0. 0. 0.001
END NUT-BENPARM

NUT-NITDENIT
*** RCHRES KTAM20 KNO220 TCNIT KNO320 TC DEN DENOX
*** x - x /hr /hr /hr /hr mg/l
1 6 0.015 0.002 1.07 0.002 1.04 5.
END NUT-NITDENIT

NUT-DINIT
*** RCHRES NO3 TAM NO2 PO4
*** x - x mg/l mg/l mg/l mg/l
1 6 4. 0.1 0. 0.05 7.
END NUT-DINIT

PLNK-FLAGS
*** RCHRES Plankton flags
*** x - x PHYF ZOOF BALF SDLT AMRF DECF NSFG ZFOO BNP
1 6 1 0 1 0 0 1 1 2 0
END PLNK-FLAGS

PLNK-PARM1
***RC HRES RATCLP NONREF LITSED ALNPR EXTB MALGR PARADF
*** x - x l/mg.ft /ft /hr
1 6 0.68 0.5 0. 0.25 0.3 0.085 1.
END PLNK-PARM1

PLNK-PARM2
***RC HRES CMMLT CMMN CMMNP CMMP TALGRH TALGRL TALGRM
*** x - x ly/min mg/l mg/l mg/l deg F deg F deg F
1 6 0.01 0.025 0.0001 0.005 95. -20. 86.
END PLNK-PARM2

PLNK-PARM3
*** RCHRES ALR20 ALDH ALDL OXALD NALDH PALDH
*** x - x /hr /hr /hr mg/l mg/l
1 6 0.005 0.02 0.001 0.03 0.01 0.002
END PLNK-PARM3

PHYTO-PARM
*** RCHRES SEED MXSTAY OREF CLALDH PHYSET REFSET
*** x - x mg/l mg/l ft3/s ug/l ft/hr ft/hr
1 6 1. 2. 100. 20. 0.02 0.025
END PHYTO-PARM

BENAL-PARM
***RC HRES MBAL CFBALR CFBALG MINBAL CAMPR FRAVL NMAXFX
*** x - x mg/m2 mg/m2 mg/l mg/l
1 6 2500. 0.35 1. 0.0001 0.001 0. 10.
END BENAL-PARM

PLNK-INIT
*** RCHRES PHYTO ZOO BENAL ORN ORP ORC
*** x - x mg/l org/l mg/m2 mg/l mg/l mg/l
1 6 0.5 0.03 2500. 0.5 0.1 0.5
END PLNK-INIT

END RCHRES

FTABLES
FTABLE 1
rows cols ***
8 4
depth area volume outflow1 ***
0. 0.41 0. 0.
0.04 0.42 0.02 0.13
0.44 0.51 0.2 6.18
0.55 0.53 0.26 8.99
0.68 1.62 0.47 12.34
0.82 1.68 0.7 22.95
14.08 7.82 63.67 14597.37
27.35 13.96 208.06 71056.8
END FTABLE 1

```

```

FTABLE      2
rows cols  ***
 8      4
  depth    area    volume  outflow1 ***
  0.       0.41    0.       0.
  0.04     0.42    0.02    0.13
  0.44     0.51    0.2     6.18
  0.55     0.53    0.26    8.99
  0.68     1.62    0.47    12.34
  0.82     1.68    0.7     22.95
  11.53    0.51    3.35    3466.43
  22.39    0.92    11.07   17150.04
END FTABLE  2

FTABLE      4
rows cols  ***
 8      4
  depth    area    volume  outflow1 ***
  0.       0.08    0.       0.
  0.03     0.08    0.01    0.02
  0.33     0.1     0.03    0.99
  0.41     0.1     0.04    1.45
  0.52     0.31    0.07    2.02
  0.62     0.33    0.1     3.78
  5.73     0.79    2.49    492.49
  11.13    1.46    8.57    2564.14
END FTABLE  4

FTABLE      5
rows cols  ***
 8      4
  depth    area    volume  outflow1 ***
  0.       0.08    0.       0.
  0.03     0.08    0.01    0.02
  0.33     0.1     0.03    0.99
  0.41     0.1     0.04    1.45
  0.52     0.31    0.07    2.02
  0.62     0.33    0.1     3.78
  6.6      2.83    10.31   2177.04
  12.81    5.19    35.23   11226.88
END FTABLE  5

FTABLE      3
rows cols  ***
 8      4
  depth    area    volume  outflow1 ***
  0.       0.08    0.       0.
  0.03     0.08    0.01    0.02
  0.33     0.1     0.03    0.99
  0.41     0.1     0.04    1.45
  0.52     0.31    0.07    2.02
  0.62     0.33    0.1     3.78
  10.66    1.69    10.23   2636.54
  20.7     3.05    34.03   13125.25
END FTABLE  3

FTABLE      6
rows cols  ***
 8      4
  depth    area    volume  outflow1 ***
  0.       1.1     0.       0.
  0.07     1.12    0.08    0.28
  0.69     1.31    0.83    12.87
  0.86     1.36    1.06    18.69
  1.08     4.1     1.93    25.07
  1.29     4.23    2.83    46.34
  22.21    16.78   222.54  25668.71
  43.13    29.32   704.74  120131.99
END FTABLE  6
END FTABLES

EXT SOURCES
<-Volume-> <Member> SsysSgap<--Mult-->Tran <-Target vols> <-Grp> <-Member-> ***
<Name> x <Name> x tem strg<-factor->strg <Name> x x <Name> x x ***
*** Met Seg WANDO
WDM2 201 PREC ENGL SAME PERLND 101 606 EXTNL PREC
WDM2 103 ATEM ENGL SAME PERLND 101 606 EXTNL GATMP
WDM2 107 DEWP ENGL SAME PERLND 101 606 EXTNL DTMPG
WDM2 104 WIND ENGL SAME PERLND 101 606 EXTNL WINMOV
    
```

```

WDM2 105 SOLR ENGL SAME PERLND 101 606 EXTNL SOLRAD
WDM2 102 EVAP ENGL SAME PERLND 101 606 EXTNL PETINP
*** Met Seg WANDO
WDM2 201 PREC ENGL SAME IMPLND 101 501 EXTNL PREC
WDM2 103 ATEM ENGL SAME IMPLND 101 501 EXTNL GATMP
WDM2 107 DEWP ENGL SAME IMPLND 101 501 EXTNL DTMPG
WDM2 104 WIND ENGL SAME IMPLND 101 501 EXTNL WINMOV
WDM2 105 SOLR ENGL SAME IMPLND 101 501 EXTNL SOLRAD
WDM2 102 EVAP ENGL SAME IMPLND 101 501 EXTNL PETINP
*** Met Seg WANDO
WDM2 201 PREC ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL PREC
WDM2 103 ATEM ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL GATMP
WDM2 107 DEWP ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL DEWTMP
WDM2 104 WIND ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL WIND
WDM2 105 SOLR ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL SOLRAD
WDM2 108 CLOU ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL CLOUD
WDM2 102 EVAP ENGL SAME RCHRES 1 6 EXTNL POTEV
END EXT SOURCES

SCHEMATIC
<-Volume-> <--Area--> <-Volume-> <ML#> *** <sb>
<Name> x <-factor-> <Name> x *** x x
PERLND 101 8 RCHRES 1 2
IMPLND 101 8 RCHRES 1 1
PERLND 102 57 RCHRES 1 2
PERLND 103 106 RCHRES 1 2
PERLND 104 7 RCHRES 1 2
PERLND 105 99 RCHRES 1 2
PERLND 201 2 RCHRES 2 2
IMPLND 201 2 RCHRES 2 1
PERLND 202 91 RCHRES 2 2
PERLND 203 83 RCHRES 2 2
PERLND 204 4 RCHRES 2 2
PERLND 205 10 RCHRES 2 2
PERLND 206 RCHRES 2 2
PERLND 401 2 RCHRES 4 2
IMPLND 401 2 RCHRES 4 1
PERLND 402 28 RCHRES 4 2
PERLND 403 8 RCHRES 4 2
PERLND 404 RCHRES 4 2
PERLND 407 RCHRES 4 2
PERLND 501 RCHRES 5 2
IMPLND 501 RCHRES 5 1
PERLND 502 66 RCHRES 5 2
PERLND 503 70 RCHRES 5 2
PERLND 505 8 RCHRES 5 2
PERLND 506 2 RCHRES 5 2
PERLND 301 7 RCHRES 3 2
IMPLND 301 7 RCHRES 3 1
PERLND 302 108 RCHRES 3 2
PERLND 303 4 RCHRES 3 2
PERLND 604 2 RCHRES 6 2
PERLND 606 114 RCHRES 6 2
RCHRES 1 RCHRES 6 3
RCHRES 2 RCHRES 6 3
RCHRES 4 RCHRES 6 3
RCHRES 5 RCHRES 6 3
RCHRES 3 RCHRES 6 3
END SCHEMATIC

EXT TARGETS
<-Volume-> <-Grp> <-Member-><--Mult-->Tran <-Volume-> <Member> Tsys Aggr Amd ***
<Name> x <Name> x <-factor->strg <Name> x <Name>qf tem strg strg***
RCHRES 1 HYDR RO AVER WDM1 101 FLOW 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 1 HTRCH TW 1 1 AVER WDM1 102 TW 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 1 OXRX DOX 1 1 AVER WDM1 103 DOX 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 1 OXRX BOD 1 1 AVER WDM1 104 BOD 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 1 NUTRX DNUST 2 1 AVER WDM1 105 TAM 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 1 NUTRX DNUST 1 1 AVER WDM1 106 NO3 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 4 1 AVER WDM1 107 ORN 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 1 NUTRX DNUST 4 1 AVER WDM1 108 PO4 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 1 PLANK PKST3 5 1 AVER WDM1 109 ORP 1 ENGL AGGR REPL

RCHRES 2 HYDR RO 1 1 AVER WDM1 201 FLOW 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 2 HTRCH TW 1 1 AVER WDM1 202 TW 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 2 OXRX DOX 1 1 AVER WDM1 203 DOX 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 2 OXRX BOD 1 1 AVER WDM1 204 BOD 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 2 NUTRX DNUST 2 1 AVER WDM1 205 TAM 1 ENGL AGGR REPL
RCHRES 2 NUTRX DNUST 1 1 AVER WDM1 206 NO3 1 ENGL AGGR REPL

```

2016년 서산지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

RCHRES	2	PLANK	PKST3	4	1	AVER	WDM1	207	ORN	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	2	NUTRX	DNUST	4	1	AVER	WDM1	208	PO4	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	2	PLANK	PKST3	5	1	AVER	WDM1	209	ORP	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	3	HYDR	RO	1	1	AVER	WDM1	301	FLOW	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	3	HTRCH	TW	1	1	AVER	WDM1	302	TW	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	3	OXRX	DOX	1	1	AVER	WDM1	303	DOX	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	3	OXRX	BOD	1	1	AVER	WDM1	304	BOD	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	3	NUTRX	DNUST	2	1	AVER	WDM1	305	TAM	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	3	NUTRX	DNUST	1	1	AVER	WDM1	306	NO3	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	3	PLANK	PKST3	4	1	AVER	WDM1	307	ORN	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	3	NUTRX	DNUST	4	1	AVER	WDM1	308	PO4	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	3	PLANK	PKST3	5	1	AVER	WDM1	309	ORP	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	4	HYDR	RO	1	1	AVER	WDM1	401	FLOW	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	4	HTRCH	TW	1	1	AVER	WDM1	402	TW	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	4	OXRX	DOX	1	1	AVER	WDM1	403	DOX	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	4	OXRX	BOD	1	1	AVER	WDM1	404	BOD	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	4	NUTRX	DNUST	2	1	AVER	WDM1	405	TAM	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	4	NUTRX	DNUST	1	1	AVER	WDM1	406	NO3	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	4	PLANK	PKST3	4	1	AVER	WDM1	407	ORN	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	4	NUTRX	DNUST	4	1	AVER	WDM1	408	PO4	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	4	PLANK	PKST3	5	1	AVER	WDM1	409	ORP	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	5	HYDR	RO			AVER	WDM1	501	FLOW	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	5	HTRCH	TW	1	1	AVER	WDM1	502	TW	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	5	OXRX	DOX	1	1	AVER	WDM1	503	DOX	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	5	OXRX	BOD	1	1	AVER	WDM1	504	BOD	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	5	NUTRX	DNUST	2	1	AVER	WDM1	505	TAM	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	5	NUTRX	DNUST	1	1	AVER	WDM1	506	NO3	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	5	PLANK	PKST3	4	1	AVER	WDM1	507	ORN	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	5	NUTRX	DNUST	4	1	AVER	WDM1	508	PO4	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	5	PLANK	PKST3	5	1	AVER	WDM1	509	ORP	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	6	HYDR	RO			AVER	WDM1	601	FLOW	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	6	HTRCH	TW	1	1	AVER	WDM1	602	TW	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	6	OXRX	DOX	1	1	AVER	WDM1	603	DOX	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	6	OXRX	BOD	1	1	AVER	WDM1	604	BOD	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	6	NUTRX	DNUST	2	1	AVER	WDM1	605	TAM	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	6	NUTRX	DNUST	1	1	AVER	WDM1	606	NO3	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	6	PLANK	PKST3	4	1	AVER	WDM1	607	ORN	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	6	NUTRX	DNUST	4	1	AVER	WDM1	608	PO4	1	ENGL	AGGR	REPL
RCHRES	6	PLANK	PKST3	5	1	AVER	WDM1	609	ORP	1	ENGL	AGGR	REPL
END EXT TARGETS													
MASS-LINK													
MASS-LINK 2													
<-Volume-> <-Grp> <-Member-><--Mult--> <-Target vols> <-Grp> <-Member-> ***													
<Name> <Name> x x<-factor-> <Name> <Name> x x ***													
PERLND		PWATER	PERO		0.0833333	RCHRES			INFLOW	IVOL			
PERLND		PWTGAS	PODOXM			RCHRES			INFLOW	OXIF			
PERLND		PEST	POPST	1		RCHRES			INFLOW	IDQAL			
PERLND		PEST	SOSDPS	1		RCHRES			INFLOW	ISQAL			
PERLND		PEST	SOSDPS	1		RCHRES			INFLOW	ISQAL			
PERLND		PEST	SOSDPS	1		RCHRES			INFLOW	ISQAL			
PERLND		SEDMNT	SOSED	1	0.05	RCHRES			INFLOW	ISED			
PERLND		SEDMNT	SOSED	1	0.55	RCHRES			INFLOW	ISED			
PERLND		SEDMNT	SOSED	1	0.4	RCHRES			INFLOW	ISED			
PERLND		PWTGAS	POHT			RCHRES			INFLOW	IHEAT	1		
PERLND		PWTGAS	PODOXM			RCHRES			INFLOW	OXIF	1		
PERLND		PQUAL	POQUAL	1	0.4	RCHRES			INFLOW	OXIF	2		
PERLND		PQUAL	POQUAL	1	0.048	RCHRES			INFLOW	PKIF	3		
PERLND		PQUAL	POQUAL	1	0.0023	RCHRES			INFLOW	PKIF	4		
PERLND		PQUAL	POQUAL	1	0.301	RCHRES			INFLOW	PKIF	5		
PERLND		PQUAL	POQUAL	2		RCHRES			INFLOW	NUIF1	2		
PERLND		PQUAL	POQUAL	3		RCHRES			INFLOW	NUIF1	1		
PERLND		PQUAL	POQUAL	4		RCHRES			INFLOW	NUIF1	4		
END MASS-LINK 2													
MASS-LINK 1													
<-Volume-> <-Grp> <-Member-><--Mult--> <-Target vols> <-Grp> <-Member-> ***													
<Name> <Name> x x<-factor-> <Name> <Name> x x ***													
IMPLND		IWATER	SURO		0.0833333	RCHRES			INFLOW	IVOL			
IMPLND		IWTGAS	SODOXM			RCHRES			INFLOW	OXIF			
IMPLND		SOLIDS	SOSLD	1	0.05	RCHRES			INFLOW	ISED			
IMPLND		SOLIDS	SOSLD	1	0.55	RCHRES			INFLOW	ISED			
IMPLND		SOLIDS	SOSLD	1	0.4	RCHRES			INFLOW	ISED			
IMPLND		IWTGAS	SOHT			RCHRES			INFLOW	IHEAT	1		

```

IMPLND IWTGAS SODOXM          RCHRES    INFLOW OXIF  1
IMPLND IQUAL  SOQUAL 1      0.4    RCHRES    INFLOW OXIF  2
IMPLND IQUAL  SOQUAL 1      0.048  RCHRES    INFLOW PKIF  3
IMPLND IQUAL  SOQUAL 1      0.0023 RCHRES    INFLOW PKIF  4
IMPLND IQUAL  SOQUAL 1      0.301  RCHRES    INFLOW PKIF  5
IMPLND IQUAL  SOQUAL 2          RCHRES    INFLOW NUIF1 2
IMPLND IQUAL  SOQUAL 3          RCHRES    INFLOW NUIF1 1
IMPLND IQUAL  SOQUAL 4          RCHRES    INFLOW NUIF1 4
  END MASS-LINK  1

  MASS-LINK      3
<-Volume-> <-Grp> <-Member-><--Mult-->    <-Target vols> <-Grp> <-Member->  ***
<Name>      <Name> x <-factor->    <Name>      <Name> x x  ***
RCHRES      ROFLOW          RCHRES      INFLOW
  END MASS-LINK  3
END MASS-LINK

END RUN

```

15.2 수질모형 EFDC

```

*****
*
* WELCOME TO THE ENVIRONMENTAL FLUID DYNAMICS COMPUTER CODE SERIES
* DEVELOPED BY JOHN M. HAMRICK.
*
* THIS IS THE MASTER INPUT FILE EFDC.INP.
* FOR EFDC EPA GVC VERSION 1.01 OR LATER, AND
* FOR EFDC DYNAMIC SOLUTIONS GVC VERSION DATED AFTER MAR 2008, AND
*
* GENERATED WITH DYNAMIC SOLUTIONS-INTERNATIONAL'S EFDC_EXPLORER_GVC
*
*****
* PROJECT NAME:
*****
C1 RUN TITLE
* TEXT DESCRIPTION UP TO 80 CHARACTERS IN LENGTH FOR THIS INPUT FILE AND RUN
C1 TITLE
Title
-----
C1A GRID CONFIGURATION AND TIME INTEGRATION MODE SELECTION
*
* IGRIDH: 0 SINGLE HORIZONTAL GRID WITHOUT HORIZONTAL PARALLELIZATION
*          1 SINGLE HORIZONTAL GRID WITH HORIZONTAL PARALLELIZATION
*          GE.2, NUMBER OF HORIZONTAL GRIDS WITH HORIZONTAL DOMAIN
*          DECOMPOSITION PARALLELIZATION
*          -1 ONE-DIMENSIONAL CHANNEL NETWORK WITH HEC TYPE CROSS SECTIONS
* INESTH: 1 NO NESTING FOR IGRIDH.GE.2
*          2 2 TO 1 NESTING (FINE TO COARSE) FOR IGRIDH.GE.2
*          3 3 TO 1 NESTING (FINE TO COARSE) FOR IGRIDH.GE.2
* IGRIDV: 0 STANDARD SIGMA VERTICAL GRID OR SINGLE LAYER DEPTH AVERAGE
*          1 GENERAL VERTICAL GRID WITH SIGMA AND RESCALED HEIGHT REGIONS
* ITIMSOL: 0 THREE-TIME LEVEL INTEGRATION
*          1 TWO-TIME LEVEL INTEGRATION
* ISHOUSATONIC: 1 ACTIVATE HOUSATONIC RIVER SUPERFUND SEDIMENT-TOXICS OPTIONS
*
C1A IGRIDH INESTH IGRIDV ITIMSOL ISHOUSATONIC
-----
          0          0          0          1          0
-----
C2 RESTART, GENERAL CONTROL AND AND DIAGNOSTIC SWITCHES
*
* ISRESTI: 1 FOR READING INITIAL CONDITIONS FROM FILE restart.inp
*          -1 AS ABOVE BUT ADJUST FOR CHANGING BOTTOM ELEVATION
*          2 INITIALIZES A KC LAYER RUN FROM A KC/2 LAYER RUN FOR KC.GE.4
*          10 FOR READING IC'S FROM restart.inp WRITTEN BEFORE 8 SEPT 92
* ISRESTO:-1 FOR WRITING RESTART FILE restart.out AT END OF RUN
*          N INTEGER.GE.0 FOR WRITING restart.out EVERY N REF TIME PERIODS
* ISRESTR: 1 FOR WRITING RESIDUAL TRANSPORT FILE RESTRAN.OUT
* ISLOG: 1 FOR WRITING LOG FILE EFDC.LOG
* ISPAR: 0 FOR EXECUTION OF CODE ON A SINGLE PROCESSOR MACHINE
*          1 FOR PARALLEL EXECUTION, PARALLELIZING PRIMARILY OVER LAYERS
*          2 FOR PARALLEL EXECUTION, PARALLELIZING PRIMARILY OVER NDM
*          HORIZONTAL GRID SUBDOMAINS, SEE CARD C9
* ISDIVEX: 1 FOR WRITING EXTERNAL MODE DIVERGENCE TO SCREEN
* ISNEGH: 1 FOR SEARCHING FOR NEGATIVE DEPTHS AND WRITING TO SCREEN
* ISMMC: 1 FOR WRITING MINIMUM AND MAXIMUM VALUES OF SALT AND DYE
*          CONCENTRATION TO SCREEN
* ISBAL: 1 FOR ACTIVATING MASS, MOMENTUM AND ENERGY BALANCES AND
*          WRITING RESULTS TO FILE bal.out
* ISHP: 1 FOR CALLING HP 9000 S700 VERSIONS OF CERTAIN SUBROUTINES
* ISHOW: 1 TO SHOW PUV&S ON SCREEN, SEE INSTRUCTIONS FOR FILE show.inp
*
C2 ISRESTI ISRESTO ISRESTR ISPAR ISLOG ISDIVEX ISNEGH ISMMC ISBAL ISHP ISHOW
-----
          0          0          0          0          0          0          0          0          0          0          1
-----
C3 EXTERNAL MODE SOLUTION OPTION PARAMETERS AND SWITCHES
*
* RP: OVER RELAXATION PARAMETER
* RSQM: TARGET SQUARE RESIDUAL OF ITERATIVE SOLUTION SCHEME
* ITERM: MAXIMUM NUMBER OF ITERATIONS
* IRVEC: 0 STANDARD RED-BLACK SOR SOLUTION
*          1 MORE VECTORIZABLE RED-BLACK SOR (FOR RESEARCH PURPOSES)
*          2 RED-BLACK ORDERED CONJUGATE GRADIENT SOLUTION
*          3 REDUCED SYSTEM R-B CONJUGATE GRADIENT SOLUTION
*          9 WETTING/DRYING - CONJUGATE GRADIENT SOLUTION WITH MAXIMUM DIAGNOSTICS

```

```

* RPADJ: RELAXATION PARAMETER FOR AUXILLARY POTENTIAL ADJUSTMENT
* OF THE MEAN MASS TRANSPORT ADVECTION FIELD
* (FOR RESEARCH PURPOSES)
* RSQMADJ: TRAGET SQUARED RESIDUAL ERROR FOR ADJUSTMENT
* (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ITRMADJ: NUMBER OF INITIAL LOOPS TO HOLD TIMESTEP CONSTANT FOR DYN-STEP (DSSL)
* ITERHPM: MAXIMUM ITERATIONS FOR STRONGLY NONLINER DRYING AND WETTING
* SCHEME (ISDRY=3 OR OR 4) ITERHPM.LE.4
* IDRYCK: ITERATIONS PER DRYING CHECK (ISDRY.GE.1) 2.LE.IDRYCK.LE.20
* ISDSOLV: 1 TO WRITE DIAGNOSTICS FILES FOR EXTERNAL MODE SOLVER
* FILT: FILTER COEFFICIENT FOR 3 TIME LEVEL EXPLICIT ( 0.0625 )
*
C3 RP RSQM ITER IRVEC RPADJ RSQMADJ NRAMPUP ITERHPM IDRYCK ISDSOLV FILT
    1.8 1E-09 200 9 1.8 1E+18 2000 4 8 0 .0625

```

C4 LONGTERM MASS TRANSPORT INTEGRATION ONLY SWITCHES

```

*
* ISLTMT: 1 FOR LONG-TERM MASS TRANSPORT ONLY (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISSMMT: 0 WRITES MEAN MASS TRANSPORT TO RESTRAN.OUT AFTER EACH
* AVERAGING PERIOD (FOR RESEARCH PURPOSES)
* 1 WRITES MEAN MASS TRANSPORT TO RESTRAN.OUT AFTER LAST
* AVERAGING PERIOD (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISLTMTS: 0 ASSUMES LONG-TERM TRANSPORT SOLUTION IS TRANSIENT
* (FOR RESEARCH PURPOSES)
* 1 ASSUMES LONG-TERM TRANSPORT SOLUTION IS ITERATED TOWARD
* STEADY STATE (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISIA: 1 FOR IMPLICIT LONG-TERM ADVECTION INTEGRATION FOR ZEBRA
* VERTICAL LINE R-B SOR (FOR RESEARCH PURPOSES)
* RPIA: RELAXATION PARAMETER FOR ZEBRA SOR(FOR RESEARCH PURPOSES)
* RSQMIA: TARGET RESIDUAL ERROR FOR ZEBRA SOR (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ITRMIA: MAXIMUM ITERATIONS FOR ZEBRA SOR (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISAVEC: 1 USE ALTIVEC ENABLED SUBROUTINES (MAC G4 ONLY)
*

```

```

C4 ISLTMT ISSMMT ISLTMTS ISIA RPIA RSQMIA ITRMIA ISAVEC
    0 0 0 0 1.8 1E-10 0 0

```

C5 MOMENTUM ADVEC AND HORIZ DIFF SWITCHES AND MISC SWITCHES

```

*
* ISCDMA: 1 FOR CENTRAL DIFFERENCE MOMENTUM ADVECTION (USED FOR 3TL ONLY)
* 0 FOR UPWIND DIFFERENCE MOMENTUM ADVECTION (USED FOR 3TL ONLY)
* 2 FOR EXPERIMENTAL UPWIND DIFF MOM ADV (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISAHMF: 1 TO ACTIVE HORIZONTAL MOMENTUM DIFFUSION
* ISDISP: 1 CALCULATE MEAN HORIZONTAL SHEAR DISPERSION TENSOR OVER LAST MEAN MASS TRANSPORT
AVERAGING PERIOD
* ISWASP: 4 OR 5 TO WRITE FILES FOR WASP4 OR WASP5 MODEL LINKAGE, 99 - CE-QUAL-ICM
* ISDRY: 0 NO WETTING & DRYING OF SHALLOW AREAS
* 1 CONSTANT WETTING DEPTH SPECIFIED BY HWET ON CARD 11
* WITH NONLINEAR ITERATIONS SPECIFIED BY ITERHPM ON CARD C3
* 2 VARIABLE WETTING DEPTH CALCULATED INTERNALLY IN CODE
* WITH NONLINEAR ITERATIONS SPECIFIED BY ITERHPM ON CARD C3
* 11 SAME AS 1, WITHOUT NONLINEAR ITERATION
* -11 SAME AS 11 BUT WITH CELL MASKING
* 99 VARIABLE WETTING & DRYING USING CELL FACES
* -99 SAME AS 11 BUT WITH CELL MASKING
* ISQQ: 1 TO USE STANDARD TURBULENT INTENSITY ADVECTION SCHEME
* ISRLID: 1 TO RUN IN RIGID LID MODE (NO FREE SURFACE)
* ISVEG: 1 TO IMPLEMENT VEGETATION RESISTANCE
* 2 IMPLEMENT WITH DIAGNOSTICS TO FILE CBOT.LOG
* ISVEGL: 1 TO INCLUDE LAMINAR FLOW OPTION IN VEGETATION RESISTANCE
* ISITB: 1 FOR IMPLICIT BOTTOM & VEGETATION RESISTANCE IN EXTERNAL MODE
* FOR SINGLE LAYER APPLICATIONS (KC=1) ONLY
* ISEVER: 1 TO DEFAULT TO EVERGLADES HYDRO SOLUTION OPTIONS
* IINTPG: 0 ORIGINAL INTERNAL PRESSURE GRADIENT FORMULATION
* 1 JACOBIAN FORMULATION
* 2 FINITE VOLUME FORMULATION
*

```

```

C5 ISCDMA ISAHMF ISDISP ISWASP ISDRY ISQQ ISRLID ISVEG ISVEGL ISITB ISEVER IINTPG
    0 0 0 17 0 1 0 0 0 0 0 0

```

C6 DISSOLVED AND SUSPENDED CONSTITUENT TRANSPORT SWITCHES

```

* TURB INTENSITY=0,SAL=1,TEM=2,DYE=3,SFL=4,TOX=5,SED=6,SND=7,CWQ=8
*
* ISTRAN: 1 OR GREATER TO ACTIVATE TRANSPORT
* ISTOPT: NONZERO FOR TRANSPORT OPTIONS, SEE USERS MANUAL
* ISCDCA: 0 FOR STANDARD DONOR CELL UPWIND DIFFERENCE ADVECTION (3TL ONLY)
* 1 FOR CENTRAL DIFFERENCE ADVECTION FOR THREE TIME LEVEL STEPS (3TL ONLY)
* 2 FOR EXPERIMENTAL UPWIND DIFFERENCE ADVECTION (FOR RESEARCH) (3TL ONLY)

```

```

* ISADAC: 1 TO ACTIVATE ANTI-NUMERICAL DIFFUSION CORRECTION TO
* STANDARD DONOR CELL SCHEME
* ISFCT: 1 TO ADD FLUX LIMITING TO ANTI-NUMERICAL DIFFUSION CORRECTION
* ISPLIT: 1 TO OPERATOR SPLIT HORIZONTAL AND VERTICAL ADVECTION
* (FOR RESEARCH PURPOSES)
* ISADAH: 1 TO ACTIVATE ANTI-NUM DIFFUSION CORRECTION TO HORIZONTAL
* SPLIT ADVECTION STANDARD DONOR CELL SCHEME (FOR RESEARCH)
* ISADAV: 1 TO ACTIVATE ANTI-NUM DIFFUSION CORRECTION TO VERTICAL
* SPLIT ADVECTION STANDARD DONOR CELL SCHEME (FOR RESEARCH)
* ISCI: 1 TO READ CONCENTRATION FROM FILE restart.inp
* ISCO: 1 TO WRITE CONCENTRATION TO FILE restart.out
*
C6 ISTRAN ISTOPT ISCDCA ISADAC ISFCT ISPLIT ISADAH ISADAV ISCI ISCO
  0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 !TURB 0
  0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 !SAL 1
  0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 !ITEM 2
  0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 !DYE 3
  0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 !SFL 4
  0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 !TOX 5
  0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 !SED 6
  0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 !SND 7
  0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 !CWQ 8
    
```

C7 TIME-RELATED INTEGER PARAMETERS

```

*
* NTC: NUMBER OF REFERENCE TIME PERIODS IN RUN
* NTSPTC: NUMBER OF TIME STEPS PER REFERENCE TIME PERIOD
* NLTC: NUMBER OF LINEARIZED REFERENCE TIME PERIODS
* NLTC: NUMBER OF TRANSITION REF TIME PERIODS TO FULLY NONLINEAR
* NTCPP: NUMBER OF REFERENCE TIME PERIODS BETWEEN FULL PRINTED OUTPUT
* TO FILE EFDC.OUT
* NTSTBC: NUMBER OF TIME STEPS BETWEEN USING A TWO TIME LEVEL TRAPEZOIDAL
* CORRECTION TIME STEP, ** MASS BALANCE PRINT INTERVAL **
* NTCNB: NUMBER OF REFERENCE TIME PERIODS WITH NO BUOYANCY FORCING (not used)
* NTCVB: NUMBER OF REF TIME PERIODS WITH VARIABLE BUOYANCY FORCING
* NTSMMT: NUMBER OF NUMBER OF REF TIME TO AVERAGE OVER TO OBTAIN
* RESIDUAL OR MEAN MASS TRANSPORT VARIABLES
* NFLTMT: USE 1 (FOR RESEARCH PURPOSES)
* NDRYSTP: MIN NO. OF TIME STEPS A CELL REMAINS DRY AFTER INTIAL DRYING
* -NDRYSTP FOR ISDRY=-99 TO ACTIVATE WASTING WATER IN DRY CELLS
C7 NTC NTSPTC NLTC NTTC NTCPP NTSTBC NTCNB NTCVB NTSMMT NFLTMT NDRYSTP
  1766 1440 0 0 10 0 0 0 3600 1 10
    
```

C8 TIME-RELATED REAL PARAMETERS

```

*
* TCON: CONVERSION MULTIPLIER TO CHANGE TBEGIN TO SECONDS
* TBEGIN: TIME ORIGIN OF RUN
* TREF: REFERENCE TIME PERIOD IN sec (i.e. 44714.16S OR 86400S)
* CORIOLIS: CONSTANT CORIOLIS PARAMETER IN 1/sec =2*7.29E-5*SIN(LAT)
* ISCORV: 1 TO READ VARIABLE CORIOLIS COEFFICIENT FROM LXLY.INP FILE
* ISCCA: WRITE DIAGNOSTICS FOR MAX CORIOLIS-CURV ACCEL TO FILEEFDC.LOG
* ISCFL: 1 WRITE DIAGNOSTICS OF MAX THEORETICAL TIME STEP TO CFL.OUT
* GT 1 TIME STEP ONLY AT INTERVAL ISCFL FOR ENTIRE RUN
* ISCFLM: 1 TO MAP LOCATIONS OF MAX TIME STEPS OVER ENTIRE RUN
* DTSSFAC: DYNAMIC TIME STEPPING IF 0.0.LT.DTSSFAC.LT.1.0
* DTSSDHD: DYNAMIC TIME STEPPING RATE OF DEPTH CHANGE FACTOR
*
C8 TCON TBEGIN TREF CORIOLIS ISCORV ISCCA ISCFL ISCFLM DTSSFAC DTSSDHD
  86400 1 86400 0 0 0 0 0 0 0
    
```

C9 SPACE-RELATED AND SMOOTHING PARAMETERS

```

*
* IC: NUMBER OF CELLS IN I DIRECTION
* JC: NUMBER OF CELLS IN J DIRECTION
* LC: NUMBER OF ACTIVE CELLS IN HORIZONTAL + 2
* LVC: NUMBER OF VARIABLE SIZE HORIZONTAL CELLS
* ISCO: 1 FOR CURVILINEAR-ORTHOGONAL GRID (LVC=LC-2)
* NDM: NUMBER OF DOMAINS FOR HORIZONTAL DOMAIN DECOMPOSITION
* ( NDM=1, FOR MODEL EXECUTION ON A SINGLE PROCESSOR SYSTEM OR
* NDM=MM*NCPUS, WHERE MM IS AN INTEGER AND NCPUS IS THE NUMBER
* OF AVAILABLE CPU'S FOR MODEL EXECUTION ON A PARALLEL MULTIPLE PROCESSOR SYSTEM )
* LDM: NUMBER OF WATER CELLS PER DOMAIN (LDM=(LC-2)/NDM, FOR MULTIPLE VECTOR PROCESSORS,
* LDM MUST BE AN INTEGER MULTIPLE OF THE VECTOR LENGTH OR
* STRIDE NVEC THUS CONSTRAINING LC-2 TO BE AN INTEGER MULTIPLE OF NVEC )
* ISMASK: 1 FOR MASKING WATER CELL TO LAND OR ADDING THIN BARRIERS
* USING INFORMATION IN FILE MASK.INP
* ISPGNS: 1 FOR IMPLEMENTING A PERIODIC GRID IN COMP N-S DIRECTION OR
* CONNECTING ARBITRARY CELLS USING INFO IN FILE MAPPGNS.INP
* NSHMAX: NUMBER OF DEPTH SMOOTHING PASSES
    
```

```

* NSBMAX: NUMBER OF INITIAL SALINITY FIELD SMOOTHING PASSES
* WSMH: DEPTH SMOOTHING WEIGHT
* WSMB: SALINITY SMOOTHING WEIGHT
*
*
C
C9 IC JC LC LVC ISCO NDM LDM ISMASK ISPGNS NSHMAX NSBMAX WSMH WSMB
    12 9 41 39 1 1 39 0 0 0 0 0.06250 0.06250
-----
C9A VERTICAL SPACE-RELATED PARAMETERS
*
* KC: NUMBER OF VERTICAL LAYERS
* KSIG: NUMBER OF VERTICAL LAYERS IN SIGMA REGION FOR IGRIDV = 1
* ISETGVC: 0 READ BOTTOM LAYER ID FROM GVCLAYER.INP
*          1 AUTOMATICALLY SET BOTTOM LAYER ID USING SELVREF, SELVREF
*          AND BELV (IN DXDY.INP) AND WRITE RESULTS TO GVCLAYER.OUT
* SELVREF: REFERENCE SURFACE ELEVATION IN RESCALED HEIGHT REGION (METERS)
* BELVREF: REFERENCE (MINIMUM) BOTTOM ELEVATION IN RESCALED HEIGHT REGION
* ISGVCK: 0 NORMAL SETTING (OPTION 1 USED FOR DEBUGGING SIGMA/GVC COMPARE)
*          1 USE MULTI-LAYER BOTTOM FRICTION FOR SINGLE LAYER SIGMA
*
C9A KC KSIG ISETGVC SELVREF BELVREF ISGVCK
    1 1 0 0.000 -1.000 0
-----
C10 LAYER THICKNESS IN VERTICAL
*
* K: LAYER NUMBER, K=1,KC
* DZC: DIMENSIONLESS LAYER THICKNESS (THICKNESSES MUST SUM TO 1.0)
*      FOR IGRIDV=1, THE TOP KSIG LAYERS ARE PRESENT IN BOTH THE
*      SIGMA AND RESCALED HEIGHT REGIONS
*
C10 K DZC
    1 1.00000
-----
C11 GRID, ROUGHNESS AND DEPTH PARAMETERS
*
* DX: CARTESIAN CELL LENGTH IN X OR I DIRECTION
* DY: CARTESIAN CELL LENGTH IN Y OR J DIRECTION
* DXYCVT: MULTIPLY DX AND DY BY TO OBTAIN METERS
* IMD: GREATER THAN 0 TO READ MODDXDY.INP FILE
* ZBRADJ: LOG BDRY LAYER CONST OR VARIABLE ROUGH HEIGHT ADJ IN METERS
* ZBRCVRT: LOG BDRY LAYER VARIABLE ROUGHNESS HEIGHT CONVERT TO METERS
* HMIN: MINIMUM DEPTH OF INPUTS DEPTHS IN METERS
* HADJ: ADJUSTMENT TO DEPTH FIELD IN METERS
* HCVRT: CONVERTS INPUT DEPTH FIELD TO METERS
* HDRY: DEPTH AT WHICH CELL OR FLOW FACE BECOMES DRY
* HWET: DEPTH AT WHICH CELL OR FLOW FACE BECOMES WET
* BELADJ: ADJUSTMENT TO BOTTOM BED ELEVATION FIELD IN METERS
* BELCVRT: CONVERTS INPUT BOTTOM BED ELEVATION FIELD TO METERS
*
C11 DX DY DXYCVT IMD ZBRADJ ZBRCVRT HMIN HADJ HCVRT HDRY HWET BELADJ BELCVRT
    10 10 1 0 0 1 .01 0 1 .06 .075 0 1
-----
C11A TWO-LAYER MOMENTUM FLUX AND CURVATURE ACCELERATION CORRECTION FACTORS
* (ONLY USED FOR 2 TIME LEVEL SOLUTION & ISDRY=0 PMC-Check to see if still true)
* ICK2COR: 0 NO CORRECTION
* ICK2COR: 1 CORRECTION USING CK2UUC,CK2VVC,CK2UVC FOR CURVATURE
* ICK2COR: 2 CORRECTION USING CK2FCX,CK2FCY FOR CURVATURE
* CK2UUM: CORRECTION FOR UU MOMENTUM FLUX
* CK2VVM: CORRECTION FOR UU MOMENTUM FLUX
* CK2UVM: CORRECTION FOR UU MOMENTUM FLUX
* CK2UUC: CORRECTION FOR UU CURVATURE ACCELERATION (NOT ACTIVE)
* CK2VVC: CORRECTION FOR VV CURVATURE ACCELERATION (NOT ACTIVE)
* CK2UVC: CORRECTION FOR UV CURVATURE ACCELERATION (NOT ACTIVE)
* CK2FCX: CORRECTION FOR X EQUATION CURVATURE ACCELERATION
* CK2FCY: CORRECTION FOR Y EQUATION CURVATURE ACCELERATION
*
C11A ICK2COR CK2UUM CK2VVM CK2UVM CK2UUC CK2VVC CK2UVC CK2FCX CK2FCY
    0 .0825 .0825 .0825 .0825 .0825 .0825 .0825 .0825
-----
C11B CORNER CELL BOTTOM STRESS CORRECTION OPTIONS
*
* ISCORTBC: 1 TO CORRECT BED STRESS AVERAGING TO CELL CENTERS IN CORNERS
*           2 TO USE SPATIALLY VARYING CORRECTION FOR CELLS IN CORNERC.INP
* ISCORTBCD: 1 WRITE DIAGNOSTICS EVERY NSPTC TIME STEPS
* FSCORTBC: CORRECTION FACTOR, 0.0 GE FSCORTBC LE 1.0
*           1.0 = NO CORRECTION, 0.0 = MAXIMUM CORRECTION, 0.5 SUGGESTED
*
C11B ISCORTBC ISCORTBCD FSCORTBC
    0 0 .5

```

C12 TURBULENT DIFFUSION PARAMETERS

*
 * AHO: CONSTANT HORIZONTAL MOMENTUM AND MASS DIFFUSIVITY m*m/s
 * AHD: DIMENSIONLESS HORIZONTAL MOMENTUM DIFFUSIVITY (ONLY FOR ISHDMF>0)
 * AVO: BACKGROUND, CONSTANT OR EDDY (KINEMATIC) VISCOSITY m*m/s
 * ABO: BACKGROUND, CONSTANT OR MOLECULAR DIFFUSIVITY m*m/s
 * AVMX: MAXIMUM KINEMATIC EDDY VISCOSITY m*m/s (DS-INTL)
 * ABMX: MAXIMUM EDDY DIFFUSIVITY m*m/s (DS-INTL)
 * VISMUD: CONSTANT FLUID MUD VISCOSITY m*m/s
 * AVCON: EQUALS ZERO FOR CONSTANT VERTICAL MOLECULAR VISCOSITY AND DIFFUSIVITY
 * WHICH ARE SET EQUAL TO AVO AND ABO, OTHERWISE SET TO 1.0
 * ZBRWALL: SIDE WALL LOG LAW ROUGHNESS HEIGHT. USED WHEN HORIZONTAL
 * MOMENTUM DIFFUSION IS ACTIVE AND AHO OR AHD ARE NONZERO
 *

C12	AHO	AHD	AVO	ABO	AVMX	ABMX	VISMUD	AVCON	ZBRWALL
	.1	.25	1.0E-07	1E-09	1E-08	1E-10	0	1	0

C12A TURBULENCE CLOSURE OPTIONS

*
 * ISSTAB: 0 FOR GALPERIN et al. STABILITY FUNCTIONS IN CALVBOLD
 * 1 FOR GALPERIN et al. STABILITY FUNCTIONS
 * 2 FOR KANTHA AND CLAYSON (1994) STABILITY FUNCTIONS
 * 3 FOR KANTHA (2003) STABILITY FUNCTIONS
 * NOTE OPTIONS SELECTED HERE OVER RIDE ISTOPT(0) ON C6
 * ISSQL: 0 SETS QQ AND QQL STABILITY FUNCTIONS PROPORTIONAL TO
 * MOMENTUM STABILITY FUNCTIONS (EXCEPT FOR ISSTAB=3)
 * 1 SETS QQ AND QQL STABILITY FUNCTIONS TO CONSTANTS
 * (FOR ISSTAB = 0,1,2) THIS OPTION NOT ACTIVE
 * ISAVBMN: SET TO 1 TO ACTIVATE MIN VIS AND DIFF OF AVMN AND ABMN
 * ISFAVB: SET TO 1 OR 2 TO AVG OR SQRT FILTER AVV AND AVB
 * ISINWV: SET TO 1 TO WRITE EE_ARRAYS.OUT
 * ISLLIM: 0 FOR NO LENGTH SCALE AND RIQMAX LIMITATIONS
 * 1 LIMIT RIQMAX IN STABILITY FUNCTION ONLY
 * 2 DIRECTLY LIMIT LENGTH SCALE AND LIMIT RIQMAX IN STABILITY FUNCTION
 * IFPROX: 0 FOR NO WALL PROXIMITY FUNCTION
 * 1 FOR PARABOLIC OVER DEPTH WALL PROXIMITY FUNCTION
 * 2 FOR OPEN CHANNEL WALL PROXIMITY FUNCTION
 * ISVTURB: SET TO 1 TO INCLUDE VEGETATION GENERATED TURBULENCE PRODUCTION
 * VTURBEFF: EFFICIENCY FACTOR FOR VEGETATION TURBULENCE PRODUCTION (0,1)
 *

C12A	ISSTAB	ISSQL	ISAVBMN	ISFAVB	ISINWV	ISLLIM	IFPROX	ISVTURB	VTURBEFF
	1	0	0	1	0	2	0	0	0

C13 TURBULENCE CLOSURE PARAMETERS

*
 * VKC: VON KARMAN CONSTANT
 * CTURB1: TURBULENT CONSTANT (UNIVERSAL)
 * CTURB2: TURBULENT CONSTANT (UNIVERSAL)
 * CTE1: TURBULENT CONSTANT (UNIVERSAL)
 * CTE2: TURBULENT CONSTANT (UNIVERSAL)
 * CTE3: TURBULENT CONSTANT (UNIVERSAL)
 * CTE4: TURBULENCE CONSTANT E4 (SOMETIMES CALL E3) WALL FUNCTION IN Q*Q*L EQUATION
 * CTE5: TURBULENCE CONSTANT E5 - 2ND OPEN CHANNEL WALL FUNCTION IN Q*Q*L EQUATION
 * RIQMAX: MAXIMUM TURBULENT INTENSITY RICHARDSON NUMBER FOR STABLE CONDITIONS
 * QQMIN: MINIMUM TURBULENT INTENSITY SQUARED
 * QQLMIN: MINIMUM TURBULENT INTENSITY SQUARED * LENGTH-SCALE
 * DMLMIN: MINIMUM DIMENSIONLESS LENGTH SCALE
 *

C13	VKC	CTURB1	CTURB2	CTE1	CTE2	CTE3	CTE4	CTE5	RIQMAX	QQMIN	QQLMIN	DMLMIN
	.4	16.6	10.1	1.8	1.33	.53	1.33	.25	.28	1E-08	1E-12	.0001

C14 TIDAL & ATMOSPHERIC FORCING, GROUND WATER AND SUBGRID CHANNEL PARAMETERS

*
 * MTIDE: NUMBER OF PERIOD (TIDAL) FORCING CONSTITUENTS
 * NWSER: NUMBER OF WIND TIME SERIES (0 SETS WIND TO ZERO)
 * NASER: NUMBER OF ATMOSPHERIC CONDITION TIME SERIES (0 SETS ALL ZERO)
 * ISGWI: 1 TO ACTIVATE SOIL MOISTURE BALANCE WITH DRYING AND WETTING
 * 2 TO ACTIVATE GROUNDWATER INTERACTION WITH BED AND WATER COL
 * ISCHAN: >0 ACTIVATE SUBGRID CHANNEL MODEL AND READ MODCHAN.INP
 * ISWAVE: 1 FOR WAVE CURRENT BOUNDARY LAYER REQUIRES FILE WAVEBL.INP
 * 2 FOR WCBL AND WAVE INDUCED CURRENTS REQUIRES FILE WAVE.INP
 * ITIDASM: 1 FOR TIDAL ELEVATION ASSIMILATION (NOT ACTIVE)
 * ISPERC: 1 TO PERCOLATE OR ELIMINATE EXCESS WATER IN DRY CELLS
 * ISBODYF: TO INCLUDE EXTERNAL MODE BODY FORCES FROM FBODY.INP
 * 1 FOR UNIFORM OVER DEPTH, 2 FOR SURFACE LAYER ONLY
 * ISPNHYDS: 1 FOR QUASI-NONHYDROSTATIC OPTION
 *

C14	MTIDE	NWSER	NASER	ISGWI	ISCHAN	ISWAVE	ITIDASM	ISPERC	ISBODYF	ISPNHYDS
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

```

C15 PERIODIC FORCING (TIDAL) CONSTITUENT SYMBOLS AND PERIODS
*
* SYMBOL: FORCING SYMBOL (CHARACTER VARIABLE) FOR TIDES, THE NOS SYMBOL
* PERIOD: FORCING PERIOD IN SECONDS
*
C15 SYMBOL PERIOD
-----
C16 SURFACE ELEVATION OR PRESSURE BOUNDARY CONDITION PARAMETERS
*
* NPBS: NUMBER OF SURFACE ELEVATION OR PRESSURE BOUNDARY CONDITIONS
* CELLS ON SOUTH OPEN BOUNDARIES
* NPBW: NUMBER OF SURFACE ELEVATION OR PRESSURE BOUNDARY CONDITIONS
* CELLS ON WEST OPEN BOUNDARIES
* NPBE: NUMBER OF SURFACE ELEVATION OR PRESSURE BOUNDARY CONDITIONS
* CELLS ON EAST OPEN BOUNDARIES
* NPBN: NUMBER OF SURFACE ELEVATION OR PRESSURE BOUNDARY CONDITIONS
* CELLS ON NORTH OPEN BOUNDARIES
* NPFOR: NUMBER OF HARMONIC FORCINGS
* NPFORT: FORCING TYPE, 0=CONSTANT, 1=LINEAR, 2= QUADRATIC VARIATION
* NPSE: NUMBER OF TIME SERIES FORCINGS
* PDGINIT: ADD THIS CONSTANT ADJUSTMENT GLOBALLY TO THE SURFACE ELEVATION
*
C16 NPBS NPBW NPBE NPBN NPFOR NPFORT NPSE PDGINIT
    0      0      0      0      0      0      0      0
-----
C17 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE BOUNDARY COND. FORCINGS
*
* NPFOR: FORCING NUMBER
* SYMBOL: FORCING SYMBOL (FOR REFERENCE HERE ONLY)
* AMPLITUDE: AMPLITUDE IN M (PRESSURE DIVIDED BY RHO*G), NPFORT=0
* COSINE AMPLITUDE IN M, NPFORT.GE.1
* PHASE: FORCING PHASE RELATIVE TO TBEGIN IN SECONDS, NPFORT=0
* SINE AMPLITUDE IN M, NPFORT.GE.1
* NOTE: FOR NPFORT=0 SINGLE AMPLITUDE AND PHASE ARE READ, FOR NPFORT=1
* CONST AND LINEAR COS AND SIN AMPS ARE READ FOR EACH FORCING, FOR
* NPFORT=2, CONST, LINEAR, QUAD COS AND SIN AMPS ARE READ FOR EACH
* FOR EACH FORCING
*
C17 NPFOR SYMBOL AMPLITUDE PHASE
-----
C18 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON SOUTH OPEN BOUNDARIES
* IPBS: I CELL INDEX OF BOUNDARY CELL
* JPBS: J CELL INDEX OF BOUNDARY CELL
* ISPBS: 0 FOR ELEVATION SPECIFIED
* 1 FOR RADIATION-SEPARATION CONDITION, ZERO TANGENTIAL VELOCITY
* 2 FOR RADIATION-SEPARATION CONDITION, FREE TANGENTIAL VELOCITY
* NPFORS: APPLY HARMONIC FORCING NUMBER NPFORS
* NPSE: APPLY TIME SERIES FORCING NUMBER NPSE
* NPSE1: APPLY TIME SERIES FORCING NUMBER NPSE1 FOR 2ND SERIES (NPFORT.GE.1)
* TPCOORDS: TANGENTIAL COORDINATE ALONG BOUNDARY (NPFORT.GE.1)
*
C18 IPBS JPBS ISPBS NPFORS NPSE
-----
C19 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON WEST OPEN BOUNDARIES
*
* IPBW: SEE CARD 18
* JPBW:
* ISPBW:
* NPFORW:
* NPSEW:
* TPCOORDW:
*
C19 IPBW JPBW ISPBW NPFORW NPSEW
-----
C20 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON EAST OPEN BOUNDARIES
*
* IPBE: SEE CARD 18
* JPBE:
* IPBE:
* NPFORW:
* NPSEW:
* TPCOORDE:
*
C20 IPBE JPBE IPBE NPFORW NPSEW
-----
C21 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON NORTH OPEN BOUNDARIES
*
* IPBN: SEE CARD 18
* JPBN:

```

```

* ISPBN:
* NPFORN:
* NPSERN:
* TPCOORDN:
*
C21 IPBN JPBN ISPBN NPFORN NPSERN
-----
C21A WATER SURFACE ELEVATION AND VELOCITY DATA ASSIMILATION
*
* ISWSEDA: 1 FOR WATER SURFACE ELEVATION DATA ASSIMILATION
* NLWSEDA: NUMBER OF LOCATIONS FOR WATER SURFACE ELEVATION ASSIMILATION
* ISUVDA: 1 FOR BAROTROPIC VELOCITY DATA ASSIMILATION
*          2 FOR LAYERED VELOCITY DATA ASSIMILATION
* NLUVDA: NUMBER OF LOCATIONS FOR VELOCITY DATA ASSIMILATION
* NUVSER: NUMBER OF HORIZONTAL VELOCITY VECTOR TIME SERIES
*
C21A ISWSEDA NLWSEDA ISUVDA NLUVDA NUVSER
      0         0         0         0         0
-----
C21B WATER SURFACE ELEVATION DATA ASSIMILATION (NO DATA IS ISWSEDA=0)
*
* IWSEDA: I CELL INDEX FOR WATER SURFACE ELEVATION DATA ASSIMILATION
* JWSEDA: J CELL INDEX FOR WATER SURFACE ELEVATION DATA ASSIMILATION
* NWSEREA: TIME SERIES ID FOR WATER SURFACE ELEVATION ASSIMILATION
* TSWSEA: WEIGHTING FACTOR, 0. -1., 1. = FULL ASSIMILATION
*
C21B ICWSEDA JCWSEDA NWSEREA TSWSEDA
-----
C21C VELOCITY DATA ASSIMILATION (NO DATA IF ISUVDA=0)
*
* IUVDA: I CELL INDEX FOR VELOCITY DATA ASSIMILATION
* JUVDA: J CELL INDEX FOR VELOCITY DATA ASSIMILATION
* NUVSERA: TIME SERIES ID FOR VELOCITY DATA ASSIMILATION
* TSUVDA: WEIGHTING FACTOR, 0.- 1., 1. = FULL ASSIMILATION
* FSUVDA: IMPLICITNESS FACTOR, 0 EXPLICIT, 1 IMPLICIT
* IWUVDA: 0 NO ZONAL, 1 INVERSE ZONE, 2 INVERSE SQUARE ZONE
* IRUVDA: I,J ZONE RADIUS OF INFLUENCE
* RRUVDA: DX,DY ZONE RADIUS OF INFLUENCE (NONE ZERO TO USE)
*
C21C ICUVDA JCUVDA NUVSERA TSUVDA FSUVDA IWUVDA IRUVDA RRUVDA
-----
C22 SPECIFY NUM OF SEDIMENT AND TOXICS AND NUM OF CONCENTRATION TIME SERIES
*
* NTOX: NUMBER OF TOXIC CONTAMINANTS (DEFAULT = 1)
* NSED: NUMBER OF COHESIVE SEDIMENT SIZE CLASSES (DEFAULT = 1)
* NSND: NUMBER OF NON-COHESIVE SEDIMENT SIZE CLASSES (DEFAULT = 1)
* NCSER1: NUMBER OF SALINITY TIME SERIES
* NCSER2: NUMBER OF TEMPERATURE TIME SERIES
* NCSER3: NUMBER OF DYE CONCENTRATION TIME SERIES
* NCSER4: NUMBER OF SHELLFISH LARVAE CONCENTRATION TIME SERIES
* NCSER5: NUMBER OF TOXIC CONTAMINANT CONCENTRATION TIME SERIES
*          EACH TIME SERIES MUST HAVE DATA FOR NTOX TOXICANTS
* NCSER6: NUMBER OF COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATION TIME SERIES
*          EACH TIME SERIES MUST HAVE DATA FOR NSED COHESIVE SEDIMENTS
* NCSER7: NUMBER OF NON-COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATION TIME SERIES
*          EACH TIME SERIES MUST HAVE DATA FOR NSND NON-COHESIVE SEDIMENTS
* ISSBAL: SET TO 1 FOR SEDIEMT MASS BALANCE ! JOHN & JI, 4/25/97
*
C22 NTOX NSED NSND NCSER1 NCSER2 NCSER3 NCSER4 NCSER5 NCSER6 NCSER7 ISSBAL
      0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     1
-----
C23 VELOCITY, VOLUMN SOURCE/SINK, FLOW CONTROL, AND WITHDRAWAL/RETURN DATA
*
* NQSIJ: NUMBER OF CONSTANT AND/OR TIME SERIES SPECIFIED SOURCE/SINK
*          LOCATIONS (RIVER INFLOWS,ETC)
* NQJPIJ: NUMBER OF CONSTANT AND/OR TIME SERIES SPECIFIED SOURCE
*          LOCATIONS TREATED AS JETS/PLUMES
* NQSER: NUMBER OF VOLUME SOURCE/SINK TIME SERIES
* NQCTL: NUMBER OF PRESSURE CONTROLLED WITHDRAWAL/RETURN PAIRS
* NQCLT: NUMBER OF PRESSURE CONTROLLED WITHDRAWAL/RETURN TABLES
* NQWR: NUMBER OF CONSTANT OR TIME SERIES SPECIFIED WITHDRAWAL/RETURN
*       PAIRS
* NQWRSR: NUMBER OF TIME SERIES SPECIFYING WITHDRAWAL,RETURN AND
*          CONCENTRATION RISE SERIES
* ISDIQ: SET TO 1 TO WRITE DIAGNOSTIC FILE, DIAQ.OUT
*
C23 NQSIJ NQJPIJ NQSER NQCTL NQCLT NQWR NQWRSR ISDIQ
      8     0     8     0     0     0     0     0
-----

```

C24 VOLUMETRIC SOURCE/SINK LOCATIONS, MAGNITUDES, AND CONCENTRATION SERIES

*
 * IQS: I CELL INDEX OF VOLUME SOURCE/SINK
 * JQS: J CELL INDEX OF VOLUME SOURCE/SINK
 * QSSE: CONSTANT INFLOW/OUTFLOW RATE IN M*m*m/s
 * NQSMUL: MULTIPLIER SWITCH FOR CONSTANT AND TIME SERIES VOL S/S
 * = 0 MULT BY 1. FOR NORMAL IN/OUTFLOW (L*L/L/T)
 * = 1 MULT BY DY FOR LATERAL IN/OUTFLOW (L*L/T) ON U FACE
 * = 2 MULT BY DX FOR LATERAL IN/OUTFLOW (L*L/T) ON V FACE
 * = 3 MULT BY DX+DY FOR LATERAL IN/OUTFLOW (L*L/T) ON U&V FACES
 * NQSMFF: IF NON ZERO ACCOUNT FOR VOL S/S MOMENTUM FLUX
 * = 1 MOMENTUM FLUX ON NEG U FACE
 * = 2 MOMENTUM FLUX ON NEG V FACE
 * = 3 MOMENTUM FLUX ON POS U FACE
 * = 4 MOMENTUM FLUX ON POS V FACE
 * IQSERQ: ID NUMBER OF ASSOCIATED VOLUMN FLOW TIME SERIES
 * ICSER1: ID NUMBER OF ASSOCIATED SALINITY TIME SERIES
 * ICSER2: ID NUMBER OF ASSOCIATED TEMPERATURE TIME SERIES
 * ICSER3: ID NUMBER OF ASSOCIATED DYE CONC TIME SERIES
 * ICSER4: ID NUMBER OF ASSOCIATED SHELL FISH LARVAE RELEASE TIME SERIES
 * ICSER5: ID NUMBER OF ASSOCIATED TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES
 * ICSER6: ID NUMBER OF ASSOCIATED COHESIVE SEDIMENT CONC TIME SERIES
 * ICSER7: ID NUMBER OF ASSOCIATED NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES
 * QSFACOR: FRACTION OF TIME SERIES FLOW NQSERQ ASSIGNED TO THIS CELL

C24	IQS	JQS	QSSE	NQSMUL	NQSMFF	IQSERQ	ICSER1	ICSER2	ICSER3	ICSER4	ICSER5	ICSER6	ICSER7
QSFACOR ! ID													
10	5	0.0000E+00	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1.0000E+00
! basin1													
10	7	0.0000E+00	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1.0000E+00
! basin2													
9	7	0.0000E+00	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1.0000E+00
! basin3													
3	7	0.0000E+00	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1.0000E+00
! basin4													
3	5	0.0000E+00	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1.0000E+00
! basin5													
3	4	0.0000E+00	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1.0000E+00
! basin6													
10	3	0.0000E+00	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	-1.0000E+00
! out													
8	7	0.0000E+00	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1.0000E+00
! pump													

C25 TIME CONSTANT INFLOW CONCENTRATIONS FOR TIME CONSTANT VOLUMETRIC SOURCES

*
 * SAL: SALT CONCENTRATION CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
 * TEM: TEMPERATURE CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
 * DYE: DYE CONCENTRATION CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
 * SFL: SHELL FISH LARVAE CONCENTRATION CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
 * TOX: NTOX TOXIC CONTAMINANT CONCENTRATIONS CORRESPONDING TO
 * INFLOW ABOVE WRITTEN AS TOXC(N), N=1, NTOX A SINGLE DEFAULT
 * VALUE IS REQUIRED EVEN IF TOXIC TRANSPORT IS NOT ACTIVE

C25	SAL	TEM	DYE	SFL	! ID
	0	0	0	0	! basin1
	0	0	0	0	! basin2
	0	0	0	0	! basin3
	0	0	0	0	! basin4
	0	0	0	0	! basin5
	0	0	0	0	! basin6
	0	0	0	0	! out
	0	0	0	0	! pump

C26 TIME CONSTANT INFLOW CONCENTRATIONS FOR TIME CONSTANT VOLUMETRIC SOURCES

*
 * SED: NSED COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATIONS CORRESPONDING TO
 * INFLOW ABOVE WRITTEN AS SEDC(N), N=1, NSED. I.E., THE FIRST
 * NSED VALUES ARE COHESIVE A SINGLE DEFAULT VALUE IS REQUIRED
 * EVEN IF COHESIVE SEDIMENT TRANSPORT IS INACTIVE
 * SND: NSND NON-COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATIONS CORRESPONDING TO
 * INFLOW ABOVE WRITTEN AS SND(N), N=1, NSND. I.E., THE LAST
 * NSND VALUES ARE NON-COHESIVE. A SINGLE DEFAULT VALUE IS
 * REQUIRED EVEN IF NON-COHESIVE SEDIMENT TRANSPORT IS INACTIVE

C26	SED1	SND1
! basin1		
! basin2		
! basin3		

! basin4
! basin5
! basin6
! out
! pump

C27 JET/PLUME SOURCE LOCATIONS, GEOMETRY AND ENTRAINMENT PARAMETERS

*
* ID: ID COUNTER FOR JET/PLUME
* ICAL: 1 ACTIVE, 0 BYPASS
* IQJP: I CELL INDEX OF JET/PLUME
* JQJP: J CELL INDEX OF JET/PLUME
* KQJP: K CELL INDEX OF JET/PLUME (DEFAULT, QJET=0 OR JET COMP DIVERGES)
* NPORT: NUMBER OF IDENTICAL PORTS IN THIS CELL
* XJET: LOCAL EAST JET LOCATION RELATIVE TO DISCHARGE CELL CENTER (m) (NOT USED)
* YJET: LOCAL NORTH JET LOCATION RELATIVE TO DISCHARGE CELL CENTER (m)(NOT USED)
* ZJET: ELEVATION OF DISCHARGE (m)
* PHJET: VERTICAL JET ANGLE POSITIVE FROM HORIZONTAL (DEGREES)
* THJET: HORIZONTAL JET ANGLE POS COUNTER CLOCKWISE FROM EAST (DEGREES)
* DJET: DIAMETER OF DISCHARGE PORT (m)
* CFRD: ADJUSTMENT FACTOR FOR FROUDE NUMBER
* DJPER: ENTRAINMENT ERROR CRITERIA
*

C27	ID	ICAL	IQJP	JQJP	KQJP	NPORT	XJET	YJET	ZJET	PHJET	THJET	DJET	CFRD	DJPER
-----	----	------	------	------	------	-------	------	------	------	-------	-------	------	------	-------

C28 JET/PLUME SOLUTION CONTROL AND OUTPUT CONTROL PARAMETERS

*
* ID: ID COUNTER FOR JET/PLUME
* NJEL: MAXIMUM NUMBER OF ELEMENTS ALONG JET/PLUME LENGTH
* NJPMX: MAXIMUM NUMBER OF ITERATIONS
* ISENT: 0 USE MAXIMUM OF SHEAR AND FORCED ENTRAINMENT
* 1 USE SUM OF SHEAR AND FORCED ENTRAINMENT
* ISTJP: 0 STOP AT SPECIFIED NUMBER OF ELEMENTS
* 1 STOP WHEN CENTERLINE PENETRATES BOTTOM OR SURFACE
* 2 STOP WITH BOUNDARY PENETRATES BOTTOM OR SURFACE
* NUDJP: FREQUENCY FOR UPDATING JET/PLUME (NUMBER OF TIME STEPS)
* IOJP: 1 FOR FULL ASCII, 2 FOR COMPACT ASCII OUTPUT AT EACH UPDATE
* 3 FOR FULL AND COMPACT ASCII OUTPUT, 4 FOR BINARY OUTPUT
* IPJP: NUMBER OF SPATIAL PRINT/SAVE POINT IN VERTICAL
* ISDJP: 1 WRITE DIAGNOSTIS TO JLOG__OUT
* IUPJP: I INDEX OF UPSTREAM WITHDRAWAL CELL IF ICAL=2
* JUPJP: J INDEX OF UPSTREAM WITHDRAWAL CELL IF ICAL=2
* KUPJP: K INDEX OF UPSTREAM WITHDRAWAL CELL IF ICAL=2
*

C28	ID	NJEL	NJPMX	ISENT	ISTJP	NUDJP	IOJP	IPJP	ISDJP	IUPJP	JUPJP	KUPJP
-----	----	------	-------	-------	-------	-------	------	------	-------	-------	-------	-------

C29 JET/PLUME SOURCE PARAMETERS AND DISCHARGE/CONCENTRATION SERIES IDS

*
* ID: ID COUNTER FOR JET/PLUME
* QQJP: CONSTANT JET/PLUME FLOW RATE IN M*m*m/s
* FOR ICAL = 1 OR 2 (FOR SINGLE PORT)
* NQSERJP: ID NUMBER OF ASSOCIATED VOLUMN FLOW TIME SERIES
* NQWRSERJP: ID NUMBER OF ASSOCIATED WITHDRAWAL-RETURN TIME SERIES (ICAL=2)
* ICSER1: ID NUMBER OF ASSOCIATED SALINITY TIME SERIES
* ICSER2: ID NUMBER OF ASSOCIATED TEMPERATURE TIME SERIES
* ICSER3: ID NUMBER OF ASSOCIATED DYE CONC TIME SERIES
* ICSER4: ID NUMBER OF ASSOCIATED SHELL FISH LARVAE RELEASE TIME SERIES
* ICSER5: ID NUMBER OF ASSOCIATED TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES
* ICSER6: ID NUMBER OF ASSOCIATED COHESIVE SEDIMENT CONC TIME SERIES
* ICSER7: ID NUMBER OF ASSOCIATED NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES
*

C29	ID	QQJP	NQSERJP	NQWRSERJP	ICSER1	ICSER2	ICSER3	ICSER4	ICSER5	ICSER6	ICSER7
-----	----	------	---------	-----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

C30 TIME CONSTANT INFLOW CONCENTRATIONS FOR TIME CONSTANT JET/PLUME SOURCES

*
* SAL: SALT CONCENTRATION CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
* TEM: TEMPERATURE CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
* DYE: DYE CONCENTRATION CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
* SFL: SHELL FISH LARVAE CONCENTRATION CORRESPONDING TO INFLOW ABOVE
* TOX: NTOX TOXIC CONTAMINANT CONCENTRATIONS CORRESPONDING TO
* INFLOW ABOVE WRITTEN AS TOXC(N), N=1, NTOX A SINGLE DEFAULT
* VALUE IS REQUIRED EVEN IF TOXIC TRANSPORT IS NOT ACTIVE
*

C30	SAL	TEM	DYE	SFL
-----	-----	-----	-----	-----

C31 TIME CONSTANT INFLOW CONCENTRATIONS FOR TIME CONSTANT JET/PLUME SOURCES

*
* SED: NSED COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATIONS CORRESPONDING TO
* INFLOW ABOVE WRITTEN AS SEDC(N), N=1, NSED. I.E., THE FIRST

```

*   NSND VALUES ARE COHESIVE A SINGLE DEFAULT VALUE IS REQUIRED
*   EVEN IF COHESIVE SEDIMENT TRANSPORT IS INACTIVE
*   SND: NSND NON-COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATIONS CORRESPONDING TO
*   INFLOW ABOVE WRITTEN AS SND(N), N=1,NSND. I.E., THE LAST
*   NSND VALUES ARE NON-COHESIVE. A SINGLE DEFAULT VALUE IS
*   REQUIRED EVEN IF NON-COHESIVE SEDIMENT TRANSPORT IS INACTIVE
*
C31  SED1  SND1
-----
C32 SURFACE ELEV OR PRESSURE DEPENDENT FLOW INFORMATION
*
*   IQCTLU: I INDEX OF UPSTREAM OR WITHDRAWAL CELL
*   JQCTLU: J INDEX OF UPSTREAM OR WITHDRAWAL CELL
*   IQCTLD: I INDEX OF DOWNSTREAM OR RETURN CELL
*   JQCTLD: J INDEX OF DOWNSTREAM OR RETURN CELL
*   NQCTYP: FLOW CONTROL TYPE
*   = -1 RATING CURVED FLOW AS FUNCTION UPSTREAM DEPTH
*   = 0 HYDRAULIC STRUCTURE: INSTANT FLOW DRIVEN BY ELEVATION
*   OR PRESSURE DIFFERENCE TABLE
*   = 1 ACCELERATING FLOW THROUGH TIDAL INLET
*   NQCTLQ: ID NUMBER OF CONTROL CHARACTERIZATION TABLE
*   NQCMUL: MULTIPLIER SWITCH FOR FLOWS FROM UPSTREAM CELL
*   = 0 MULT BY 1. FOR CONTROL TABLE IN (L*L/L/T)
*   = 1 MULT BY DY FOR CONTROL TABLE IN (L*L/T) ON U FACE
*   = 2 MULT BY DX FOR CONTROL TABLE IN (L*L/T) ON V FACE
*   = 3 MULT BY DX+DY FOR CONTROL TABLE IN (L*L/T) ON U&V FACES
*   NQCMFU: IF NON ZERO ACCOUNT FOR FLOW MOMENTUM FLUX IN UPSTREAM CELL
*   = 1 MOMENTUM FLUX ON NEG U FACE
*   = 2 MOMENTUM FLUX ON NEG V FACE
*   = 3 MOMENTUM FLUX ON POS U FACE
*   = 4 MOMENTUM FLUX ON POS V FACE
*   NQCMFD: IF NON ZERO ACCOUNT FOR FLOW MOMENTUM FLUX IN DOWNSTREAM CELL
*   = 1 MOMENTUM FLUX ON NEG U FACE
*   = 2 MOMENTUM FLUX ON NEG V FACE
*   = 3 MOMENTUM FLUX ON POS U FACE
*   = 4 MOMENTUM FLUX ON POS V FACE
*   BQCMFU: UPSTREAM MOMENTUM FLUX WIDTH (m)
*   BQCMFD: DOWNSTREAM MOMENTUM FLUX WIDTH (m)
*
C32 IQCTLU JQCTLU IQCTLD JQCTLD NQCTYP NQCTLQ NQCMUL  NQC_U  NQC_D  BQC_U  BQC_D
-----
C33 FLOW WITHDRAWAL, HEAT OR MATERIAL ADDITION, AND RETURN DATA
*
*   IWRU: I INDEX OF UPSTREAM OR WITHDRAWAL CELL
*   JWRU: J INDEX OF UPSTREAM OR WITHDRAWAL CELL
*   KWRU: K INDEX OF UPSTREAM OR WITHDRAWAL LAYER
*   IWRD: I INDEX OF DOWNSTREAM OR RETURN CELL
*   JWRD: J INDEX OF DOWNSTREAM OR RETURN CELL
*   KWRD: J INDEX OF DOWNSTREAM OR RETURN LAYER
*   QWRE: CONSTANT VOLUME FLOW RATE FROM WITHDRAWAL TO RETURN
*   NQWRSERQ: ID NUMBER OF ASSOCIATED VOLUMN WITHDRAWAL-RETURN FLOW AND
*   CONCENTRATION RISE TIME SERIES
*   NQWRMFU: IF NON ZERO ACCOUNT FOR WITHDRAWAL FLOW MOMENTUM FLUX
*   = 1 MOMENTUM FLUX ON NEG U FACE
*   = 2 MOMENTUM FLUX ON NEG V FACE
*   = 3 MOMENTUM FLUX ON POS U FACE
*   = 4 MOMENTUM FLUX ON POS V FACE
*   NQWRMFD: IF NON ZERO ACCOUNT FOR RETURN FLOW MOMENTUM FLUX
*   = 1 MOMENTUM FLUX ON NEG U FACE
*   = 2 MOMENTUM FLUX ON NEG V FACE
*   = 3 MOMENTUM FLUX ON POS U FACE
*   = 4 MOMENTUM FLUX ON POS V FACE
*   BQWRMFU: UPSTREAM MOMENTUM FLUX WIDTH (m)
*   BQWRMFD: DOWNSTREAM MOMENTUM FLUX WIDTH (m)
*   ANGWRMFD: ANGLE FOR HORIZONTAL FOR RETURN FLOW MOMENTUM FLUX
*
C33 IWRU  JWRU  KWRU  IWRD  JWRD  KWRD  QWRE  NQW_RQ  NQWR_U  NQWR_D  BQWR_U  BQWR_D
ANG_D
-----
C34 TIME CONSTANT WITHDRAWAL AND RETURN CONCENTRATION RISES
*
*   SAL: SALINITY RISE
*   TEM: TEMPERATURE RISE
*   DYE: DYE CONCENTRATION RISE
*   SFL: SHELLFISH LARVAE CONCENTRATION RISE
*   TOX#: NTOX TOXIC CONTAMINANT CONCENTRATION RISES
*
C34 SALT  TEMP  DYEC  SFLC  TOX1

```

```

C35 TIME CONSTANT WITHDRAWAL AND RETURN CONCENTRATION RISES
*
* SED#: NSEDC COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATION RISE
* SND#: NSEDN NON-COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATION RISE
*
C35 SED1 SND1
-----
C36 SEDIMENT INITIALIZATION AND WATER COLUMN/BED REPRESENTATION OPTIONS
* DATA REQUIRED IF ISTRAN(6) OR ISTRAN(7) <> 0
*
* ISEDINT: 0 FOR CONSTANT INITIAL CONDITIONS
*           1 FOR SPATIALLY VARIABLE WATER COLUMN INITIAL CONDITIONS
*           FROM SEDW.INP AND SNDW.INP
*           2 FOR SPATIALLY VARIABLE BED INITIAL CONDITIONS
*           FROM SEDB.INP AND SNDB.INP
*           3 FOR SPATIALLY VARIABLE WATER COL AND BED INITIAL CONDITIONS
* ISEDBINT: 0 FOR SPATIALLY VARYING BED INITIAL CONDITIONS IN MASS/AREA
*           1 FOR SPATIALLY VARYING BED INITIAL CONDITIONS IN MASS FRACTION
*           OF TOTAL SEDIMENT MASS (REQUIRES BED LAYER THICKNESS
*           FILE BEDLAY.INP)
* ISEDWC: 0 COHESIVE SED WC/BED EXCHANGE BASED ON BOTTOM LAYER CONDITIONS
*           1 COHESIVE SED WC/BED EXCHANGE BASED ON WAVE/CURRENT/SEDIMENT
*           BOUNDARY LAYERS EMBEDDED IN BOTTOM LAYER
* ISMUD: 1 INCLUDE COHESIVE FLUID MUD VISCOUS EFFECTS USING EFDC
*         FUNCTION CSEDVIS(SEDT)
* ISNDWC: 0 NONCOH SED WC/BED EXCHANGE BASED ON BOTTOM LAYER CONDITIONS
*           1 NONCOH SED WC/BED EXCHANGE BASED ON WAVE/CURRENT/SEDIMENT
*           BOUNDARY LAYERS EMBEDDED IN BOTTOM LAYER
* ISEDVW: 0 FOR CONSTANT OR SIMPLE CONCENTRATION DEPENDENT
*         COHESIVE SEDIMENT SETTLING VELOCITY
*         >1 CONCENTRATION AND/OR SHEAR/TURBULENCE DEPENDENT COHESIVE
*         SEDIMENT SETTLING VELOCITY. VALUE INDICATES OPTION TO BE USED
*         IN EFDC FUNCTION CSEDSET(SED,SHEAR,ISEDVWC)
*         1 HUANG AND METHA - LAKE OKEECHOBEE
*         2 SHRESTA AND ORLOB - FOR KRONES SAN FRANCISCO BAY DATA
*         3 ZIEGLER AND NESBIT - FRESH WATER
*         98 LICK FLOCCULATION
*         99 LICK FLOCCULATION WITH FLOC DIAMETER ADVECTION
* ISNDVW: 0 USE CONSTANT SPECIFIED NON-COHESIVE SED SETTLING VELOCITIES
*         OR CALCULATE FOR CLASS DIAMETER IF SPECIFIED VALUE IS NEG
*         >1 FOLLOW OPTION 0 PROCEDURE BUT APPLY HINDERED SETTLING
*         CORRECTION. VALUE INDICATES OPTION TO BE USED WITH EFDC
*         FUNCTION CSNDSET(SND,SDEN,ISNDVW) VALUE OF ISNDVW INDICATES
*         EXPONENTIAL IN CORRECT (1-SDEN(NS)*SND(NS)**ISNDVW
*         KB: MAXIMUM NUMBER OF BED LAYERS (EXCLUDING ACTIVE LAYER)
* ISDTXBUG: 1 TO ACTIVATE SEDIMENT AND TOXICS DIAGNOSTICS
*
C36 ISEDINT ISEDBINT ISEDWC ISMUD ISNDWC ISEDVW ISNDVW KB ISDTXBUG
-----
C36A SEDIMENT INITIALIZATION AND WATER COLUMN/BED REPRESENTATION OPTIONS
* DATA REQUIRED EVEN IF ISTRAN(6) AND ISTRAN(7) ARE 0
*
* ISBEDSTR: 0 USE HYDRODYNAMIC MODEL STRESS FOR SEDIMENT TRANSPORT
*           1 SEPARATE GRAIN STRESS FROM TOTAL IN COHESIVE AND NON-COHESIVE COMPONENTS
*           2 SEPARATE GRAIN STRESS FROM TOTAL APPLY TO COHESIVE AND NON-COHESIVE SEDS
*           3 USE INDEPENDENT LOG LAW ROUGHNESS HEIGHT FOR SEDIMENT TRANSPORT
*           READ FROM FILE SEDROUGH.INP
*           4 SEPARATE GRAIN STRESS FROM TOTAL USING COHESIVE/NON-COHESIVE WEIGHTED
*           ROUGHNESS AND LOG LAW RESISTANCE (IMPLEMENTED 5/31/05)
*           5 SEPARATE GRAIN STRESS FROM TOTAL USING COHESIVE/NON-COHESIVE WEIGHTED
*           ROUGHNESS AND POWER LAW RESISTANCE (IMPLEMENTED 5/31/05)
* ISBSDIAM: 0 USE D50 DIAMETER FOR NON-COHESIVE ROUGHNESS
*           1 USE 2*D50 FOR NON-COHESIVE ROUGHNESS
*           2 USE D90 FOR NON-COHESIVE ROUGHNESS
*           3 USE 2*D90 FOR NON-COHESIVE ROUGHNESS
* ISBSDFUF: 1 CORRECT GRAIN STRESS PARTITIONING FOR NON-UNIFORM FLOW EFFECTS
*           DO NOT USE FOR ISBEDSTR = 4 AND 5
* COEFTSBL: COEFFICIENT SPECIFYING THE HYDRODYNAMIC SMOOTHNESS OF
*           TURBULENT BOUNDARY LAYER OVER COHESIVE BED IN TERMS OF
*           EQUIVALENT GRAIN SIZE FOR COHESIVE GRAIN STRESS
*           CALCULATION, FULLY SMOOTH = 4, FULLY ROUGH = 100.
*           NOT USED FOR ISBEDSTR = 4 AND 5
* VISMUDST: KINEMATIC VISCOSITY TO USE IN DETERMINING COHESIVE GRAIN STRESS
* ISBKERO: 1 FOR BANK EROSION SPECIFIED BY EXTERNAL TIME SERIES
*          2 FOR BANK EROSION INTERNALLY CALCULATED BY STABILITY ANALYSIS (Not Active)
*
C36A ISBEDSTR ISBSDIAM ISBSDFUF COEFTSBL VISMUDST ISBKERO
    
```

C36B SEDIMENT INITIALIZATION AND WATER COLUMN/BED REPRESENTATION OPTIONS
 * DATA REQUIRED EVEN IF ISTRAN(6) AND ISTRAN(7) ARE 0
 *
 * ISEDAL: 1 TO ACTIVATE STATIONARY COHESIVE MUD ACTIVE LAYER
 * ISNDAL: 1 TO ACTIVATE NON-COHESIVE ARMORING EFFECTS
 * 2 SAME AS 1 WITH ACTIVE-PARENT LAYER FORMULATION
 * IALTP: 0 CONSTANT THICKNESS ARMORING LAYER
 * 1 CONSTANT TOTAL SEDIMENT MASS ARMORING LAYER
 * IALSTUP: 1 CREATE ARMORING LAYER FROM INITIAL TOP LAYER AT START UP
 * ISEDEFF: 1 MODIFY NON-COHESIVE RESUSPENSION TO ACCOUNT FOR COHESIVE EFFECTS
 * USING MULTIPLICATION FACTOR: $\text{EXP}(-\text{COEHEFF} * \text{FRACTION COHESIVE})$
 * 2 MODIFY NON-COHESIVE CRITICAL STRESS TO ACCOUNT FOR COHESIVE EFFECTS
 * USING MULT FACTOR: $1 + (\text{COEHEFF}2 - 1) * (1 - \text{EXP}(-\text{COEHEFF} * \text{FRACTION COHESIVE}))$
 * HBEDAL: ACTIVE ARMORING LAYER THICKNESS
 * COEHEFF: COHESIVE EFFECTS COEFFICIENT
 * COEHEFF2: COHESIVE EFFECTS COEFFICIENT
 *

C36B ISEDAL ISNDAL IALTP IALSTUP ISEDEFF HBEDAL COEHEFF COEHEFF2

C37 BED MECHANICAL PROPERTIES PARAMETER SET 1

* DATA REQUIRED IF NSED>0, EVEN IF ISTRAN(6) = 0
 *
 * ISEDDT: NUMBER OF SED/TOX BED PROCESSES STEPS PER HYDRO/WC TRANS STEPS
 * IBMECH: 0 TIME INVARIANT CONSTANT BED MECHANICAL PROPERTIES
 * 1 SIMPLE CONSOLIDATION CALCULATION WITH CONSTANT COEFFICIENTS
 * 2 SIMPLE CONSOLIDATION WITH VARIABLE COEFFICIENTS DETERMINED
 * EFDC FUNCTIONS CSEDCON1,2,3(IBMECH)
 * 3 COMPLEX CONSOLIDATION WITH VARIABLE COEFFICIENTS DETERMINED
 * EFDC FUNCTIONS CSEDCON1,2,3(IBMECH). IBMECH > 0 SETS THE
 * C38 PARAMETER ISEDBINT=1 AND REQUIRES INITIAL CONDITIONS
 * FILES BEDLAY.INP, BEDBDN.INP AND BEDDDN.IN
 * 9 TYPE OF CONSOLIDATION VARIES BY CELL WITH IBMECH FOR EACH
 * DEFINED IN INPUT FILE CONSOLMAP.INP
 * IMORPH: 0 CONSTANT BED MORPHOLOGY (IBMECH=0, ONLY)
 * 1 ACTIVE BED MORPHOLOGY: NO WATER ENTRAIN/EXPULSION EFFECTS
 * 2 ACTIVE BED MORPHOLOGY: WITH WATER ENTRAIN/EXPULSION EFFECTS
 * HBEDMAX: TOP BED LAYER THICKNESS (m) AT WHICH NEW LAYER IS ADDED OR IF
 * $\text{KBT}(I,J)=\text{KB}$, NEW LAYER ADDED AND LOWEST TWO LAYERS COMBINED
 * BEDPORC: CONSTANT BED POROSITY (IBMECH=0, OR NSED=0)
 * ALSO USED AS POROSITY OF DEPOSITIN NON-COHESIVE SEDIMENT
 * SEDMDMX: MAXIMUM FLUID MUD COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATION (MG/L)
 * SEDMDMN: MINIMUM FLUID MUD COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATION (MG/L)
 * SEDVDRD: VOID RATIO OF DEPOSITING COHESIVE SEDIMENT
 * SEDVDRM: MINIMUM COHESIVE SEDIMENT BED VOID RATIO (IBMECH > 0)
 * SEDVDRT: BED CONSOLIDATION RATE CONSTANT (sec) (IBMECH = 1,2), $\text{EXP}(-\text{DELTA}/\text{SEVDRT})$
 * > 0 CONSOLIDATE OVER TIME TO SEDVDRM
 * = 0 CONSOLIDATE INSTANTANEOUSLY TO SEDVDRM (0.0>=SEVDRT<=0.0001)
 * < 0 CONSOLIDATE TO INITIAL VOID RATIOS
 *

C37 ISEDDT IBMECH IMORPH HBEDMAX BEDPORC SEDMDMX SEDMDMN SEDVDRD SEDVDRM SEDVDRT

C38 BED MECHANICAL PROPERTIES PARAMETER SET 2

* DATA REQUIRED IF NSED>0, EVEN IF ISTRAN(6) = 0
 *
 * IBMECHK: 0 FOR HYDRAULIC CONDUCTIVITY, K, FUNCTION $K = \text{KO} * \text{EXP}((E - \text{EO})/\text{EK})$
 * 1 FOR HYD COND/(1+VOID RATIO), K', FUNCTION $K' = \text{KO}' * \text{EXP}((E - \text{EO})/\text{EK})$
 * BMECH1: REFERENCE EFFECTIVE STRESS/WATER SPECIFIC WEIGHT, SE0 (m)
 * IF BMECH1<0 USE INTERNAL FUNCTION, BMECH1,BMECH2,BMECH3 NOT USED
 * BMECH2: REFERENCE VOID RATIO FOR EFFECTIVE STRESS FUNCTION, EO
 * BMECH3: VOID RATIO RATE TERM ES IN $\text{SE} = \text{SE0} * \text{EXP}(-(E - \text{EO})/\text{ES})$
 * BMECH4: REFERENCE HYDRAULIC CONDUCTIVITY, KO (m/s)
 * IF BMECH4<0 USE INTERNAL FUNCTION, BMECH1,BMECH2,BMECH3 NOT USED
 * BMECH5: REFERENCE VOID RATIO FOR HYDRAULIC CONDUCTIVITY, EO
 * BMECH6: VOID RATIO RATE TERM EK IN (K OR K') = $(\text{KO OR KO}') * \text{EXP}((E - \text{EO})/\text{EK})$
 *

C38 IBMECHK BMECH1 BMECH2 BMECH3 BMECH4 BMECH5 BMECH6

C39 COHESIVE SEDIMENT PARAMETER SET 1 REPEAT DATA LINE NSED TIMES

* DATA REQUIRED IF NSED>0, EVEN IF ISTRAN(6) = 0
 *
 * SEDO: CONSTANT INITIAL COHESIVE SEDIMENT CONC IN WATER COLUMN
 * (MG/LITER=GM/M**3)
 * SEDBO: CONSTANT INITIAL COHESIVE SEDIMENT IN BED PER UNIT AREA
 * (GM/SQ METER) IE 1CM THICKNESS BED WITH SSG=2.5 AND
 * N=.6,.5 GIVES SEDBO 1.E4, 1.25E4
 * SDEN: SEDIMENT SPEC VOLUME (IE 1/2.25E6 M**3/GM)
 * SSG: SEDIMENT SPECIFIC GRAVITY
 * WSEDO: CONSTANT OR REFERENCE SEDIMENT SETTLING VELOCITY
 * IN FORMULA $\text{WSED} = \text{WSEDO} * ((\text{SED}/\text{SEDSN}) ** \text{SEX})$
 *

```

* SEDSN: (Not Used)
* SEXP: (Not Used)
* TAUD: BOUNDARY STRESS BELOW WHICH DEPOSITION TAKES PLACE ACCORDING
      TO (TAUD-TAU)/TAUD
* ISEDSOR: 1 TO CORRECT BOTTOM LAYER CONCENTRATION TO NEAR BED CONCENTRATION
* ISPROBDEP: 0 KRONE PROBABILITY OF DEPOSITION USING COHESIVE GRAIN STRESS
*           1 KRONE PROBABILITY OF DEPOSITION USING TOTAL BED STRESS
*           2 PARTHENIADES PROBABILITY OF DEPOSITION USING COHESIVE GRAIN STRESS
*           3 PARTHENIADES PROBABILITY OF DEPOSITION USING TOTAL BED STRESS
*
C39 SEDO SEDBO SDEN SSG WSEDO SEDSN SEXP TAUD ISEDSOR ISPROBDEP

```

```

-----
C40 COHESIVE SEDIMENT PARAMETER SET 2 REPEAT DATA LINE NSED TIMES
* DATA REQUIRED IF NSED>0, EVEN IF ISTRAN(6) = 0
*
* IWRSPO: 0 USE RESUSPENSION RATE AND CRITICAL STRESS BASED ON PARAMETERS
      ON THIS DATA LINE
*       >0 USE BED PROPERTIES DEPENDEDNT RESUSPENSION RATE AND CRITICAL
      STRESS GIVEN BY EFDC FUNCTIONS CSEDRESS,CSEDTAUS,CSEDTAUB
*       FUNCTION ARGUMENTS ARE (BDENBED,IWRSPO)
*       1 HWANG AND METHA - LAKE OKEECHOBEE
*       2 HAMRICK'S MODIFICATION OF SANFORD AND MAA
*       3 SAME AS 2 EXCEPT VOID RATIO OF COHESIVE SEDIMENT FRACTION IS USED
*       4 SEDFLUME WITHOUT CRITICAL STRESS
*       5 SEDFLUME WITH CRITICAL STRESS
*       >= 99 SITE SPECIFIC
* IWRSPOB:0 NO BULK EROSION
*       1 USE BULK EROSION CRITICAL STRESS AND RATE IN FUNCTIONS
      CSEDTAUB AND CSEDRESSB
* WRSP0: REF SURFACE EROSION RATE IN FORMULA
*       WRSP=WRSP0*((TAU-TAUR)/TAUN)**TEXP ) (gm/m**2/sec)
* TAUR: BOUNDARY STRESS ABOVE WHICH SURFACE EROSION OCCURS (m/s)**2
* TAUN: (Not Used, TAUN=TAUR SET IN CODE)
* TEXP: EXPONENT OF WRSP=WRSP0*((TAU-TAUR)/TAUN)**TEXP )
* VDRRSPO: REFERENCE VOID RATIO FOR CRITICAL STRESS AND RESUSPENSION RATE
*       IWRSPO=2,3
* COSEDHID: COHESIVE SEDIMENT RESUSPENSION HIDING FACTOR TO REDUCE COHESIVE
      RESUSPENSION BY FACTOR = (COHESIVE FRACTION OF SEDIMENT)**COSEDHID
*
C40 IWRSPO IWRSPOB WRSP0 TAUR TAUN TEXP VDRRSPO COSEDHID

```

```

-----
C41 NON-COHESIVE SEDIMENT PARAMETER SET 1 REPEAT DATA LINE NSND TIMES
* DATA REQUIRED IF NSND>0, EVEN IF ISTRAN(7) = 0
*
* SNDO: CONSTANT INITIAL NON-COHESIVE SEDIMENT CONC IN WATER COLUMN
      (MG/LITER=GM/M**3)
* SNDBO: CONSTANT INITIAL NON-COHESIVE SEDIMENT IN BED PER UNIT AREA
      (GM/SQ METER) IE 1CM THICKNESS BED WITH SSG=2.5 AND
      N=.6,.5 GIVES SNDBO 1.E4, 1.25E4
* SDEN: SEDIMENT SPEC VOLUME (IE 1/2.65E6 M**3/GM)
* SSG: SEDIMENT SPECIFIC GRAVITY
* SNDDIA: REPRESENTATIVE DIAMETER OF SEDIMENT CLASS (m)
* WSND0: CONSTANT OR REFERENCE SEDIMENT SETTLING VELOCITY
*       WSND0 < 0, SETTLING VELOCITY INTERNALLY COMPUTED
* SNDN: (Not Used)
* SEXP: (Not Used)
* TAUD: (Not Used)
* ISNDSCOR: (Not Used)
*
C41 SNDO SNDBO SDEN SSG SNDDIA WSND0 SNDN SEXP TAUD ISNDSCOR

```

```

-----
C42 NON-COHESIVE SEDIMENT PARAMETER SET 2 REPEAT DATA LINE NSND TIMES
* DATA REQUIRED IF NSND>0, EVEN IF ISTRAN(7) = 0
*
* ISNDEQ: >1 CALCULATE ABOVE BED REFERENCE NON-COHESIVE SEDIMENT
      EQUILIBRIUM CONCENTRATION USING EFDC FUNCTION
      CSNDEQC(SNDDIA,SSG,WS,TAUR,TAUB,SIGPHI,SNDDMX,IOTP)
*       WHICH IMPLEMENT FORMULATIONS OF
*       1 GARCIA AND PARKER
*       2 SMITH AND MCLEAN
*       3 VAN RIJN
*       4 SEDFLUME WITHOUT CRITICAL STRESS
*       5 SEDFLUME WITH CRITICAL STRESS
* ISBDLD: 0 BED LOAD PHI FUNCTION IS CONSTANT, SBDLDP
*       1 VAN RIJN PHI FUNCTION
*       2 MODIFIED ENGULAND-HANSEN
*       3 WU, WANG, AND JIA
*       4 (Not Used)
*       5 (Not Used)

```

```

*   TAUR:    CRITICAL STRESS IN (m/s)**2
*           NOTE: IF TAUR < 0, THEN TAUR AND TAUN ARE INTERNALLY
*           COMPUTED USING VAN RIJN'S FORMULAS
*   TAUN:    EQUAL TO TAUR FOR NON-COHESIVE SED TRANS
* TCSHIELDS: CRITICAL SHIELDS STRESS (DIMENSIONLESS)
* ISLTAUC:  1 TO IMPLEMENT SUSP LOAD ONLY WHEN STRESS EXCEEDS TAUC FOR EACH GRAINSIZE
*           2 TO IMPLEMENT SUSP LOAD ONLY WHEN STRESS EXCEEDS TAUCD50
*           3 TO USE TAUC FOR NONUNIFORM BEDS, THESE APPLY ONLY TO RESUSPENSION
*           FORMULAS NOT EXPLICITLY CONTAINING CRITICAL SHIELDS STRESS SUCH AS G-P
* IBLTAUC:  1 TO IMPLEMENT BEDLOAD ONLY WHEN STRESS EXCEEDS TAUC FOR EACH GRAINSIZE
*           2 TO IMPLEMENT BEDLOAD ONLY WHEN STRESS EXCEEDS TAUCD50
*           3 TO USE TAUC FOR NONUNIFORM BEDS, THESE APPLY ONLY TO BED LOAD
*           FORMULAS NOT EXPLICITLY CONTAINING CRITICAL SHIELDS STRESS SUCH AS E-H
* IROUSE:   0 USE TOTAL STRESS FOR CALCULATING ROUSE NUMBER
*           1 USE GRAIN STRESS FOR ROUSE NUMBER
* ISNDM1:   0 SET BOTH BEDLOAD AND SUSPENDED LOAD FRACTIONS TO 1.0
*           1 SET BEDLOAD FRACTION TO 1. USE BINARY RELATIONSHIP FOR SUSPENDED
*           2 SET BEDLOAD FRACTION TO 1, USE LINEAR RELATIONSHIP FOR SUSPENDED
*           3 USE BINARY RELATIONSHIP FOR BEDLOAD AND SUSPENDED LOAD
*           4 USE LINEAR RELATIONSHIP FOR BEDLOAD AND SUSPENDED LOAD
* ISNDM2:   0 USE TOTAL SHEAR VELOCITY IN USTAR/WSET RATIO
*           1 USE GRAIN SHEAR VELOCITY IN USTAR/WSET RATIO
* RSNDM:    VALUE OF USTAR/WSET FOR BINARY SWITCH BETWEEN BEDLOAD AND SUSPENDED LOAD
*
C42 ISNDEQ ISBDLD  TAUR      TAUN      TCSHIELDS ISLTAUC IBLTAUC IROUSE  ISNDM1  ISNDM2  RSNDM
-----
C42A NON-COHESIVE SEDIMENT PARAMETER SET 3 (BED LOAD FORMULA PARAMETERS)
*   DATA REQUIRED IF NSND>0, EVEN IF ISTRAN(7) = 0
*
*   IBEDLD:  0 DISABLE BEDLOAD
*           1 ACTIVATE BEDLOAD OPTION.  MUST USE SEDBLBC.INP
* SBDLDA:    ALPHA EXPONENTIAL FOR BED LOAD FORMULA
* SBDLDB:    BETA EXPONENTIAL FOR BED LOAD FORMULA
* SBDLDG1:   GAMMA1 CONSTANT FOR BED LOAD FORMULA
* SBDLDG2:   GAMMA2 CONSTANT FOR BED LOAD FORMULA
* SBDLDG3:   GAMMA3 CONSTANT FOR BED LOAD FORMULA
* SBDLDG4:   GAMMA4 CONSTANT FOR BED LOAD FORMULA
* SBDLDP:    CONSTANT PHI FOR BED LOAD FORMULA
* ISBLFUC:   BED LOAD FACE FLUX , 0 FOR DOWN WIND PROJECTION,1 FOR DOWN WIND
*           WITH CORNER CORRECTION,2 FOR CENTERED AVERAGING
* BLBSNT:    ADVERSE BED SLOPE (POSITIVE VALUE) ACROSS A CELL FACE ABOVE
*           WHICH NO BED LOAD TRANSPORT CAN OCCUR.  NOT ACTIVE FOR BLBSNT=0.0
*
C42a IBEDLD SBDLDA SBDLDB SBDLDG1 SBDLDG2 SBDLDG3 SBDLDG4 SBDLDP ISBLFUC  BLBSNT
-----
C43 TOXIC CONTAMINANT INITIAL CONDITIONS AND PARAMETERS
* USER MAY CHANGE UNITS OF WATER AND SED PHASE TOX CONCENTRATION
* AND PARTIATION COEFFICIENT ON C44 - C46 BUT CONSISTENT UNITS MUST
* MUST BE USED FOR MEANINGFUL RESULTS
* DATA REQUIRED EVEN IT ISTRAN(5) IS 0
*
* NTOXN: TOXIC CONTAMINANT NUMBER ID (1 LINE OF DATA BY DEFAULT)
* ITXINT: 0 FOR SPATIALLY CONSTANT WATER COL AND BED INITIAL CONDITIONS
*         1 FOR SPATIALLY VARIABLE WATER COLUMN INITIAL CONDITIONS
*         2 FOR SPATIALLY VARIABLE BED INITIAL CONDITIONS
*         3 FOR SPATIALLY VARIABLE WATER COL AND BED INITIAL CONDITION
* ITXBDUT: SET TO 0 FOR INITIAL BED GIVEN BY TOTAL TOX (MG/M^3)
*         SET TO 1 FOR INITIAL BED GIVEN BY SORBED MASS TOX/MASS SED(mg/kg)
* TOXINTW: INIT WATER COLUMN TOT TOXIC VARIABLE CONCENTRATION (ugm/l)
* TOXINTB: INIT SED BED TOXIC CONC SEE ITXBDUT
*
* RKTOXW: FIRST ORDER WATER COL DECAY RATE FOR TOX VARIABLE IN 1/sec
* TKTOXW: REF TEMP FOR 1ST ORDER WATER COL DECAY DEG C
* RKTOXB: FIRST ORDER SED BED DECAY RATE FOR TOX VARIABLE IN 1/sec
* TKTOXB: REF TEMP FOR 1ST ORDER SED BED DECAY DEG C
*
C43 NTOXN ITXINT ITXBDUT TOXINTW TOXINTB  RKTOXW  TKTOXW  RKTOXB  TRTOXB COMMENTS
-----
C44 ADDITIONAL TOXIC CONTAMINANT PARAMETERS
*   DATA REQUIRED EVEN IT ISTRAN(5) IS 0
*
* NTOXN: TOXIC CONTAMINANT NUMBER ID (1 LINE OF DATA BY DEFAULT)
* ISTOC: 1 FOR DISS AND PART ORGANIC CARBON SORPTION
*         2 FOR DISS ORGANIC CARBON SORPTION AND POC FRACTIONALLY
*         DISTRIBUTED TO INORGANIC SEDIMENT CLASSES
*         3 FOR NO DISS ORGANIC CARBON SORPTION AND POC FRACTIONALLY
*         DISTRIBUTED TO INORGANIC SEDIMENT CLASSES
* VOLTOX: WATER SURFACE VOLITIALIZATION RATE MULTIPLIER (0. OR 1.)
* RMOULTX: MOLECULAR WEIGHT FOR DETERMINING VOLATILIZATION RATE

```

```

* RKTOXP: REFERENCE PHOTOLYSIS DECAY RATE 1/sec
* SKTOXP: REFERENCE SOLAR RADIATION FOR PHOTOLYSIS (watts/m**2)
* DIFTOX: DIFFUSION COEFF FOR TOXICANT IN SED BED PORE WATER (m**2/s)
* DIFTOXS: DIFFUSION COEFF FOR TOXICANT BETWEEN WATER COLUMN AND
*          PORE WATER IN TOP LAYER OF THE BED(m**2/s)
*          > 0.0 INTERPRET AS DIFFUSION COEFFICIENT (m**2/s)
*          < 0.0 INTERPRET AS FLUX VELOCITY (m/s)
* PDIFTOX: PARTICLE MIXING DIFFUSION COEFF FOR TOXICANT IN SED BED (m**2/s)
*          (if negative use zonal files PARTMIX.INP and PMXMAP.INP)
* DPDIFTOX: DEPTH IN BED OVER WHICH PARTICLE MIXING IS ACTIVE (m)
*
C44 NTOXN ISTOC VOLTOX RMOULTX RKTOXP SKTOXP DIFTOX DIFTOXS PDIFTOX DPDIFTOX
-----
C44A POREWATER TOXICS ADVECTION AND DIFFUSION SOLUTION SWITCHES
* AND DIAGNOSTIC/MASS BALANCE FLUX SWITCHES
*
* IADTOXDP: 0 FOR STANDARD SINGLE PRECISION SOLUTION
*           1 FOR DOUBLE PRECISION SOLUTION
* IADTOXCOR: 0 NOT CORRECTION OF SINGLE PRECISION SOLUTION
*            1 MASS WEIGHTED CORRECTION OF SINGLE PRECISION SOLUTION
*            2 MASS CHANGE WEIGHTED CORRECTION OF SINGLE PRECISION SOLUTION
* ISTOXALL: 1 TO ACTIVATE ACCUMULATION OF TOXIC FLUXES
* NSTOXALL: NUMBER OF WRITES OF ACCUMULATED FLUXES PER REFERENCE TIME PERIOD
*
C44A IADTOXDP IADTOXCOR ISTOXALL NSTOXALL
-----
C45 TOXIC CONTAMINANT SEDIMENT INTERACTION PARAMETERS
*
* NTOXC: TOXIC CONTAMINANT NUMBER ID. NSEDC+NSEDN LINES OF DATA
*        FOR EACH TOXIC CONTAMINANT (DEFAULT = 2)
* NSEDN/NSNDN: FIRST NSED LINES COHESIVE, NEXT NSND LINES NON-COHESIVE.
*              REPEATED FOR EACH CONTAMINANT
* ITPARW: EQUAL 1 FOR SOLIDS DEPENDENT PARTITIONING (WC) GIVEN BY
*          TOXP=PARO*(CSED**CONPAR)
* TOXP=PARW: WATER COLUMN PARO (ITPARW=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
*            EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (LITERS/MG)
* CONPARW: EXPONENT IN TOXP=PARO*(CSED**CONPARW) IF ITPARW=1
* ITPARB: EQUAL 1 FOR SOLIDS DEPENDENT PARTITIONING (BED)
* TOXP=PARB: SEDIMENT BED PARO (ITPARB=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
*            EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (LITERS/MG)
* CONPARB: EXPONENT IN TOXP=PARO*(CSED**CONPARB) IF ITPARB=1
*           1      0.8770 -0.943      0.025
C45 NTOXN NSEDN ITPARW TOXP=PARW CONPARW ITPARB TOXP=PARB CONPARB COMMENTS
-----
C45A TOXIC CONTAMINANT ORGANIC CARBON INTERACTION PARAMETERS
*
* ISTDOCW: 0 CONSTANT DOC IN WATER COLUMN OF STDOCWC (DEFAULT=0.)
*           1 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING DOC IN WATER COLUMN FROM docw.inp
* ISTPOCW: 0 CONSTANT POC IN WATER COLUMN OF STPOCWC (DEFAULT=0.)
*           1 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING POC IN WATER COLUMN FROM pocw.inp
*           2 TIME CONSTANT, FPOC IN WATER COLUMN, SEE C45C
*           3 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING FPOC IN WATER COLUMN FROM fpocw.inp
*           4 FUNCTIONAL SPECIFICATION OF TIME AND SPATIALLY VARYING
*             FPOC IN WATER COLUMN
* ISTDOCB: 0 CONSTANT DOC IN BED OF STDOCB (DEFAULT=0.)
*           1 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING DOC IN BED FROM docb.inp
* ISTPOCB: 0 CONSTANT POC IN BED OF STPOCB (DEFAULT=0.)
*           1 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING POC IN BED FROM pocb.inp
*           2 TIME CONSTANT, FPOC IN BED, SEE C45D
*           3 TIME CONSTANT, SPATIALLY VARYING FPOC IN BED FROM fpocb.inp
*           4 FUNCTIONAL SPECIFICATION OF TIME AND SPATIALLY VARYING
*             FPOC IN BED
* STDOCWC: CONSTANT WATER COLUMN DOC (ISTDOCW=0)
* STPOCWC: CONSTANT WATER COLUMN POC (ISTPOCW=0)
* STDOCB: CONSTANT BED DOC (ISTDOCB=0)
* STPOCB: CONSTANT BED POC (ISTPOCB=0)
*
C45A ISTDOCW ISTPOCW ISTDOCB ISTPOCB STDOCWC STPOCWC STDOCB STPOCB
-----
C45B TOXIC CONTAMINANT ORGANIC CARBON INTERACTION PARAMETERS
*
* NTOXC: TOXIC CONTAMINANT NUMBER ID. NSEDC+NSEDN LINES OF DATA
*        FOR EACH TOXIC CONTAMINANT (DEFAULT = 2)
* NOC : FIRST LINE FOR DISSOLVED ORGANIC CARBON, SECOND FOR PART OC
*       REPEATED FOR EACH CONTAMINANT
* ITPARW: -1 FOR NO ORGANIC CARBON, 0 FOR NORMAL PARTITION AND 1 FOR SOLIDS

```

```

*      DEPENDENT TOXP=PARO*(CSED**CONPAR)
* TOXP=PARO: WATER COLUMN PARO (ITXP=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
*      EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (liters/mg)
* CONPAR: EXPONENT IN TOXP=PARO*(CSED**CONPAR) IF ITXP=1
* ITXP: CONVENTION FOLLOWS ITXP (BED)
* TOXP: SEDIMENT BED PARO (ITXP=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
*      EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (liters/mg)
* CONPAR: EXPONENT IN TOXP=PARO*(CSED**CONPAR) IF ITXP=1
*      1      0.8770  -0.943      0.025
C45B NTOXN  NOC ITXP TOXP CONPAR ITXP TOXP CONPAR  *CARBON*
-----
C45C TOXIC CONTAMINANT POC FRACTIONAL DISTRIBUTIONS IN WATER COLUMN
* 1 LINE OF DATA REQUIRED EVEN IT ISTRAN(5) IS 0. DATA USED WHEN
*  ISTOC(NT)=1 OR 2
*
* NTOXN: TOXIC CONTAMINANT NUMBER ID. NSEDC+NSEDN 1 LINE OF DATA
*      FOR EACH TOXIC CONTAMINANT (DEFAULT = 2)
* FPOCSED1-NSED: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SED CLASSES 1,NSED
* FPOCSND1-NSND: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SND CLASSES 1,NSND
*
C45C NTOXN  FPOCSED1 FPOCSND1 FPOCSND2 FPOCSND3
-----
C45D TOXIC CONTAMINANT POC FRACTIONAL DISTRIBUTIONS IN SEDIMENT BED
* 1 LINE OF DATA REQUIRED EVEN IT ISTRAN(5) IS 0. DATA USED WHEN
*  ISTOC(NT)=1 OR 2
*
* NTOXN: TOXIC CONTAMINANT NUMBER ID. NSEDC+NSEDN 1 LINE OF DATA
*      FOR EACH TOXIC CONTAMINANT (DEFAULT = 2)
* FPOCSED1-NSED: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SED CLASSES 1,NSED
* FPOCSND1-NSND: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SND CLASSES 1,NSND
*
C45D NTOXN  FPOCSED1 FPOCSND1 FPOCSND2 FPOCSND3
-----
C46 BUOYANCY, TEMPERATURE, DYE DATA AND CONCENTRATION BC DATA
*
* BSC: BUOYANCY INFLUENCE COEFFICIENT 0 TO 1, BSC=1. FOR REAL PHYSICS
* TEMO: REFERENCE, INITIAL, EQUILIBRUM AND/OR ISOTHERMAL TEMP IN DEG C
* HEQT: EQUILIBRUM TEMPERATURE TRANSFER COEFFICIENT M/sec
* ISBEDTEMI: 0 READ INITIAL BED TEMPERATURE FROM TEMPB.INP
*      1 INITIALIZE AT START OF COLD RUN
* KBH: NUMBER OF BED THERMAL LAYERS
* RKDYE: FIRST ORDER DECAY RATE FOR DYE VARIABLE IN 1/sec
* NCBS: NUMBER OF CONCENTRATION BOUNDARY CONDITIONS ON SOUTH OPEN
*      BOUNDARIES
* NCBW: NUMBER OF CONCENTRATION BOUNDARY CONDITIONS ON WEST OPEN
*      BOUNDARIES
* NCBE: NUMBER OF CONCENTRATION BOUNDARY CONDITIONS ON EAST OPEN
*      BOUNDARIES
* NCBN: NUMBER OF CONCENTRATION BOUNDARY CONDITIONS ON NORTH OPEN
*      BOUNDARIES
*
C46  BSC  TEMO  HEQT  ISBEDTEMI  KBH  RKDYE  NCBS  NCBW  NCBE  NCBN
      1  10.0  0.000E+00  1  2  0.000E+00  0  0  0  0
-----
C46A ICE EFFECTS
C
  ISICE: 1 FOR ICE EFFECTS ACTIVE
  ISICECOV: 0 USE START AND STOP JULIAN DAYS
            1 READ ICE COVER FROM FILE ICECOVER.INP
            2 SIMPLE CALCULATION USING AIR TEMPERATURE
            3 COMPLEX CALCULATION(Not Active)
  ISICETHK: 0 USE START AND STOP JULIAN DAYS AND MAX ICE THICKNESS
            1 READ ICE THICKNESS FROM FILE ICECOVER.INP
            2 SIMPLE CALCULATION USING AIR TEMPERATURE
            3 COMPLEX CALCULATION (Not Active)
  NISER: NUMBER OF ICE TIME SERIES
  ICETHKFUN: 0 CONSTANT AT RICETHKMAX
            1 LINEAR TO DYICEM1, LINEAR FROM DYICEM2
            2 HALF COS WAVE TO TO DYICEM1, HALF COS FROM DYICEM2
  DYICEBEG: DAY ICE COVER BEGINS
  DYICEEND: DAY ICE COVER ENDS
  DYICEM1: DAY MAXIMUM ICE COVER IS REACHED
  DYICEM2: DAY MAXIMUM ICE THICKNESS STARTS TO DECAY
  RICETHKMAX: MAX ICE COVER THICKNESS, METERS
  TEMPICE: WATER TEMPERATURE AT WATER ICE INTERFACE FOR ISICECOV.LE.2
C
C46A ISICE ISICECOV ISICETHK NISER ICETHKFUN DYICEBEG DYICEEND DYICEM1 DYICEM2 RICETHKMAX TEMPICE
      0      0      1      0      0      0      1      0      0      1      0      1      .1

```

C47 LOCATION OF CONC BC'S ON SOUTH BOUNDARIES

- * ICBS: I CELL INDEX
- * JCBS: J CELL INDEX
- * NTSCRS: NUMBER OF TIME STEPS TO RECOVER SPECIFIED VALUES ON CHANGE TO INFLOW FROM OUTFLOW
- * NSSERS: SOUTH BOUNDARY CELL SALINITY TIME SERIES ID NUMBER
- * NTSERS: SOUTH BOUNDARY CELL TEMPERATURE TIME SERIES ID NUMBER
- * NDSERS: SOUTH BOUNDARY CELL DYE CONC TIME SERIES ID NUMBER
- * NSFERS: SOUTH BOUNDARY CELL SHELLFISH LARVAE TIME SERIES ID NUMBER
- * NTXSERS: SOUTH BOUNDARY CELL TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES ID NUM.
- * NSDSERS: SOUTH BOUNDARY CELL COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER
- * NSNSERS: SOUTH BOUNDARY CELL NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER

C

C47 IBBS JBBS NTSCRS NSSERS NTSERS NDSERS NSFERS NTXSERS NSDSERS NSNSERS

C48 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON SOUTH CONC BOUNDARIES

- * SAL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SALINITY
- * TEM: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TEMPERATURE
- * DYE: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER DYE CONCENTRATION
- * SFL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION
- * TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TOXIC CONTAMINANT CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX

C48 SAL TEM DYE SFL

C49 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON SOUTH CONC BOUNDARIES

- * SED: NSED ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER COHESIVE SEDIMENT CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND
- * SND: NSND ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND

C49 SED1 SND1

C50 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON SOUTH CONC BOUNDARIES

- * SAL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SALINITY
- * TEM: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TEMPERATURE
- * DYE: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER DYE CONCENTRATION
- * SFL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION
- * TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TOXIC CONTAMINANT CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX

C50 SAL TEM DYE SFL

C51 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON SOUTH CONC BOUNDARIES

- * SED: NSED ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER COHESIVE SEDIMENT CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND
- * SND: NSND ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND

C51 SED1 SND1

C52 LOCATION OF CONC BC'S ON WEST BOUNDARIES AND SERIES IDENTIFIERS

- * ICBW: I CELL INDEX
- * JCBW: J CELL INDEX
- * NTSCRW: NUMBER OF TIME STEPS TO RECOVER SPECIFIED VALUES ON CHANGE TO INFLOW FROM OUTFLOW
- * NSSERW: WEST BOUNDARY CELL SALINITY TIME SERIES ID NUMBER
- * NTSERW: WEST BOUNDARY CELL TEMPERATURE TIME SERIES ID NUMBER
- * NDSERW: WEST BOUNDARY CELL DYE CONC TIME SERIES ID NUMBER
- * NSFSEW: WEST BOUNDARY CELL SHELLFISH LARVAE TIME SERIES ID NUMBER
- * NTXSERW: WEST BOUNDARY CELL TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES ID NUM.
- * NSDSERW: WEST BOUNDARY CELL COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER
- * NSNSERW: WEST BOUNDARY CELL NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER

C52 IBBW JBBW NTSCRW NSSERW NTSERW NDSERW NSFSEW NTXSERW NSDSERW NSNSERW

C53 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON WEST CONC BOUNDARIES

- * SAL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SALINITY
- * TEM: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TEMPERATURE
- * DYE: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER DYE CONCENTRATION
- * SFL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION
- * TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TOXIC CONTAMINANT CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX

C53 SAL TEM DYE SFL

C54 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON WEST CONC BOUNDARIES
 *
 * SED: NSED ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER COHESIVE SEDIMENT
 * CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND
 * SND: NSND ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT
 * CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND
 *
 C54 SED1 SND1

 C55 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON WEST CONC BOUNDARIES
 *
 * SAL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SALINITY
 * TEM: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TEMPERATURE
 * DYE: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER DYE CONCENTRATION
 * SFL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION
 * TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TOXIC CONTAMINANT
 * CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX
 *
 C55 SAL TEM DYE SFL

 C56 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON WEST CONC BOUNDARIES
 *
 * SED: NSED ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER COHESIVE SEDIMENT
 * CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND
 * SND: NSND ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT
 * CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND
 *
 C56 SED1 SND1

 C57 LOCATION OF CONC BC'S ON EAST BOUNDARIES AND SERIES IDENTIFIERS
 *
 * ICBE: I CELL INDEX
 * JCBE: J CELL INDEX
 * NTSCRE: NUMBER OF TIME STEPS TO RECOVER SPECIFIED VALUES ON CHANGE
 * TO INFLOW FROM OUTFLOW
 * NSSERE: EAST BOUNDARY CELL SALINITY TIME SERIES ID NUMBER
 * NTSERE: EAST BOUNDARY CELL TEMPERATURE TIME SERIES ID NUMBER
 * NDSERE: EAST BOUNDARY CELL DYE CONC TIME SERIES ID NUMBER
 * NSFSERE: EAST BOUNDARY CELL SHELLFISH LARVAE TIME SERIES ID NUMBER
 * NTXSERE: EAST BOUNDARY CELL TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES ID NUM.
 * NSDSERE: EAST BOUNDARY CELL COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER
 * NSNSERE: EAST BOUNDARY CELL NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER
 *
 C57 IBBE JBBE NTSCRE NSSERE NTSERE NDSERE NSFSERE NTXSERE NSDSERE NSNSERE

 C58 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON EAST CONC BOUNDARIES
 *
 * SAL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SALINITY
 * TEM: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TEMPERATURE
 * DYE: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER DYE CONCENTRATION
 * SFL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION
 * TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TOXIC CONTAMINANT
 * CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX
 *
 C58 SAL TEM DYE SFL

 C59 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON EAST CONC BOUNDARIES
 *
 * SED: NSED ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER COHESIVE SEDIMENT
 * CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND
 * SND: NSND ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT
 * CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND
 *
 C59 SED1 SND1

 C60 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON EAST CONC BOUNDARIES
 *
 * SAL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SALINITY
 * TEM: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TEMPERATURE
 * DYE: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER DYE CONCENTRATION
 * SFL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION
 * TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TOXIC CONTAMINANT
 * CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX
 *
 C60 SAL TEM DYE SFL

```

C61 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON EAST CONC BOUNDARIES
*
* SED: NSED ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER COHESIVE SEDIMENT
*   CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND
* SND: NSND ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT
*   CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND
*
C61  SED1  SND1
-----
C62 LOCATION OF CONC BC'S ON NORTH BOUNDARIES AND SERIES IDENTIFIERS
*
* ICBN: I CELL INDEX
* JCBN: J CELL INDEX
* NTSCRN: NUMBER OF TIME STEPS TO RECOVER SPECIFIED VALUES ON CHANGE
*         TO INFLOW FROM OUTFLOW
* NSSERN: NORTH BOUNDARY CELL SALINITY TIME SERIES ID NUMBER
* NTSERN: NORTH BOUNDARY CELL TEMPERATURE TIME SERIES ID NUMBER
* NDSERN: NORTH BOUNDARY CELL DYE CONC TIME SERIES ID NUMBER
* NSFSERN: NORTH BOUNDARY CELL SHELLFISH LARVAE TIME SERIES ID NUMBER
* NTXSERN: NORTH BOUNDARY CELL TOXIC CONTAMINANT CONC TIME SERIES ID NUM.
* NSDSERN: NORTH BOUNDARY CELL COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER
* NSNSERN: NORTH BOUNDARY CELL NON-COHESIVE SED CONC TIME SERIES ID NUMBER
*
C62  IBBN  JBBN  NTSCRN  NSSERN  NTSERN  NDSERN  NSFSERN  NTXSERN  NSDSERN  NSNSERN
-----
C63 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON NORTH CONC BOUNDARIES
*
* SAL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SALINITY
* TEM: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TEMPERATURE
* DYE: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER DYE CONCENTRATION
* SFL: ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION
* TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER TOXIC CONTAMINANT
*       CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX
*
C63  SAL    TEM    DYE    SFL
-----
C64 TIME CONSTANT BOTTOM CONC ON NORTH CONC BOUNDARIES
*
* SED: NSED ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER COHESIVE SEDIMENT
*   CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND
* SND: NSND ULTIMATE INFLOWING BOTTOM LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT
*   CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND
*
C64  SED1  SND1
-----
C65 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON NORTH CONC BOUNDARIES
*
* SAL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SALINITY
* TEM: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TEMPERATURE
* DYE: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER DYE CONCENTRATION
* SFL: ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER SHELLFISH LARVAE CONCENTRAION
* TOX: NTOX ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER TOXIC CONTAMINANT
*       CONCENTRATIONS NTOX VALUES TOX(N), N=1,NTOX
*
C65  SAL    TEM    DYE    SFL
-----
C66 TIME CONSTANT SURFACE CONC ON NORTH CONC BOUNDARIES
*
* SED: NSED ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER COHESIVE SEDIMENT
*   CONCENTRAIONS FIRST NSED VALUES SED(N), N=1,NSND
* SND: NSND ULTIMATE INFLOWING SURFAC LAYER NON-COHESIVE SEDIMENT
*   CONCENTRATIONS LAST NSND VALUES SND(N), N=1,NSND
*
C66  SED1  SND1
-----
C66A CONCENTRATION DATA ASSIMILATION
*
* NLCDA: NUMBER OF HORIZONTAL LOCATIONS FOR DATA ASSIMILATION
* TSCDA: WEIGHTING FACTOR, 0 to 1, 1 = FULL ASSIMILATION
* ISCDA: 1 FOR CONCENTRATION DATA ASSIMILATION VALUES (NC=1,7)
*
C66A  NLCDA  TSCDA  ISCDA
      0      0      0      0      0      0      0      0      0
-----
C66B CONCENTRATION DATA ASSIMILATION
*
* ITPCDA: 0 ASSIMILATE DATA FROM TIME SERIES
*         1 ASSIMIATED DATA FROM ANOTHER CELL IN GRID
* ICDA: I INDEX OF CELL ASSIMILATING DATA
    
```

```

* JCDA: J INDEX OF CELL ASSIMILATING DATA
* ICCDA: I INDEX OF CELL PROVIDING DATA, ITPCDA=1
* JCCDA: J INDEX OF CELL PROVIDING DATA, ITPCDA=1
* IDIRCD: 0 NO DIRECTIONAL ASSIMILATION EFFECT
*          1 POSITIVE EAST-WEST, 2 NEGATIVE EAST-WEST VELOCITY
*          3 POSITIVE NORTH-SOUTH, 4 NEGATIVE NORTH-SOUTH VELOCITY
* NCSERA: ID OF TIME SERIES PROVIDING DATA
*
C66B ITPCDA ICDA JCDA ICCDA JCCDA IDIRCD NS NT ND NSF NTX NSD NSN
-----
C67 DRIFTER DATA (FIRST 4 PARAMETER FOR SUB DRIFER, SECOND 6 FOR SUB LAGRES)
*
* ISPD: 1 TO ACTIVE SIMULTANEOUS RELEASE AND LAGRANGIAN TRANSPORT OF
*        NEUTRALLY BUOYANT PARTICLE DRIFTERS AT LOCATIONS INPUT ON C68
* NPD: NUMBER OF PARTICLE DIRIFERS
* NPDRT: TIME STEP AT WHICH PARTICLES ARE RELEASED
* NRPD: NUMBER OF TIME STEPS BETWEEN WRITING TO TRACKING FILE
*        DRIFTER.OUT
* ISLRPD: 1 TO ACTIVATE CALCULATION OF LAGRANGIAN MEAN VELOCITY OVER TIME
*          INTERVAL TREF AND SPATIAL INTERVAL ILRPD1<I<ILRPD2,
*          JLRPD1<J<JLRPD2, 1<K<KC, WITH MLRPDRT RELEASES. ANY AVERAGE
*          OVER ALL RELEASE TIMES IS ALSO CALCULATED
*          2 SAME BUT USES A HIGER ORDER TRAJECTORY INTEGRATION
* ILRPD1 WEST BOUNDARY OF REGION
* ILRPD2 EAST BOUNDARY OF REGION
* JLRPD1 NORTH BOUNDARY OF REGION
* JLRPD2 SOUTH BOUNDARY OF REGION
* MLRPDRT NUMBER OF RELEASE TIMES
* IPLRPD 1,2,3 WRITE FILES TO PLOT ALL,EVEN,ODD HORIZ LAG VEL VECTORS
*
C67 ISPD NPD NPDRT NRPD ISLRPD ILRPD1 ILRPD2 JLRPD1 JLRPD2 MLRPDRT IPLRPD
-----
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
-----
C68 INITIAL DRIFTER POSITIONS (FOR USE WITH SUB DRIFTER)
*
* RI: I CELL INDEX IN WHICH PARTICLE IS RELEASED IN
* RJ: J CELL INDEX IN WHICH PARTICLE IS RELEASED IN
* RK: K CELL INDEX IN WHICH PARTICLE IS RELEASED IN
*
C68 RI RJ RK
-----
C69 CONSTANTS FOR CARTESION GRID CELL CENTER LONGITUDE AND LATITUDE
*
* CDLON1: 6 CONSTANTS TO GIVE CELL CENTER LAT AND LON OR OTHER
* CDLON2: COORDINATES FOR CARTESIAN GRIDS USING THE FORMULAS
* CDLON3: DLON(L)=CDLON1+(CDLON2*FLOAT(I)+CDLON3)/60.
* CDLAT1: DLAT(L)=CDLAT1+(CDLAT2*FLOAT(J)+CDLAT3)/60.
* CDLAT2:
* CDLAT3:
*
C69 CDLON1 CDLON2 CDLON3 CDLAT1 CDLAT2 CDLAT3
-----
0 0 0 0 0 0
-----
C70 CONTROLS FOR WRITING ASCII OR BINARY DUMP FILES
*
* ISDUMP: GREATER THAN 0 TO ACTIVATE
*          1 SCALED ASCII INTERGER (0<VAL<65535)
*          2 SCALED 16BIT BINARY INTEGER (0<VAL<65535) OR (-32768<VAL<32767)
*          3 UNSCALED ASCII FLOATING POINT
*          4 UNSCALED BINARY FLOATING POINT
* ISADMP: GREATER THAN 0 TO APPEND EXISTING DUMP FILES
* NSDUMP: NUMBER OF TIME STEPS BETWEEN DUMPS
* TSDUMP: STARTING TIME FOR DUMPS - DAYS (NO DUMPS BEFORE THIS TIME)
* TEDUMP: ENDING TIME FOR DUMPS - DAYS (NO DUMPS AFTER THIS TIME)
* ISDMPP: GREATER THAN 0 FOR WATER SURFACE ELEVATION DUMP
* ISDMPU: GREATER THAN 0 FOR HORIZONTAL VELOCITY DUMP
* ISDMPW: GREATER THAN 0 FOR VERTICAL VELOCITY DUMP
* ISDMPT: GREATER THAN 0 FOR TRANSPORTED VARIABLE DUMPS
* IADJDMP: 0 FOR SCALED BINARY INTEGERS (0<VAL<65535)
*          -32768 FOR SCALED BINARY INTEGERS (-32768<VAL<32767)
*
C70 ISDUMP ISADMP NSDUMP TSDUMP TEDUMP ISDMPP ISDMPU ISDMPW ISDMPT IADJDMP
-----
0 0 0 0 731 0 0 0 1 -32768
-----
C71 CONTROLS FOR HORIZONTAL PLANE SCALAR FIELD CONTOURING
*
* ISSPH: 1 TO WRITE FILE FOR SCALAR FIELD CONTOURING IN HORIZONTAL PLANE
*          2 WRITE ONLY DURING LAST REFERENCE TIME PERIOD
* NPSPH: NUMBER OF WRITES PER REFERENCE TIME PERIOD

```

```
* ISRSPH: 1 TO WRITE FILE FOR RESIDUAL SALINITY PLOTTING IN
*           HORIZONTAL
* ISPHXY: 0 DOES NOT WRITE I,J,X,Y IN ***CNH.OUT AND R***CNH.OUT FILES
*           1 WRITES I,J ONLY IN ***CNH.OUT AND R***CNH.OUT FILES
*           2 WRITES I,J,X,Y IN ***CNH.OUT AND R***CNH.OUT FILES
*           3 WRITES EFDC_EXPLORER BINARY FORMAT FILES
* DATA LINE REPEATS 7 TIMES FOR SAL,TEM,DYE,SFL,TOX,SED,SND
*
```

```
C71 ISSPH NPSPH ISRSPH ISPHXY
  0     1     0     3   !SAL
  0     1     0     3   !TEM
  0     1     0     3   !DYE
  1     1     0     3   !EE WC/Sediment Top Layer Flag
  0     1     0     3   !TOX
  0     1     0     3   !SED
  0     1     0     3   !SND
```

C71A CONTROLS FOR HORIZONTAL PLANE SEDIMENT BED PROPERTIES CONTOURING

```
*
* ISBPH: 1 TO WRITE FILES FOR SED BED PROPERTY CONTOURING IN HORIZONTAL
*           2 WRITE ONLY DURING LAST REFERENCE TIME PERIOD
* ISBEXP: 0 ASCII FORMAT, 1 EXPLORER BINARY FORMAT
* NPBPH: NUMBER OF WRITES PER REFERENCE TIME PERIOD
* ISRBPH: 1 TO WRITE FILES FOR RESIDUAL SED BED PROPERTY CONTOURING
* ISBBDN: 1 WRITE LAYER WET DENSITY
* ISBLAY: 1 WRITE LAYER THICKNESSES
* ISBPOR: 1 WRITE LAYER POROSITY
* SBSSED: 1 WRITE COHESIVE SEDIMENT (MASS PER UNIT AREA)
*           2 WRITE COHESIVE SEDIMENT (FRACTION OF TOTAL SEDIMENT)
*           3 WRITE COHESIVE SEDIMENT (FRACTION OF TOTAL SEDIMENT+WATER)
* ISBSED: 1 WRITE NONCOHESIVE SEDIMENT (MASS PER UNIT AREA)
*           2 WRITE NONCOHESIVE SEDIMENT (FRACTION OF TOTAL SEDIMENT)
*           3 WRITE NONCOHESIVE SEDIMENT (FRACTION OF TOTAL SEDIMENT+WATER)
* ISBVDR: 1 WRITE LAYER VOID RATIOS
* ISBARD: 1 WRITES ACCUMULATED MASS/AREA RESUSPENSION AND DEPOSITION FOR
*           EACH SEDIMENT CLASS TO ASCII FILE BEDARD.OUT FOR ISBEXP=0 OR 1
*
```

```
C71A ISBPH ISBEXP NPBPH ISRBPH ISBBDN ISBLAY ISBPOR ISBSED ISBSND ISBVDR
  0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0
```

C71B FOOD CHAIN MODEL OUTPUT CONTROL

```
*
* ISFDCH: 1 TO WRITE OUTPUT FOR HOUSATONIC RIVER FOOD CHAIN MODEL
* NFDCHZ: NUMBER OF SPATIAL ZONES
* Hbfdch: AVERAGING DEPTH FOR TOP PORTION OF BED (METERS)
* TFCavg: TIME AVERAGING INTERVAL FOR FOOD CHAIN OUTPUT (SECONDS)
*
```

```
C71B ISFDCH NFDCHZ Hbfdch TFCavg
  0     0     0     0
```

C72 CONTROLS FOR HORIZONTAL SURFACE ELEVATION OR PRESSURE CONTOURING

```
*
* ISPPH: 1 TO WRITE FILE FOR SURFACE ELEVATION OR PRESSURE CONTOURING
*           2 WRITE ONLY DURING LAST REFERENCE TIME PERIOD
* NPPPH: NUMBER OF WRITES PER REFERENCE TIME PERIOD
* ISRPPH: 1 TO WRITE FILE FOR RESIDUAL SURFACE ELEVATION CONTOURNG IN
*           HORIZONTAL PLANE
* IPPHXY: 0 DOES NOT WRITE I,J,X,Y IN surfplt.out and rsurfplt.out FILES
*           1 WRITES I,J ONLY IN surfplt.out and rsurfplt.out FILES
*           2 WRITES I,J,X,Y IN surfplt.out and rsurfplt.out FILES
*           3 WRITES EFDC EXPLORER BINARY FORMAT FILES
*
```

```
C72 ISPPH NPPPH ISRPPH IPPHXY
  1     1     0     3
```

C73 CONTROLS FOR HORIZONTAL PLANE VELOCITY VECTOR PLOTTING

```
*
* ISVPH: 1 TO WRITE FILE FOR VELOCITY PLOTTING IN HORIZONTAL PLANE
*           2 WRITE ONLY DURING LAST REFERENCE TIME PERIOD
* NPVPH: NUMBER OF WRITES PER REFERENCE TIME PERIOD
* ISRVPH: 1 TO WRITE FILE FOR RESIDUAL VELOCITY PLOTTING IN
*           HORIZONTAL PLANE
* IVPHXY: 0 DOES NOT WRITE I,J,X,Y IN velplth.out and rvelplth.out FILES
*           1 WRITES I,J ONLY IN velplth.out and rvelplth.out FILES
*           2 WRITES I,J,X,Y IN velplth.out and rvelplth.out FILES
*           3 WRITES EFDC EXPLORER BINARY FORMAT FILES
*
```

```
C73 ISVPH NPVPH ISRVPH IVPHXY
  1     1     0     3
```

C74 CONTROLS FOR VERTICAL PLANE SCALAR FIELD CONTOURING

- * ISECSPV: N AN INTEGER NUMBER OF VERTICAL SECTIONS (N.LE.9) TO WRITE
- * N FILES FOR SCALAR FIELD CONTOURING
- * NPSPV: NUMBER OF WRITES PER REFERENCE TIME PERIOD
- * ISSPV: 1 TO ACTIVATE INSTANTANEOUS SCALAR FIELDS
- * 2 WRITE ONLY DURING LAST REFERENCE TIME PERIOD
- * ISRSPV: 1 TO ACTIVATE FOR RESIDUAL SCALAR FIELDS
- * ISHPLTV: 1 FOR VERTICAL PLANE PLOTTING FOR MSL DATUMS, ZERO OTHERWISE
- * DATA LINE REPEATS 7 TIMES FOR SAL,TEM,DYE,SFL,TOX,SED,SND
- * ISECSPV IS DETERMINED FOR ALL 7 VARIABLES BY VALUE ON FIRST DATA LINE

C74	ISECSPV	NPSPV	ISSPV	ISRSPV	ISHPLTV	
	0	0	0	0	0	!SAL
	0	0	0	0	0	!ITEM
	0	0	0	0	0	!DYE
	0	0	0	0	0	!SFL
	0	0	0	0	0	!TOX
	0	0	0	0	0	!SED
	0	0	0	0	0	!SND

C75 MORE CONTROLS FOR VERTICAL PLANE SCALAR FIELD CONTOURING

- * ISECSPV: SECTION NUMBER
- * NIJSPV: NUMBER OF CELLS OR I,J PAIRS IN SECTION
- * SEC ID: CHARACTER FORMAT SECTION TITLE

C75 ISECSPV NIJSPV SEC ID

C76 I,J LOCATIONS FOR VERTICAL PLANE SCALAR FIELD CONTOURING

- * ISECSPV: SECTION NUMBER
- * ISPV: I CELL
- * JSPV: J CELL

C76 ISECSPV ISPV JSPV

C77 CONTROLS FOR VERTICAL PLANE VELOCITY VECTOR PLOTTING

- * ISECVPV: N AN INTEGER NUMBER (N.LE.9) OF VERTICAL SECTIONS
- * TO WRITE N FILES FOR VELOCITY PLOTTING
- * NPVPV: NUMBER OF WRITES PER REFERENCE TIME PERIOD
- * ISVPV: 1 TO ACTIVATE INSTANTANEOUS VELOCITY
- * 2 WRITE ONLY DURING LAST REFERENCE TIME PERIOD
- * ISRSPV: 1 TO ACTIVATE FOR RESIDUAL VELOCITY

C77	ISECVPV	NPVPV	ISVPV	ISRSPV
	0	1	1	1

C78 MORE CONTROLS FOR VERTICAL PLANE VELOCITY VECTOR PLOTTING

- * ISECVPV: SECTION NUMBER
- * NIJVPV: NUMBER IS CELLS OR I,J PAIRS IN SECTION
- * ANGVVPV: CCW POSITIVE ANGLE FROM EAST TO SECTION NORMAL
- * SEC ID: CHARACTER FORMAT SECTION TITLE

C78 ISECVPV NIJVPV ANGVVPV SEC ID

C79 CONTROLS FOR VERTICAL PLANE VELOCITY PLOTTING

- * ISECVPV: SECTION NUMBER (REFERENCE USE HERE)
- * IVPV: I CELL INDEX
- * JVPV: J CELL INDEX

C79 ISECVPV IVPV JVPV

C80 CONTROLS FOR 3D FIELD OUTPUT

- * IS3DO: 1 TO WRITE TO 3D ASCII INTEGER FORMAT FILES, JS3DVAR.LE.2 SEE|
- * 1 TO WRITE TO 3D ASCII FLOAT POINT FORMAT FILES, JS3DVAR.EQ.3 C57|
- * 2 TO WRITE TO 3D CHARACTER ARRAY FORMAT FILES (NOT ACTIVE)
- * 3 TO WRITE TO 3D HDF IMAGE FORMAT FILES (NOT ACTIVE)
- * 4 TO WRITE TO 3D HDF FLOATING POINT FORMAT FILES (NOT ACTIVE)
- * ISR3DO: SAME AS IS3DO EXCEPT FOR RESIDUAL VARIABLES
- * NP3DO: NUMBER OF WRITES PER LAST REF TIME PERIOD FOR INST VARIABLES
- * KPC: NUMBER OF UNSTRETCHED PHYSICAL VERTICAL LAYERS

```

* NWGG: IF NWGG IS GREATER THAN ZERO, NWGG DEFINES THE NUMBER OF !2877|
* WATER CELLS IN CARTESIAN 3D GRAPHICS GRID OVERLAY OF THE
* CURVILINEAR GRID. FOR NWGG>0 AND EFDC RUNS ON A CURVILINEAR
* GRID, I3DMI,I3DMA,J3DMI,J3DMA REFER TO CELL INDICES ON THE
* ON THE CARTESIAN GRAPHICS GRID OVERLAY DEFINED BY FILE
* GCELL.INP. THE FILE GCELL.INP IS NOT USED BY EFDC, BUT BY
* THE COMPANION GRID GENERATION CODE GEFD.C.F. INFORMATION
* DEFINING THE OVERLAY IS READ BY EFDC.F FROM THE FILE
* GCELLMP.INP. IF NWGG EQUALS 0, I3DMI,I3DMA,J3DMI,J3DMA REFER
* TO INDICES ON THE EFDC GRID DEFINED BY CELL.INP.
* ACTIVATION OF THE REWRITE OPTION I3DRW=1 WRITES TO THE FULL
* GRID DEFINED BY CELL.INP AS IF CELL.INP DEFINES A CARTESIAN
* GRID. IF NWGG EQ 0 AND THE EFDC COMP GRID IS CO, THE REWRITE
* OPTION IS NOT RECOMMENDED AND A POST PROCESSOR SHOULD BE USED
* TO TRANSFER THE SHORT FORM, I3DRW=0, OUTPUT TO AN APPROPRIATE
* FORMAT FOR VISUALIZATION. CONTACT DEVELOPER FOR MORE DETAILS
* I3DMI: MINIMUM OR BEGINNING I INDEX FOR 3D ARRAY OUTPUT
* I3DMA: MAXIMUM OR ENDING I INDEX FOR 3D ARRAY OUTPUT
* J3DMI: MINIMUM OR BEGINNING J INDEX FOR 3D ARRAY OUTPUT
* J3DMA: MAXIMUM OR ENDING J INDEX FOR 3D ARRAY OUTPUT
* I3DRW: 0 FILES WRITTEN FOR ACTIVE CO WATER CELLS ONLY
* 1 REWRITE FILES TO CORRECT ORIENTATION DEFINED BY GCELL.INP
* AND GCELLMP.INP FOR CO WITH NWGG.GT.0 OR BY CELL.INP IF THE
* COMPUTATIONAL GRID IS CARTESIAN AND NWGG.EQ.0
* SELVMAX: MAXIMUM SURFACE ELEVATION FOR UNSTRETCHING (ABOVE MAX SELV )
* BELVMIN: MINIMUM BOTTOM ELEVATION FOR UNSTRETCHING (BELOW MIN BELV)
*
C80 IS3DO ISR3DO NP3DO KPC NWGG I3DMI I3DMA J3DMI J3DMA I3DRW SELVMAX BELVMIN
      0      0      0      1      0      1      42      1      118      0      15      -315
-----
C81 OUTPUT ACTIVATION AND SCALES FOR 3D FIELD OUTPUT
*
* VARIABLE: DUMMY VARIABLE ID (DO NOT CHANGE ORDER)
* IS3(VARID): 1 TO ACTIVATE THIS VARIABLES
* JS3(VARID): 0 FOR NO SCALING OF THIS VARIABLE
* 1 FOR AUTO SCALING OF THIS VARIABLE OVER RANGE 0<VAL<255
* AUTO SCALES FOR EACH FRAME OUTPUT IN FILES OUT3D.DIA AND
* ROUT3D.DIA OUTPUT IN I4 FORMAT
* 2 FOR SCALING SPECIFIED IN NEXT TWO COLUMNS WITH OUTPUT
* DEFINED OVER RANGE 0<VAL<255 AND WRITTEN IN I4 FORMAT
* 3 FOR MULTIPLIER SCALING BY MAX SCALE VALUE WITH OUTPUT
* WRITTEN IN F7.1 FORMAT (IS3DO AND ISR3DO MUST BE 1)
*
C81 VARIABLE IS3D JS3D SMAX SMIN
'U VEL' 0 0 0 0
'V VEL' 0 0 0 0
'W VEL' 0 0 0 0
'SALINITY' 0 0 0 0
'TEMP' 0 0 0 0
'DYE' 0 0 0 0
'COH SED' 0 0 0 0
'NCH SED' 0 0 0 0
'TOX CON' 0 0 0 0
-----
C82 INPLACE HARMONIC ANALYSIS PARAMETERS
*
* ISLSHA: 1 FOR IN PLACE LEAST SQUARES HARMONIC ANALYSIS
* MLLSHA: NUMBER OF LOCATIONS FOR LSHA
* NTCLSHA: LENGTH OF LSHA IN INTEGER NUMBER OF REFERENCE TIME PERIODS
* ISLSTR: 1 FOR TREND REMOVAL
* ISHTA : 1 FOR SINGLE TREF PERIOD SURFACE ELEV ANALYSIS
*
90
C82 ISLSHA MLLSHA NTCLSHA ISLSTR ISHTA
      0      0      0      0      0
-----
C83 HARMONIC ANALYSIS LOCATIONS AND SWITCHES
*
* ILLSHA: 1 CELL INDEX
* JLLSHA: J CELL INDEX
* LSHAP: 1 FOR ANALYSIS OF SURFACE ELEVATION
* LSHAB: 1 FOR ANALYSIS OF SALINITY
* LSHAUE: 1 FOR ANALYSIS OF EXTERNAL MODE HORIZONTAL VELOCITY
* LSHAU: 1 FOR ANALYSIS OF HORIZONTAL VELOCITY IN EVERY LAYER
* CLSL: LOCATION AS A CHARACTER VARIABLE
*
C83 ILLSHA JLLSHA LSHAP LSHAB LSHAUE LSHAU CLSL
-----
C84 CONTROLS FOR WRITING TO TIME SERIES FILES

```

```

* ISTMSR: 1 OR 2 TO WRITE TIME SERIES OF SURF ELEV, VELOCITY, NET
*           INTERNAL AND EXTERNAL MODE VOLUME SOURCE-SINKS, AND
*           CONCENTRATION VARIABLES, 2 APPENDS EXISTING TIME SERIES FILES
* MLTMSR: NUMBER HORIZONTAL LOCATIONS TO WRITE TIME SERIES OF SURF ELEV,
*           VELOCITY, AND CONCENTRATION VARIABLES
* NBTMSR: TIME STEP TO BEGIN WRITING TO TIME SERIES FILES (Inactive)
* NSTMSR: TIME STEP TO STOP WRITING TO TIME SERIES FILES (Inactive)
* NWTMSR: NUMBER OF TIME STEPS TO SKIP BETWEEN OUTPUT
* NTSSTSP: NUMBER OF TIME SERIES START-STOP SCENARIOS, 1 OR GREATER
* TCTMSR: UNIT CONVERSION FOR TIME SERIES TIME. FOR SECONDS, MINUTES,
*           HOURS,DAYS USE 1.0, 60.0, 3600.0, 86400.0 RESPECTIVELY
*
*

```

```

C84 ISTMSR MLTMSR NBTMSR NSTMSR NWTMSR NTSSTSP TCTMSR
      0      0      0      0      1      0      86400
-----

```

C85 CONTROLS FOR WRITING TO TIME SERIES FILES

```

*
* ITSSS: START-STOP SCENARIO NUMBER 1.GE.ISSS.LE.NTSSTSP
* MTSSTSP: NUMBER OF STOP-START PAIRS FOR SCENARIO ISSS
*

```

C85 ITSSS MTSSTSP

C86 CONTROLS FOR WRITING TO TIME SERIES FILES

```

*
* ITSSS: START-STOP SCENARIO NUMBER 1.GE.ISSS.LE.NTSSTSP
* MTSSS: NUMBER OF STOP-START PAIRS FOR SCENARIO ISSS
* TSSTRT: STARTING TIME FOR SCENARIO ITSSS, SAVE INTERVAL MTSSS
* TSSTOP: STOPPING TIME FOR SCENARIO ITSSS, SAVE INTERVAL MTSSS
*           -1000.

```

C86 ISSS MTSSS TSSTRT TSSTOP COMMENT

C87 CONTROLS FOR WRITING TO TIME SERIES FILES

```

*
* ILTS: I CELL INDEX
* JLTS: J CELL INDEX
* NTSSSS: WRITE SCENARIO FOR THIS LOCATION
* MTSP: 1 FOR TIME SERIES OF SURFACE ELEVATION
* MTSC: 1 FOR TIME SERIES OF TRANSPORTED CONCENTRATION VARIABLES
* MTSA: 1 FOR TIME SERIES OF EDDY VISCOSITY AND DIFFUSIVITY
* MTSUE: 1 FOR TIME SERIES OF EXTERNAL MODE HORIZONTAL VELOCITY
* MTSUT: 1 FOR TIME SERIES OF EXTERNAL MODE HORIZONTAL TRANSPORT
* MTSU: 1 FOR TIME SERIES OF HORIZONTAL VELOCITY IN EVERY LAYER
* MTSQE: 1 FOR TIME SERIES OF NET EXTERNAL MODE VOLUME SOURCE/SINK
* MTSQ: 1 FOR TIME SERIES OF NET EXTERNAL MODE VOLUME SOURCE/SINK
* CLTS: LOCATION AS A CHARACTER VARIABLE
*

```

C87 ILTS JLTS NTSSSS MTSP MTSC MTSA MTSUE MTSUT MTSU MTSQE MTSQ CLTS

C88 CONTROLS FOR EXTRACTING INSTANTANEOUS VERTICAL SCALAR FIELD PROFILES

```

*
* ISVSFP: 1 FOR EXTRACTING INSTANTANEOUS VERTICAL FIELD PROFILES
* MDVSFP: MAXIMUM NUMBER OF DEPTHS FOR SAMPLING VALUES
* MLVSFP: NUMBER OF HORIZONTAL SPACE-TIME LOCATION PAIRS TO BE SAMPLED
* TMVSFP: MULTIPLIER TO CONVERT SAMPLING TIMES TO SECONDS
* TAVSFP: ADDITIVE ADJUSTMENT TO SAMPLING TIME BEFORE CONVERSION TO SEC
*           200MAX 1600MAX

```

```

C88 ISVSFP MDVSFP MLVSFP TMVSFP TAVSFP
      0      0      0      0      0
-----

```

C89 SAMPLING DEPTHS FOR EXTRACTING INST VERTICAL SCALAR FIELD PROFILES

```

*
* MMDVSFP: MTH SAMPLING DEPTH
* DMSFP: SAMPLING DEPTH BELOW SURFACE, IN METERS
*

```

C89 MMDVSFP DMSFP

C90 HORIZONTAL SPACE-TIME LOCATIONS FOR SAMPLING

```

*
* MMLVSFP: MTH SPACE TIME SAMPLING LOCATION
* TIMVSFP: SAMPLING TIME
* IVSFP: I HORIZONTAL LOCATON INDEX
* JVSFP: J HORIZONTAL LOCATON INDEX
*

```

C90 MMLVSFP TIMVSFP IVSFP JVSFP

C91 OPTIONS FOR GENERATION OF NETCDF FILE(S)

```

*
* NCFOUT: OPTION FOR NETCDF EXPORT

```

```

*           =1  GENERATE NETCDF FILE NC
*           =0  NO GENERATION
* DEFLEV:   LEVEL OF COMPRESSION OF NETCDF FILE FROM 0 TO 9
* ROTA:     =1  ROTATING 2D VELOCITY FIELD TO THE TRUE EAST AND TRUE NORTH
*           =0  NO ROTATION TO TRUE EAST AND TRUE NORTH
* BLK:      MISSING VALUE: INTEGER KIND
* UTMZ:     UTM ZONE
*           >0 FOR NORTHERN HEMISPHERE; <0 FOR SOUTHERN HEMISPHERE
* HREST:    NUMBER OF HOURS AFTER BEGIN TIME FOR RESTART OUTPUT
* BASEDATE: YYYY-MM-DD (NO BLANK)
* BASETIME: HH:MM:SS (NO BLANK)
* PROJ:     PROJECT NAME IS A STRING OF MAXIMUM LENGTH 20
*           WITHOUT ANY BLANKS
*
C91 NCDFOUT DEFLEV ROTA BLK UTMZ HREST BASEDATE BASETIME PROJ
      0      2      1   -999  17  24.0   2009-12-31   00:00:00  EFDC
    
```

부록 16. 수리수문검토(HEC-RAS)

16.1 보조부댐 설치 전(Before)

```

Geom Title=0130
Program Version=4.10
Viewing Rectangle= 0 , 1 , 1 , 0

River Reach=seo ,seo
Reach XY= 2
-0.17517401392110.79118329466357-0.17053364269140.19489559164733
Rch Text X Y=-0.1740139.0.6421114
Reverse River Text= 0

Type RM Length L Ch R = 1 ,10 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:24:39
#Sta/Elev= 7
-7.5 12.22 -2.5 12.22 -1.9 10.44 0 10.44 1.9 10.44
2.3 11.77 7.3 11.77
#Mann= 3 , 0 , 0
-7.5 ,025 0 -7.5 ,025 0 7.3 ,025 0
Bank Sta=-7.5,7.3
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0,3,0,1

Type RM Length L Ch R = 1 ,9 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:23:31
#Sta/Elev= 6
-4.7 11.41 -2.5 9.63 0 9.19 2.5 9.19 3.1 10.97
3.5 10.97
#Mann= 3 , 0 , 0
-4.7 ,025 0 -4.7 ,025 0 3.5 ,025 0
Bank Sta=-4.7,3.5
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0,3,0,1

Type RM Length L Ch R = 1 ,8 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:22:34
#Sta/Elev= 7
-3.1 9.87 -2.3 8.54 0 8.54 2.3 8.54 3.8 9.61
11.3 9.61 13.3 10.85
#Mann= 3 , 0 , 0
-3.1 ,025 0 -3.1 ,025 0 13.3 ,025 0
Bank Sta=-3.1,13.3
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0,3,0,1

Type RM Length L Ch R = 1 ,7 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:21:29
#Sta/Elev= 7
-7 9.68 -6 8.8 -4.5 8.8 -2.5 7.64 0 7.64
2.5 7.64 3.5 9.95
#Mann= 3 , 0 , 0
-7 ,025 0 -7 ,025 0 3.5 ,025 0
Bank Sta=-7,3.5
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0,3,0,1

Type RM Length L Ch R = 1 ,6 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:20:32
#Sta/Elev= 5
-2.5 7.57 -1.9 6.15 0 6.15 1.9 6.15 3.2 7.93
#Mann= 3 , 0 , 0
-2.5 ,025 0 -2.5 ,025 0 3.2 ,025 0
Bank Sta=-2.5,3.2
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0,3,0,1

Type RM Length L Ch R = 1 ,5 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:19:48
#Sta/Elev= 5
-3.3 7.42 -2.7 6.08 0 5.64 2.7 5.64 3.3 7.42
#Mann= 3 , 0 , 0
-3.3 ,025 0 -3.3 ,025 0 3.3 ,025 0
Bank Sta=-3.3,3.3
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0,3,0,1

Type RM Length L Ch R = 1 ,4 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:18:43
#Sta/Elev= 5
-3.7 6.56 -2.7 4.78 0 4.78 2.7 4.78 4.2 6.11
#Mann= 3 , 0 , 0
-3.7 ,025 0 -3.7 ,025 0 4.2 ,025 0
    
```

Bank Sta=-3.7,4.2
 XS Rating Curve= 0 ,0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,3 ,50,50,50
 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:17:50
 #Sta/Elev= 7
 -4 6.04 -1.5 3.73 0 3.73 1.5 3.73 3.5 5.24
 8.7 5.24 10.7 6.13
 #Mann= 3 , 0 , 0
 -4 .025 0 -4 .025 0 10.7 .025 0

Bank Sta=-4,10.7
 XS Rating Curve= 0 ,0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,2 ,50,50,50
 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:17:02
 #Sta/Elev= 3
 -5 3.07 0 3.07 5 3.07
 #Mann= 3 , 0 , 0
 -5 .025 0 -5 .025 0 5 .025 0

Bank Sta=-5,5
 XS Rating Curve= 0 ,0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,1 ,50,50,50
 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:16:11
 #Sta/Elev= 5
 -4 3.96 -2 2.89 0 2.45 2 2.45 2 3.78
 #Mann= 3 , 0 , 0
 -4 .025 0 -4 .025 0 2 .025 0

Bank Sta=-4,2
 XS Rating Curve= 0 ,0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,0 ,19.5,19.5,19.5
 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:32:29
 #Sta/Elev= 5
 -3.2 3.11 -1.7 1.6 0 1.6 1.7 1.6 4.2 3.2
 #Mann= 3 , 0 , 0
 -3.2 .025 0 -3.2 .025 0 4.2 .025 0

Bank Sta=-3.2,4.2
 XS Rating Curve= 0 ,0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,-19.5 ,3,3,3
 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:49:02
 #Sta/Elev= 4
 -6 3.58 0 1.08 268 1.08 274 3.58
 #Mann= 3 , 0 , 0
 -6 .025 0 -6 .025 0 274 .025 0

Bank Sta=-6,274
 XS Rating Curve= 0 ,0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,-22.5 ,59,5,59,5,59.5
 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:49:09
 #Sta/Elev= 4
 -6 3.58 0 1.08 268 1.08 274 3.58
 #Mann= 3 , 0 , 0
 -6 .025 0 -6 .025 0 274 .025 0

Bank Sta=-6,274
 XS Rating Curve= 0 ,0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,-82 ,10,10,10
 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:37:57
 #Sta/Elev= 4
 -6 3.58 0 .58 268 .58 274 3.58
 #Mann= 3 , 0 , 0
 -6 .025 0 -6 .025 0 274 .025 0

Bank Sta=-6,274
 XS Rating Curve= 0 ,0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

```

Type RM Length L Ch R = 5 ,-85      ...
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:49:26
IW Pilot Flow=0
#Inline Weir SE= 2
    -10    2.08    300    2.08
IW Dist,WD,Coef,Skew,MaxSub,Min_El,ls_Ogee,SpillHt,DesHd
0.5,9,1.44,0,0.98,, 0 ,,0,0,

Type RM Length L Ch R = 1 ,-92      ,8,8,8
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:38:04
#Sta/Elev= 4
    -6    3.58    0    .58    268    .58    274    3.58
#Mann= 3 , 0 , 0
    -6    .025    0    -6    .025    0    274    .025    0
Bank Sta=-6,274
XS Rating Curve= 0 .0
Exp/Cntr=0,3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,-100     ,100,100,100
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:38:31
#Sta/Elev= 4
    -6    3.58    0    .58    268    .58    274    3.58
#Mann= 3 , 0 , 0
    -6    .025    0    -6    .025    0    274    .025    0
Bank Sta=-6,274
XS Rating Curve= 0 .0
Exp/Cntr=0,3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,-200     ,100,100,100
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:39:31
#Sta/Elev= 4
    -6    3.58    0    .95    268    .95    274    3.58
#Mann= 3 , 0 , 0
    -6    .025    0    -6    .025    0    274    .025    0
Bank Sta=-6,274
XS Rating Curve= 0 .0
Exp/Cntr=0,3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,-300     ,100,100,100
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:39:01
#Sta/Elev= 4
    -6    3.58    0    .66    268    .66    274    3.58
#Mann= 3 , 0 , 0
    -6    .025    0    -6    .025    0    274    .025    0
Bank Sta=-6,274
XS Rating Curve= 0 .0
Exp/Cntr=0,3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,-400     ,100,100,100
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:40:04
#Sta/Elev= 4
    -6    3.58    0    .63    268    .63    274    3.58
#Mann= 3 , 0 , 0
    -6    .025    0    -6    .025    0    274    .025    0
Bank Sta=-6,274
XS Rating Curve= 0 .0
Exp/Cntr=0,3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,-500     ,0,0,0
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:42:17
#Sta/Elev= 4
    -6    3.58    0    .72    268    .72    274    3.58
#Mann= 3 , 0 , 0
    -6    .025    0    -6    .025    0    274    .025    0
Bank Sta=-6,274
XS Rating Curve= 0 .0
Exp/Cntr=0,3,0.1

Chan Stop Cuts=-1

Use User Specified Reach Order=0
GIS Ratio Cuts To Invert=-1
GIS Limit At Bridges=0
Composite Channel Slope=5
    
```

16.2 보조부담 설치 후(After)

```

Geom Title=0130
Program Version=4.10
Viewing Rectangle= 0 , 1 , 1 , 0

River Reach=seo ,seo
Reach XY= 2
-0.17517401392110.79118329466357-0.17053364269140.19489559164733
Rch Text X Y=-0.1740139,0.6421114
Reverse River Text= 0

Type RM Length L Ch R = 1 ,10 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:24:39
#Sta/Elev= 7
-7.5 12.22 -2.5 12.22 -1.9 10.44 0 10.44 1.9 10.44
2.3 11.77 7.3 11.77
#Mann= 3 , 0 , 0
-7.5 .025 0 -7.5 .025 0 7.3 .025 0
Bank Sta=-7.5,7.3
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,9 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:23:31
#Sta/Elev= 6
-4.7 11.41 -2.5 9.63 0 9.19 2.5 9.19 3.1 10.97
3.5 10.97
#Mann= 3 , 0 , 0
-4.7 .025 0 -4.7 .025 0 3.5 .025 0
Bank Sta=-4.7,3.5
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,8 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:22:34
#Sta/Elev= 7
-3.1 9.87 -2.3 8.54 0 8.54 2.3 8.54 3.8 9.61
11.3 9.61 13.3 10.85
#Mann= 3 , 0 , 0
-3.1 .025 0 -3.1 .025 0 13.3 .025 0
Bank Sta=-3.1,13.3
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,7 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:21:29
#Sta/Elev= 7
-7 9.68 -6 8.8 -4.5 8.8 -2.5 7.64 0 7.64
2.5 7.64 3.5 9.95
#Mann= 3 , 0 , 0
-7 .025 0 -7 .025 0 3.5 .025 0
Bank Sta=-7,3.5
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,6 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:20:32
#Sta/Elev= 5
-2.5 7.57 -1.9 6.15 0 6.15 1.9 6.15 3.2 7.93
#Mann= 3 , 0 , 0
-2.5 .025 0 -2.5 .025 0 3.2 .025 0
Bank Sta=-2.5,3.2
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,5 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:19:48
#Sta/Elev= 5
-3.3 7.42 -2.7 6.08 0 5.64 2.7 5.64 3.3 7.42
#Mann= 3 , 0 , 0
-3.3 .025 0 -3.3 .025 0 3.3 .025 0
Bank Sta=-3.3,3.3
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 ,4 ,50,50,50
Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:18:43
#Sta/Elev= 5
-3.7 6.56 -2.7 4.78 0 4.78 2.7 4.78 4.2 6.11
#Mann= 3 , 0 , 0
-3.7 .025 0 -3.7 .025 0 4.2 .025 0
Bank Sta=-3.7,4.2
XS Rating Curve= 0 ,0
Exp/Cntr=0.3,0.1
    
```

Type RM Length L Ch R = 1 ,3 ,50,50,50 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:17:50 #Sta/Elev= 7 -4 6.04 -1.5 3.73 0 3.73 1.5 3.73 3.5 5.24 8.7 5.24 10.7 6.13 #Mann= 3 , 0 , 0 -4 ,.025 0 -4 ,.025 0 10.7 ,.025 0 Bank Sta=-4,10.7 XS Rating Curve= 0 ,0 Exp/Cntr=0,3,0,1										
Type RM Length L Ch R = 1 ,2 ,50,50,50 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:17:02 #Sta/Elev= 3 -5 3.07 0 3.07 5 3.07 #Mann= 3 , 0 , 0 -5 ,.025 0 -5 ,.025 0 5 ,.025 0 Bank Sta=-5,5 XS Rating Curve= 0 ,0 Exp/Cntr=0,3,0,1										
Type RM Length L Ch R = 1 ,1 ,50,50,50 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:16:11 #Sta/Elev= 5 -4 3.96 -2 2.89 0 2.45 2 2.45 2 3.78 #Mann= 3 , 0 , 0 -4 ,.025 0 -4 ,.025 0 2 ,.025 0 Bank Sta=-4,2 XS Rating Curve= 0 ,0 Exp/Cntr=0,3,0,1										
Type RM Length L Ch R = 1 ,0 ,19.5,19.5,19.5 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:32:29 #Sta/Elev= 5 -3.2 3.11 -1.7 1.6 0 1.6 1.7 1.6 4.2 3.2 #Mann= 3 , 0 , 0 -3.2 ,.025 0 -3.2 ,.025 0 4.2 ,.025 0 Bank Sta=-3,2,4.2 XS Rating Curve= 0 ,0 Exp/Cntr=0,3,0,1										
Type RM Length L Ch R = 1 ,-19.5 ,3,3,3 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:46:56 #Sta/Elev= 4 -6 3.58 0 1.08 268 1.08 274 3.58 #Mann= 3 , 0 , 0 -6 ,.025 0 -6 ,.025 0 274 ,.025 0 Bank Sta=-6,274 XS Rating Curve= 0 ,0 Exp/Cntr=0,3,0,1										
Type RM Length L Ch R = 5 ,-21 ,,, Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:47:07 IW Pilot Flow=0 #Inline Weir SE= 2 -10 2.08 300 2.08 IW Dist,WD,Coef,Skew,MaxSub,Min_El,Is_Ogee,SpillHt,DesHd 0.5,2,1.44,0,0.98,, 0 ,,,0,0,										
Type RM Length L Ch R = 1 ,-22.5 ,59,5,59,5,59,5 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:46:41 #Sta/Elev= 4 -6 3.58 0 1.08 268 1.08 274 3.58 #Mann= 3 , 0 , 0 -6 ,.025 0 -6 ,.025 0 274 ,.025 0 Bank Sta=-6,274 XS Rating Curve= 0 ,0 Exp/Cntr=0,3,0,1										
Type RM Length L Ch R = 1 ,-82 ,10,10,10 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:37:57 #Sta/Elev= 4 -6 3.58 0 ,.58 268 ,.58 274 3.58 #Mann= 3 , 0 , 0 -6 ,.025 0 -6 ,.025 0 274 ,.025 0 Bank Sta=-6,274 XS Rating Curve= 0 ,0 Exp/Cntr=0,3,0,1										
Type RM Length L Ch R = 5 ,-85 ,,, Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:47:22 IW Pilot Flow=0 #Inline Weir SE= 2 -10 2.08 300 2.08 IW Dist,WD,Coef,Skew,MaxSub,Min_El,Is_Ogee,SpillHt,DesHd 0.5,9,1.44,0,0.98,, 0 ,,,0,0,										
Type RM Length L Ch R = 1 ,-92 ,8,8,8 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:38:04 #Sta/Elev= 4 -6 3.58 0 ,.58 268 ,.58 274 3.58 #Mann= 3 , 0 , 0 -6 ,.025 0 -6 ,.025 0 274 ,.025 0										

Bank Sta=-6,274
 XS Rating Curve= 0 .0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 , -100 , 100,100,100
 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:38:31

#Sta/Elev= 4
 -6 3.58 0 .58 268 .58 274 3.58
 #Mann= 3 , 0 , 0
 -6 .025 0 -6 .025 0 274 .025 0

Bank Sta=-6,274
 XS Rating Curve= 0 .0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 , -200 , 100,100,100
 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:39:31

#Sta/Elev= 4
 -6 3.58 0 .95 268 .95 274 3.58
 #Mann= 3 , 0 , 0
 -6 .025 0 -6 .025 0 274 .025 0

Bank Sta=-6,274
 XS Rating Curve= 0 .0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 , -300 , 100,100,100
 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:39:01

#Sta/Elev= 4
 -6 3.58 0 .66 268 .66 274 3.58
 #Mann= 3 , 0 , 0
 -6 .025 0 -6 .025 0 274 .025 0

Bank Sta=-6,274
 XS Rating Curve= 0 .0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 , -400 , 100,100,100
 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:40:04

#Sta/Elev= 4
 -6 3.58 0 .63 268 .63 274 3.58
 #Mann= 3 , 0 , 0
 -6 .025 0 -6 .025 0 274 .025 0

Bank Sta=-6,274
 XS Rating Curve= 0 .0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Type RM Length L Ch R = 1 , -500 , 0,0,0
 Node Last Edited Time=Jan-30-2017 19:42:17

#Sta/Elev= 4
 -6 3.58 0 .72 268 .72 274 3.58
 #Mann= 3 , 0 , 0
 -6 .025 0 -6 .025 0 274 .025 0

Bank Sta=-6,274
 XS Rating Curve= 0 .0
 Exp/Cntr=0.3,0.1

Chan Stop Cuts=-1

Use User Specified Reach Order=0
 GIS Ratio Cuts To Invert=-1
 GIS Limit At Bridges=0
 Composite Channel Slope=5

부록 17. 참여기술자 명단

1) 한국농어촌공사

직책	성명	직종	참여분야
환경사업처장	최강원	환경	업무지도
수질환경부장	김완중	환경	기본계획수립 총괄
팀원	김상현	환경	기본계획수립
팀원	강의태	환경	수질조사 및 수질예측
팀원	최철관	환경	토목기본설계
팀원	유지현	토목	토목기본설계

2) ㈜진화기술공사

분야	참여업무내용	성명	자격종목	기술자등급	비고
사업총괄	총괄 책임기술자	김영태	수질관리기술사	특급	
토질지질	분야별 책임기술자	이경원	토질및기초기술사	특급	
	분야별 참여기술자	김태훈	토목기사	초급	
	분야별 참여기술자	양규원	토목기사	초급	
	분야별 참여기술자	조현아	토목기사	초급	
수자원	분야별 책임기술자	김재수	수자원분야 고급기술자	고급	
	분야 참여기술자	김홍민	상하수도분야 초급기술자	초급	
	분야 참여기술자	황상인	토목기사	초급	
기계	분야별 책임기술자	남상훈	건축기계설비기술사	중급	
	분야별 참여기술자	최병필	건축설비기사2급	초급	
	분야별 참여기술자	이경희	소방설비기사(기계)	초급	
수질	분야별 책임기술자	송낙돈	수질환경기사	초급	
	분야별 참여기술자	민관익	수질환경기사	초급	
	분야별 참여기술자	박진배	수질환경기사	중급	
	분야별 참여기술자	박진혁	자연생태복원기사	초급	
	분야별 참여기술자	권순옥	수질관리분야	고급	
	분야별 참여기술자	정인선	폐기물처리기사	특급	
	분야별 참여기술자	서정현	대기환경기사	중급	
측량	분야별 책임기술자	조영일	측지기사	고급	
	분야별 참여기술자	이창용	토목기사	고급	
	분야별 참여기술자	양민호	측량초급기능사	초급	