

발 간 번 호

11-1543000-003096-01

2019

하늘지구 농업용수 수질개선사업

기본조사보고서



농림축산식품부



한국농어촌공사



- 목 차 -

요 약 문

제1장 사업 개요	1
1.1 사업명	3
1.2 배경 및 필요성	3
1.3 사업 목적	3
1.4 추진 방향	4
1.5 조사 내용	4
1.6 조사 결과	6
1.7 기본 계획	8
1.8 사업 효과	8
제2장 지구 개황	9
2.1 지구 개황	11
2.2 기상	12
2.3 인구 현황	17
2.4 토지이용 현황	17
2.5 상하수도 현황	18
2.6 분뇨처리 현황	19
2.7 하천 현황	20
2.8 산업 현황	25
2.9 문화재 현황	27

제3장 환경현황 조사	29
3.1 유역 현황	31
3.1.1 유역 구분	31
3.1.2 자연 환경	32
3.2 오염원 현황	42
3.2.1 오염부하량 산정	44
3.3 수질 현황	52
3.3.1 조사방법	53
3.3.2 하천수질	56
3.3.3 하늘저수지 수질현황	64
3.4 퇴적물 환경	66
3.4.1 조사 및 분석방법	66
3.4.2 분석결과	67
3.5 생태 환경	71
3.5.1 조사항목	71
3.5.2 조사범위	71
3.5.3 조사방법	73
3.5.4 조사결과	81
3.6 토양 환경	116
3.6.1 조사방법	116
3.6.2 조사결과	117
3.7 지질 환경	118
3.7.1 조사개요	118
3.7.2 지형 및 지질	120
3.7.3 조사결과	121

3.8 장래오염원 예측 및 부하량 산정	122
3.8.1 장래 오염원 전망	122
3.8.2 장래 오염부하량	126
3.8.3 장래 수질예측	128
3.9 기본계획(안)	129
3.9.1 유역모델 구축 및 보정	130
3.9.2 호소 수질모델을 이용한 저수지 수질분석	135
3.9.3 호소 수질모델을 이용한 저수지 수질분석	139
3.9.4 대책수립 절차	140
3.9.5 호소 수질개선공법 종류 및 적용가능 공법 선정	141
3.9.6 시나리오 구성 및 수질예측	148

제4장 기본 설계 **153**

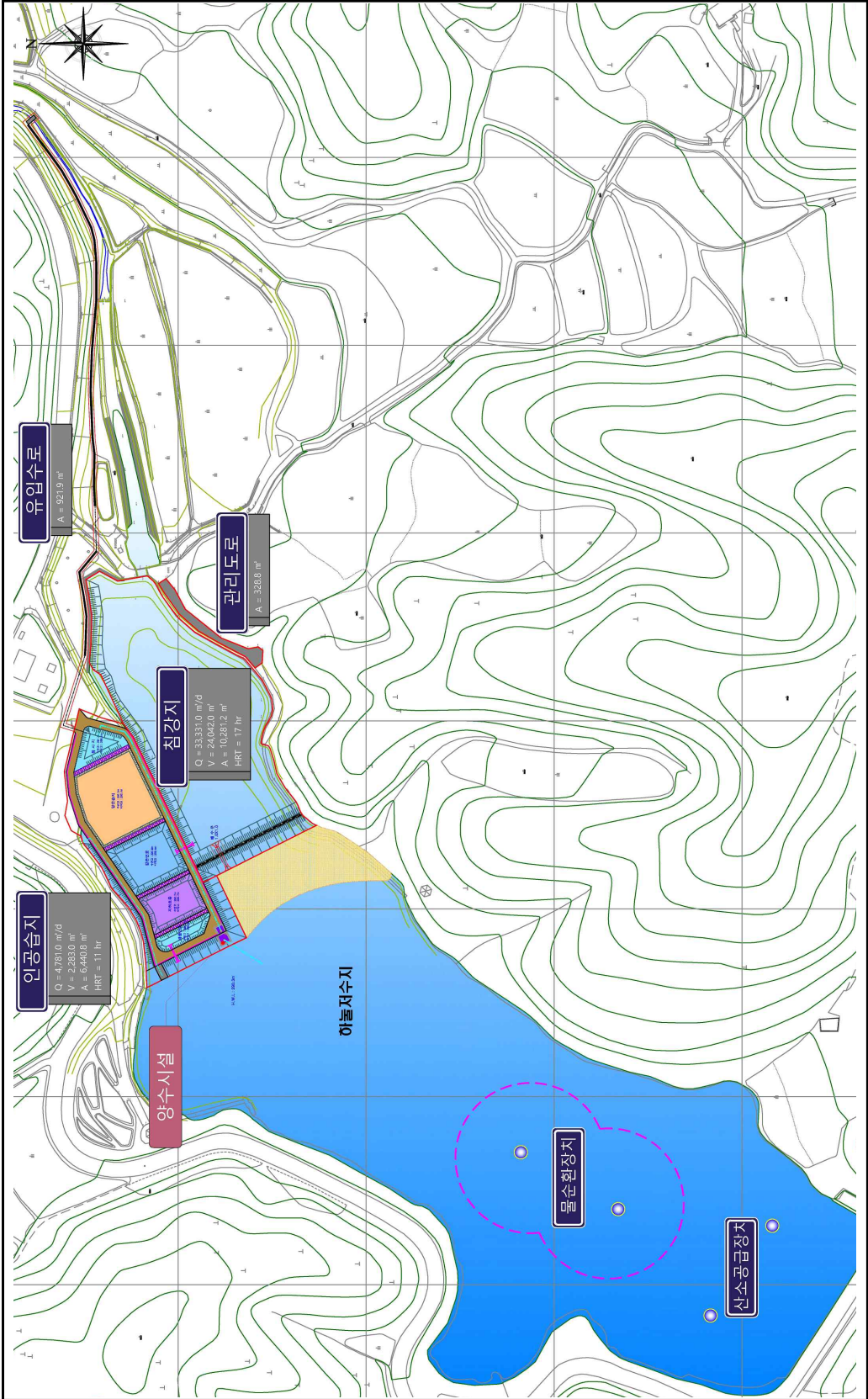
4.1 수질개선 종합시설계획	155
4.2 인공습지 조성계획	157
4.2.1 인공습지 개요	157
4.2.2 인공습지의 종류	160
4.2.3 인공습지 설계인자	162
4.2.4 인공습지 조성계획	168
4.3 침강지 조성계획	175
4.3.1 침강지 개요	175
4.3.2 침강지 설계인자	177
4.3.3 침강지 조성계획	178
4.4 양수시설 조성계획	182
4.4.1 양수시설 도입 개요	182
4.4.2 양수시설 설계	182

4.5	취입보 조성계획	186
4.5.1	취입보 개요	186
4.5.2	보 종류별 비교	187
4.6	기타 수질개선장치(산소공급장치, 물순환장치) 계획	188
4.6.1	산소공급장치 개요	188
4.6.2	산소공급장치 시설계획	189
4.6.3	산소공급장치 시설 사례	191
4.6.4	산소공급장치(물순환장치) 공법별 비교	195
제5장 유지관리계획		197
5.1	침강지(부담)	199
5.1.1	침강지 유지관리 일반	199
5.1.2	침강지 유지관리 체크리스트	200
5.2	양수시설	200
5.2.1	양수시설 유지관리 일반	201
5.2.2	양수시설 유지관리 체크리스트	202
5.3	인공습지	203
5.3.1	인공습지 유지관리 일반	203
5.3.2	인공습지 유지관리 체크리스트	205
5.4	모니터링 계획	206
제6장 사업시행 여건		207
6.1	자연환경 여건	209
6.2	매장문화재 현황	210
6.3	주변 개발 및 오염삭감 계획	211
6.4	조사자 종합의견	211

제7장 사업비	213
7.1 사업비 수지예산서	215
7.1.1 수입	215
7.1.2 지출	215
7.2 사업비 산출내역	216
7.2.1 공사비 산출내역	216
7.2.2 관리비 및 기타 산출내역	221
7.3 유지관리비	223
제8장 부 록	225
8.1 참여기술자 명단	227
8.1.1 한국농어촌공사 본사	227
8.1.2 한국농어촌공사 경북지역본부	227
8.1.3 (주)동성엔지니어링	227
8.2 환경기준	228
8.2.1 수질	228
8.2.2 토양	231
8.2.3 퇴적물	233
8.3 시험성적표	234
8.3.1 하천수 수질	234
8.3.2 호소수 수질	237
8.3.3 퇴적물	238
8.4 지질조사보고서	239
8.5 현황측량 기준점 성과표	260
8.6 유역도 및 면적표	267

8.7 연도별 월별 강우량	268
8.8 유역별 유출량 산정 결과	268
8.9 저수지 내용적(사업시행 전후)	269
8.10 수질예측결과 데이터	270
8.10.1 수질모형 HSPF	270
8.10.2 수질모형 EFDC	283
8.11 시설별 기본계획도	305
8.12 시설별 편입용지도 및 조서	335
8.13 중간보고회 및 기술검토회 결과	337
8.13.1 중간보고회(19.10.23.) 결과	337
8.13.2 기술검토회(19.11.26) 결과	339
8.14 전략환경영향평가 협의내용 반영통보서	342
8.14.1 전략 및 소규모환경영향평가 협의내용	342
8.14.2 전략환경영향평가 협의내용 반영통보서	344
8.15 펌프 및 가동보 견적서	349

하늘지구 농업용수수질개선사업 종합계획도



요 약 문

1. 사업명

- 하늘지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

2. 사업 배경

- 기후변화 및 유역오염물질의 지속적인 유입으로 저수지 수질 악화
- 농업용수 수질오염에 따른 농산물 품질 경쟁력 저하 및 농업환경 악화
- 농산물우수관리인증제도(GAP) 시행을 위한 양질의 용수수요 증가
- 농어촌의 용수수요 다양화 및 지역주민들의 쾌적한 친수환경 수요 증대

3. 사업 목적

- 농업용수 수질관리기준을 초과한 농업용 호소의 수질을 개선하여 양질의 농업용수를 공급하고 쾌적한 농촌생활환경 조성

4. 추진 방향

- 상류대책이 없어 습지, 침강지 등 자연친화적이고 유지관리가 용이한 호내대책 추진
- 사업 효과를 높일 수 있도록 지구특성을 고려한 물리·화학·생물학적 방법을 적절히 반영
- 깨끗한 수환경 조성을 통한 주민휴식공간을 제공하고 사업홍보효과를 제고할 수 있도록 주변환경과 조화되는 사업계획 수립

5. 조사내용

5.1 지구 현황 조사

- 사업지구 주변의 자연환경 및 인문·사회 환경 조사

5.2 오염원 조사

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

5.3 수질 조사

- 유입하천(평시, 강우시)과 저수지(상, 하류) 현장조사 및 실내시험

5.4 퇴적물 조사

- 저수지 내 상류 유입부, 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 및 지질 조사

- 수질정화시설 설치예정지 토양의 물리·화학적 특성 조사를 위해 현장조사를 실시하고 시료를 채취하여 실내분석 시행
- 수질정화시설 설치예정지 지층의 성상과 각 지층의 지반공학적 특성, 지층의 조밀도 및 연경도를 확인하여 세부설계에 필요한 지반 자료를 제공

5.7 매장문화재 지표조사

- 사업지구 면적 21,268.15㎡로 매장문화재 지표조사

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 하늘저수지 현황

- 소재지 : 경상북도 봉화군 상운면 하늘리 209번지 일원
- 하늘저수지는 1990년에 조성된 저수지로 경상북도 봉화군 상운면 하늘리에 위치하고 있으며, 본 저수지는 유역면적 310.0ha, 만수면적 8.0ha, 수혜면적 89.9ha로 한국농어촌공사 영주봉화지사에서 관리하고 있음

지구명	조성년도	유역면적	만수면적	수혜면적	유효저수량 (총저수량)	관리주체
하늘	1990년	310ha	8.0ha	89.9ha	364천톤 (455천톤)	한국농어촌공사 영주봉화지사

- 유역은 1군 2면 2리에 해당되며, 완만한 산지와 농경지 비율이 높은 농촌지역
- 주 유입수계는 괴밀천 상류로 미지정 소하천임

6.2 수리·수문 조사

- 괴밀천은 봉화군 상운면에 위치하며, 유역면적 7.20km², 하천연장 2.92km이고 괴밀천 상류로 미지정 소하천으로 하늘저수지가 위치하여 주변 농경지에 용수공급을 하고 있음

하천명	유수의 계통(수계)					하천의 구간		하천 연장 (km)	유로 연장 (km)	유역 면적 (km ²)
	본 류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	기 점	종 점			
괴밀천	낙동강	내성천	토일천	구천	괴밀천	상운면 하늘리 산65-1	상운면 신기리 1211	2.92	5.82	7.20
구천	낙동강	내성천	토일천	구천	-	상운면 하늘리 1217-3	평은면 천본리 48	10.56	16.29	32.31

자료 : 1. 봉화군 소하천정비 종합계획(변경), 2016, 봉화군
 2. 한국하천일람, 2014.12.31.기준, 국토교통부

- 한국농어촌공사의 수문모형(DIROM)을 활용하여 유역 유출량 산정

소유역 번호	유역면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량 (천 m ³ /년)	일평균 유입량(m ³ /일)		
				총 유입	일30mm 이하	일30mm 초과
하늘 I	34.03	66.3	285.7	782.9	711.0	5,960.5
하늘 II	24.55	66.1	205.4	562.7	509.5	4,132.2
하늘 III	68.13	60.1	520.0	1,424.6	1,309.4	10,225.0
하늘 IV	47.74	68.6	414.7	1,136.2	1,032.7	8,584.1
하늘 V	50.94	64.3	333.5	913.8	833.7	6,795.1
하늘 VI	23.04	69.3	201.9	553.0	498.9	3,633.0
하늘 VII	23.37	62.5	184.9	506.6	465.5	3,657.1
하늘 VIII	23.31	79.8	205.1	561.9	510.9	3,959.7
저수지	8.0	-	-	-	-	-
계	303.11	-	2,351.2	6,441.7	5,871.5	46,946.8

6.3 오염원 및 발생·배출부하량

- 하늘저수지 유역 내에 거주인구는 전체 155명이고, 하늘III 소유역에서 56명으로 가장 많이 거주하며, 하늘 V, 하늘 VI, 하늘 IV, 하늘VIII 순으로 거주자가 많음
- 하늘저수지 유역 내 전체가 하수 미처리인구로 하수도 보급이 안 됨
- 가축은 한우 29두, 닭 112마리, 개 8마리가 조사되었으며, 가축분뇨는 모두 개별퇴비화 등으로 경작지에 살포되고 있음
- 저수지 수면적 8.0ha를 제외한 유역의 총 면적은 295.11ha이며, 토지이용 형태별로 전 8.44%, 답 21.78%, 임야 58.44%, 대지 1.50%, 기타 9.84%로 구성
- 유역내 산업계, 매립계, 양식계 오염원은 없음
- 저수지 인근 마을의 미처리 생활하수가 유입되어 수질 영향 우려됨
- 또한 유역 내 농경지(논, 밭, 과수원)에서 화학비료 및 퇴비사용에 의한 농업 비점오염물질의 유출로 수질 악화 영향 우려가 있음
- 유역 전체에서 BOD 12.22kg/일, T-N 12.99kg/일, T-P 1.01kg/일의 오염부하를 배출하고 있으며, 오염원별로 토지계가 BOD의 61.9%, T-N의 86.1%, T-P의 79.2%로 조사되고, 생활계가 BOD의 26.3%, T-N의 9.5%, T-P의 16.8%로 조사됨
- BOD의 주요오염원은 토지계이며 농경지 내 퇴비사용이 수질오염에 기여하므로 비점오염저감의 대책 수립이 필요한 것으로 판단됨

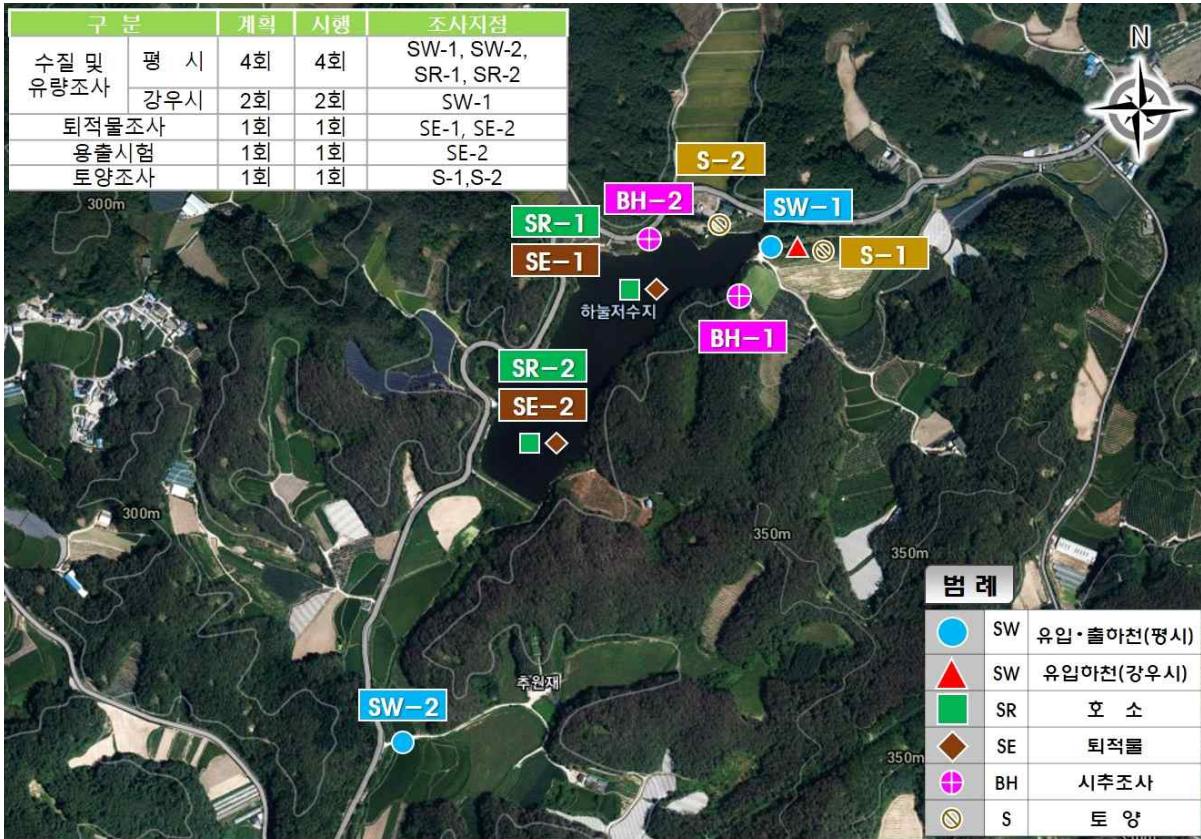
오염원	발생부하량(kg/일)			배출부하량(kg/일)			비고
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	
합 계	31.61	16.93	2.15	12.22	12.99	1.01	-
생활계	8.01	2.15	0.26	3.21	1.24	0.17	-
축산계	16.04	3.59	1.10	1.45	0.56	0.05	-
토지계	7.56	11.19	0.79	7.56	11.19	0.79	-

6.4 수질 조사 결과

- 유입하천 수질조사 결과(SW-1)
 - BOD 2.1~6.9mg/L, 하천 생활환경기준 약간 좋음~약간 나쁨(II~IV등급)
 - TOC 2.5~4.1mg/L, 하천 생활환경기준 좋음~보통(Ib~III등급)
 - T-N 2.4~12.9mg/L(T-N : 하천 생활환경기준 없음)
 - T-P 0.164~0.174mg/L, 하천 생활환경기준 보통(III등급)
- 저수지 수질조사 결과(SR-1, SR-2)
 - COD가 12.0~20.1mg/L로 호소생활환경기준 매우나쁨(VI등급)
 - TOC가 5.6~8.4mg/L로 호소생활환경기준 약간나쁨(IV등급)~매우나쁨(VI등급)
 - T-N은 2.0~3.3mg/L로 호소생활환경기준 매우나쁨(VI등급)
 - T-P는 0.114~0.247mg/L로 호소생활환경기준 나쁨(V등급)~매우나쁨(VI등급)
- '14년~'18년 농업용수 수질측정망조사 결과
 - 하늘저수지의 평균 TOC 6.3mg/L, T-N 2.702mg/L, T-P 0.104mg/L로 지속적으로 호소생활환경기준 약간나쁨(IV등급:농업용수 수질)을 초과하고 있음
 - '14~'18년 수질변화 추이(농업용수 수질측정망 조사결과)

연 도	'14	'15	'16	'17	'18	평균	수질등급
TOC(mg/L)	6.3	6.9	5.9	5.7	6.8	6.3	T-N V등급 (나쁨)
T-N(mg/L)	2.319	1.744	3.194	2.933	3.320	2.702	
T-P(mg/L)	0.076	0.069	0.139	0.104	0.131	0.104	

※농업용 호소수질관리기준(IV등급) : TOC 6.0mg/L, T-N 1.0mg/L, T-P 0.1mg/L 이하



<유입·출하천 및 하눌저수지 조사지점도>

6.5 퇴적물 조사 결과

- 퇴적물 항목별 오염평가 기준으로 퇴적물의 유기물 및 영양염류 오염도는 SE-1지점은 총질소가 5,619mg/kg으로 IV등급이고 SE-2지점은 강열감량 13.9%와 총질소 8,099mg/kg로 IV등급으로 심각하고 명백한 오염으로 조사됨
- 퇴적물의 금속류 오염평가 등급은 수은의 경우 SE-1지점 0.19mg/kg과 SE-2지점 0.14mg/kg로 II등급이고, 카드뮴의 경우도 SE-1지점 0.94mg/kg과 SE-2지점 0.53mg/kg로 II등급으로 조사되어 저서생물에 독성이 나타날 가능성 있음
- SE-1지점과 SE-2지점에서 금속류 수은 항목이 II등급으로 지점별 오염평가 기준은 약간나쁨(금속류 8항목 중 “II”등급 또는 “III”등급 항목 1개 이상)으로 조사됨

6.6 토양조사 결과

- 수질개선대책시설(인공습지) 설치 예정구간에 공사 시 작업여건 및 습지조성 적합성 등을 파악하고자 2지점에 대한 토양조사를 실시함
- 토양분석결과, Cd 0.38~0.57mg/kg, Cu 8.6~0.57mg/kg, As 2.72~4.50mg/kg, Pb

15.1~23.0mg/kg, Zn 92.2~132.1mg/kg, Ni 7.0~10.1mg/kg, F 277~354mg/kg 검출되었으며 나머지 항목 Hg, Cr⁶⁺, CN, 톨루엔, 페놀, 유기인, PCB, 벤젠 에틸벤젠, 크실렌, TPH, TCE, PCE, 벤조(a)피렌은 불검출 됨

- 모든 항목에서 토양오염우려기준(2지역) 미만으로 토양오염이 없음

6.7 지질조사 결과

- BH-1호공은 지표상부로부터 퇴적층-풍화토층-풍화암-연암순으로 분포하며, BH-2호공은 퇴적층-풍화토층-풍화암-연암순으로 분포함
- 퇴적층과 풍화토층의 구성물질은 모래이며, 풍화암은 시추시 물리적 충격으로 인하여 대부분 모래상으로 분해되어 산출됨
- 연암은 BH-1호 및 BH-2호 지점에서 확인됨
- 표준관입시험은 총 16회 시행
- BH-1공의 퇴적층의 실측 N치는 1/30~2/30로 측정되었으며 대단히 연약한 상태이고, 풍화토층의 실측 N치는 50/28~50/19로 측정되었으며, 상대밀도는 연약한 상태이고 풍화암의 실측 N치는 50/5~50/4으로 측정되었으며 대단히 연약한 상태
- BH-2공의 풍화토층의 실측 N치는 47/30~50/9로 측정되었으며, 상대밀도는 보통 상태이고 풍화암의 실측 N치는 50/5~50/4으로 측정되었으며 견고한 상태임
- 조사결과 본 조사지구의 풍화토층의 실측 N치는 50/24~50/14로 나타났으며, 상대밀도는 연약한 상태이며, 풍화암의 실측 N치는 50/5~50/4으로 측정되었으며 견고한 상태임

6.8 생태환경 조사결과

- 현지조사결과 범정보호종은 확인되지 않았음
- 문헌조사결과 범정보호종 10종 확인(샅(멸 II), 수달(멸 I, 천), 담비, 원앙(천), 새호리기(멸 II), 소쩍새(천), 긴꼬리딱새, 수리부엉이, 벌매, 황조롱이(천))
- 계획지구는 하늘저수지 내에 위치하고 있으며, 대부분 수역, 장경초지 및 관목림, 주변 임야는 우박피해로 관목림이 대부분이며 일부 소나무 분포가 확인되었음
- 주변지역은 식물구계학적 특정식물 I 등급은 잣나무, 회양목, 사철나무, 왕버들, 오갈피나무 5종, III등급은 주목, 단풍나무, 질경이택사 3종으로 총 8종이 확인됨

7. 대책수립

7.1 기본방향

- 환경친화적이고 주변 지형조건을 최대한 활용한 수질개선공법의 적용
- 시설의 안정적 운영 및 유지관리가 용이한 공법 적용

7.2 수질개선 목표수질 및 달성년도

- 목표수질 : 호소 생활환경기준 IV등급
 - TOC 6.0mg/L 이하, T-N 1.0mg/L 이하, T-P 0.10mg/L 이하
- 목표수질 달성년도 : 준공 후 5년(2029년 예상)
 - ※ 목표수질 달성연도는 정화식물과 미생물이 활착하여 안정화 기간을 고려하여 설정

7.3 장래오염원 전망

- 장래 오염원 전망 연도는 목표수질 달성연도와 동일한 2029년으로 설정

구분		'18년 기준	'29년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과
인구(명)		155	99	자연증감(수학적방법) : 감소 개발인구(관련계획) : 없음
축산 (두)	한우	29	60	관련계획 : 없음 (현 수준 유지) 마을하수도 설치계획 : 없음
	닭	112	112	
	개	8	8	
토지 이용 (ha)	전	24.91	24.91	
	답	64.29	64.29	
	임야	172.45	172.45	
	대지	4.42	4.42	
	기타	29.04	29.04	
합계		295.11	295.11	
산업폐수발생량 (m ³ /일)		-	-	
마을하수도발생량 (m ³ /일)		-	-	

- 장래 2029년 소유역별 오염물질 배출부하량
 - 하늘 II 은 축산계(한우 축사)가 분포하고 있어 8개의 소유역중에서 배출부하량이 가장 크며, 다음으로 BOD기준으로 하늘 III, 하늘 V, 하늘 IV, 하늘 VI, 하늘 VIII, 하늘 I, 하늘 VII 순으로 조사됨

<소유역별 장래 2029년 오염물질 배출부하량>

[단위 : kg/일]

소유역	항 목	계	생활계	축산계	토지계
총 계	BOD	10.96	1.96	1.44	7.56
	T-N	12.51	0.75	0.57	11.19
	T-P	0.95	0.10	0.06	0.79
하늘 I	BOD	0.56	0.02	0	0.54
	T-N	1.26	0.01	0	1.25
	T-P	0.09	0	0	0.09
하늘 II	BOD	5.02	0.04	1.38	0.39
	T-N	1.76	0.02	0.54	0.91
	T-P	0.12	0	0.05	0.06
하늘 III	BOD	3.01	0.73	0.05	2.23
	T-N	3.23	0.27	0.02	2.93
	T-P	0.24	0.04	0	0.20
하늘 IV	BOD	1.04	0.17	0.01	0.87
	T-N	1.75	0.06	0	1.68
	T-P	0.13	0.01	0	0.12
하늘 V	BOD	2.69	0.59	0.01	2.10
	T-N	2.27	0.22	0	2.04
	T-P	0.19	0.03	0	0.16
하늘 VI	BOD	0.85	0.25	0	0.60
	T-N	0.91	0.09	0	0.81
	T-P	0.07	0.01	0	0.06
하늘 VII	BOD	0.41	0.04	0	0.37
	T-N	0.85	0.02	0	0.84
	T-P	0.05	0	0	0.05
하늘 VIII	BOD	0.61	0.15	0	0.46
	T-N	0.79	0.06	0	0.73
	T-P	0.06	0.01	0	0.05

7.4 하늘저수지 주요염원

- 하늘저수지의 주요염원은 강우시에 하천으로 유입되는 비점오염물질과 평시에 심수층의 퇴적물에서 용출되는 오염물질로 다음과 같이 호소내 부하량 증가에 영향을 줌

구 분	T-P	비 고
강우시	◦하천에서 유입되는 비점오염물질 -유기물(BOD, COD, TOC) + 영양염류(T-N, T-P) -토양이나 입자성물질에 부착 및 흡착	호소내 부하량 증가
평 시	◦심수층의 퇴적물에서 용출되는 오염물질 -강우시 입자성물질에 부착된 유기물 및 영양염류의 호수내 퇴적 후 turnover(전도현상) 및 용출에 의해 호소내로 혼합	호소내 부하량 증가

7.5 수질개선대책 내용

◦ 하늘지구 유역 현황

조사항목		유역 현황
오염원		◦ 마을로부터 하수 유입
		◦ 상류 농경지(전, 답, 과수원)로부터 토사 및 영양염류 유출
		◦ 소규모 축사 있으며, 모두 개별퇴비화하여 토양 살포, 강우시 토사와 함께 유출
수질	유입 하천	◦ 하천생활환경기준 : 좋음(Ⅰb등급)~매우나쁨(Ⅵ등급)
	호소	◦ 호소생활환경기준 : 보통(Ⅲ등급)~매우나쁨(Ⅵ등급)
퇴적물		◦ 호소퇴적물 항목별 오염평가기준 : 총질소, 강열감량 Ⅳ등급 (심각하고 명백한 오염) ◦ 금속류 항목, 퇴적물지점별 오염평가기준 : Ⅱ등급(약간나쁨)
수생식물		◦ 호내 수생식물이 없음

◦ 수질개선 기본계획

구분	개선대책	세부내용
상류대책	◦ 하수도정비사업 ◦ 마을하수처리도 설치	◦ 마을하수도 필요(지자체)
	◦ (토지계)비점관리	◦ 농경지 오염 유출 방지
호내대책	침강지	◦ 30mm 초과 평균유출량 처리 Q : 33,331 m ³ /d V : 23,948 m ³ A : 10,699.6 m ² HRT : 17hr
	조합형인공습지	[조합형인공습지] ◦ 일강우 30mm이하 평균유출량 처리 Q : 4,781 m ³ /d V : 2,283 m ³ A : 6,456.5 m ² HRT : 11hr
	산소공급장치	2기
	물순환장치	2기

◦ 호내 대책 적용시 TOC, T-N, T-P 기준 호소수질 IV등급을 만족할 것으로 예측됨

[단위: mg/L]

구 분	5년 평균 ¹⁾	예측수질		목표수질
		'29년 장래(무대책시)	호내대책시 ²⁾	
TOC	6.3	6.8	5.6	6이하
T-N	2.702	3.486	2.108	1.0이하
T-P	0.104	0.085	0.047	0.10이하

1. 5년 평균수질('14~'18)은 농업용수 수질측정망 조사결과

2. 침강지, 조합형인공습지, 취입보(가동보), 양수시설, 산소공급장치, 물순환장치 등 호내 대책을 적용한 결과

7.6 수질개선 종합시설계획

- 하늘지구의 주요염원은 강우시 하천으로 유입되는 비점오염물질(유기물, 영양염류)와 평시에 호내 심수층의 퇴적물에서 용출되는 오염물질(영양염류)로 호소내의 부하량을 증가시켜 수질 악화에 영향을 미치고 있음
- 유입하천을 통하여 하늘저수지로 유입되는 오염부하량을 호소 유입 전에 일강우량 30mm 미만의 경우 취입보를 통하여 인공습지로 유도하여 일정한 체류시간을 형성하여 물리적·생물학적으로 처리하는 방법과 일강우량 30mm 초과인 경우 취입보에서 Bypass시켜 침강지에서 입자상물질을 침전시키고 난 후 호내로 유입시키는 수처리공법을 계획함
- 따라서, 소유역별 DIROM 수질모델에 의해 산정된 일강우량 30mm미만의 유출량 4,781 m³/d의 물을 습지로 유입시켜 정화처리하여 호내로 배출하고 양수시설을 이용하여 인공습지에 안정적인 유량을 공급함으로써 식생의 유지와 습지정화효율을 안정화할 수 있도록 수질개선 시설계획을 하였으며 부가적으로 전체 호소의 물순환에도 기여함
- TOC, T-N, T-P 목표수질을 모두 만족하는 침강지+조합형인공습지+취입보+양수시설+산소공급장치(물순환장치)를 최적 수질개선 종합시설로 계획함

□ 유입하천수의 인공습지로 유도방법

대 상	유도방법	재 원	비 고
유입하천수	취입보(가동보), 자연유하	L=5.0m, H=0.8m	강우시, 평시
호소내 수	양수	Q=3.3 m ³ /min	비상시(가뭄시)

□ 하늘지구 수질개선시설 종합계획

대상		시설명	시설면적(m ²)	용적(m ³)	일처리유량(m ³ /d)	체류시간(hr)
하늘 I, II, III, IV, V, VI	일강우량 30mm초과	침강지	10,699.6	23,948.0	33,331.0	17
	일강우량 30mm미만	인공습지	6,456.5	2,283.0	4,781.0	11
심수층(평시)		산소공급장치	-	-	-	-
표수층(평시)		물순환장치	-	-	-	-

8. 사업효과

8.1 직접효과

- 저수지 수질개선(수질예측 결과)
 - '29년 장래 TOC 6.8mg/L → 장래 TOC 5.6mg/L, 17.6% 개선
 - '29년 장래 T-N 3.486mg/L → 장래 T-N 2.108mg/L, 39.5% 개선
 - '29년 장래 T-P 0.085mg/L → 장래 T-P 0.047mg/L, 32.9% 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 교육, 연구활동 공간 제공

9. 사업시행 여건

- 생태환경조사 결과 사업시행에 불리한 요소는 없음
- 본 사업시행으로 자연환경여건은 공사시 일시적으로 영향을 받을 수 있으나 운영단계에서는 생물다양성과 건전성이 오히려 증가할 것으로 예상됨
- 자연환경여건, 주변개발 및 삭감계획에 비추어 볼 때 본 사업시행으로 주변환경에 긍정적인 영향이 예상되어 사업시행여건이 매우 우수하며, 안전농산물 생산과 농산물 품질 경쟁력 강화, 지역균형발전 및 쾌적한 지역 환경조성 등에 기여할 수 있는 사업으로 판단됨

10. 사업비

(단위 : 천원)

공 종	세부공정	사 업 비	비 고
총사업비	계	3,984,320	-
공사비	소 계	3,385,320	-
	순수공사비	3,289,920	-
	1) 인공습지	2,301,440	-
	2) 침강지	342,120	-
	3) 저수지바닥준설	603,720	-
	4) 부대공	42,640	-
	5) 관급자재대	95,400	-
	6) 기타 공사비	0	-
관리비 및 기타	소 계	599,000	-
	1) 기본조사비	170,000	전략환경영향평가비 포함 한국농어촌공사직접교부액
	2) 세부설계비	116,000	-
	3) 공사관리비	263,000	-
	4) 사업관리비	50,000	-
	5) 생태보전협력금	0	
	6) 문화재표본조사	0	
용지매입비	소 계	0	
	용지매입비	0	

주) 1.수질개선사업 면적이 3만㎡이하로 생태계보전협력금 대상이 아님

제1장

사업 개요

- 1.1 사업명
- 1.2 배경 및 필요성
- 1.3 사업 목적
- 1.4 추진 방향
- 1.5 조사 내용
- 1.6 조사 결과
- 1.7 기본 계획
- 1.8 사업 효과

제1장 사업 개요

1.1 사업명

- 하늘지구 농업용수 수질개선사업 기본조사

1.2 배경 및 필요성

- 하늘지구는 1990년에 조성된 이후 유역상류의 마을에서 미처리 생활하수의 지속적인 유입과 경작지(전, 답, 과수원)에 살포된 퇴비, 화학비료 등이 강우시에 유입되면서 호소수질환경이 악화되고 있는 실정임
- 하늘저수지의 최근 5개년('14~'18)의 연평균 수질이 TOC 6.3mg/L로 호소 생활환경기준의 약간나쁨등급(IV등급 : TOC 6.0mg/L, T-N 1.00mg/L, T-P 0.100mg/L)을 상회하는 나쁨등급(V등급)이므로 농산물우수관리(GAP)와 쾌적한 농작업환경에 지장이 우려됨
- 또한 하늘지구는 계곡형저수지로 수심 최대 11.3m로 사수역 수심이 8.0m~11.3m로 사수역용량이 총저수량에 2.0%로 호소수질에 영향은 미미할 것으로 예상됨
- 따라서 농촌의 용수수요 다양화 및 지역주민들의 쾌적한 친수환경 수요 증대가 예상되는 바, 하늘저수지 주변 자연 및 생태 환경 등에 미치는 영향에 대한 사전 예방적 차원의 수질개선대책 필요함

1.3 사업 목적

- 하늘저수지 수질을 개선하여 환경정책기본법 시행령 제2조(환경기준) 호소 생활환경기준 IV등급에 적합한 수질을 유지하기 위한 대책 수립 필요
- 양질의 농업용수를 농경지에 공급하여 안전한 농식품을 국민에게 제공
- 환경 친화적인 수질개선사업을 통한 하늘저수지 주변의 쾌적한 자연환경을 보전하고 건전한 호소생태계를 유지하여 지속가능한 농업·농촌환경 구축
- 하늘저수지 수질개선사업 세부설계에 활용

1.4 추진 방향

- 사업은 크게 현장조사와 실내분석으로 구분되며, 과거자료를 수집하여 활용 가능한 자료를 파악하고 현장조사(현황측량)에서 확인
- 현장조사는 우선 하늘저수지의 오염상태를 파악할 수 있도록 주요 유입 하천에 대하여 호소 수질변화 특성이 반영될 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 하늘저수지의 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 기본조사에 반영
 - 호내 대책은 사업효과가 높고 안전성과 유지관리가 용이한 대책을 선정
 - 친환경적인 수질개선 대책을 우선순위로 선정하여 장래 수질을 예측하고 목표 수질을 만족할 때까지 검토
- 선정된 수질개선방안을 바탕으로 토목 현장조사 등 결과를 반영하여 설계 등 기본계획 수립

1.5 조사 내용

1.5.1 공간적 범위

- 위치
 - 하늘지구 : 경상북도 봉화군 상운면 하늘리 209번지 일원(하늘저수지)

<표 1.5-1> 사업지구 개요

지구명	조성년도	유역면적	만수면적	수혜면적	유효저수량 (총저수량)	관리주체
하늘지구	1990년	310.0ha	8.0 ha	89.9 ha	364 천톤 (455 천톤)	영주봉화지사



(그림 1.5-1) 하늘저수지 위치도

1.5.2 내용적 범위

- 유역현황 : 관련계획 검토 및 협의, 오염원 현황조사 등
- 현장조사 : 평시·강우시 하천 및 호소 수질현황 파악, 퇴적물조사, 현황측량 등
- 수질예측 : 모형구축 및 검·보정, 오염부하량 산정 및 대안별 수질예측 등
- 기본설계 : 수질개선대책 시설의 적정위치, 규모 및 사업비 산정 등
- 보고서 작성 : 관련기관 업무협의 및 기본조사 보고서 작성 등

1.6 조사 결과

1.6.1 환경오염물질 배출시설

- 봉화군에는 대기(가스, 먼지, 매연 및 악취) 배출시설 25개소, 수질(폐수) 배출시설 27개소, 소음·진동 배출시설 15개소 등 총 67개소의 환경오염물질 배출시설이 분포하는 것으로 조사됨

<표 1.6-1> 환경오염물질 배출시설 현황

총계	대기(가스, 먼지, 매연 및 악취)						수질(폐수)						소음 진동
	계	1종	2종	3종	4종	5종	계	1종	2종	3종	4종	5종	
67	25	-	-	-	7	18	27	-	-	-	1	26	15

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)

1.6.2 하수처리시설

- 봉화군에는 총 28개소의 하수처리시설이 운영되고 있는 것으로 조사됨
- 하늘지구가 위치한 봉화군 상운면 내에는 총 4개의 하수처리시설이 운영되고 있는 것으로 조사됨

<표 1.6-2> 하수처리시설 현황

시설명	소재지	시설용량 (m ³ /일)	유입하수량 (m ³ /일)	처리방법	가동개시일
봉화	봉화읍 적덕리 323	3,000.0	2,370.1	선회와류식 SBR	2012.02.27.
춘양	춘양면 소로리 762	800.0	491.2	선회와류식 SBR	2012.02.27.
청량산	명호면 관창리	490.0	490.0	KSMBR	2009.05.01.
석포	석포면 석포리 463	370.0	447.9	선회와류식 SBR	2012.02.27.

자료 : 2017 하수도통계(환경부, 2019)

<표 1.6-3> 하수처리시설 현황

시설명	소재지	시설용량 (m ³ /일)	유입하수량 (m ³ /일)	처리방법	가동개시일
현동	소천면 현동리 467-4	180.0	140.0	선회와류식 SBR	2012.02.27.
재산	소천면 현동리 572-2	170.0	128.4	선회와류식 SBR	2012.02.27.
오록	물야면 오록리 387-3	170.0	169.0	선회와류식 SBR	2012.02.27.
봉양	봉성면 봉양리 572-1	170.0	198.6	선회와류식 SBR	2012.02.27.
가곡	상운면 가곡리 421-7	110.0	88.5	선회와류식 SBR	2012.02.27.
다덕약수당도	봉성면 우곡리	100.0	100.0	BCS-II	2010.01.01.
원구	봉화읍 문단2리 62-4	80.0	59.1	선회와류식 SBR	2012.02.27.
봉성문화	봉성면 금봉리 34-4	80.0	39.5	KM-SBR	2001.02.01.
춘양문화	춘양면 서벽리 678-1	70.0	29.0	KDHST	2011.11.01.
분천	소천면 분천리 1144-5	70.0	107.3	선회와류식 SBR	2012.02.27.
법전	법전면 법전리 1177	70.0	94.6	선회와류식 SBR	2012.02.27.
닭실	봉화읍 유곡1리 926	70.0	15.0	KM-SBR	2005.07.01.
용두들	봉성면 동양리 454-2	60.0	62.7	IC-SBR	2013.12.19.
동면	재산면 동면리 1647-1	60.0	68.6	IC-SBR	2017.10.23.
임기	소천면 임기리 1167-1	50.0	26.0	선회와류식 SBR	2012.02.27.
상운	상운면 하늘리 886	50.0	38.2	KM-SBR	2003.11.01.
창평	봉성면 창평리 229-7	46.0	14.3	KDHST	2001.05.01.
숫골	물야면 북지리 294-28	45.0	45.0	난류발생기 이용	2006.06.19.
사재	봉화읍 도촌리 306-77	45.0	45.0	난류발생기 이용	2006.08.11.
압작골	물야면 압동1리 503-3	34.0	37.0	KDHST	1999.05.01.
뒷들	상운면 가곡3리 226-1	34.0	23.4	SAM	2012.02.27.
건정	봉화읍 적덕리 193	34.0	21.5	KDHST	2001.05.01.
문촌	상운면 문촌2리 748-4	30.0	30.0	고효율합병정화조	2003.10.27.
뒷걸	물야면 북지1리 871-1	30.0	16.5	IC-SBR	2013.12.19.

자료 : 2017 하수도통계(환경부, 2019)

1.6.3 폐기물 매립시설 및 소각시설

○ 봉화군에는 폐기물 매립시설 1개소, 소각시설 1개소가 위치하고 있는 것으로 조사됨

<표 1.6-4> 폐기물 매립시설 현황

소재지	매립지면적 (m ²)	총매립용량 (m ³)	잔여매립 가능량(m ³)	사용기간	매립후 이용계획
봉화읍 파인토피아로 1131	33,400	379,900	90,874	2002~2029	양묘장 조성

자료 : 2017 전국폐기물발생 및 처리현황(환경부, 2018)

<표 1.6-5> 폐기물 소각시설 현황

소재지	시설용량 (톤/일)	소각방식	운영방식	2017년 처리량(톤)	가동개시일
봉화읍 파인토피아로 1131	5	고정상식	회분식	109	2003.11.18.

자료 : 2017 전국폐기물발생 및 처리현황(환경부, 2018)

1.7 기본 계획



1.8 사업 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

지구 개황

2.1 지구 개황

2.2 기상

2.3 인구 현황

2.4 토지이용 현황

2.5 상하수도 현황

2.6 분뇨처리 현황

2.7 하천 현황

2.8 산업 현황

2.9 문화재 현황

제2장 지구 개황

2.1 지구 개황

- 하늘저수지는 1990년에 조성된 저수지로 경상북도 봉화군 상운면 하늘리에 위치하고 있으며, 본 저수지는 유역면적 310.0ha, 만수면적 8.0ha, 수혜면적 89.9ha로 한국농어촌공사 영주·봉화지사에서 관리하고 있음
- 하늘저수지 상류 마을의 오·폐수가 직유입되어 수질악화 영향이 우려됨
- 농경지에서 배출되는 농경배수와 과수원에서 사용되는 퇴비와 화학비료에 포함된 농업 비점오염물질(인, 질소)이 강우시 저수지로 유입되어 부영양화를 유발, 때문에 수질 악화 영향 우려가 있음
- 유역 내 축사가 위치하고 있어 강우시 축산폐수 일부 유입이 우려되며, 주변에 환경기초시설은 없음

<표 2.1-1> 하늘저수지 설치규모

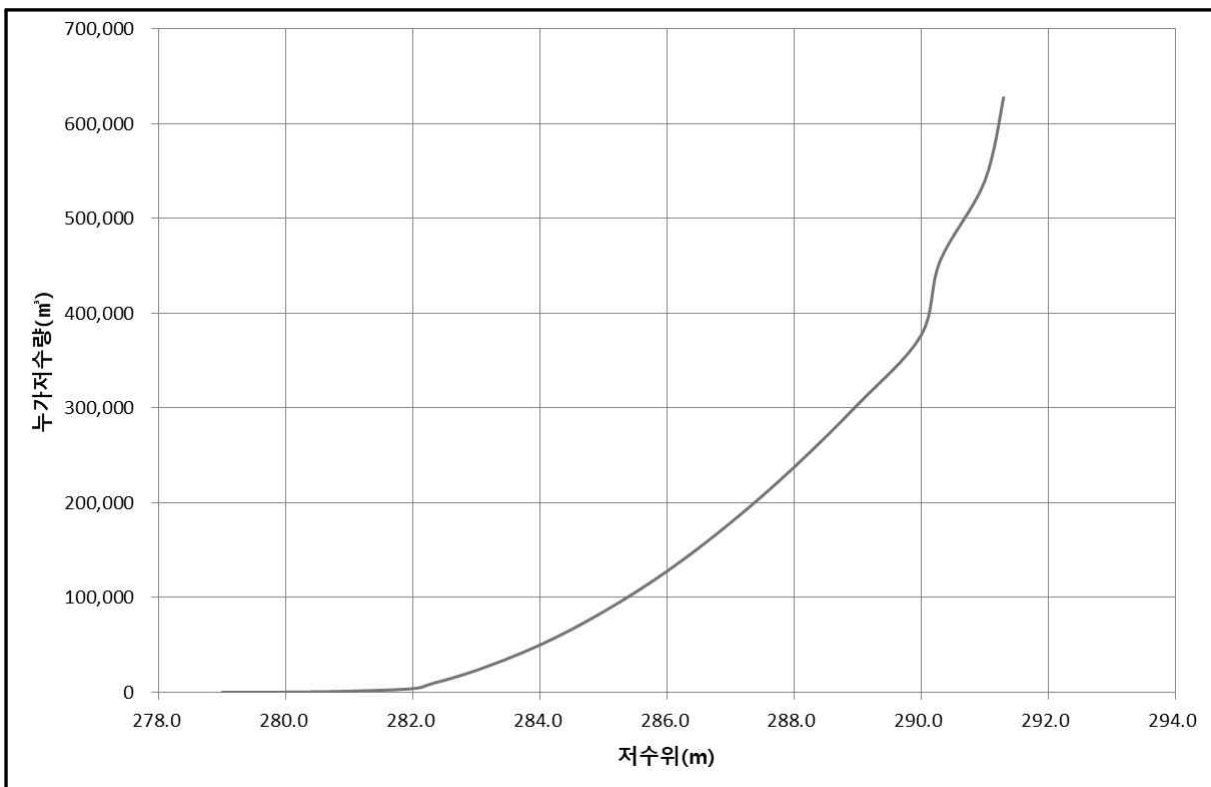
지구명	조성년도	유역면적	만수면적	수혜면적	유효저수량 (총저수량)	관리주체
하늘	1990년	310.0ha	8.0ha	89.9ha	364.0천 m ³ (455.0천 m ³)	한국농어촌공사 영주·봉화지사

<표 2.1-2> 하늘저수지 표고별 수면적 및 내용적

순번	표고 (EL.m)	고차 (m)	면적(m ²)		내용적(m ³)		저수율 (%)	비고
			표고별	평균	구간별	누가		
1	279.0	-	0	0	0	0	-	-
2	279.2	0.2	0	-	-	0	-2.04	바닥고
3	280.0	0.8	500	250	250	250	-1.98	-
4	281.0	1.0	1,500	1,000	1,000	1,250	-1.76	-
5	282.0	1.0	3,800	2,650	2,650	3,900	-1.17	-
6	282.3	0.3	6,600	5,200	5,200	9,100	0.00	사수위
7	283.0	0.7	21,500	14,050	14,050	23,150	3.15	-
8	284.0	1.0	31,900	26,700	26,700	49,850	9.14	-
9	285.0	1.0	38,300	35,100	35,100	84,950	17.01	-
10	286.0	1.0	47,100	42,700	42,700	127,650	26.58	-
11	287.0	1.0	55,150	51,125	51,125	178,775	38.05	-
12	288.0	1.0	62,000	58,575	58,575	237,350	51.18	-
13	289.0	1.0	70,000	66,000	66,000	303,350	65.98	-

<표 계속> 하늘저수지 표고별 수면적 및 내용적

순번	표고 (EL.m)	고차 (m)	면적(m ²)		내용적(m ³)		저수율 (%)	비고
			누가	표고별	구간별	누가		
14	290.0	1.0	76,500	73,250	73,250	376,600	82.40	-
15	290.3	0.3	80,450	78,475	78,475	455,075	100.00	만수위
16	291.0	0.7	87,000	83,725	83,725	538,800	118.77	-
17	291.3	0.3	90,050	88,525	88,525	627,325	138.62	홍수위
18	292.0	0.7	-	-	-	-	-	-
19	293.0	1.0	-	-	-	-	-	-
20	293.2	0.2	-	-	-	-	-	제정고



(그림 2.1-1) 하늘저수지 내용적 곡선

2.2 기상

- 기상조사는 호수 및 유역의 기상조건을 분석하고 환경적 측면에서 호수 내 환경에 대해 직접적으로 영향을 줄 뿐만이 아니라 유역으로부터 유량이나 오염물질의 유출에도 영향을 주므로 호수의 부영양화 현상과 지배요인을 분명히 하는데 필수적임
- 봉화군 내에는 기상대가 존재하나, DIROM 프로그램 운영 시 봉화기상대의 자료가 없어 인근 영주기상대의 10년간 자료를 수집 및 비교·분석하여 데이터를 산출함

- 과거 10년(2009~2018년)간 연평균 기온은 11.7℃, 연평균 강수량은 1,254.9mm, 평균풍속은 2.6m/s로 조사됨

<표 2.2-1> 연도별 기상개황

연도	기온(℃)			강수량(mm)	바람(m/s)
	평균기온	평균최고기온	평균최저기온		평균풍속
2009	11.7	17.8	6.0	1,133.7	2.7
2010	11.3	17.1	6.1	1,236.3	2.6
2011	11.4	17.0	6.1	1,729.3	2.7
2012	11.2	16.9	6.0	1,431.0	2.7
2013	11.6	17.6	6.3	1,180.8	2.7
2014	12.0	18.1	6.3	1,156.4	2.5
2015	12.5	18.6	6.9	771.2	2.5
2016	12.3	18.2	6.8	1,263.3	2.5
2017	11.6	17.7	5.9	1,055.3	2.7
2018	11.6	17.6	5.9	1,591.5	2.5
평균	11.7	17.7	6.2	1,254.9	2.6

자료 : 영주기상대 통계자료(2009~2018), 기상청 국가기후데이터센터(<http://sts.kma.go.kr>)

가. 기온

- 영주기상대에서 조사한 2009년부터 2018년까지 10년간 연평균기온은 11.7℃, 최고기온은 38.0℃(2018년 8월), 최저기온은 -19.0℃(2018년 1월)로 조사되었음.

<표 2.2-2> 월별 기온분포

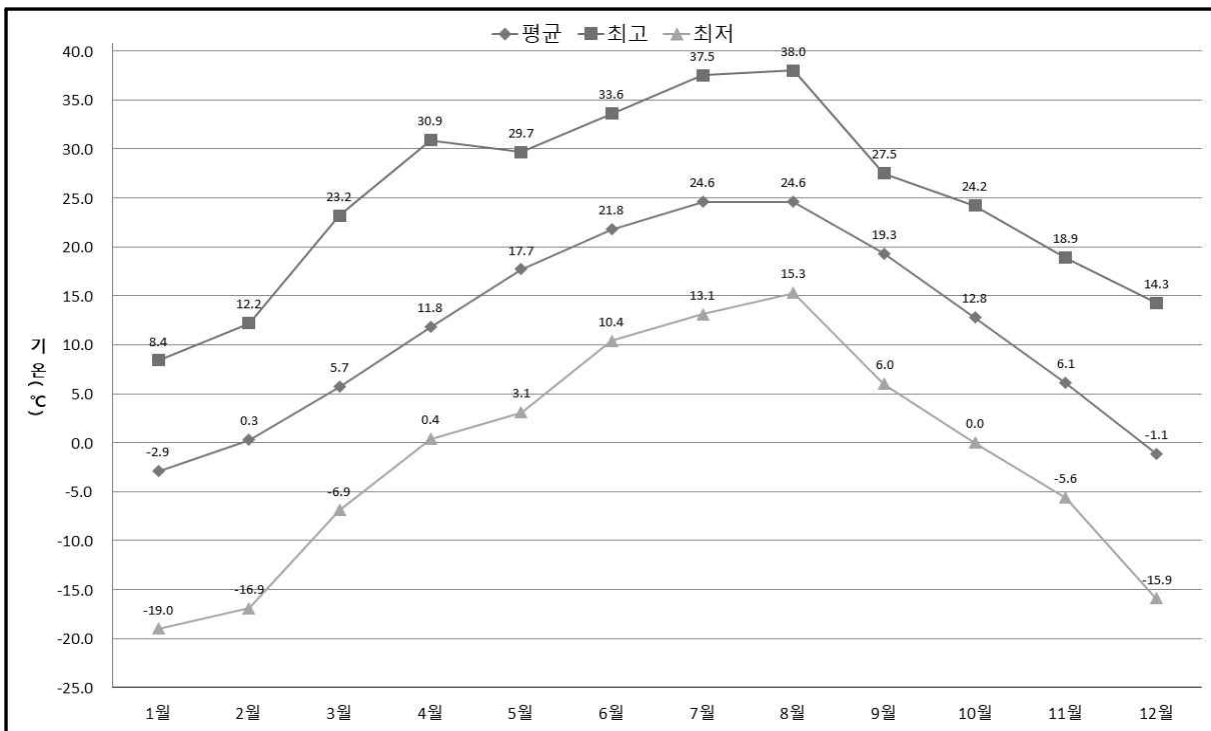
[단위 : ℃]

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	비고	
2009	평균	-2.9	2.9	6.0	12	17.8	21.3	22.9	23.2	19.4	13.0	6.1	-0.9	-
	최고	2.9	8.4	12.0	19.1	25.1	27.4	27.7	28.6	26.2	20.9	11.5	4.1	-
	최저	-8.9	-3.2	-0.1	4.6	10.6	15.8	19.1	18.7	13.7	6.2	0.8	-5.5	-
2010	평균	-3.9	0.5	4.0	8.9	16.7	22.1	24.8	26	20.2	12.6	4.7	-1.3	-
	최고	1.2	5.6	8.5	15.3	23.5	29.1	29.4	31.1	26	19.8	11.6	4.2	-
	최저	-9.6	-4.0	-0.1	2.5	10.1	15.7	21.2	22.9	15.9	6.7	-1.7	-6.4	-
2011	평균	-6.1	0.7	3.9	10.6	16.7	21.8	24.5	24.3	19.6	12.1	9.0	-0.7	-
	최고	-1.5	7.2	9.6	17.4	22.9	27.9	28.6	28.9	25.6	19.4	14.2	3.7	-
	최저	-11.5	-5.8	-1.7	3.5	10.7	16.1	21.3	20.9	14.7	5.7	4.2	-5.5	-
2012	평균	-2.3	-2.0	5.1	12.2	17.6	21.6	24.9	25.3	18.9	12.3	4.7	-3.9	-
	최고	2.5	3.7	10.0	18.8	24.4	27.7	29.7	30.4	24.7	19.8	9.9	0.9	-
	최저	-7.3	-7.4	0.2	5.6	11.3	16.3	20.8	21.6	14.2	5.7	-0.3	-8.3	-
2013	평균	-4.2	-0.3	6.0	9.4	17.6	22.4	25.2	25.5	19.4	13.8	4.9	-0.1	-
	최고	1.0	4.8	13.1	15.7	24.6	28.5	29.6	31.4	25.5	21.3	10.7	4.6	-
	최저	-9.5	-5.2	-1.2	3.2	10.5	17.5	22.1	20.9	14.4	7.5	0.0	-4.8	-

<표 계속> 월별 기온분포

[단위 : °C]

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	비고	
2014	평균	-0.8	1.2	6.7	13.1	18.1	21.6	24.8	22.9	19.4	12.4	7.1	-2.6	-
	최고	4.5	7.2	12.9	20.2	25.7	27.4	30.4	27.6	26.1	20.1	13.1	2.0	-
	최저	-6.8	-4.6	0.1	5.8	10.6	16.9	20.4	19.4	13.8	5.9	1.6	-7.2	-
2015	평균	-0.9	0.9	6.2	12.3	18.9	21.9	24.0	24.4	19.1	13.6	8.5	1.2	-
	최고	3.9	6.0	13.0	18.1	26.2	28.7	29.1	31.0	26.5	21.1	12.7	6.3	-
	최저	-6.0	-3.9	-0.9	6.2	11.2	15.7	20.0	19.6	12.9	7.2	4.4	-3.8	-
2016	평균	-2.7	0.3	6.3	13.2	18.0	22.0	24.2	25.5	19.9	13.9	5.8	1.1	-
	최고	1.9	5.5	12.5	20.4	25.6	28.2	29.6	32	25.2	19.6	11.6	6.3	-
	최저	-7.7	-4.6	-0.3	6.5	10.4	16.3	20.2	20.1	15.9	9.4	0.2	-4.3	-
2017	평균	-1.7	0.1	5.3	13.3	18.3	21.2	24.9	23.8	18.4	13.7	4.6	-2.5	-
	최고	3.6	5.8	11.8	20.0	25.6	28.4	29.4	28.7	25.4	20.2	10.7	2.2	-
	최저	-7.1	-6.0	-1.3	6.1	11.2	14.5	21.4	20.0	12.6	8.4	-1.2	-7.4	-
2018	평균	-3.9	-1.6	7.3	12.8	17.1	21.9	26.0	25.3	18.2	11.0	5.8	-1.0	-
	최고	8.4	12.2	23.2	30.9	29.7	33.6	37.5	38.0	27.5	24.2	18.9	14.3	-
	최저	-19.0	-16.9	-6.9	0.4	3.1	10.4	13.1	15.3	6.0	0.0	-5.6	-15.9	-
평균	평균	-2.9	0.3	5.7	11.8	17.7	21.8	24.6	24.6	19.3	12.8	6.1	-1.1	-
	최고	8.4	12.2	23.2	30.9	29.7	33.6	37.5	38.0	27.5	24.2	18.9	14.3	-
	최저	-19.0	-16.9	-6.9	0.4	3.1	10.4	13.1	15.3	6.0	0.0	-5.6	-15.9	-

자료 : 영주기상대 통계자료(2008~2017), 기상청 국가기후데이터센터(<http://sts.kma.go.kr>)

(그림 2.2-1) 월별 평균기온 분포(2009~2018)

나. 강수량

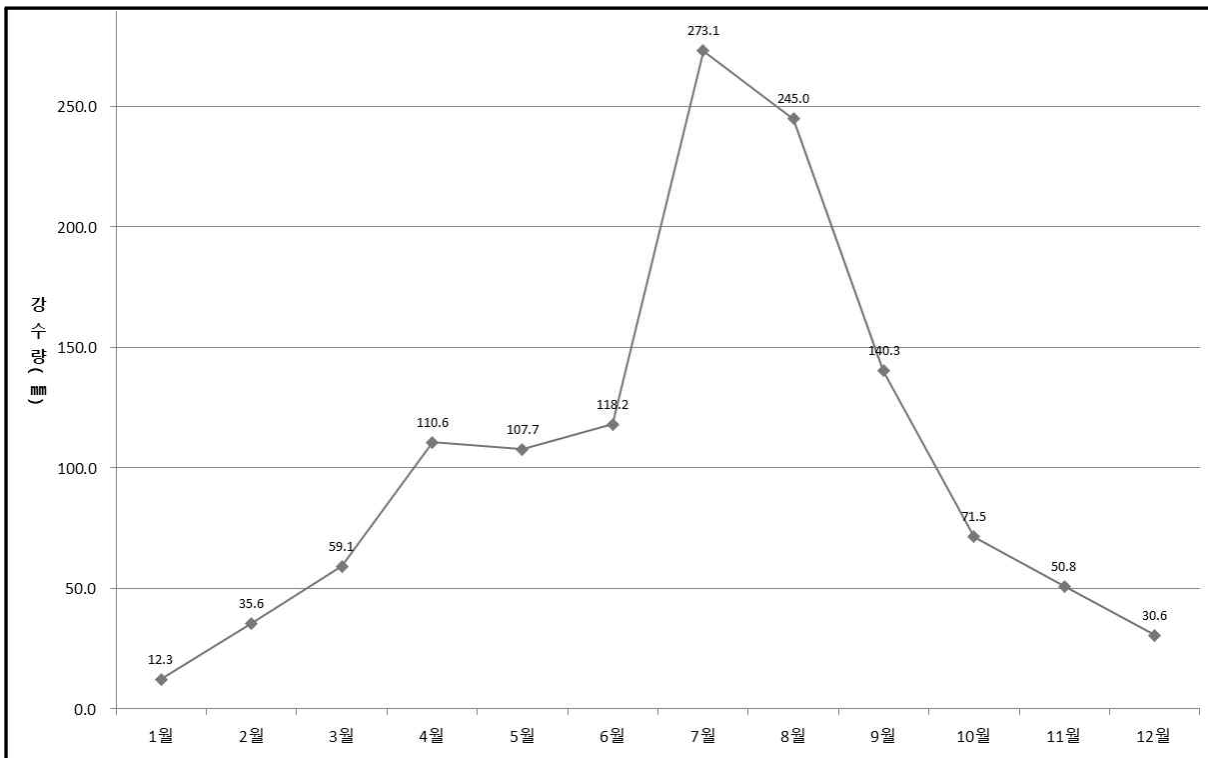
- 영주기상대에서 조사한 2009년에서부터 2018년까지 10년간 월별 평균강수량은 104.6mm, 월별 최대 강수량은 486.3mm(2016년 7월), 월별 최소 강수량은 0.3mm(2011년 1월)로 조사되었음
- 6월~8월까지 많은 양의 강수로 총 강수량의 50% 이상이 여름철에 내리는 것으로 나타났으며, 2011년 총강수량은 1,729.3mm로 영주기상대의 최근 10년 평균값 1,254.9mm 보다 474.4mm 많은 강수량을 보임

<표 2.2-3> 월별 강수량 분포

[단위 : mm]

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
2009	5.3	26.5	82.9	77.8	119.4	96.1	392.1	152.8	72.8	16.0	50.6	41.4	1,133.7
2010	23.0	89.8	100.0	103.0	154.7	26.1	99.1	299.6	281.6	26.1	12.1	21.2	1,236.3
2011	0.3	52.8	26.5	97.7	197.4	401.6	417.6	287.4	116.6	38.3	84.0	9.1	1,729.3
2012	10.1	0.5	78.3	153.1	48.0	51.1	321.3	402.2	183.3	55.1	68.0	60.0	1,431.0
2013	48.3	55.0	41.9	80.6	187.8	183.5	200.6	80.7	183.0	39.2	53.8	26.4	1,180.8
2014	6.5	6.2	49.5	63.7	43.3	117.1	85.5	390.4	164.5	183.0	37.6	9.1	1,156.4
2015	11.0	28.1	39.3	83.7	62.0	111.6	157.0	43.2	45.2	61.0	107.0	22.1	771.2
2016	4.0	49.9	36.9	172.0	91.1	62.0	486.3	62.0	111.9	93.0	18.9	75.3	1,263.3
2017	3.2	29.2	26.0	99.5	10.8	53.8	337.7	320.5	77.3	73.6	8.1	15.6	1,055.3
2018	11.5	17.5	110.0	175.1	162.6	78.8	234.2	411.5	166.5	129.8	68.0	26.0	1,591.5
평균	12.3	35.6	59.1	110.6	107.7	118.2	273.1	245.0	140.3	71.5	50.8	30.6	1,254.9

자료 : 영주기상대 통계자료(2009~2018), 기상청 국가기후데이터센터(<http://sts.kma.go.kr>)



(그림 2.2-2) 월별 평균강수량 분포(2009~2018)

다. 풍속

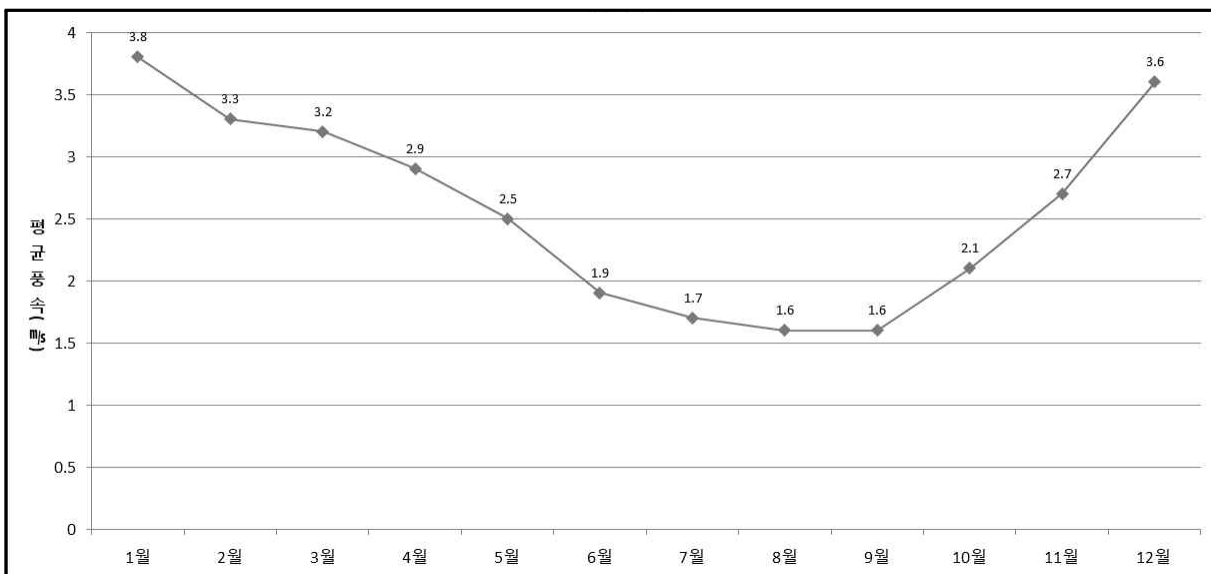
- 영주기상대에서 조사한 2009년에서부터 2018년까지 10년간 연간 평균풍속은 2.5~2.7m/s로 풍속의 변화는 크지 않는 것으로 조사됨
- 10년간 연간 평균풍속은 2.6m/s로 보퍼트(Beaufort) 풍력계급표의 풍력계급 제2등급인 남실바람(1.6m/s~3.3m/s)에 해당하며, 남실바람의 특징은 바람이 피부에 느껴지고 나뭇잎이 흔들리며, 풍향계가 움직이기 시작하는 정도임

<표 2.2-4> 월별 평균풍속 분포

[단위 : m/s]

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
2009	3.5	3.2	3.3	3.2	2.3	1.9	1.8	1.7	1.7	2.5	3.0	4.0	2.7
2010	4.0	2.6	3.0	3.0	2.5	1.9	1.8	1.3	1.4	2.0	3.0	4.1	2.6
2011	4.9	2.6	4.2	3.1	2.5	2.1	1.5	1.4	1.9	2.1	2.3	3.8	2.7
2012	3.5	3.7	3.4	3.1	2.3	1.9	1.9	1.6	1.7	2.1	3.0	3.6	2.7
2013	3.4	3.8	3.5	3.3	2.6	1.6	1.5	1.6	1.5	2.1	3.4	3.7	2.7
2014	3.3	2.3	2.8	2.7	2.9	1.8	1.9	1.6	1.6	1.9	2.5	4.2	2.5
2015	3.5	3.6	3.4	2.5	2.7	1.9	1.7	1.6	1.7	2.4	2.0	2.8	2.5
2016	4.1	3.7	2.8	2.5	2.6	1.9	1.5	1.8	1.3	1.7	2.5	3.0	2.5
2017	3.8	3.9	2.9	2.9	2.9	2.1	1.5	1.5	1.8	1.8	3.2	3.9	2.7
2018	4.1	3.8	2.6	2.8	2.1	1.9	1.7	1.4	1.6	2.3	2.0	3.3	2.5
평균	3.8	3.3	3.2	2.9	2.5	1.9	1.7	1.6	1.6	2.1	2.7	3.6	2.6

자료 : 영주기상대 통계자료(2009~2018), 기상청 국가기후데이터센터(<http://sts.kma.go.kr>)



(그림 2.2-3) 월별 평균풍속 분포(2009~2018)

2.3 인구 현황

- 봉화군의 인구는 16,492세대 33,809명, 인구밀도는 28.1명/km²로 조사됨
- 봉화군 인구는 경상북도 인구 2,696,554명의 약 1.25%에 해당하며, 봉화군 인구추이는 2007년부터 2013년까지 감소하는 추세를 보이다가 2014년에 다소 증가했으나 2016년에 다시 감소하는 것으로 조사됨

<표 2.3-1> 연도별 인구변화 추이

연도	세대수	인구수(명)			인구밀도 (명/km ²)	면적(km ²)
		합계	남	여		
2007	15,170	35,243	17,628	17,615	29.3	1,201.03
2008	15,288	34,857	17,427	17,430	29.0	1,201.03
2009	15,413	34,539	17,253	17,286	28.8	1,201.20
2010	15,843	34,810	17,372	17,438	29.0	1,201.35
2011	15,825	34,440	17,172	17,268	28.7	1,201.46
2012	15,874	34,183	16,973	17,210	28.5	1,201.46
2013	16,011	33,894	16,859	17,035	28.5	1,201.47
2014	16,268	34,308	17,009	17,299	28.6	1,201.47
2015	16,409	34,088	16,866	17,222	28.4	1,201.96
2016	16,492	33,809	16,759	17,050	28.1	1,202.26

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)

2.4 토지이용 현황

가. 지목

- 봉화군의 지목별 토지이용현황 조사결과, 전체면적 1,202.26km²중 임야가 991.50km²(82.47%)로 가장 넓은 면적을 차지하며, 다음으로 전 88.70km²(7.38%), 답 43.82km²(3.64%) 등의 순으로 조사됨
- 하늘지구가 위치하는 봉화군 상운면의 지목별 토지이용현황 조사결과, 전체면적 58.53km²중 임야가 40.59km²(69.35%)로 가장 넓은 면적을 차지하며, 다음으로 전 8.38km²(14.32%), 답 4.76km²(8.13%) 등의 순으로 조사됨

<표 2.4-1> 지목별 토지이용현황

[단위 : km², %]

구분		계	전	답	임야	대지	도로	하천	기타
봉화군	면적	1,202.26	88.70	43.82	991.50	8.42	19.34	15.69	34.79
	구성비	100.00	7.38	3.64	82.47	0.70	1.61	1.31	2.89
상운면	면적	58.53	8.38	4.76	40.59	0.60	1.42	0.35	2.43
	구성비	100.00	14.32	8.13	69.35	1.02	2.43	0.60	4.15

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

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)

나. 용도지역

- 봉화군의 용도지역별 토지이용현황 조사결과, 도시지역 9.48km², 비도시지역 1,191.55km²로 총 1,201.03km²가 지정되어 있는 것으로 조사되었으며, 이중 비도시지역 내 농림지역이 886.10km²(73.78%)로 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 것으로 조사됨

<표 2.4-2> 용도지역별 토지이용현황

[단위 : km², %]

구분	합계	도시지역					비도시지역					
		소계	주거	상업	공업	녹지	소계	계획관리	생산관리	보전관리	농림	자연환경보전
면적	1,201.03	9.48	1.71	0.21	0.29	7.27	1,191.55	118.16	42.93	73.85	886.10	70.51
구성비	100.00	0.79	0.14	0.02	0.02	0.61	99.21	9.84	3.57	6.15	73.78	5.87

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)

2.5 상하수도 현황

가. 상수도

- 봉화군은 총인구 33,809명의 64.0%인 21,621명이 급수혜택을 받고 있으며, 1일 1인당 급수량 일평균은 373ℓ임

<표 2.5-1> 상수도 급수현황

연도별	총인구 (명)	급수인구 (명)	보급률 (%)	시설용량 (m ³ /일)	급수량 (m ³ /일)	1일 1인당 급수량(ℓ)
2012	34,183	17,345	50.7	7,258	7,258	418
2013	34,171	26,554	77.7	7,430	7,430	279
2014	34,308	19,276	56.2	4,060	4,060	211
2015	34,088	21,044	61.7	8,262	8,262	393
2016	33,809	21,621	64.0	8,071	8,071	373

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)

나. 하수도

- 하수관거 시설은 지역의 생활환경 개선과 시가지 침수방지를 위한 시설일 뿐만 아니라 공공수역의 수질오염방지를 위한 도시의 기초시설 중 하나임
- 봉화군은 오수와 우수를 분리하여 배제시키는 분류식 배제방식이 적용되어 있으며, 하수관거의 시설연장은 총 122.2km로 분류식 관거(오수 96.0km, 우수 26.2km)만 있는 것으로 나타남

<표 2.5-2> 하수도 보급현황

년도	처리인구			하수관거		
	총인구 (명)	하수처리 인구(명)	보급률 (%)	계획연장 (km)	시설연장 (km)	보급률 (%)
2012	34,440	20,540	59.6	136.9	133.0	97.2
2013	34,171	21,116	61.8	162.8	122.2	75.0
2014	34,308	21,210	61.8	162.8	122.2	75.0
2015	34,088	20,902	61.3	162.8	122.2	75.0
2016	33,809	20,902	61.8	162.8	122.2	75.0

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)

<표 2.5-3> 하수도 및 하수관거 처리현황

년도	합류식			분류식				
	계획면적 (km ²)	계획연장 (km)	시설연장 (km)	계획면적 (km ²)	계획연장(km)		시설연장(km)	
					오수	우수	오수	우수
2012	-	-	-	8.2	136.9	-	133.0	-
2013	-	-	-	8.2	136.6	26.2	96.0	26.2
2014	-	-	-	8.2	136.6	26.2	96.0	26.2
2015	-	-	-	8.2	136.6	26.2	96.0	26.2
2016	-	-	-	8.2	136.6	26.2	96.0	26.2

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)

2.6 분뇨처리 현황

- 봉화군의 분뇨발생량은 총 15.9m³/일로 1인당 1일 배출량은 0.47ℓ로 산정됨
- 봉화군에는 총 1개소의 분뇨처리시설이 운영되고 있는 것으로 조사됨

<표 2.6-1> 봉화군 분뇨 배출량 현황

연도	발생량(m ³)			처리대상량(m ³ /일)		
	계	수거분뇨	정화조오니	계	수거분뇨	정화조오니
2012	17.4	9.1	8.3	17.4	9.1	8.3
2013	16.5	9.0	7.5	16.5	9.0	7.5
2014	18.9	10.2	8.7	18.9	10.2	8.7
2015	16.5	9.1	7.4	16.5	9.1	7.4
2016	15.9	8.6	7.3	15.9	8.6	7.3

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)

<표 2.6-2> 분뇨처리시설 현황

시설명	소재지	시설용량 (m ³ /일)	처리량 (m ³ /일)	처리공법	연계 하수처리장	가동개시일
봉화	봉화읍 용담길 30-147	20.0	16.0	액상부식법	봉화	2012.10.01.

자료 : 2017 하수도통계(환경부, 2019)

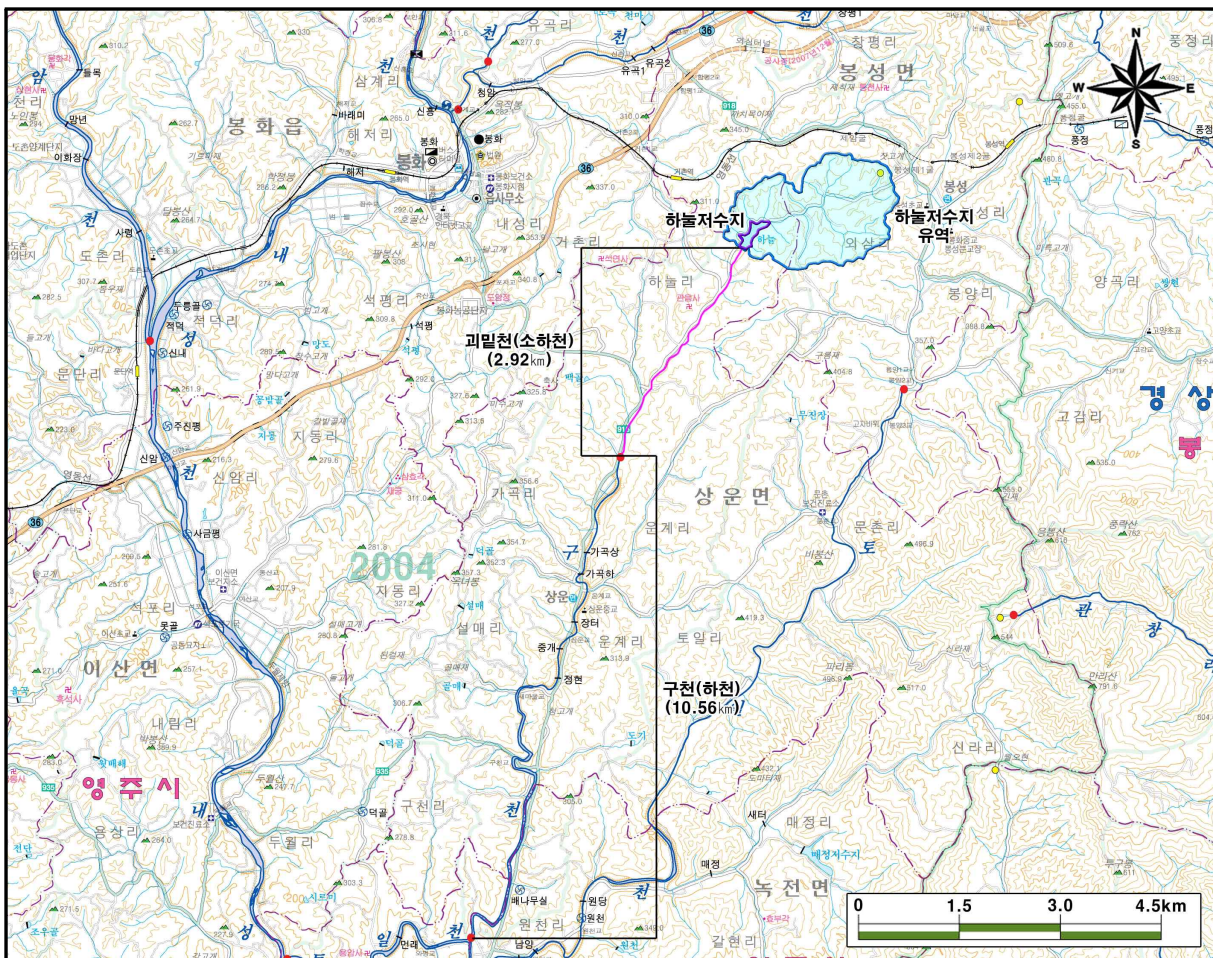
2.7 하천 현황

- 괴밀천은 봉화군 상운면 하놀리와 신기리에 위치하며, 하천연장 2.92km, 유로연장 5.82km, 유역면적 7.20km²로 괴밀천 기점 상류부에 하눌저수지가 위치하여 주변 농경지에 용수공급을 하고 있음

<표 2.7-1> 하눌저수지 하류부 수계 현황

하천명	유수의 계통(수계)					하천의 구간		하천연장(km)	유로연장(km)	유역면적(km ²)
	본류	제1지류	제2지류	제3지류	제4지류	기점	종점			
괴밀천	낙동강	내성천	토일천	구천	괴밀천	상운면 하놀리 산65-1	상운면 신기리 1211	2.92	5.82	7.20
구천	낙동강	내성천	토일천	구천	-	상운면 하놀리 1217-3	평은면 천본리 48	10.56	16.29	32.31

자료 : 1. 봉화군 소하천정비 종합계획(변경), 2016, 봉화군
 2. 한국하천일람, 2014.12.31.기준, 국토교통부



(그림 2.7-1) 하눌저수지 수계 현황

(1) 소하천구간

◦ 괴밀천은 『봉화군 소하천정비종합계획(변경), 2016』에 수립되어 있음

<표 2.7-2> 소하천구간

하천명	소하천구간		소하천 연장 (km)	비고
	시점	종점		
괴밀천	상운면 하늘리 산65-1	상운면 신기리 1211	2.920	-

<표 2.7-3> 유역의 특성

하천명	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	유역평균폭 (A/L)	유역형상계수 (A/L ²)
괴밀천	7.20	5.82	1.24	0.21

<표 2.7-4> 홍수량 산정

홍수량 산정지점		계획홍수량 (m ³ /s)	계획홍수위 (EL.m)	하폭(m)		채택빈도 (년)
				기본	계획	
괴밀천	과업시점	104	234.07	12	18	50년
	과업종점	89	292.91	5	-	50년

<표 2.7-5> 빈도별 기점홍수위

구 분		빈도별 기점홍수량(m ³ /sec)						비고
		20년	30년	50년	80년	100년	150년	
괴밀천	개수 전	39	44	49	55	58	63	-
	개수 후	84	92	104	114	119	128	

<표 2.7-6> 계획홍수위, 계획하폭 및 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	
No. 0	0	104	234.07	12	18	233.80	233.80	과밀1교
No. 1	50	"	234.07	14	18	233.09	234.20	
No. 2	100	"	234.07	12	18	234.10	243.10	과밀2교
No. 3	150	"	234.07	13	18	233.74	234.41	
No. 4	200	"	234.07	14	18	234.38	234.94	과밀3교
No. 5	250	"	234.07	14	18	234.08	234.82	
No. 6	300	"	234.58	14	18	234.48	234.94	
No. 7	350	"	234.90	14	18	234.67	234.91	
No. 8	400	"	235.19	14	18	234.85	235.53	
No. 9	450	"	235.46	10	18	235.31	235.81	
No.10	500	"	235.71	10	18	산	236.24	
No.11	550	"	237.26	12	18	산	237.27	
No.12	600	"	237.86	9	18	240.21	238.28	
+33	633	"	238.96	14	18	240.62	240.59	과밀1낙차공
		"	239.70	14	18	240.62	240.59	
+42.5		"	239.90	13	18	240.95	240.95	과밀4교
No.13	650	"	240.04	14	18	240.56	241.04	
No.14	700	"	241.05	10	18	240.77	243.84	
No.15	750	"	241.89	10	18	241.86	243.62	
No.16	800	"	242.22	11	18	244.15	242.52	
No.17	850	"	242.60	7	18	242.59	242.62	
+47	890	"	243.51	9	18	243.84	243.74	과밀2낙차공
		"	243.80	9	18	243.84	243.74	
No.18	900	"	243.82	9	18	243.97	243.86	
+17.5		"	244.06	14	18	245.00	244.75	과밀5교
No.19	950	"	244.50	10	18	244.51	244.67	
No.20	1,000	"	245.18	11	18	245.69	248.05	
No.21	1,050	"	245.84	10	18	245.96	246.05	

<표 계속> 계획홍수위, 계획하폭 및 시설제방고

측점 (No.)	누가 거리 (m)	계획 홍수량 (m³/s)	계획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		시설제방고(EL.m)		비 고
				현황	계획	좌안	우안	
No.22	1,100	104	246.32	9	18	246.01	246.43	
No.23	1,150	89	247.38	6	13	산	247.28	
No.24	1,200	"	248.20	9	15	250.25	247.68	
No.25	1,250	"	248.38 248.67	9 7	15 15	248.17 248.17	248.44 248.44	괴밀3낙차공
No.26	1,300	"	249.23	6	15	249.03	249.72	
+11.5	1,340	"	249.48	6	15	250.12	250.12	과밀6교
No.27	1,350	"	250.69	9	15	250.54	251.04	
No.28	1,400	"	251.39	8	15	252.22	252.24	
No.29	1,450	"	252.15	8	15	253.34	253.71	
No.30	1,500	"	253.23	7	15	254.92	254.28	
No.31	1,550	"	254.32	7	15	254.92	254.28	
No.32	1,600	"	255.08	7	15	255.67	257.09	
No.33	1,650	"	256.27	8	15	256.40	259.08	
No.34	1,700	"	256.96	8	15	256.83	257.40	
+26.5	1,726.5	"	257.62 258.28	8 8	15 15	257.50 257.50	257.76 257.76	괴밀4낙차공
No.35	1,750	"	258.61	7	15	258.27	258.39	
No.36	1,800	"	259.31	8	15	259.47	259.60	
No.37	1,850	"	261.38	10	15	261.65	263.97	
No.38	1,900	"	264.11	4	15	265.65	265.21	과밀7교
+25.5	1,925.5	"	264.55 265.47	6 6	15 15	266.50 266.50	265.94 265.94	괴밀5낙차공
No.39	1,950	"	266.26	10	15	267.66	267.55	

주) 계획홍수위는 하늘저수지 측정값을 보정한 만수위 EL.290.30m 적용함

<표 2.7-7> 계획홍수위, 계획하폭 및 시설제방고(계속)

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	
+39	1,989	89	268.59 269.54	10 10	15	269.38 269.38	269.94 269.94	괴밀6낙차보
No.40	2,000	"	269.60	8	15	269.38	269.38	
+23	2,073	"	269.73	7	15	269.55	269.55	과밀8교
No.41	2,050	"	269.89	3	15	270.58	270.58	과밀9교
No.42	2,100	"	270.17	8	15	270.37	271.46	
No.43	2,150	"	270.56	10	16	270.78	272.38	
+16	2,166	"	270.56 271.22	13 13	17	271.37 271.37	272.60 272.60	괴밀7낙차공
No.44	2,200	"	271.82	8	14	271.46	273.37	
No.45	2,250	"	272.66	10	16	272.42	274.25	
+20.5	2,270.5	"	273.00 273.39	10 10	17	273.16 273.16	272.97 272.97	괴밀8낙차공
No.46	2,300	"	273.49	14	15	274.79	275.87	
No.47	2,350	"	274.01	11	13	274.69	277.56	
No.48	2,400	"	274.66	8	14	274.82	276.31	
+20	2,420	"	274.92	6	13	274.45	276.85	과밀10교
No.49	2,450	"	275.05	7	15	274.99	278.71	
No.50	2,500	"	275.83	9	16	276.22	278.35	
+19	2,519	"	276.19 276.65	8 8	13	276.70 276.70	276.29 276.29	괴밀9낙차보
No.51	2,550	"	277.17	8	13	276.80	276.44	
No.52	2,600	"	277.35	9	14	산	277.57	
No.53	2,650	"	278.03	7	14	산	277.77	
No.54	2,700	"	278.73	8	13	276.80	276.44	
No.55	2,750	"	279.14	8	13	285.49	279.32	
No.56	2,800	"	279.82	8	13	280.59	280.59	
+28.4	2,828.4	"	281.00	7	-	280.61	280.61	
No.57	2,850	"	287.52	6	-	286.05	286.05	
No.58	2,900	"	290.97	7	-	290.96	290.52	
+20	2,820	"	292.91	5	-	291.59	290.52	

주) 계획홍수위는 하늘저수지 측정값을 보정한 만수위 EL.290.30m 적용함

2.8 산업 현황

- 봉화군의 사업체수는 2,497개, 종사자수는 10,592명으로 나타남

<표 2.8-1> 산업 대분류별 사업체 현황

구분	사업체수	종사자수	구분	사업체수	종사자수
농업, 임업 및 어업	16	174	금융 및 보험업	31	217
광업	6	90	부동산업 및 임대업	22	31
전기, 가스, 증기 및 수도사업	18	100	전문, 과학 및 기술서비스업	30	144
하수·폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	18	142	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	11	59
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	15	100	공공행정, 국방 및 사회보장행정	37	1,131
건설업	236	1,775	교육서비스업	80	633
도매 및 소매업	585	1,159	보건업 및 사회복지사업	74	793
운수업	153	394	숙박 및 음식점업	587	1,037
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	58	198	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업	316	657
제조업	204	1,758			
2016년	사업체수 : 2,497		종사자수 : 10,592		

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)

가. 농업

- 봉화군의 농가수는 5,665호로 2012년 이후 지속적인 감소하고 있는 것으로 나타남
- 봉화군의 농가인구수는 12,532명으로 농가수의 감소에 따라 농가인구 역시 지속적으로 감소하고 있는 것으로 나타남

<표 2.8-2> 농가 및 농가인구

연도	농가(호)			농가인구(명)		
	합계	전업	겸업	계	남	여
2012	6,283	4,674	1,609	14,672	6,908	7,764
2013	6,177	4,625	1,552	14,463	6,841	7,622
2014	6,097	4,603	1,494	14,226	6,796	7,430
2015	5,896	4,218	1,678	12,639	6,267	6,372
2016	5,665	4,046	1,619	12,532	5,882	6,650

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)

- 봉화군의 비료사용량은 7,183톤이며, 성분별 비료사용량은 질산질 4,028톤(56.08%), 기타 2,279톤(31.73%), 가리질 493톤(6.86%), 인산질 383톤(5.33%)의 순으로 나타남

<표 2.8-3> 성분별 비료 연간 시비량

[단위 : 톤]

연도	성분별				
	계	질소질	인산질	가리질	기타
	Total	Nitrogenous	Phosphate	Potash	Others
2012	3,225	1,377	562	641	675
2013	5,728	1,694	706	774	2,554
2014	5,955	1,050	456	499	3,950
2015	4,515	1,742	489	677	1,607
2016	7,183	4,028	383	493	2,279

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)

- 봉화군의 연간 용수사용량은 75,340.4천^m이며, 논용수 41,764.2천^m(55.43%), 밭용수 32,373.4천^m(42.97%), 축산용수 1,202.8천^m(1.60%)의 순으로 나타남

<표 2.8-4> 농업용수 사용량

[단위 : 천^m/년]

연도	합계	논용수	밭용수	축산용수
2012	104,160.5	46,536.6	56,540.6	1,083.3
2013	106,194.8	49,388.6	54,484.2	2,322.0
2014	100,210.9	51,056.2	48,045.0	1,109.7
2015	84,030.0	43,233.0	39,717.0	1,080.0
2016	75,340.4	41,764.2	32,373.4	1,202.8

주) 논밭용수이용량(유효수량포함) 및 축산용수 이용량의 합

자료 : 국가수자원관리 종합정보시스템(www.wamis.go.kr)

나. 축산업

- 봉화군의 가축 사육두수는 닭 2,015,901마리, 돼지 38,246마리, 한육우 23,670마리 등의 순으로 조사됨

<표 2.8-5> 가축 사육두수

[단위 : 마리]

연도	한육우	젓소	돼지	닭	말	양 ¹	사슴	토끼	개	기타 가금류 ²	꿀벌 (군수)
2012	22,832	124	31,546	1,255,875	42	2,244	157	27	3,652	7,258	5,603
2013	22,399	131	28,944	1,241,910	23	2,854	82	20	2,933	7,053	4,709
2014	22,733	137	35,119	1,344,931	15	1,689	59	70	2,756	22,593	4,893
2015	22,368	145	30,691	2,185,239	27	1,736	78	63	1,876	25,749	8,157
2016	23,670	157	38,246	2,015,901	25	313	38	139	1,588	18,184	6,528

주) 1. 양¹ : 산양, 면양(2013년 4마리 포함 이후 없음)2. 기타 가금류² : 오리, 칠면조, 거위

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)


다. 개발 및 삭감계획

- 본 사업지역인 하늘지구 인근 지역의 개발 및 삭감계획은 없는 것으로 확인됨


2.9 문화재 현황

- 하늘지구가 위치하고 있는 봉화군에 ‘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, 2013, 환경부·국립공원관리공단
- 하늘지구가 위치한 봉화군에는 보존가치가 있는 지형·지질이 3개소 존재하는 것으로 조사됨

<표 2.9-1> 봉화군 관내 지질노두

	황룡리 선캠브리아기 흥제사 화강암	
	행정구역	경상북도 봉화군 소천면 황룡리
	GPS좌표	북위 36° 58' 44" 동경 129° 00' 30"
	설명	경상북도 봉화군 지역의 선캠브리아기 흥제사 화강암 내에는 견운모 광상이 분포한다. 이 지역 견운모광상은 열수변질작용에 의해 화강암을 모암으로 한 견운모화작용에 의해 형성되었다. 모암인 흥제사 화강암내에서 견운모광상이 발달하는 것은 단층과 같은 단열구조와 관련되는 것으로 나타났다.

<표 2.9-2> 봉화군 관내 지질·광물 문화재(1)

	봉화 묘곡층 연체동물 화석산지	
	행정구역	경상북도 봉화군 재산면 묘곡
	GPS좌표	북위 36° 49' 15" 동경 128° 48' 16"
	유형	고생물(동물화석)
설명	본 화석산지는 중생 대 쥐라기 후기 ~ 백악기 전기에 해당하는 후대동(後大同)-선경상(先慶尙)의 지층인 묘곡층에 속한다. 묘곡층은 해방 후 국내 학자에 의해 새로이 추가된 지층으로서 동부 아시아지역 중생대 후기 지사를 연구하는데 매우 중요한 지층이다.	

<표 2.9-3> 봉화군 관내 지질·광물 문화재(2)

봉화 장군광산 장군석 산지	
행정구역	경상북도 봉화군 재산면 서천리
GPS좌표	북위 36° 51', 동경 129° 51'
유형	암석·광물
설명	장군석은 광물학자 김수진에 의하여 1975년에 장군광산에서 세계 최초로 발견 명명되어 국제광물학회연합의 공인을 받은 신종 광물로 탄산망간광석이 지표근처에서 용화작용으로 생성된 산화망간광석 중 다른 산화망간광물들 및 방해석과 함께 산출한다

제 3 장

환경현황 조사

- 3.1 유역 현황
- 3.2 오염원 현황
- 3.3 수질 현황
- 3.4 퇴적물 환경
- 3.5 생태 환경
- 3.6 토양 환경
- 3.7 지질 환경
- 3.8 장래오염원 예측 및 부하량 산정
- 3.9 기본계획(안)

제3장 환경현황 조사

3.1 유역 현황

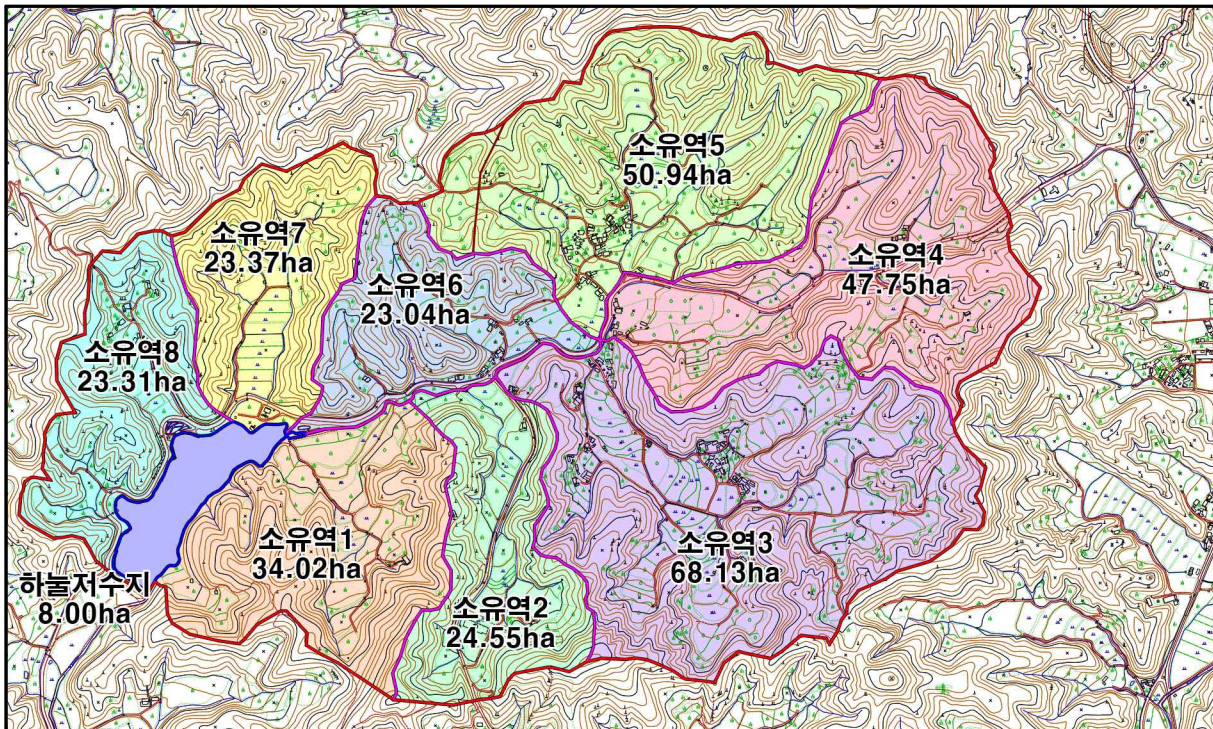
3.1.1 유역구분

- 하늘저수지 유역을 유입하천 및 배수구역에 따라 소유역으로 구분하였음
- 하늘저수지는 총 9개 소유역으로 구분하여 소유역 구분도를 (그림 3.1-1)과 같이 제시하였음

<표 3.1-1> 소유역별 행정구역 및 토지이용현황

소유역	읍·면·동	리	지목별 면적(ha)					
			계	전	답	임야	대지	기타
총 계			295.11	24.90	64.29	172.45	4.42	29.05
총 계 (%)			(100.0)	(8.44)	(21.78)	(58.44)	(1.50)	(9.84)
하늘 I	상운면	하늘리	34.03	2.58	7.91	20.66	0.11	2.77
하늘 II	봉성면	외삼리	24.55	2.30	5.39	13.86	0.09	2.91
하늘 III	봉성면	외삼리	68.13	9.07	15.61	36.24	1.56	5.65
하늘 IV	봉성면	외삼리	47.74	2.18	11.64	29.16	0.29	4.47
하늘 V	봉성면	외삼리	50.94	4.34	11.07	28.64	1.70	5.19
하늘 VI	봉성면	외삼리	23.04	1.25	4.93	13.15	0.36	3.35
하늘 VII	상운면	하늘리	23.37	2.47	3.63	15.39	0.10	1.78
하늘 VIII	상운면	하늘리	23.31	0.71	4.11	15.35	0.21	2.93

주) 하늘저수지 수면적(8.00ha) 제외, 유역면적은 최신 수치지도 및 GIS를 이용하여 재산정한 것임



(그림 3.1-1) 하늘저수지 소유역 구분도

3.1.2 자연환경

가. 일반현황

- 봉화군은 경상북도 북단에 위치하여 동쪽으로 울진군·영양군, 서쪽으로 영주시, 남쪽으로 안동시, 북쪽으로 강원도 영월군·태백시·삼척시와 접함
- 봉화군의 북쪽 경계부는 대체로 소백산맥이 태백산맥에서 분기하는 기부에 해당되며 태백산(1,567m)·구운산(1,346m)·금산(1,245m)·선달산(1,236m) 등 고봉이 많음
- 북부·동부를 중심으로 한 군내에도 1,000m 이상의 고봉을 일으키는 여맥(餘脈)이 중첩하여 경상북도 제1의 산악군을 이루고 있음
- 중앙부를 남서류하면서 여러 지류를 모으는 낙동강의 상류인 내성천(乃城川) 유역에 약간의 평지가 분포함

<표 3.1-2> 봉화군 위치

군청 소재지	단	경도와 위도의 극점		연장 거리
		지점	극점	
경상북도 봉화군 봉화읍 봉화로 1111 (내성리 537)	동단	석포면 석포리	동경 129° 11' 15"	동서간 48km
	서단	봉화읍 도촌리	동경 128° 38' 22"	
	남단	재산면 남면리	북위 36° 44' 39"	남북간 39km
	북단	석포면 석포리	북위 36° 05' 51"	

자료 : 57회 봉화군 통계연보(2017)



(그림 3.1-2) 하늘저수지 위치도

나. 환경관련 지구·지역 지정현황

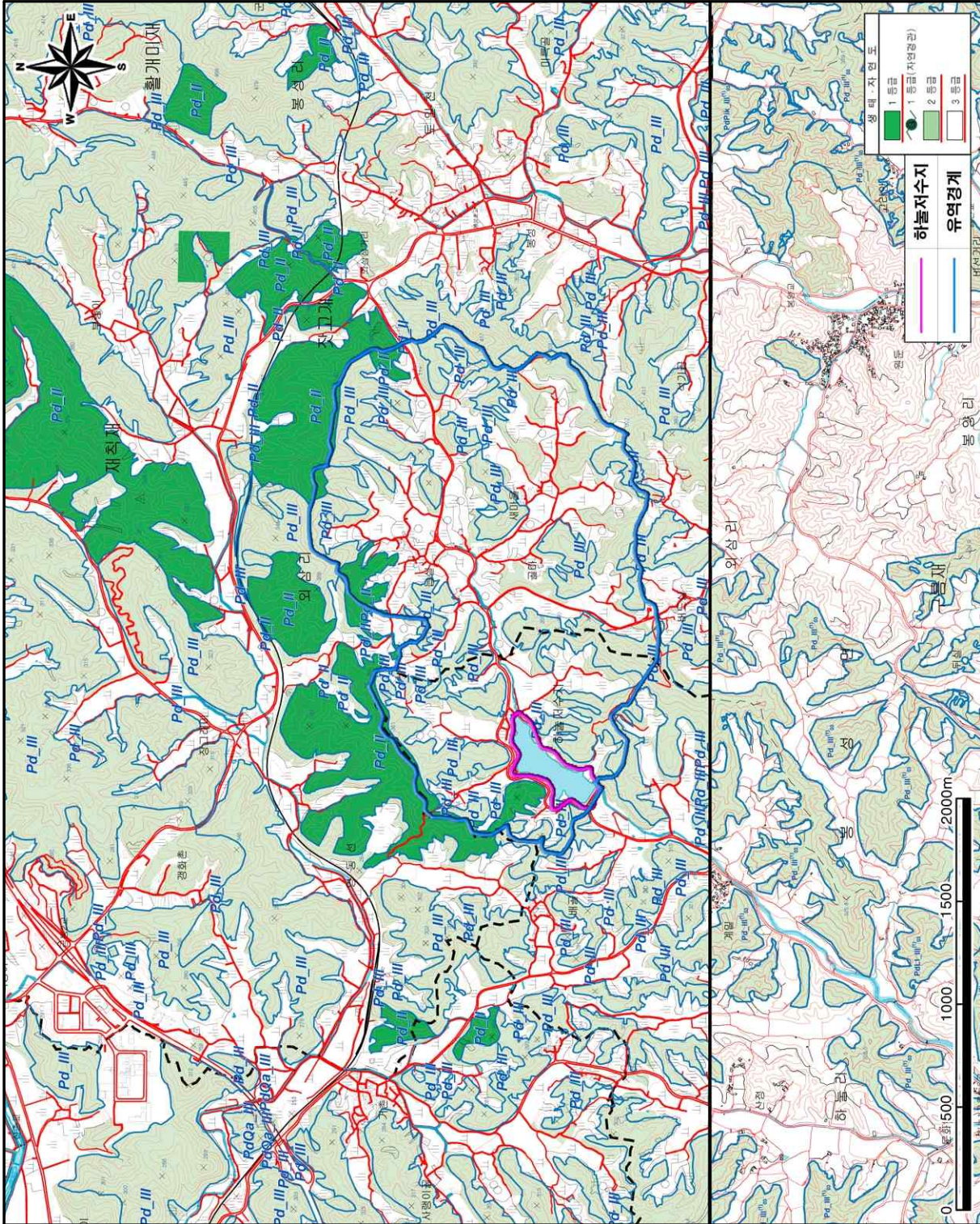
- 봉화군의 환경관련 지구·지역 지정현황을 조사한 결과 생태·자연도 1등급지역, 상수원보호구역, 야생생물보호구역, 자연공원, 백두대간보호지역, 수질오염총량관리 대상지역, 배출허용기준(폐수) 지역이 지정되어 있는 것으로 조사됨

<표 3.1-3> 환경관련지역 현황

환경관련지역	관할구역 관련내용	관련기준
생태·자연도 1등급지역	해당	자연환경보전법 제34조
상수원보호구역	6개소	수도법 제7조
야생생물 보호구역	1개소	야생생물 보호 및 관리에 관한 법 제33조
자연공원	1개소	자연공원법 제4조
백두대간 보호지역	해당	백두대간 보호에 관한 법률 제6조
생태·경관 보전지역	해당사항 없음	자연환경보전법 제12조
생태계변화 관찰지역	해당사항 없음	자연환경보전법 제31조
대기보전 특별대책지역	해당사항 없음	환경정책기본법 제38조 (환경부고시 제2015-225호)
상수원수질보전 특별대책지역	해당사항 없음	환경정책기본법 제38조 (환경부고시 제2015-185호)
습지보호지역	해당사항 없음	습지보전법 제8조
수질오염총량 관리유역	해당	낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률 제9조
배출시설설치 제한지역	해당사항 없음	수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제33조
배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역	‘청정’지역, ‘가’지역	수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제32조

(1) 생태·자연도

- 하늘저수지 및 유역은 생태·자연도 1, 2, 3등급으로 이루어져 있으며, 생태·자연도 1등급지역은 대부분 하늘저수지 유역 북측에 지정되어 있는 것으로 조사됨



(그림 3.1-3) 하늘저수지 및 유역 생태·자연도

(2) 상수원보호구역 현황

- 봉화군에는 다음 <표 3.1-4>와 같이 봉화, 물야, 춘양, 소천, 석포, 재산 6개소의 상수원보호구역이 지정되어 있는 것으로 조사됨

<표 3.1-4> 상수원보호구역 현황

구역명	면적(천 m ²)	취수장명	지정일자	비고
봉화	43	봉화	1975.09.01.	-
물야	31	물야	1994.11.19.	-
춘양	81	춘양	2004.12.30.	-
소천	219	소천	1983.07.13.	-
석포	2,603	석포	1997.06.27.	-
재산	244	재산	1984.02.29.	-

자료 : 2017 상수원보호구역 지정현황(환경부, 2018)

(3) 야생생물 보호구역 현황

- 봉화군에는 다음 <표 3.1-5>과 같이 1개소의 야생생물 보호구역이 지정되어 있는 것으로 조사되었으며, 하늘저수지 남측으로 약 5.7km 이격된 지점에 위치하고 있음

<표 3.1-5> 야생생물 보호구역 지정현황

고시번호	고시일	소재지	지정면적(km ²)	종 현황
경북봉화군 제2013-564호	2013.07.	상운면 문촌리 산48	0.4824	황조롱이, 수달, 삵

자료 : 2017 야생생물 보호구역 지정현황(환경부, 2018)

(4) 자연공원 현황

- 봉화군에는 다음 <표 3.1-6>과 같이 3개소의 자연공원이 지정되어 있는 것으로 조사되었음

<표 3.1-6> 자연공원 지정현황

공원종류	공원명	위치	면적(km ²)	지정일	이격거리(km)
국립	소백산	충북, 경북	322.011	1987.12.14.	북서측 15.0
	태백산	강원	70.052	2016.08.22.	북동측 23.4
도립	청량산	경상북도 봉화, 안동	49.470	1982.08.21.	남동측 10.7

자료 : 2017 자연공원 지정현황(환경부, 2018)

(5) 백두대간 보호지역

- 봉화군에는 다음 <표 3.1-7>과 같이 백두대간 보호지역(핵심구역 68,035,989㎡, 완충구역 17,969,190㎡, 총 86,005,179㎡)이 지정되어 있는 것으로 조사됨
- 하늘저수지가 위치하고 있는 상운면과 봉성면에는 백두대간 보호지역이 위치하지 않으며, 하늘저수지 동측으로 약 4.1km 이격된 지점에 문수지맥이 위치하고 있는 것으로 조사됨

<표 3.1-7> 백두대간 보호구역 지정현황

총면적(㎡)	핵심구역(㎡)	완충구역(㎡)	이격거리(km)
86,005,179	68,035,989	17,969,190	북측 13.4

주) 1. 핵심구역 : 백두대간의 능선을 중심으로 일정한 구역을 특별히 보호하고자 하는 지역
 2. 완충구역 : 핵심구역의 연접지역으로서 핵심구역의 보호상 필요한 지역
 자료 : 2005 백두대간 보호지역 현황(환경부, 2007)

(6) 저황유의 공급 및 사용지역

- 봉화군은 황함유율 0.1% 이하의 경유, 0.5% 이하의 중유를 사용토록 지정되어 있는 것으로 조사됨

<표 3.1-8> 저황유 공급 및 사용지역 지정현황

구분	경유	중유	비고
봉화군	황함유율 0.1% 이하	황함유율 0.5% 이하	-

자료 : 대기환경보전법 시행령 [별표 10의2] 저황유의 공급지역 및 사용시설의 범위(개정 2019.07.02)

(7) 배출허용기준(폐수)적용을 위한 지역지정 규정

- 봉화군의 수질오염물질 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정 현황을 조사한 결과 하늘저수지 유역이 위치하고 있는 봉성면은 “청정”지역, 상운면은 “가”지역으로 조사됨

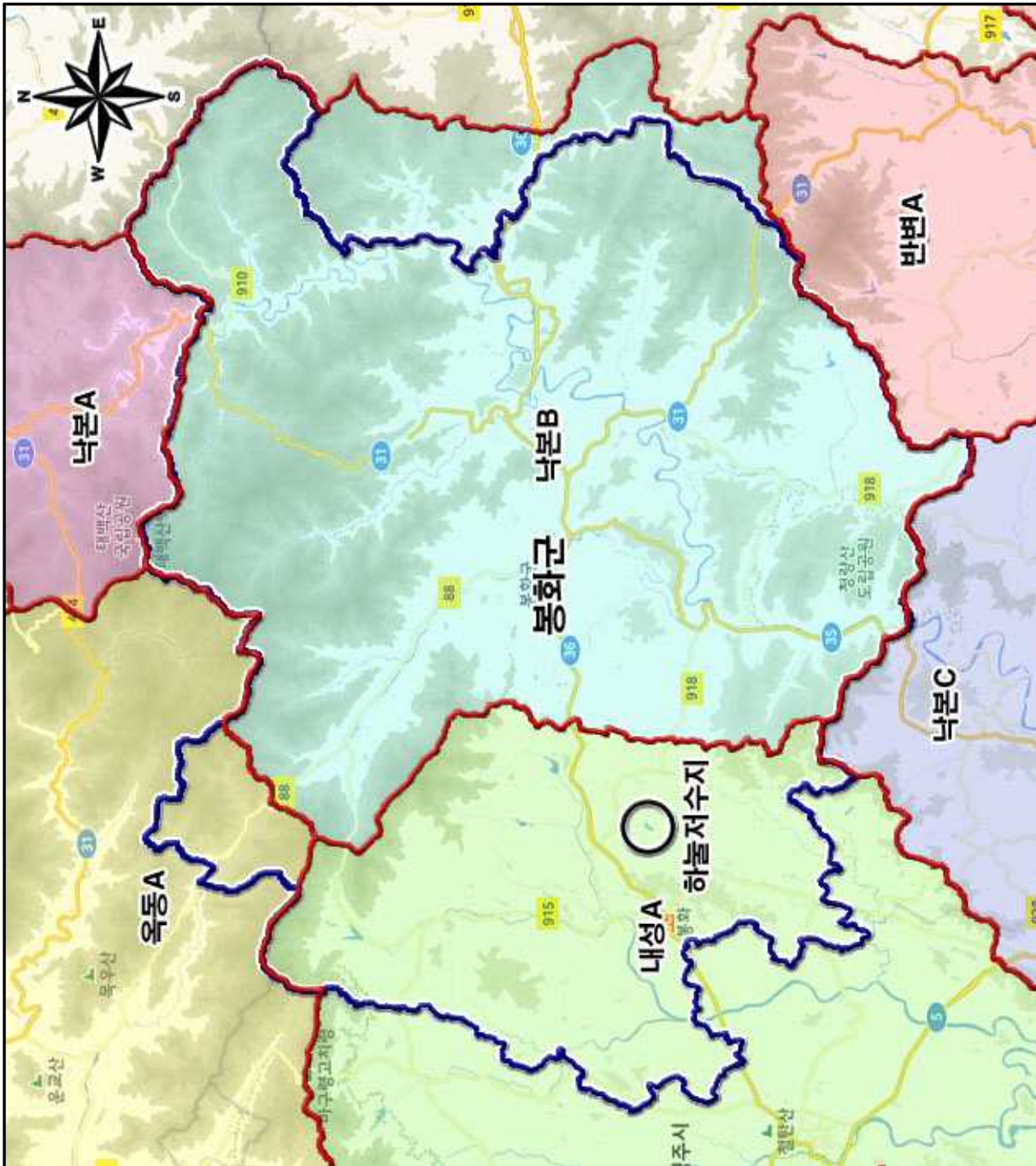
<표 3.1-9> 배출허용기준(폐수) 적용지역 지정현황

지역별 행정구역	"청정" 지역	"가" 지역	"나" 지역
봉화군	물야·법전·재산·명호·소천· 춘양·석포·봉성면, 봉화읍	"청정"지역을 제외한 전역	-

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

(8) 수질오염총량관리 대상지역

- 수질오염총량제도는 하천의 용수목적 등에 맞는 목표수질을 설정하고 해당 하천수계의 배수구역에서 배출되는 오염부하총량이 설정된 목표수질을 달성할 수 있는 허용량 이하가 되도록 관리하는 제도임
- 봉화군은 한강 옥동A 단위유역과 낙동강 내성A, 낙본B 단위유역에 해당하며, 하늘저수지 유역은 내성A 단위유역에 해당하는 것으로 조사됨



(그림 3.1-4) 수질오염총량 관리지역도

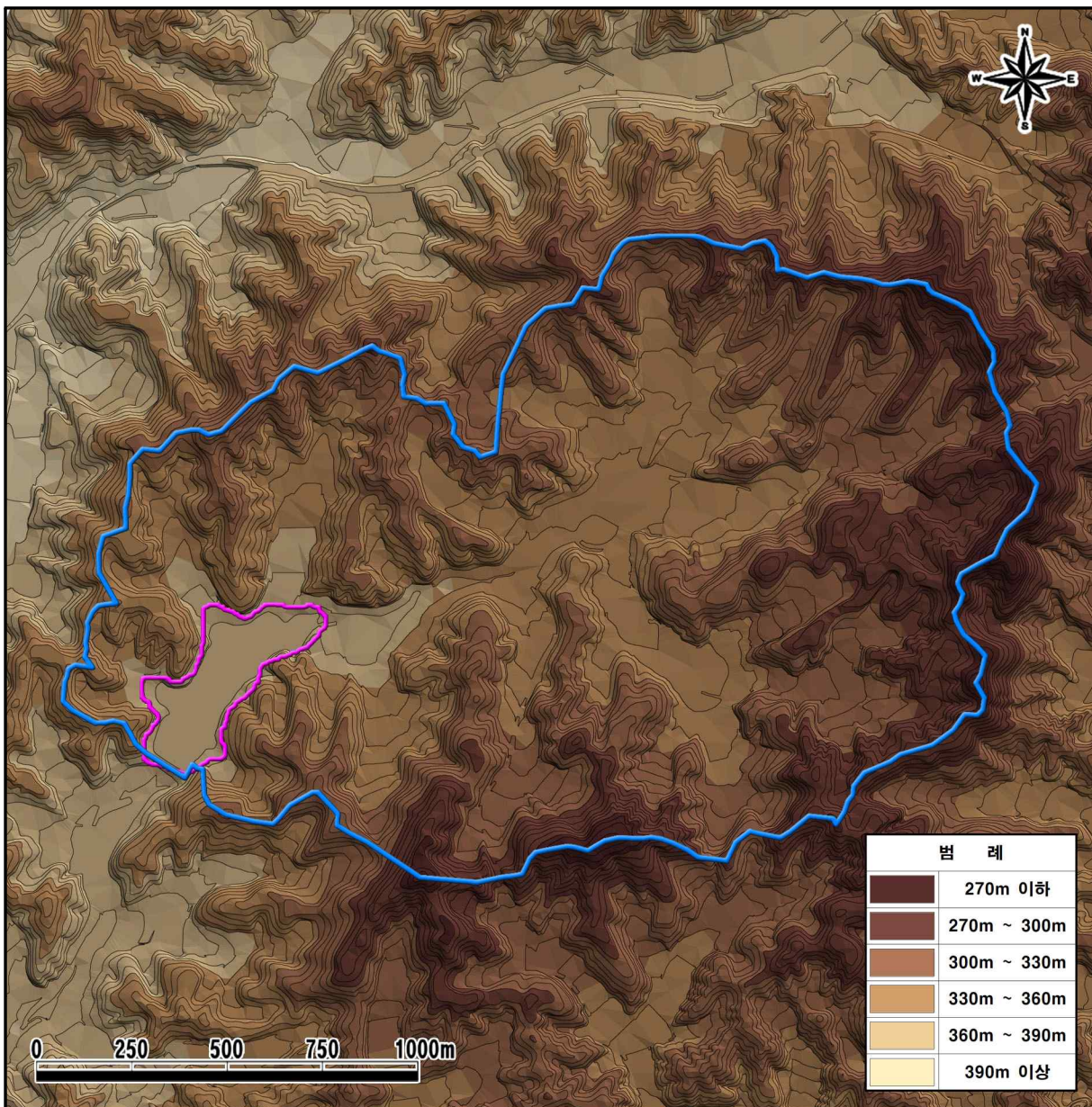
다. 지형·지질

(1) 표고

- 하늘지구 유역의 표고는 290.0m~416.5m로 이루어져 있는 것으로 조사되었으며, 표고차는 약 126.5m로 분석됨

<표 3.1-10> 표고분석

구분	합계	300m 이하	300~330m	330~360m	360~390m	390m 이상
면적(ha)	310.00	22.62	120.32	112.53	48.82	5.71
구성비(%)	100.0	7.30	38.81	36.30	15.75	1.84



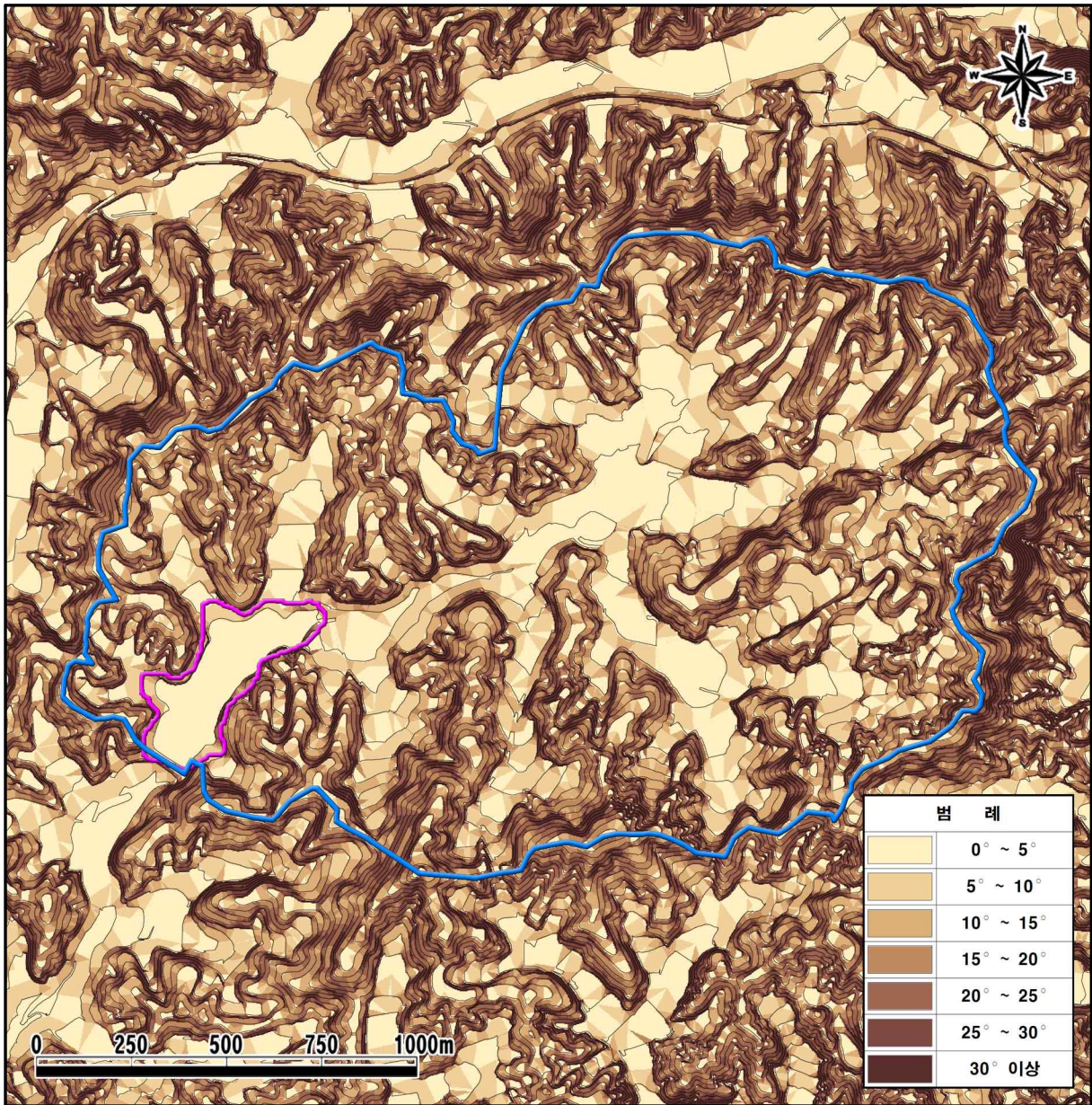
(그림 3.1-5) 표고 분석도

(2) 경사

- 하늘지구 유역의 경사는 $0^{\circ} \sim 84.8^{\circ}$ 로 이루어져 있는 것으로 조사되었으며, 평균경사는 약 15.4° 로 분석됨

<표 3.1-11> 경사분석

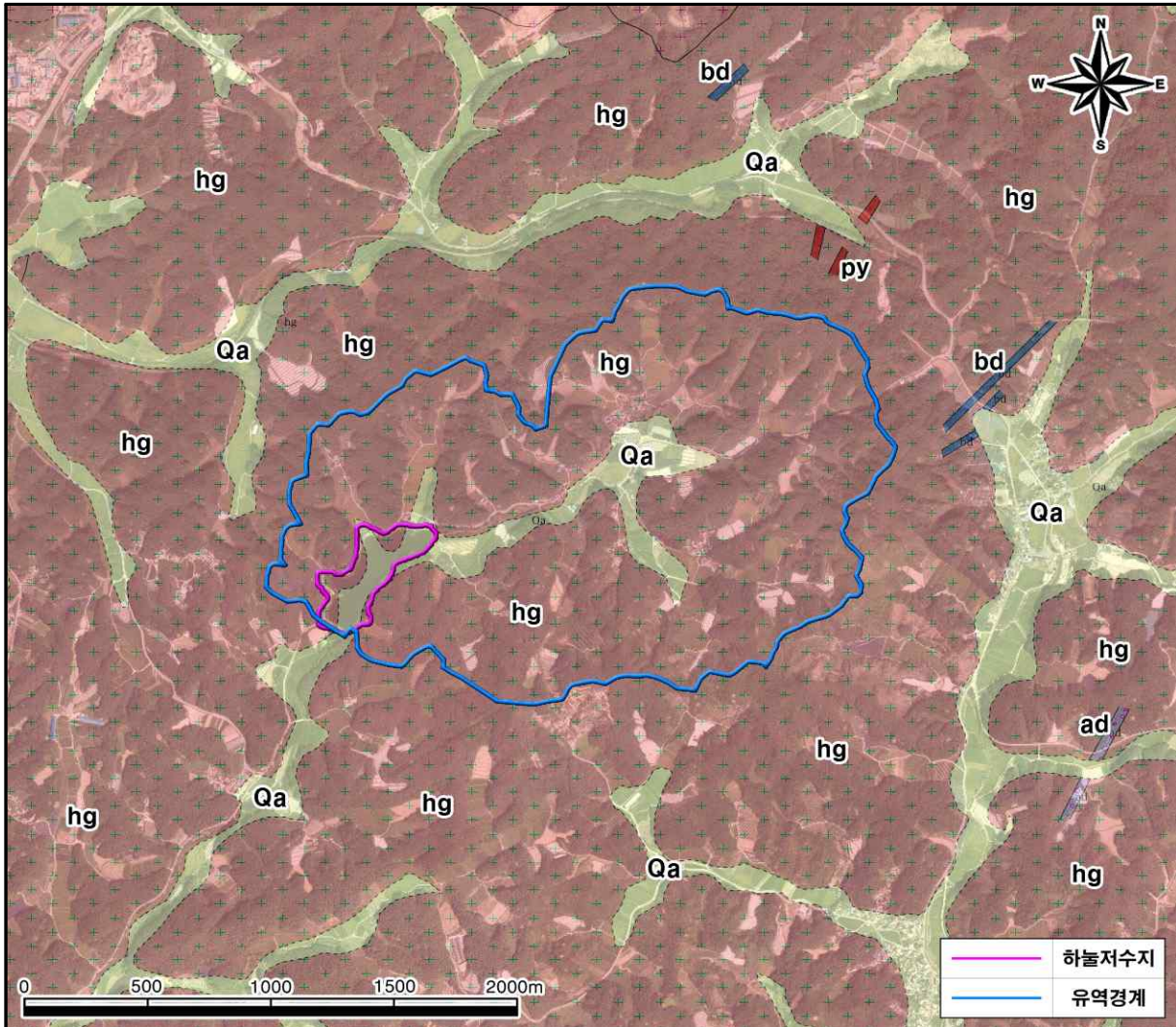
구분	합계	0~5°	5~10°	10~15°	15~20°	20~25°	25~30°	30° 이상
면적(ha)	310.00	80.98	40.81	35.58	45.47	46.27	29.78	31.11
구성비(%)	100.00	26.12	13.16	11.48	14.67	14.92	9.61	10.04








(그림 3.1-6) 경사 분석도

(3) 지질조사

- 하늘저수지 및 유역의 지질현황은 한국지질자원연구원(<http://kigam.re.kr>)에서 제공하는 지질주제도서비스를 활용하여 조사한 결과, 신생대 제4기의 총적층과 시대 이상의 각섬석화강암으로 이루어져 있는 것으로 조사됨



범 례	기호	시대	지층명	대표암석
		Qa	신생대 제4기	총적층
	py	중생대 백악기	신기페그마타이트 및 반화강암(aplite)	좌 동
	ad	중생대 백악기	석영반암	좌 동
	bd	중생대 백악기	반암	좌 동
	hg	시대 이상	각섬석화강암	좌 동

(그림 3.1-7) 하늘저수지 주변유역 지질도

3.2 오염원 현황

- 오염원 현황은 생활계, 축산계, 산업계, 양식계, 매립계 및 토지계로 구분하였으며, 조사는 「수질오염총량관리기술지침(2014.5)」에 준하여 수행하였음
- 조사지역은 봉화군 상운면의 하늘저수지로 유입되는 8개 소유역에 해당됨

가. 생활계

- 인구 현황 조사결과, 상운면 하늘리는 비시가지 하수미처리구역으로 구분되며, 총 278명 중 18명이 하늘저수지 유역내에 거주하고 봉성면 외삼리는 비시가지 하수미처리구역으로 구분되며, 총 212명 중 137명이 하늘저수지 유역내에 거주하는 것으로 조사됨
- 하늘저수지 유역내에 거주인구는 전체 155명이고, 하늘Ⅲ 소유역에서 56명으로 가장 많이 거주하며, 하늘Ⅴ, 하늘Ⅵ, 하늘Ⅳ, 하늘Ⅷ 순으로 거주자가 많고, 하늘Ⅰ이 2명으로 가장 적은 인구가 거주함

<표 3.2-1> 유역별 인구 현황

[단위: 명]

소유역	계	비시가지 인구							비고
		하수처리구역			하수미처리구역 ²⁾				
		소계	분류식	합류식	소계	수세식		수거식	
						오수처리	정화조		
총 계	155	-	-	-	-	47	111	5	-
하늘Ⅰ	2	-	-	-	-	1	1	-	-
하늘Ⅱ	4	-	-	-	-	1	3	-	-
하늘Ⅲ	56	-	-	-	-	16	41	2	-
하늘Ⅳ	12	-	-	-	-	4	9	-	-
하늘Ⅴ	46	-	-	-	-	14	34	2	-
하늘Ⅵ	19	-	-	-	-	6	14	1	-
하늘Ⅶ	4	-	-	-	-	2	2	-	-
하늘Ⅷ	12	-	-	-	-	5	7	-	-

자료 : 1) 2017년 전국오염원자료, 2018

2) 상운면 하늘리 및 봉성면 외삼리의 하수미처리구역의 오수처리, 정화조, 수거식의 구성비율을 적용

나. 축산계

- 하늘저수지 유역내에 사육되는 가축은 한우 29두, 닭 112마리, 개 8마리가 조사됨
- 가축분뇨는 모두 개별퇴비화 등으로 자체 처리되어 경작지(논, 밭)로 살포되고 있음

<표 3.2-2> 소유역별 가축 사육두수 현황

[단위 : 두, 마리]

소유역	한우	젓소	돼지	사슴	양	닭	개
총 계	29	-	-	-	-	112	8
하늘Ⅰ	-	-	-	-	-	-	-
하늘Ⅱ	29	-	-	-	-	-	-
하늘Ⅲ	-	-	-	-	-	72	8
하늘Ⅳ	-	-	-	-	-	12	-
하늘Ⅴ	-	-	-	-	-	15	-
하늘Ⅵ	-	-	-	-	-	7	-
하늘Ⅶ	-	-	-	-	-	-	-
하늘Ⅷ	-	-	-	-	-	6	-

자료 : 2017년 전국오염원자료, 2018

다. 토지계

- 비점오염원의 유입경로는 주로 지표면에 축적되어 있는 오염물질이 강우에 의해 표면 유출되는 것으로 그 발생원에는 농경지의 잔존 비료 및 농약, 주거지역의 지표오염물질, 퇴비화하여 살포된 가축분뇨 등이 있음
- 농촌지역에 가축사육시설이 산재되어 있고 가축분뇨를 농경지에 개별퇴비화하거나 야적시 관리가 소홀할 경우 강우 시에 유출될 수 있음
- 하늘저수지 유역면적은 295.11ha로 토지이용현황을 살펴보면 임야가 172.45ha (58.44%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 다음으로 답>전>대지>기타의 순으로 분포하고 있음

<표 3.2-3> 소유역별 행정구역 및 토지이용현황

소유역	읍·면·동	리	지목별 면적(ha)					
			계	전	답	임야	대지	기타
총 계 (%)			295.11 (100.0)	24.91 (8.44)	64.29 (21.78)	172.45 (58.44)	4.42 (1.50)	29.04 (9.84)
하늘 I	상운면	하늘리	34.03	2.58	7.91	20.66	0.11	2.77
하늘 II	봉성면	외삼리	24.55	2.30	5.39	13.86	0.09	2.91
하늘 III	봉성면	외삼리	68.13	9.07	15.61	36.24	1.56	5.65
하늘 IV	봉성면	외삼리	47.74	2.18	11.64	29.16	0.29	4.47
하늘 V	봉성면	외삼리	50.94	4.34	11.07	28.64	1.70	5.19
하늘 VI	봉성면	외삼리	23.04	1.25	4.93	13.15	0.36	3.35
하늘 VII	상운면	하늘리	23.37	2.47	3.63	15.39	0.10	1.78
하늘 VIII	상운면	하늘리	23.31	0.71	4.11	15.35	0.21	2.93

주) 1. 하늘저수지 수면적(8.00ha) 제외
 2. 하늘리 전체 면적 652.85ha중 하늘저수지 유역은 80.70ha(27.35%)로 분포
 3. 외삼리 전체 면적 805.79ha중 하늘저수지 유역은 214.41ha(72.65%)로 분포

라. 산업계

- 하늘저수지 유역 내에는 산업계가 소재하지 않는 것으로 조사됨

마. 양식계

- 하늘저수지 유역 내에는 양식장이 소재하지 않는 것으로 조사됨

바. 매립계

- 하늘저수지 유역 내에는 매립장이 소재하지 않는 것으로 조사됨

3.2.1 오염부하량 산정

- 오염부하량 산정시 원단위는 지역적 특성을 반영하도록 실측자료를 사용하는 것이 바람직하나 실측자료는 측정 회수의 제한이 있으므로, 「수질오염총량관리기술지침(2014.5)」의 원단위를 사용하였음

가. 오·폐수 발생량

- 유역에서 발생하는 오·폐수발생량은 29.64m³/일이며, 생활계가 전체의 99.36%(29.45m³/일)로 가장 높은 비율을 차지하는 것으로 나타남
- 하늘Ⅲ소유역의 오·폐수발생량은 10.30m³/일로 전체의 34.75%를 차지하며, 하늘Ⅴ소유역이 8.73m³/일(29.45%)로 두 번째로 많이 발생함

<표 3.2-4> 소유역별 오·폐수 발생량

[단위 : m³/일]

소유역	계	생활계	축산계	산업계	양식계	매립계	비 고
총계	29.64	29.45	0.19	-	-	-	-
하늘Ⅰ	0.42	0.42	-	-	-	-	-
하늘Ⅱ	0.89	0.70	0.19	-	-	-	-
하늘Ⅲ	10.30	10.30	-	-	-	-	-
하늘Ⅳ	2.27	2.27	-	-	-	-	-
하늘Ⅴ	8.73	8.73	-	-	-	-	-
하늘Ⅵ	3.67	3.67	-	-	-	-	-
하늘Ⅶ	0.84	0.84	-	-	-	-	-
하늘Ⅷ	2.52	2.52	-	-	-	-	-

주) 가정용물사용량은 하늘리가 58.28m³/일(278명), 외삼리가 37.02m³/일(212명)

자료 : 2017년 전국오염원자료, 2018

나. 발생부하량

(1) 생활계

- 인구에 의한 BOD 발생부하량은 8.01kg/일, T-N 2.15kg/일, T-P 0.26kg/일로 산정됨
- 하늘Ⅲ 소유역의 BOD 발생부하량 2.87kg/일로 전체의 35.79%를 차지하며, T-N 0.77kg/일, T-P 0.09kg/일로 소유역 중 발생부하량이 가장 많음

<표 3.2-5> 소유역별 생활계 발생부하량

[단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총계	8.01	2.15	0.26
하늘Ⅰ	0.10	0.03	0.00
하늘Ⅱ	0.19	0.05	0.01
하늘Ⅲ	2.87	0.77	0.09
하늘Ⅳ	0.63	0.17	0.02
하늘Ⅴ	2.43	0.65	0.08
하늘Ⅵ	1.02	0.27	0.03
하늘Ⅶ	0.19	0.05	0.01
하늘Ⅷ	0.58	0.16	0.02

(2) 축산계

- 가축에 의한 BOD 발생부하량은 총 16.04kg/일이고, T-N 발생부하량은 3.59kg/일, T-P 발생부하량은 1.10kg/일로 산정됨
- 하늘 II 소유역의 BOD 발생부하량 15.31kg/일로 전체의 95.45%를 차지하며, T-N 3.39kg/일, T-P 1.05kg/일로 소유역 중 발생부하량이 가장 많음

<표 3.2-6> 소유역별 축산계 발생부하량 [단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	16.04	3.59	1.10
하늘 I	-	-	-
하늘 II	15.31	3.39	1.05
하늘 III	0.52	0.15	0.04
하늘 IV	0.06	0.01	0.00
하늘 V	0.08	0.02	0.01
하늘 VI	0.04	0.01	0.00
하늘 VII	-	-	-
하늘 VIII	0.03	0.01	0.00

(3) 토지계

- 토지이용에 의한 BOD 발생부하량은 총 7.56kg/일이고, T-N 발생부하량은 11.19kg/일, T-P 발생부하량은 0.79kg/일로 산정됨
- 하늘 III 소유역의 경우 BOD 발생부하량 2.23kg/일로 전체의 29.50%를 차지하며, T-N 2.93kg/일, T-P 0.20kg/일로 소유역 중 발생부하량이 가장 많음

<표 3.2-7> 소유역별 토지계 발생부하량 [단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	7.56	11.19	0.79
하늘 I	0.54	1.25	0.09
하늘 II	0.39	0.91	0.06
하늘 III	2.23	2.93	0.20
하늘 IV	0.87	1.68	0.12
하늘 V	2.10	2.04	0.16
하늘 VI	0.60	0.81	0.06
하늘 VII	0.37	0.84	0.05
하늘 VIII	0.46	0.73	0.05

다. 배출부하량

(1) 생활계

- 인구에 의한 배출부하량은 하수처리시설, 분뇨처리시설 등 환경기초시설, 오수처리시설, 단독정화조 등의 개별처리시설의 처리효율을 고려하여 삭감한 후 산정함
- 인구에 의한 BOD 배출부하량은 3.21kg/일, T-N 1.24kg/일, T-P 0.17kg/일로 산정됨
- 하늘Ⅲ 소유역의 BOD 배출부하량은 1.18kg/일로 전체의 36.76%를 차지하며, T-N과 T-P는 각각 0.45kg/일, 0.07kg/일로 배출부하량이 가장 많음

<표 3.1-8> 소유역별 생활계 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	3.21	1.24	0.17
하늘 I	0.03	0.01	0.00
하늘 II	0.09	0.03	0.00
하늘 III	1.18	0.45	0.07
하늘 IV	0.26	0.10	0.01
하늘 V	0.98	0.37	0.06
하늘 VI	0.40	0.16	0.02
하늘 VII	0.06	0.03	0.00
하늘 VIII	0.21	0.09	0.01

(2) 축산계

- 가축에 의한 BOD 배출부하량은 총 1.45kg/일이고, T-N 배출부하량은 0.56kg/일, T-P 배출부하량은 0.05kg/일로 산정됨
- 하늘 II 소유역의 BOD 배출부하량 1.38kg/일로 전체의 95.17%를 차지하며, T-N 0.54kg/일, T-P 0.05kg/일로 소유역 중 배출부하량이 가장 많음

<표 3.1-9> 소유역별 축산계 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	1.45	0.56	0.05
하늘 I	-	-	-
하늘 II	1.38	0.54	0.05
하늘 III	0.05	0.02	0.00
하늘 IV	0.01	0.00	0.00
하늘 V	0.01	0.00	0.00
하늘 VI	0.00	0.00	0.00
하늘 VII	-	-	-
하늘 VIII	0.00	0.00	0.00

(3) 토지계

- 토지이용에 의한 오염물질 배출부하량은 소유역별 발생부하량에 배출계수 1.0을 곱하여 산정하였으며, BOD 7.27kg/일, T-N 10.96kg/일, T-P 0.78kg/일로 산정됨
- 유역 면적이 가장 넓은 하늘III 소유역의 경우 BOD 배출부하량 2.23kg/일로 전체의 30.7%를 차지하고 T-N은 3.16kg/일, T-P는 0.18kg/일로 가장 배출부하량이 많음

<표 3.2-10> 소유역별 토지이용에 의한 오염물질 배출부하량 [단위 : kg/일]

소유역	BOD	T-N	T-P
총 계	7.56	11.19	0.79
하늘 I	0.54	1.25	0.09
하늘 II	0.39	0.91	0.06
하늘 III	2.23	2.93	0.20
하늘 IV	0.87	1.68	0.12
하늘 V	2.10	2.04	0.16
하늘 VI	0.60	0.81	0.06
하늘 VII	0.37	0.84	0.05
하늘 VIII	0.46	0.73	0.05

라. 총 오염부하량

(1) 총 발생부하량

- 유역의 발생부하량은 BOD가 31.61kg/일이고, T-N 16.93kg/일, T-P 2.15kg/일로 산정됨

<표 3.2-11> 오염원별 발생부하량 [단위 : kg/일]

오염원	BOD	T-N	T-P	비고
총 계	31.61	16.93	2.15	-
생활계	8.01	2.15	0.26	-
축산계	16.04	3.59	1.10	-
산업계	-	-	-	-
토지계	7.56	11.19	0.79	-
양식계	-	-	-	-

<표 3.2-12> 소유역별 BOD 발생부하량 [단위 : kg/일]

소유역	계	생활계	축산계	산업계	토지계	양식계	비고
총 계	31.61	8.01	16.04	-	7.56	-	-
하늘 I	0.64	0.10	-	-	0.54	-	-
하늘 II	15.89	0.19	15.31	-	0.39	-	-
하늘 III	5.62	2.87	0.52	-	2.23	-	-
하늘 IV	1.56	0.63	0.06	-	0.87	-	-
하늘 V	4.61	2.43	0.08	-	2.10	-	-
하늘 VI	1.66	1.02	0.04	-	0.60	-	-
하늘 VII	0.96	0.19	-	-	0.37	-	-
하늘 VIII	1.07	0.58	0.03	-	0.46	-	-

<표 3.2-13> 소유역별 T-N 발생부하량

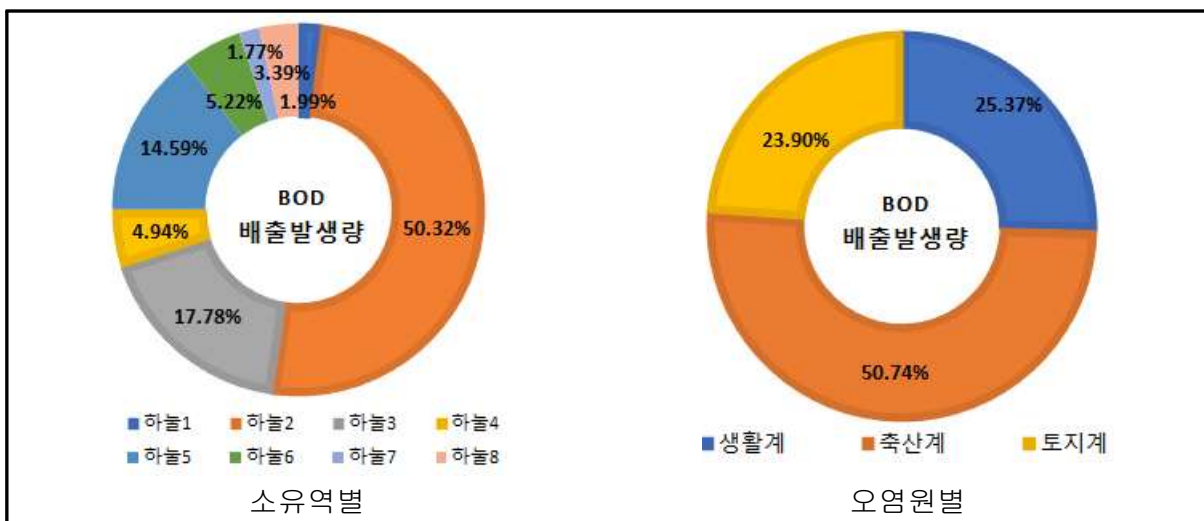
[단위 : kg/일]

소유역	계	생활계	축산계	산업계	토지계	양식계	비고
총 계	16.93	2.15	3.59	-	11.19	-	-
하늘 I	1.28	0.03	-	-	1.25	-	-
하늘 II	4.35	0.05	3.39	-	0.91	-	-
하늘 III	3.85	0.77	0.15	-	2.93	-	-
하늘 IV	1.86	0.17	0.01	-	1.68	-	-
하늘 V	2.71	0.65	0.02	-	2.04	-	-
하늘 VI	1.09	0.27	0.01	-	0.81	-	-
하늘 VII	0.89	0.05	-	-	0.84	-	-
하늘 VIII	0.90	0.16	0.01	-	0.73	-	-

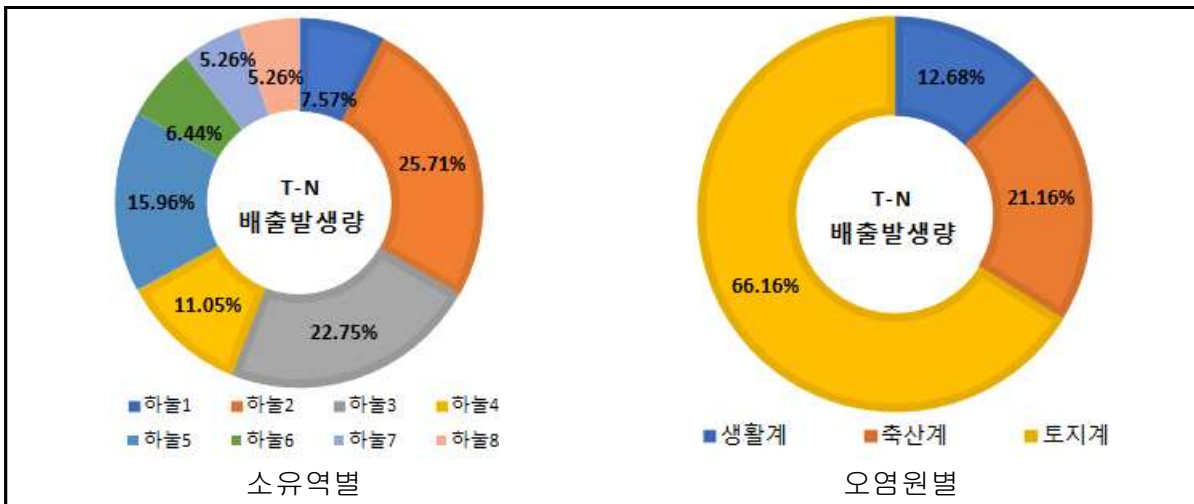
<표 3.2-14> 소유역별 T-P 발생부하량

[단위 : kg/일]

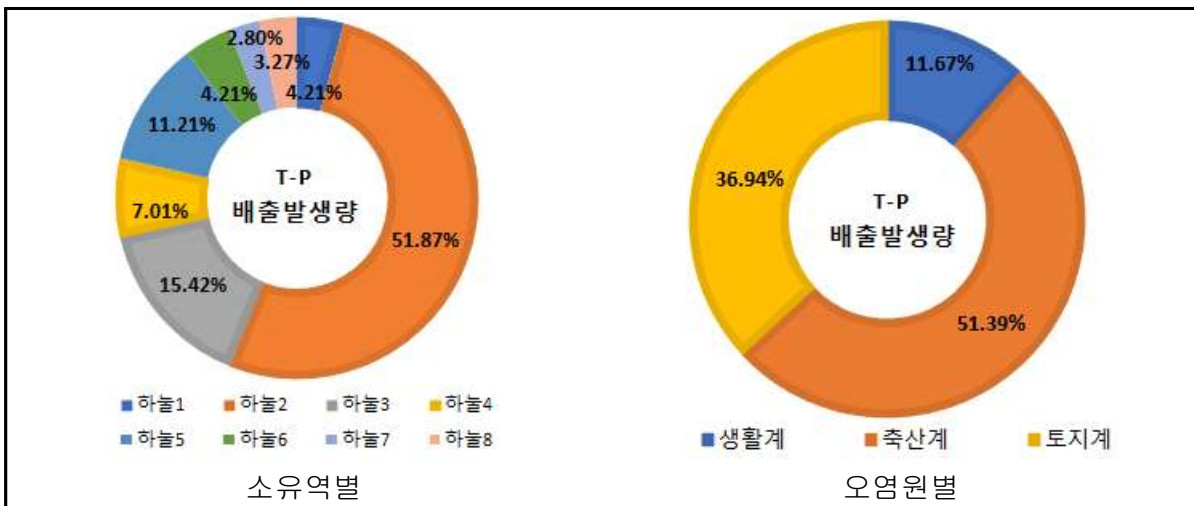
소유역	계	생활계	축산계	산업계	토지계	양식계	비고
총 계	2.15	0.26	1.10	-	0.79	-	-
하늘 I	0.09	0.00	-	-	0.09	-	-
하늘 II	1.12	0.01	1.05	-	0.06	-	-
하늘 III	0.33	0.09	0.04	-	0.20	-	-
하늘 IV	0.14	0.02	0.00	-	0.12	-	-
하늘 V	0.25	0.08	0.01	-	0.16	-	-
하늘 VI	0.09	0.03	0.00	-	0.06	-	-
하늘 VII	0.06	0.01	-	-	0.05	-	-
하늘 VIII	0.07	0.02	0.00	-	0.05	-	-



(그림 3.2-1) BOD 배출부하량 기여도



(그림 3.2-2) T-N 배출부하량 기여도



(그림 3.2-3) T-P 배출부하량 기여도

(2) 총 배출부하량

◦ 지역의 배출부하량은 BOD가 12.22kg/일이고, T-N 12.99kg/일, T-P 1.01kg/일로 산정됨

<표 3.2-15> 오염원별 배출부하량 [단위 : kg/일]

오염원	BOD	T-N	T-P	비 고
총 계	12.22	12.99	1.01	-
생활계	3.21	1.24	0.17	-
축산계	1.45	0.56	0.05	-
산업계	-	-	-	-
토지계	7.56	11.19	0.79	-
양식계	-	-	-	-

<표 3.2-16> 소유역별 BOD 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	계	생활계	축산계	산업계	토지계	양식계
총 계	12.22	3.21	1.45	-	7.56	-
하늘 I	0.57	0.03	-	-	0.54	-
하늘 II	1.86	0.09	1.38	-	0.39	-
하늘 III	3.46	1.18	0.05	-	2.23	-
하늘 IV	1.14	0.26	0.01	-	0.87	-
하늘 V	3.09	0.98	0.01	-	2.10	-
하늘 VI	1.00	0.40	0.00	-	0.60	-
하늘 VII	0.43	0.06	-	-	0.37	-
하늘 VIII	0.67	0.21	0.00	-	0.46	-

<표 3.2-17> 소유역별 T-N 배출부하량

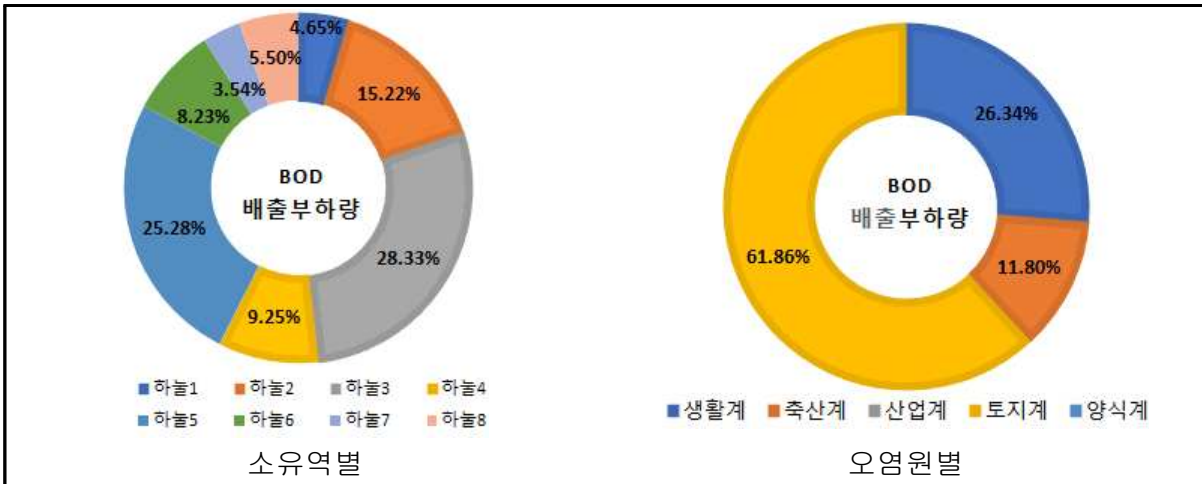
[단위 : kg/일]

소유역	계	생활계	축산계	산업계	토지계	양식계
총 계	12.99	1.24	0.56	-	11.19	-
하늘 I	1.26	0.01	-	-	1.25	-
하늘 II	1.48	0.03	0.54	-	0.91	-
하늘 III	3.40	0.45	0.02	-	2.93	-
하늘 IV	1.78	0.10	0.00	-	1.68	-
하늘 V	2.41	0.37	0.00	-	2.04	-
하늘 VI	0.97	0.16	0.00	-	0.81	-
하늘 VII	0.87	0.03	-	-	0.84	-
하늘 VIII	0.82	0.09	0.00	-	0.73	-

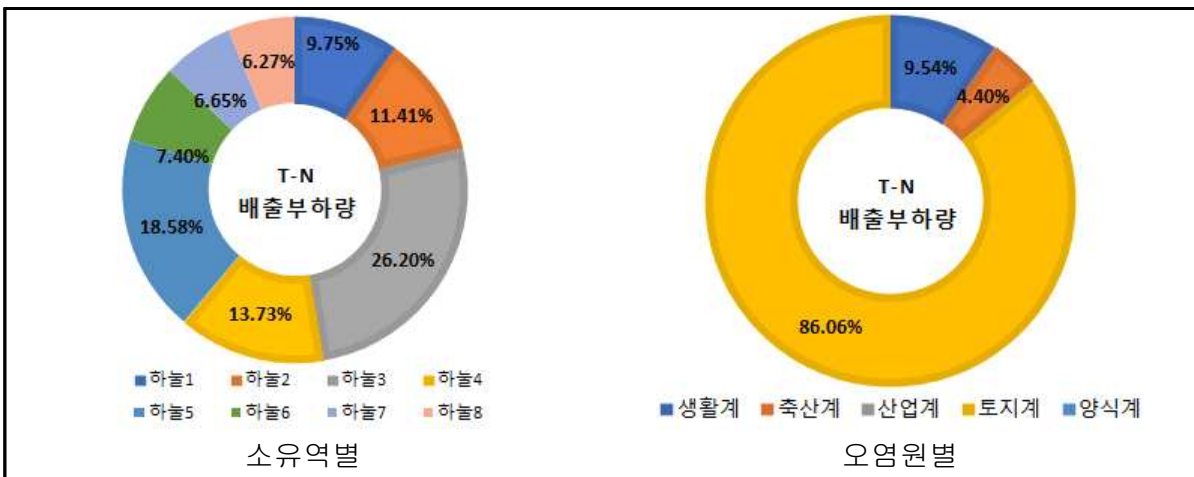
<표 3.2-18> 소유역별 T-P 배출부하량

[단위 : kg/일]

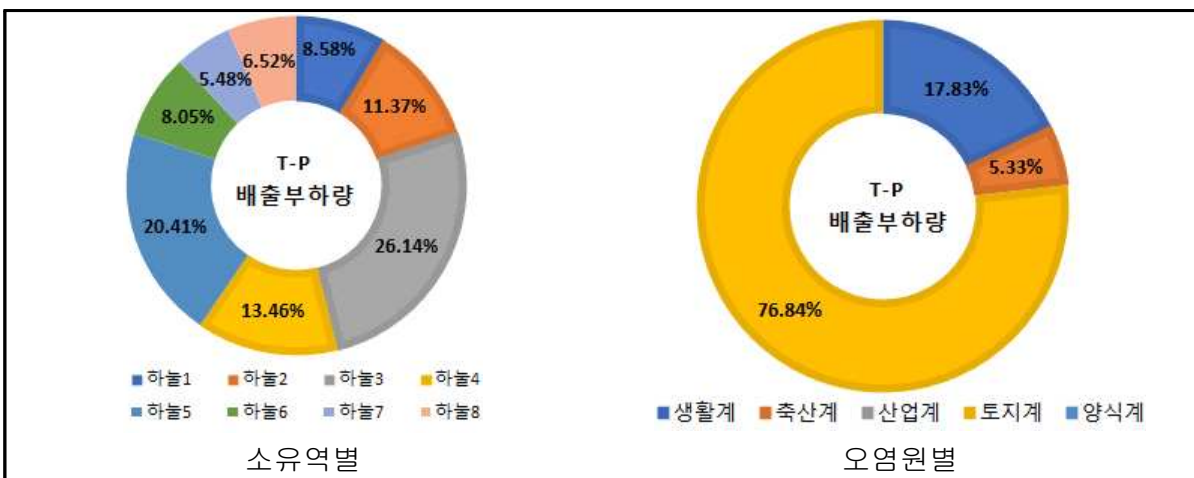
소유역	계	생활계	축산계	산업계	토지계	양식계
총 계	1.01	0.17	0.05	-	0.79	-
하늘 I	0.09	0.00	-	-	0.09	-
하늘 II	0.11	0.00	0.05	-	0.06	-
하늘 III	0.27	0.07	0.00	-	0.20	-
하늘 IV	0.13	0.01	0.00	-	0.12	-
하늘 V	0.22	0.06	0.00	-	0.16	-
하늘 VI	0.08	0.02	0.00	-	0.06	-
하늘 VII	0.05	0.00	-	-	0.05	-
하늘 VIII	0.06	0.01	0.00	-	0.05	-



(그림 3.2-4) BOD 배출부하량 기여도



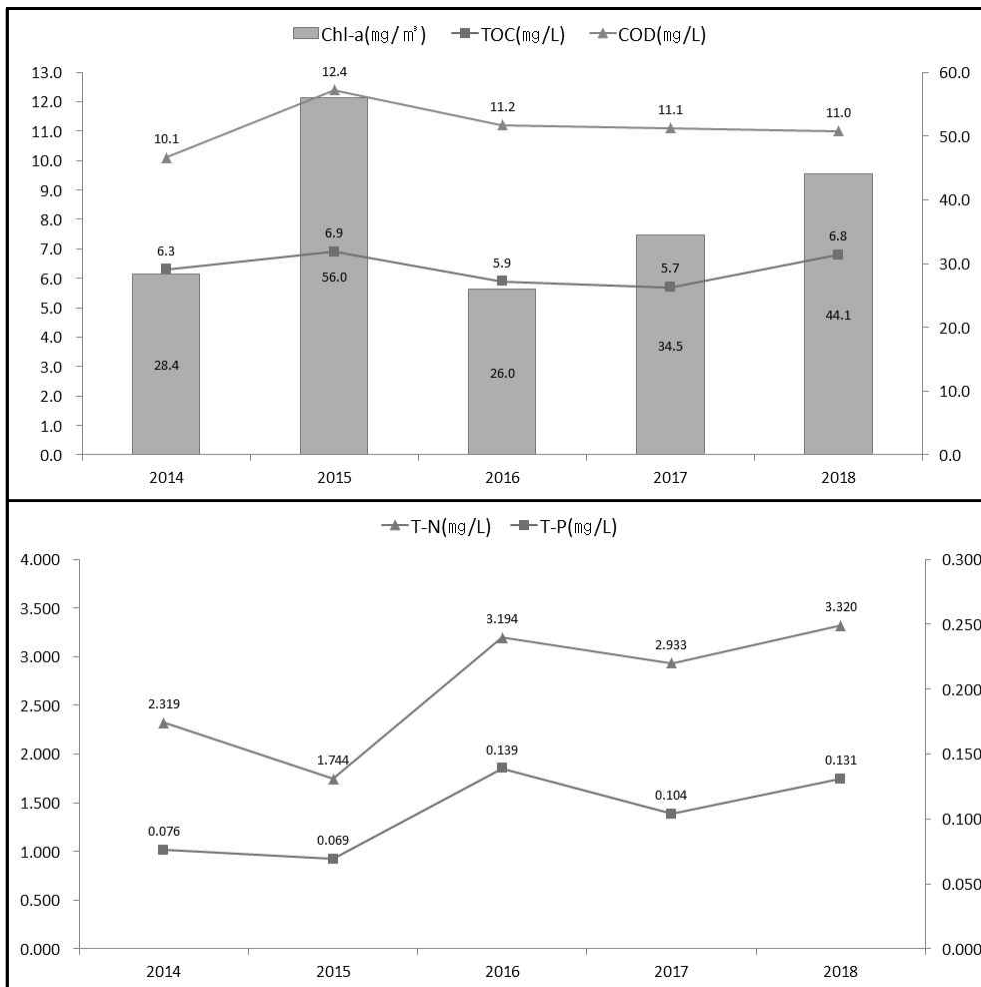
(그림 3.2-5) T-N 배출부하량 기여도



(그림 3.2-6) T-P 배출부하량 기여도

3.3 수질 현황

- 하늘저수지의 연도별 수질변화를 살펴보기 위해 2014년부터 2018년까지 한국농어촌공사에서 수행한 저수지 수질측정 자료를 연도별로 도시하여, 전체적인 수질변화 경향을 파악하였음
- TOC는 2015년 6.9mg/L로 최대치를 나타내며 이후 감소하나 2018년 이후 다시 값이 증가하고 있고, 연평균 6.3mg/L로 호소생활환경기준 V등급(나쁨)을 나타냄
- T-N은 2018년 3.320mg/L로 최대치를 나타내며 5년 평균 2.702mg/L로 호소생활환경기준 VI등급(매우 나쁨)으로 나타냄
- T-P는 2016년 0.139mg/L로 최대치를 보이며, 5년 평균 0.104mg/L로 호소생활환경기준 V등급(나쁨)으로 나타냄
- T-N, T-P는 비례하는 특징을 갖고 있고, Chl-a, TOC, COD의 연간 수질은 관련이 있음을 그래프를 통해 알 수 있다.



(그림 3.3-1) 하늘저수지 연간 수질변화

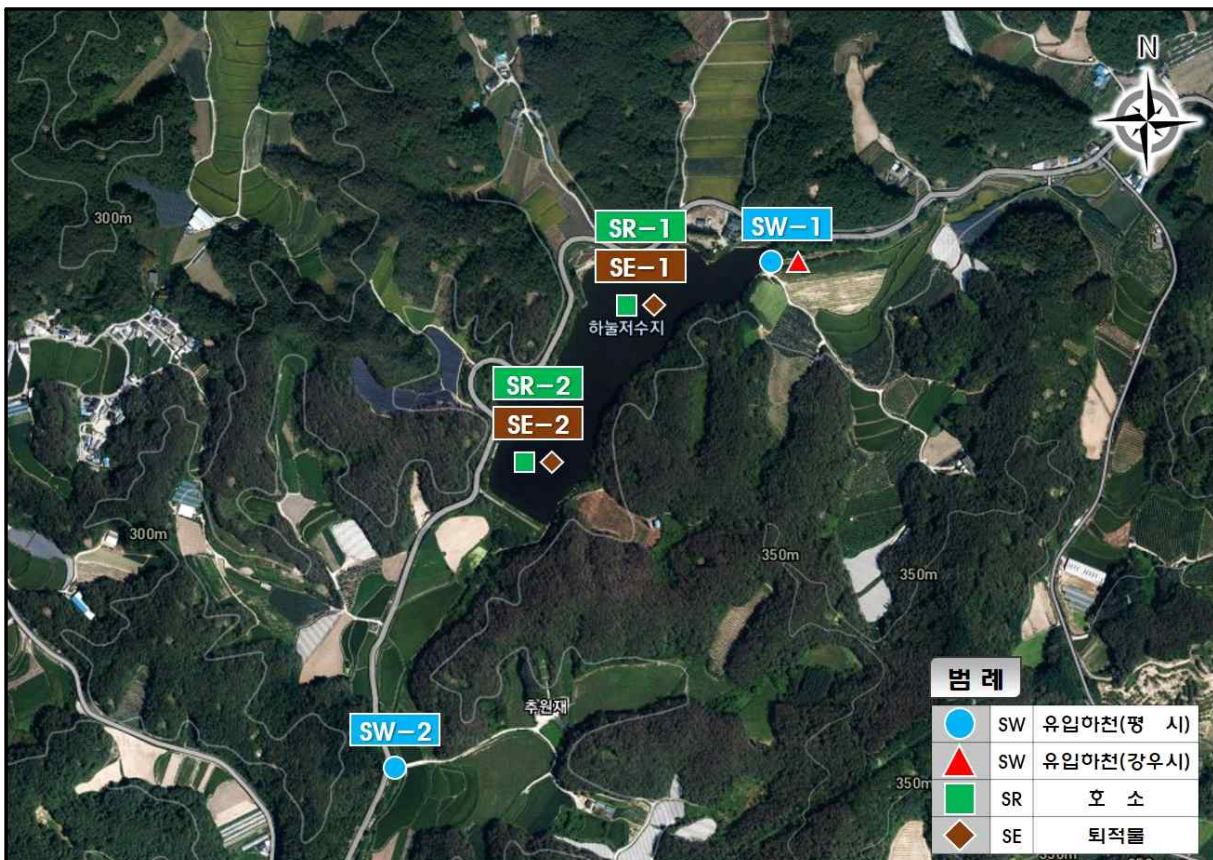
3.3.1 조사방법

가. 조사지점

- 수질조사는 하늘저수지와 유입하천으로 구분하여 조사하였고, 하늘저수지 호내 2지점, 유입하천 1지점, 유출하천 1지점으로 총 4지점에서 시행하였음

<표 3.3-1> 조사지점 위치

구 분	지점번호	조 사 위 치	비 고
유입하천	SW-1	경상북도 봉화군 상운면 하늘리	-
유출하천	SW-2	경상북도 봉화군 상운면 하늘리	-
저수지	SR-1/SE-1	하늘저수지 상류	-
	SR-2/SE-2	하늘저수지 하류	-



(그림 3.3-2) 수질조사지점 위치도

나. 분석방법

(1) 하천

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

<표 3.3-2> 분석방법 및 분석기기

항목	분석방법	분석기기
수온	서미스터 온도계	DM-32P
pH	유리전극법	pH Meter
DO	격막전극법	DO Meter
EC	백금전극법	전기전도도계
BOD	격막전극법	BOD Incubator
COD	산성망간법	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(아스코르빈산 환원법)	분광광도계(UV)
Chl-a	흡광광도법	분광광도계(UV)
유 량	유속-면적법	Velocity Meter, FP-101, Staff, 5m

(2) 호소

- 조사항목은 수온, pH, DO, TOC, COD, SS, T-N, T-P, 전기전도도, NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N, PO₄-P, Chl-a로 14개 항목이며, 수질오염공정시험기준에 의거하여 분석을 실시함
- 호소의 수질조사는 호소 내 2지점에서 수직형 채수기(IS-110, 1.5L)를 이용하여 수면을 기준으로 1m 아래지점의 물을 채취하였음
- 조사항목별 분석방법은 아래 표와 같음

<표 3.3-3> 분석방법 및 분석기기

항 목	분 석 방 법	분 석 기 기
수 온	서미스터 온도계	DM-32P
pH	유리전극법	pH Meter
DO	격막전극법	DO Meter
EC	백금전극법	전기전도도계
COD	산성과망간산칼륨법	COD Water Bath
TOC	고온연소산화법	TOC Analyzer
SS	유리섬유여지법	Dry Oven
T-N	자외선/가시선 흡광광도법	분광광도계(UV)
T-P	자외선/가시선 흡광광도법	분광광도계(UV)
NO ₂ -N	자외선/가시선 흡광광도법	분광광도계(UV)
NO ₃ -N	이온크로마토그래피	이온크로마토그래피(IC)
NH ₃ -N	자외선/가시선 흡광광도법	분광광도계(UV)
PO ₄ -P	흡광광도법(아스코르빈산환원법)	분광광도계(UV)
Chl-a	자외선/가시선 흡광광도법	분광광도계(UV)

3.3.2 하천수질

가. 평시

- 현장조사는 2019년 7~10월까지 총 4회 조사를 실시함

<표 3.3-4> 조사시기별 기상상태

측정일시	항목	기온 (°C)	습도 (%)	풍향 (풍)	풍속 (m/s)
7월 4일		24.0	66.6	남동풍	1.5
8월 1일		28.3	67.0	북서풍	2.7
8월 20일		23.6	67.9	북동풍	1.5
10월 1일		21.3	96.3	북서풍	1.2

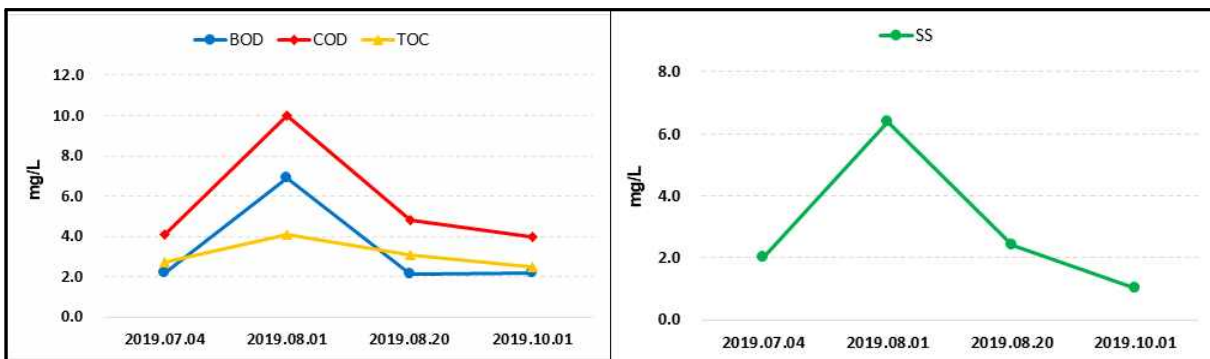
(1) SW-1 지점

- SW-1 지점의 상류에는 임야와 농경지(전, 답, 과수원, 인삼밭)가 넓게 분포하고 있음
- BOD는 2.1~6.9mg/L로 보통~약간나쁨(II~IV등급), COD는 4.0~10.0mg/L로 좋음~나쁨(Ib~V등급), TOC는 2.5~4.1mg/L로 좋음~보통(Ib~III등급)으로 나타났음
- 부유물질(SS)의 경우는 1.0~6.4mg/L로 매우좋음(Ia등급)으로 조사되었음

<표 3.3-5> SW-1 지점의 유기물 조사결과

[단위 : mg/L]

조사시기	BOD	COD	TOC	SS
7월 4일	2.2	4.1	2.7	2.0
8월 1일	6.9	10.0	4.1	6.4
8월 20일	2.1	4.8	3.1	2.4
10월 1일	2.2	4.0	2.5	1.0



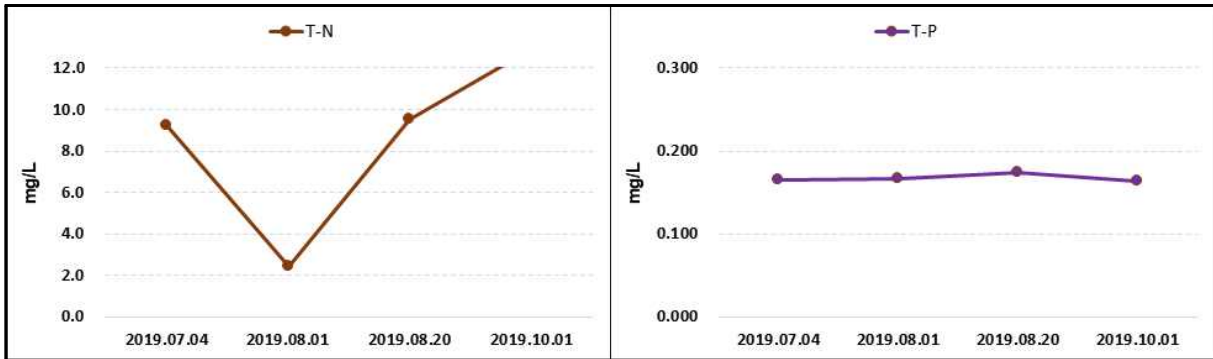
(그림 3.3-3) SW-1 지점의 BOD, COD, TOC 및 SS농도 변화추이

- T-N은 2.4~12.9mg/L로 조사됨
- T-P는 0.164~0.174mg/L로 보통(III등급)으로 나타났음

<표 3.3-6> SW-1 지점의 영양염류 조사결과

[단위 : mg/L]

조사시기	T-N	T-P
7월 4일	9.2	0.165
8월 1일	2.4	0.166
8월 20일	9.5	0.174
10월 1일	12.9	0.164



(그림 3.3-4) SW-1 지점의 T-N 및 T-P농도 변화추이

- 전기전도도는 212~3878 μ S/cm로 일반 하천의 평균(150 μ S/cm)보다 높게 나타남
- 수소이온농도(pH)는 7.6~7.9, 용존산소농도(DO)는 8.1~9.3mg/L, NH₃-N 0.06~0.17mg/L, NO₃-N 1.9~10.9mg/L, NO₂-N 0.023~0.048mg/L, PO₄-P 0.107~0.154mg/L로 수질 상태를 보이고 있음

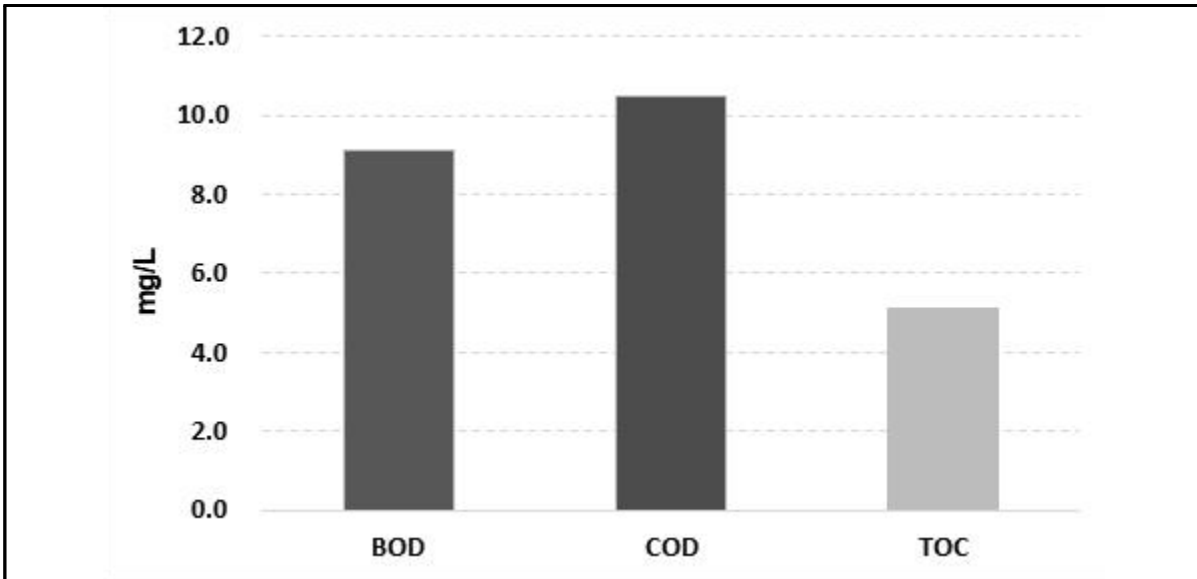
(2) SW-2 지점

- SW-2 조사지점은 유출하천으로 하늘저수지의 여수토를 넘어 흐르는 하천임
- BOD는 9.1mg/L로 나쁨(V등급), COD는 10.5mg/L로 나쁨(V등급), TOC는 5.1mg/L로 약간나쁨(IV등급)으로 나타났음
- 부유물질(SS)의 경우 16.0mg/L로 매우 좋음(Ia등급)으로 조사되었음

<표 3.3-7> SW-2 지점의 유기물 조사결과

[단위 : mg/L]

조사시기	BOD	COD	TOC	SS
7월 4일	9.1	10.5	5.1	16.0



(그림 3.3-5) SW-2 지점의 BOD, COD, TOC 농도 변화 추이

- T-N은 2.8mg/L로 조사됨
- T-P는 0.285mg/L로 하천 생활환경기준 약간나쁨(IV등급)으로 나타났음

<표 3.3-8> SW-2 지점의 영양염류 조사결과 [단위 : mg/L]

조사시기	T-N	T-P
7월 4일	2.8	0.285

- 전기전도도는 219 μ S/cm로 일반하천의 전기전도도 평균치인 150 μ S/cm보다 크게 나타났음
- 수소이온농도(pH)는 7.9, 용존산소농도(DO)는 7.9mg/L, NH₃-N 0.51mg/L, NO₃-N 1.9mg/L, NO₂-N 0.206mg/L, PO₄-P 0.136mg/L의 수질 상태를 보이고 있음

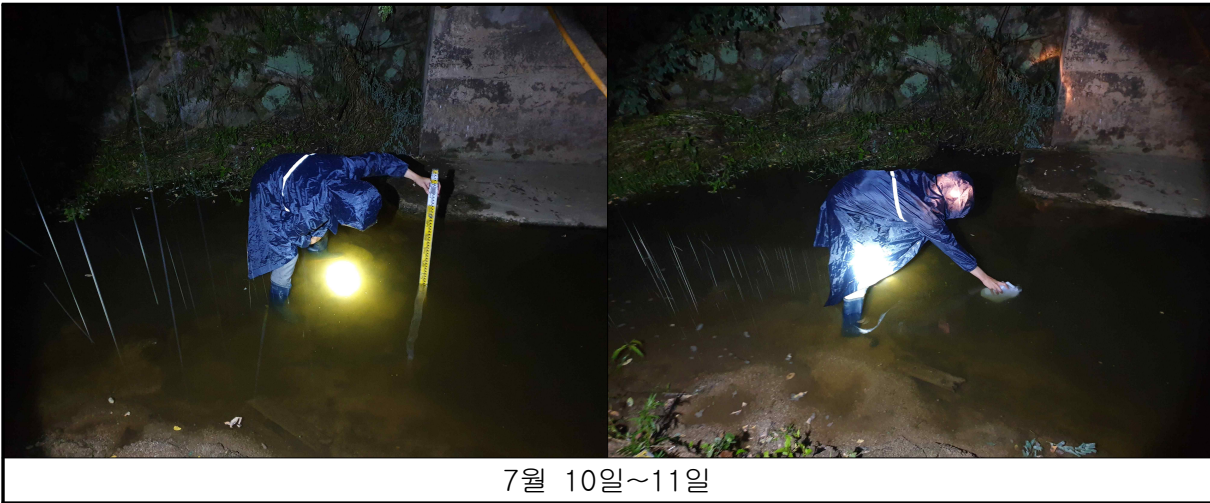
나. 강우시

- 현장조사는 2019년 7월 10~11일, 8월 7일 총 2회 조사를 실시함

<표 3.3-9> 조사시기별 기상상태

측정일시	항목	기온 (°C)	습도 (%)	풍향 (풍)	풍속 (m/s)	강우량 (mm)
	1차	7월 10일	19.7	81.6	북서풍	1.1
7월 11일		22.8	79.0	북서풍	2.8	18.5
2차	8월 7일	25.1	82.6	북서풍	1.6	28.0

(1) SW-1 지점

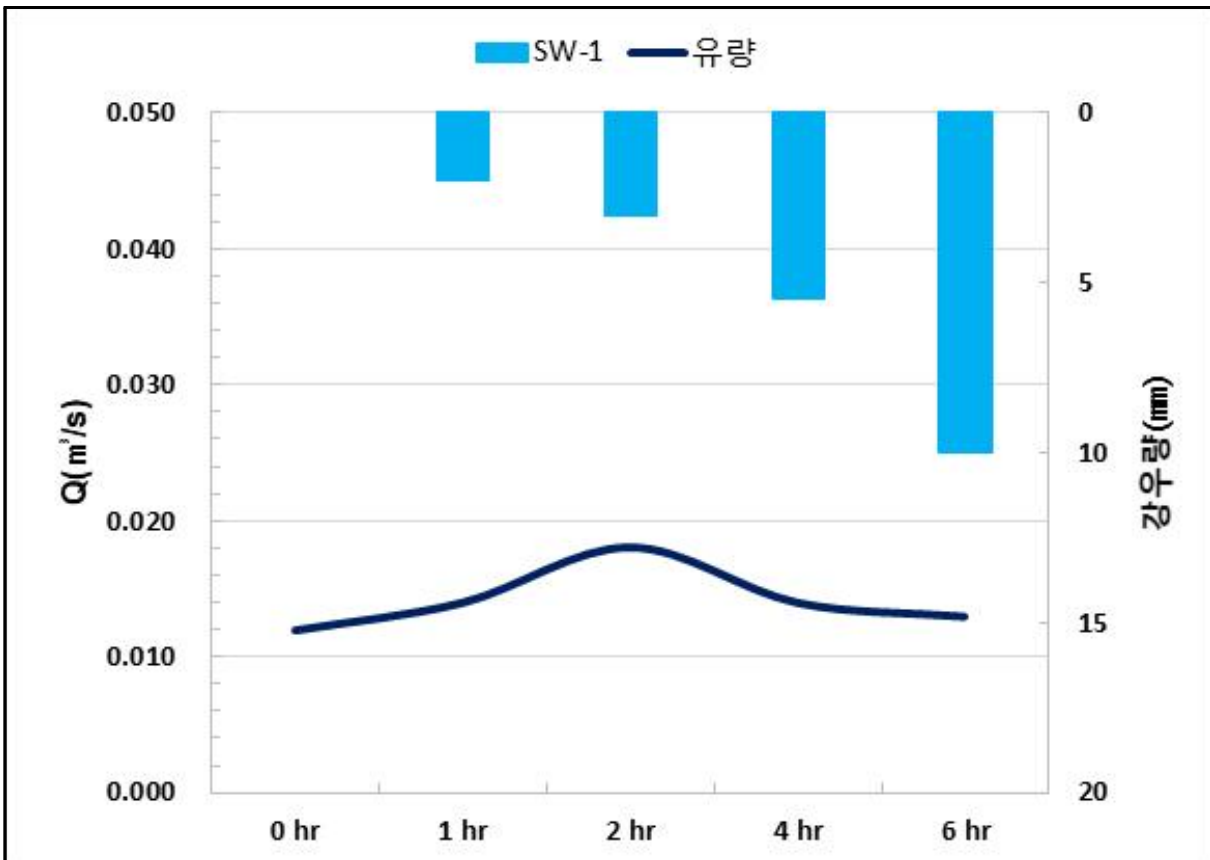


7월 10일~11일

(그림 3.3-6) SW-1 지점의 강우시 측정사진

① 2019년 7월 10~11일

- 7월 10일 오후 8시를 기점으로 다음 날 11일 오전 3시까지 1차 조사를 실시함
- 강우사상의 총 강우량은 29.5mm이며, 시간최대강우강도는 5mm/hr로 나타났음.



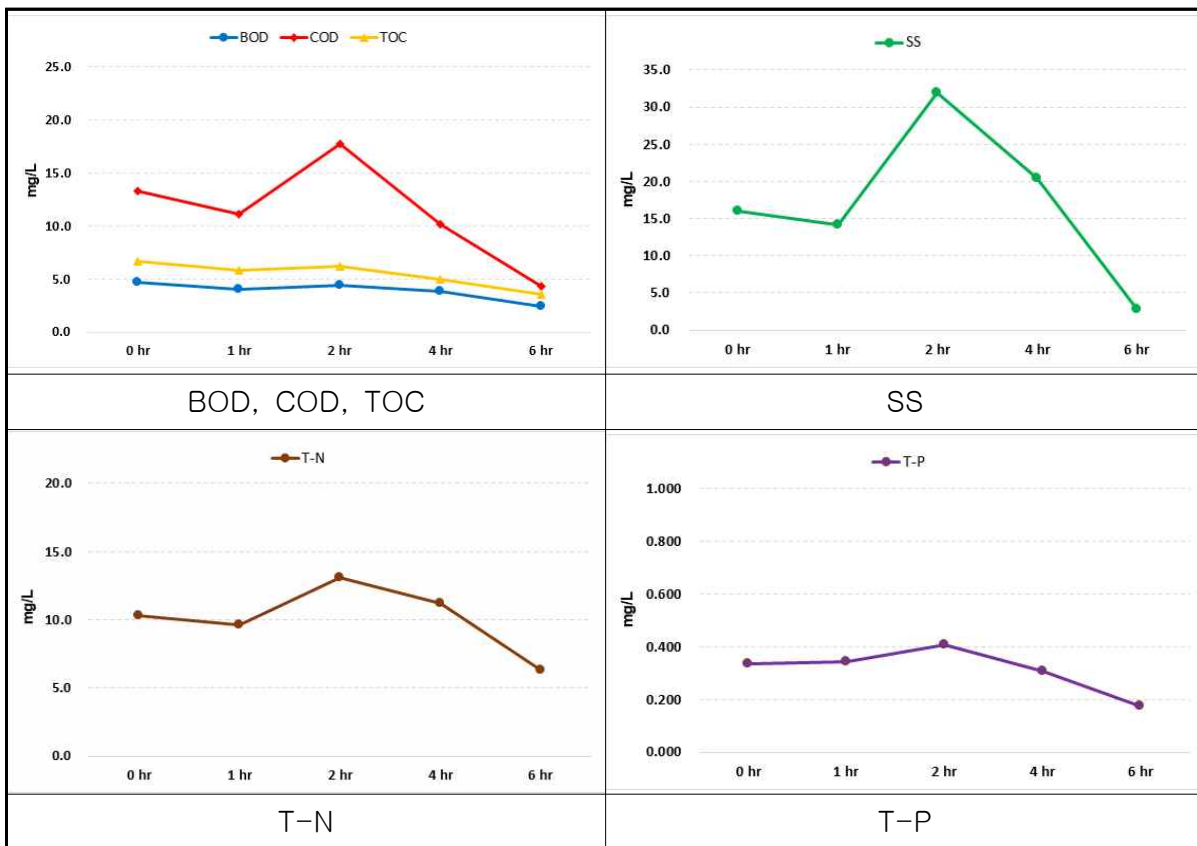
(그림 3.3-7) SW-1 수문곡선 그래프

<표 3.3-10> SW-1 지점 수질 측정 결과

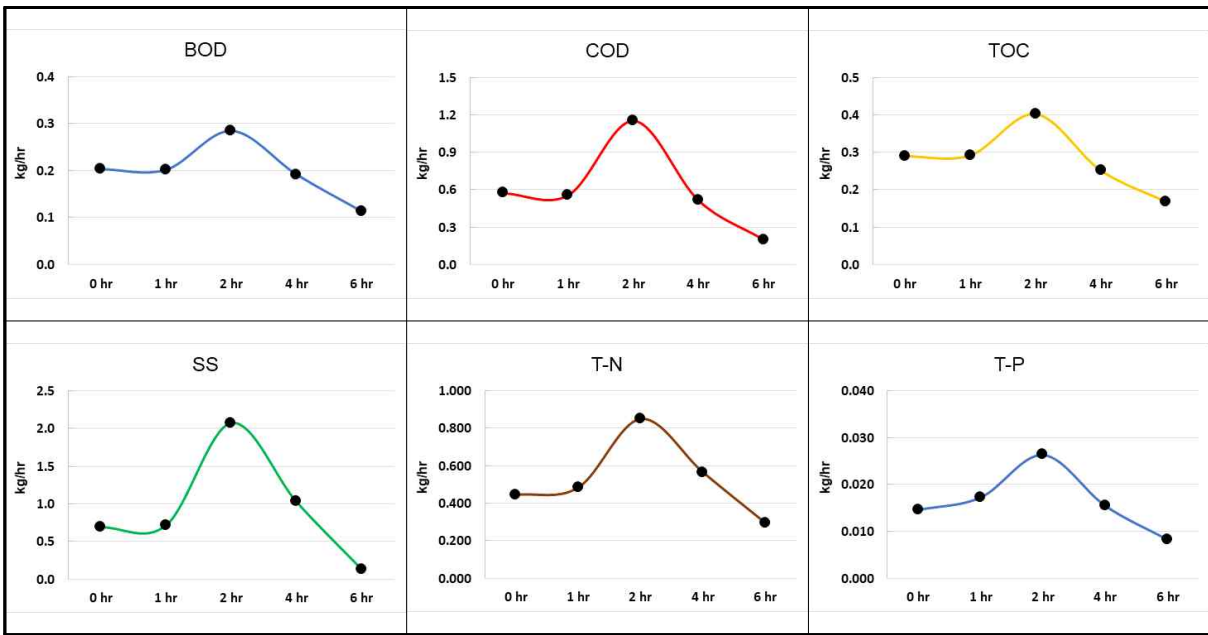
항목	지점	0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	EMC
	수온 (°C)		19.3	19.0	18.6	18.5	20.0
pH		7.6	7.7	7.9	7.8	8.2	-
DO (mg/L)		6.9	7.0	6.8	6.9	7.6	-
BOD (mg/L)		4.7	4.0	4.4	3.8	2.4	3.9
COD (mg/L)		13.3	11.1	17.8	10.2	4.3	11.7
SS (mg/L)		16.0	14.2	32.0	20.4	2.8	18.2
T-N (mg/L)		10.3	9.6	13.1	11.2	6.3	10.3
T-P (mg/L)		0.337	0.342	0.407	0.306	0.174	0.319
TOC (mg/L)		6.7	5.8	6.2	5.0	3.6	5.5
전기전도도 (μS/cm)		392	391	386	376	360	-
유량 (m³/s)		0.0120	0.0140	0.0180	0.0140	0.0130	-

주) EMC : 강우사상에 대한 평균농도(Event mean concentration)

◦ 강우 시의 COD, TOC의 EMC는 11.7mg/L, 5.5mg/L이며 T-N, T-P는 10.3mg/L, 0.319 mg/L, SS는 18.2mg/L로 나타남



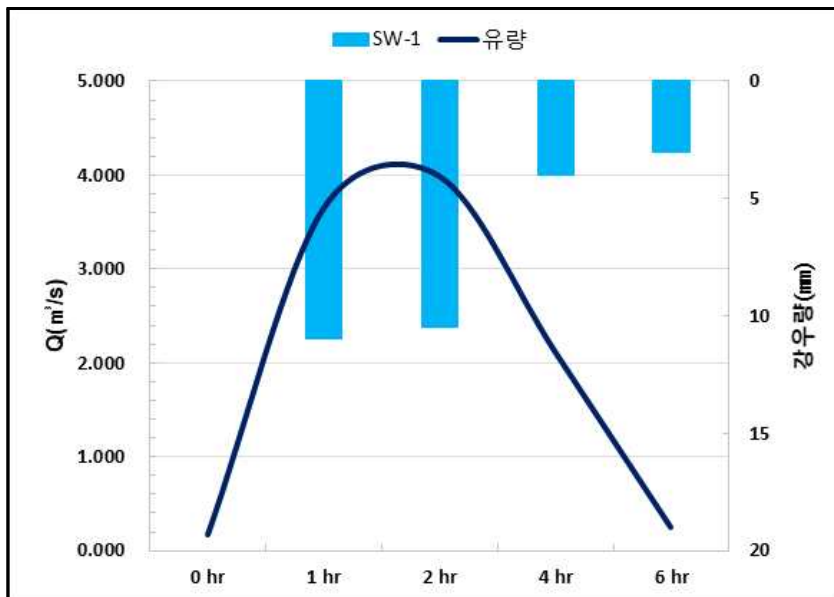
(그림 3.3-8) SW-1 수질농도변화 그래프



(그림 3.3-9) SW-1 오염부하곡선

② 2019년 8월 7일

- 8월 7일 0시를 기점으로 오전 6시까지 2차 조사를 실시함
- 강우사상의 총 강우량은 28.0mm이며, 시간최대강우강도는 10.5mm/hr로 나타났음.



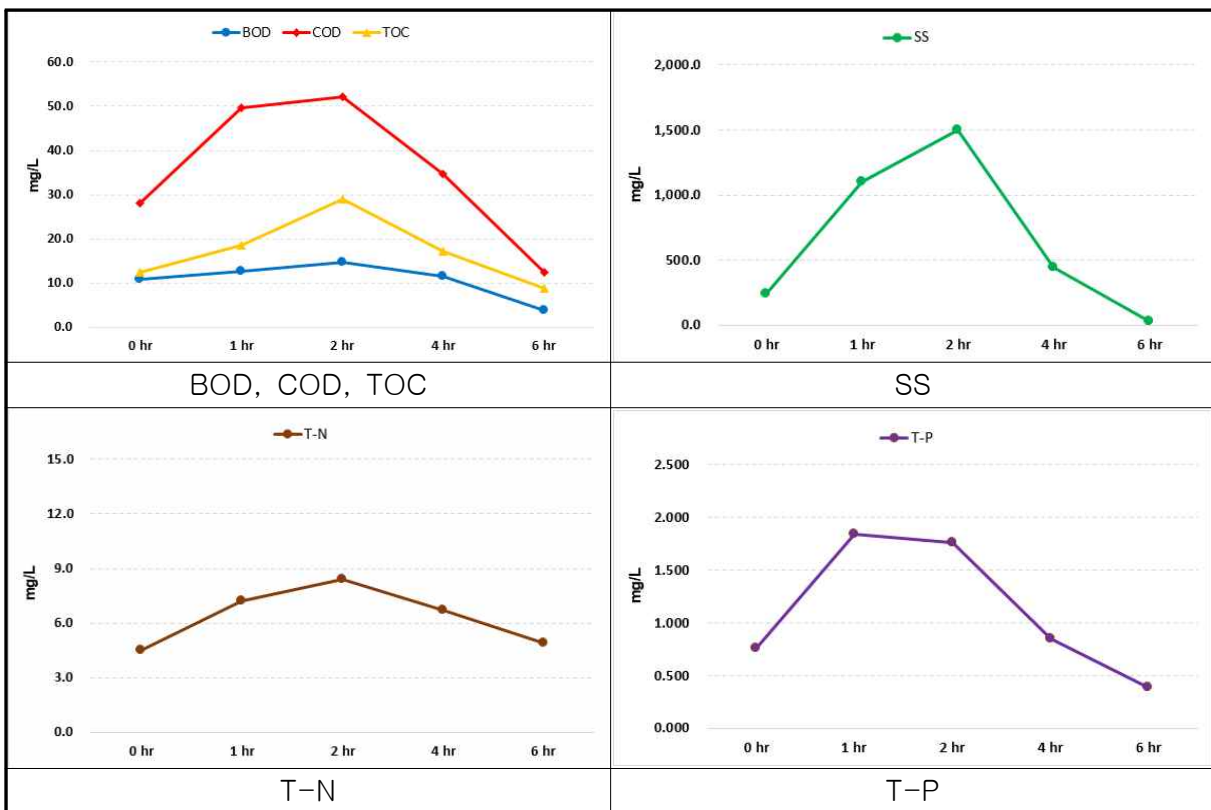
(그림 3.3-10) SW-1 수문곡선 그래프

<표 3.3-11> SW-1 지점 수질 측정 결과

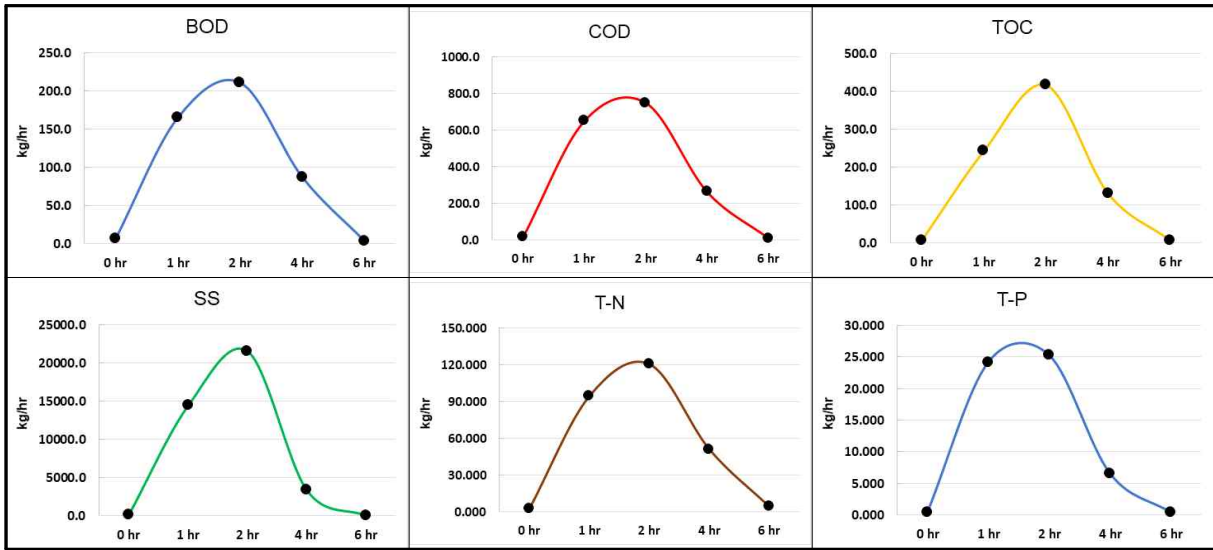
항목	지점		0hr	1hr	2hr	4hr	6hr	EMC
		(°C)						
수온	(°C)		23.2	23.1	23.0	22.8	22.8	-
pH			6.4	6.5	6.4	6.6	6.8	-
DO	(mg/L)		6.3	6.5	6.4	6.7	6.9	-
BOD	(mg/L)		10.9	12.6	14.7	11.4	3.7	12.9
COD	(mg/L)		28.1	49.6	52.2	34.6	12.4	46.2
SS	(mg/L)		240.0	1,100.0	1,500.0	440.0	28.8	1,078
T-N	(mg/L)		4.5	7.2	8.4	6.7	4.9	7.5
T-P	(mg/L)		0.754	1.841	1.758	0.853	0.390	1.549
TOC	(mg/L)		12.5	18.5	29.0	17.2	8.8	22.0
전기전도도	(μ S/cm)		127	68	66	160	174	-
유량	(m^3/s)		0.169	3.643	3.987	2.120	0.249	-

주) EMC : 강우사상에 대한 평균농도(Event mean concentration)

- 강우 시의 COD, TOC의 EMC는 46.2mg/L, 22.0mg/L이며 T-N, T-P는 7.5mg/L, 1.549 mg/L, SS는 1,078mg/L로 나타남



(그림 3.3-11) SW-1 수질농도변화 그래프



(그림 3.3-12) SW-1 오염부하곡선

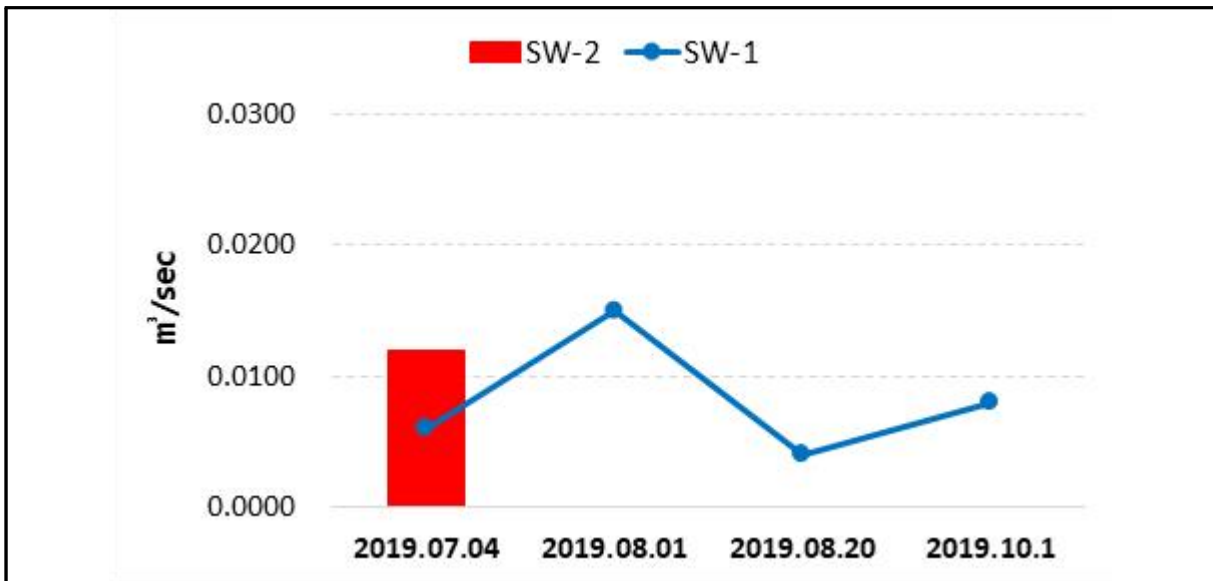
다. 유량조사 결과

◦ SW-1 지점의 유량은 0.004~0.015 m³/sec, SW-2 지점은 0.012 m³/sec로 나타났음

<표 3.3-12> 조사지점별 유량조사 결과

[단위 : m³/sec]

조사시기	SW-1	SW-2
7월 4일	0.006	0.012
8월 1일	0.015	-
8월 20일	0.004	-
10월 1일	0.008	-



(그림 3.3-13) 지점별 유량변화

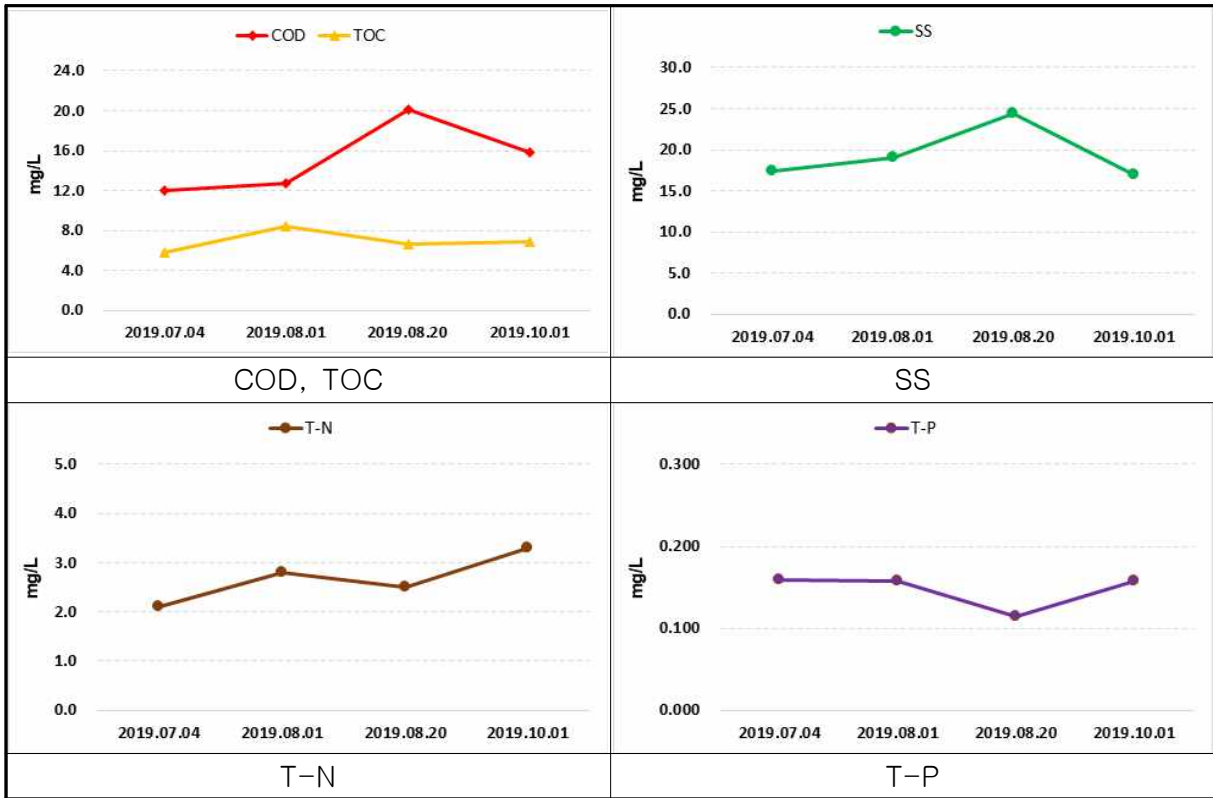
3.3.3 하늘저수지 수질현황

가. 기본조사 결과

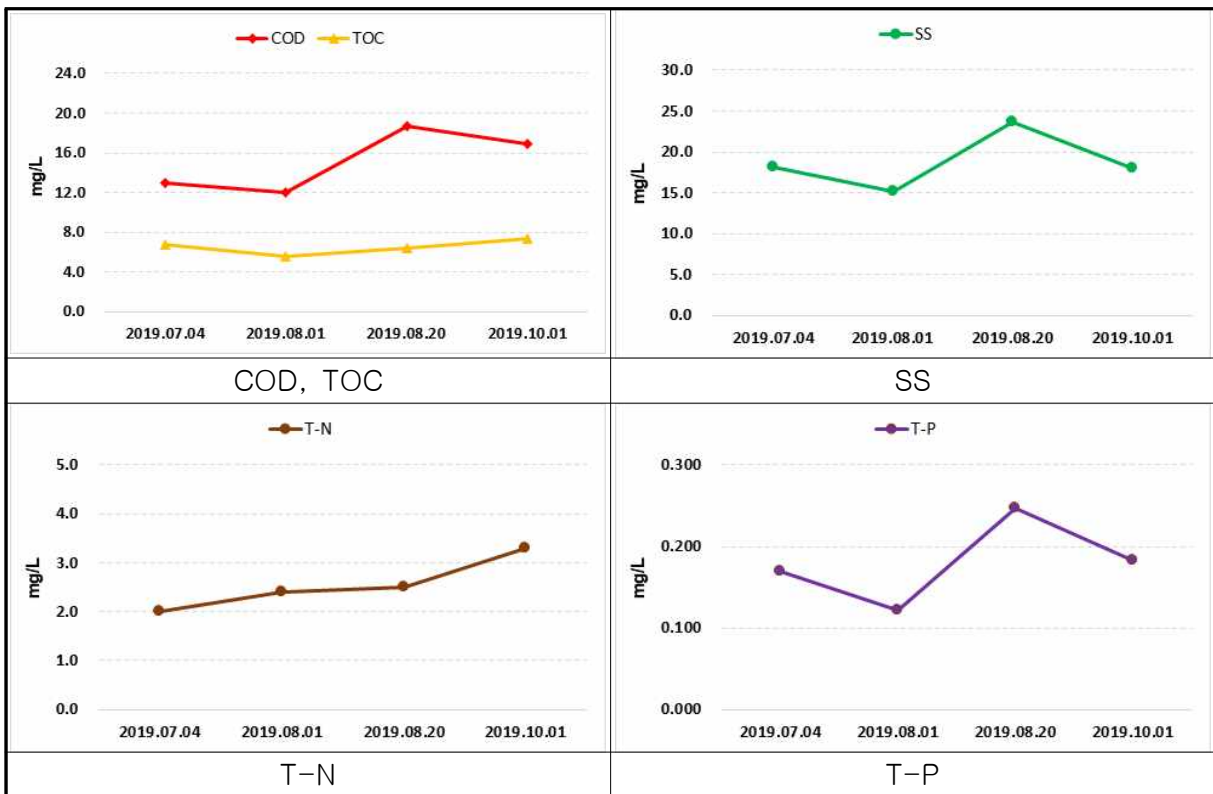
- 2019년 7~10월, 총 4회에 걸쳐 하늘저수지 2지점(SR-1, SR-2) 수질의 범위는 pH 8.4~9.1mg/L, DO 8.8~12.4mg/L, COD 12~20.1mg/L, SS 15.2~24.4mg/L, T-N 2.0~3.3mg/L, T-P 0.114~0.247mg/L, TOC 5.6~8.4mg/L, 전기전도도 202~234 μ S/cm, NH₃-N 0.09~0.96mg/L, NO₃-N 1.1~2.8mg/L, NO₂-N 0.019~0.078mg/L, PO₄-P 0.01~0.036mg/L, Chl-a 32.3~93.9mg/L로 분석됨

<표 3.3-13> 하늘저수지 수질현황

시기	조사지점	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
7월 4일	SR-1	25.0	8.5	10.3	12.0	17.4	2.1	0.159
	SR-2	25.3	8.9	8.8	13.0	18.2	2.0	0.170
	평균	25.2	8.7	9.6	12.5	17.8	2.1	0.165
8월 1일	SR-1	30.1	8.4	12.1	12.7	19.0	2.8	0.157
	SR-2	28.8	8.7	10.7	12.0	15.2	2.4	0.122
	평균	29.5	8.6	11.4	12.4	17.1	2.6	0.140
8월 20일	SR-1	27.7	8.6	11.6	20.1	24.4	2.5	0.114
	SR-2	27.7	9.1	12.1	18.7	23.6	2.5	0.247
	평균	27.7	8.9	11.9	19.4	24.0	2.5	0.181
10월 1일	SR-1	21.2	9.0	11.5	15.8	17.0	3.3	0.157
	SR-2	21.9	9.1	12.4	16.9	18.0	3.3	0.183
	평균	21.6	9.1	12.0	16.4	17.5	3.3	0.170
시기	조사지점	TOC (mg/L)	EC (μ S/cm)	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
7월 4일	SR-1	5.8	221	0.15	1.2	0.019	0.010	65.9
	SR-2	6.8	226	0.10	1.1	0.019	0.020	58.5
	평균	6.3	224	0.13	1.2	0.019	0.02	62.2
8월 1일	SR-1	8.4	233	0.96	1.3	0.020	0.019	55.5
	SR-2	5.6	202	0.88	1.5	0.021	0.007	34.8
	평균	7.0	218	0.92	1.4	0.021	0.013	45.2
8월 20일	SR-1	6.6	236	0.16	1.5	0.028	0.026	39.5
	SR-2	6.4	228	0.14	1.4	0.031	0.036	32.3
	평균	6.5	232	0.15	1.5	0.78	0.12	48.4
10월 1일	SR-1	6.9	229	0.09	2.8	0.078	0.012	48.4
	SR-2	7.3	234	0.09	2.8	0.078	0.019	93.9
	평균	7.1	232	0.09	2.8	0.078	0.016	71.2



(그림 3.3-14) SR-1 지점 수질농도변화 그래프



(그림 3.3-15) SR-2 지점 수질농도변화 그래프

3.4 퇴적물 환경

3.4.1 조사 및 분석방법

- 하늘저수지 퇴적층의 오염도를 판단하기 위해서 3개 지점(SE-1, SE-2)에서 시료를 채취하였으며, 토성, 유기물, 강열감량, T-N, T-P 등을 분석하고 호소수질모델링 적용을 위한 용출실험을 실시함

<표 3.4-1> 기상 현황

측정일시	항목	날씨	기온 (°C)	습도 (%)	강수량 (mm)	풍속 (m/s)	비고
2019년 7월 4일		구름 조금	22.4	72.8	0.0	1.3	-



(그림 3.4-1) 퇴적물 조사지점 위치도

<표 3.4-2> 퇴적물 측정지점

구분	지점번호	측정위치	비고
호소저질	SE-1	하늘저수지 상류 지점	-
	SE-2	하늘저수지 하류 지점	-

- 퇴적물 시료는 외부 공기와의 접촉을 최대한 차단하여 분석실로 운반하였으며, 수질오염공정시험기준(토양편) 및 폐기물처리공정시험법, Methods of Soil Analysis(USDA), 토양화학분석법 등을 이용하여 실시하였음

<표 3.4-3> 퇴적물 분석방법 및 분석기기

항목	분석방법	측정, 분석기기
강열감량(VS)	회화중량법	회화로, 건조기
유기물	작열손실량 측정법	회화로, 건조기
T-N, T-P	흡광광도법	UV Spectrophotometer

<표 3.4-4> 입도 분석방법 및 분석기기

항목	분석방법	측정, 분석기기
입도	건식/습식체질법	표준체

3.4.2 분석결과

가. 퇴적물 오염도

- 하늘지구의 경우 계획대상지의 대부분은 지목상 유지와 하천으로 토양오염우려기준(2지역)의 만족여부를 검토함
- 2개 조사지점에서 채취한 퇴적물내 토양 21개 항목 분석결과 구리 26.7~34.9mg/kg, 비소 3.62~4.44mg/kg, 납 10.6~25.5mg/kg, 아연 178.6~198.4mg/kg, 니켈 8.5~10.0 mg/kg, 불소 152~178mg/kg, 수은 0.14~0.19mg/kg, 카드뮴 0.53~0.94mg/kg, TPH 234~628mg/kg로 토양오염우려기준(2지역)을 하회하고, 기타 6가크롬, 유기인화합물, PCBs, 시안, 유기인화합물, 페놀류, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, TCE, PCE, 벤조 피렌은 불검출되었음

<표 3.4-5> 퇴적물 내 토양오염항목 분석 결과

시험항목	결과(mg/kg)		토양오염우려기준 (2지역)
	SE-1	SE-2	
비소(AS)	3.62	4.44	50
카드뮴(Cd)	0.94	0.53	10
구리(Cu)	26.7	34.9	500
니켈(Ni)	10.0	8.5	200
납(Pb)	25.5	10.6	400
아연(Zn)	198.4	178.6	600
6가크롬(Cr ⁶⁺)	불검출	2.2	15
수은(Hg)	0.19	0.14	10
불소(F)	178	152	400
시안(CN)	불검출	불검출	2
유기인화합물	불검출	불검출	10
폴리클로리네이티드비페닐(PCB)	불검출	불검출	4
페놀	불검출	불검출	4

<표 계속> 퇴적물 내 토양오염항목 분석 결과

시험항목	결과(mg/kg)		토양오염우려기준 (2지역)
	SE-1	SE-2	
석유계총탄화수소(TPH)	234	628	800
벤젠	불검출	불검출	1
톨루엔	불검출	불검출	20
에틸벤젠	불검출	불검출	50
크실렌	불검출	불검출	15
트리클로로에틸렌(TCE)	불검출	불검출	8
테트라클로로에틸렌(PCE)	불검출	불검출	4
벤조(a)피렌	불검출	불검출	2
유기물 및 영양염류	강열감량(%)	11	13.9
	T-N(mg/kg)	5,619	8,099
	T-P(mg/kg)	992	987

- 퇴적물 항목별 오염평가 기준으로 퇴적물의 유기물 및 영양염류 중 SE-1지점은 총 질소가 5,619mg/kg으로 IV등급이고 SE-2지점은 강열감량 13.9%와 총질소 8,099mg/kg로 **IV등급으로 심각하고 명백한 오염으로 조사됨**
- 퇴적물의 금속류 오염평가 등급은 수은의 경우 SE-1지점 0.19mg/kg과 SE-2지점 0.14mg/kg로 II등급이고, 카드뮴의 경우도 SE-1지점 0.94mg/kg과 SE-2지점 0.53mg/kg로 II등급으로 조사되어 저서생물에 독성이 나타날 가능성 있음으로 판단됨
- SE-1지점과 SE-2지점에서 금속류 수은과 카드뮴 항목이 II등급으로 오염평가 기준은 약간나쁨(금속류 8항목 중 “II”등급 또는 “III”등급 항목 1개 이상)으로 판단됨

<표 3.4-6> 호소 퇴적물 항목별 오염평가 기준

항목		등급	I	II	III	IV
유기물 및 영양염류	강열감량(%)			-		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 3.4-7> 하천·호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준

단계	조건
보통	금속류 8 항목 모두 I 등급
약간 나쁨	금속류 8 항목 중 II등급 또는 III등급 항목 1개 이상
나쁨	“금속류 II등급 기준 지수” 0.34 이상
매우 나쁨	IV등급인 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

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

(ECi : 금속류 항목별 농도, PELKi : 금속류 항목별 ‘II’ 등급 기준치)

나. 입도분포 특성

- 하늘저수지 퇴적물은 Sand 16.75%, Silt 50.65%, Clay 32.60%로 토성이 미사질식양토로 조사됨

<표 3.4-8> 퇴적물 입도분석 결과

항목 \ 지점		평균	SE-1	SE-2
입도 분포	Sand(%)	16.75	15.05	18.44
	Silt(%)	50.65	55.48	45.82
	Clay(%)	32.60	29.47	35.74
	토성	미사질식양토	미사질식양토	미사질식양토

다. 용출속도

- 용출속도 측정은 호기와 혐기 두 가지 조건으로 하였으며, 호기조건은 펌프로 공기를 순환시켰으며, 혐기조건은 암조건에서 질소가스를 순환시켜 수행하였음
- 하늘저수지의 용출실험 결과 호기조건에 비해 혐기조건에서 더 빠른 용출속도가 측정되었으며, 이러한 경향은 퇴적물의 일반적인 경향임
- 하늘저수지의 총인 용출속도는 혐기조건에서 12.967mg/m²/일, 호기조건에서는 2.944 mg/m²/일이며, 총질소 용출속도는 혐기조건에서 151.28mg/m²/일, 호기조건에서는 105.89mg/m²/일로 산정됨
- 측정된 각 항목의 용출속도는 장래수질 예측 시 사용되는 수질모형에 적용함

<표 3.4-9> 퇴적물 영양염류 용출속도

[단위 : mg/m²/일]

구분	호기상태	혐기상태
T-N	105.89	151.28
T-P	2.944	12.967

라. 저수지 내부 및 외부 부하량 비교

- 실측된 용출속도를 이용하여 내부 부하량을 산정하였으며, 이를 외부 유입부하량(배출부하량)과 함께 비교하였음
- 내부 부하량 산정은 용출속도(T-N 151.28mg/m²/일, T-P 12.967mg/m²/일)와 저수지의 만수면적(A=80,450m²)을 곱하여 산정하였음
- 하늘저수지의 내부 부하량은 악조건인 혐기상태를 적용하더라도 T-N 12.17kg/일 전체 부하량의 48.4%, T-P 1.04kg/일로 전체 부하량의 50.7%이하로서 내부 오염부하량에 의한 영향이 큰 것으로 예상됨
- 그러나 하늘저수지의 용출에 따른 내부 부하량 T-P 1.04kg/일은 오염부하량이 10kg/일 이하로 저수량(V=455천m³)을 고려한다면 많은 오염부하량은 아니지만 내부부하가 영향을 주고 있음
- 또한 하늘저수지의 용출에 따른 내부 부하량 T-N 12.17kg/일은 오염부하량이 10kg/일 이상으로 저수량(V=455천m³)을 고려한다면 많은 오염부하량은 아니지만 내부부하가 영향을 주고 있음

<표 3.4-10> 저수지 내부 및 외부 부하량

[단위 : kg/일]

구분	계	내부	외부
T-N	25.16	12.17	12.99
	100%	48.4%	51.6%
T-P	2.05	1.04	1.01
	100%	50.7%	49.3%

3.5 생태 환경

3.5.1 조사항목

- 동식물상 조사항목은 「환경영향평가서등 작성 등에 관한 규정, 환경부고시 제 2018-205호」 [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

<표 3.5-1> 동·식물상 조사항목

구분	조사항목	
육상식물	식물상	소산식물, 생활형, 귀화식물, 식물구계학적 특정종, 보호수 및 노거수
	식 생	현존식생, 식생보전등급도
	주요종	멸종위기 야생생물, 천연기념물, 생태계교란 생물(식물)
육상동물	육상동물상	포유류, 조류, 양서·파충류, 육상곤충
	주요종	멸종위기 야생생물, 천연기념물, 생태계교란 생물(동물)
육수생물	육수생태계	담수어류, 저서성대형무척추동물
	주요종	멸종위기 야생생물, 천연기념물, 생태계교란 생물(동물)
기타	생태자연도	환경부 공개자료를 활용한 생태자연도 분석

3.5.2 조사범위

가. 공간적 범위

- 직·간접적인 영향이 예상되는 계획지구 및 주변지역을 중심으로 동·식물상에 대한 현지 조사를 실시하였음
- 계획지구(하늘저수지) 경계에서 포유류, 조류는 300m를 그 외의 분류군은 계획지구 경계에서 100m를 조사대상으로 설정하였음

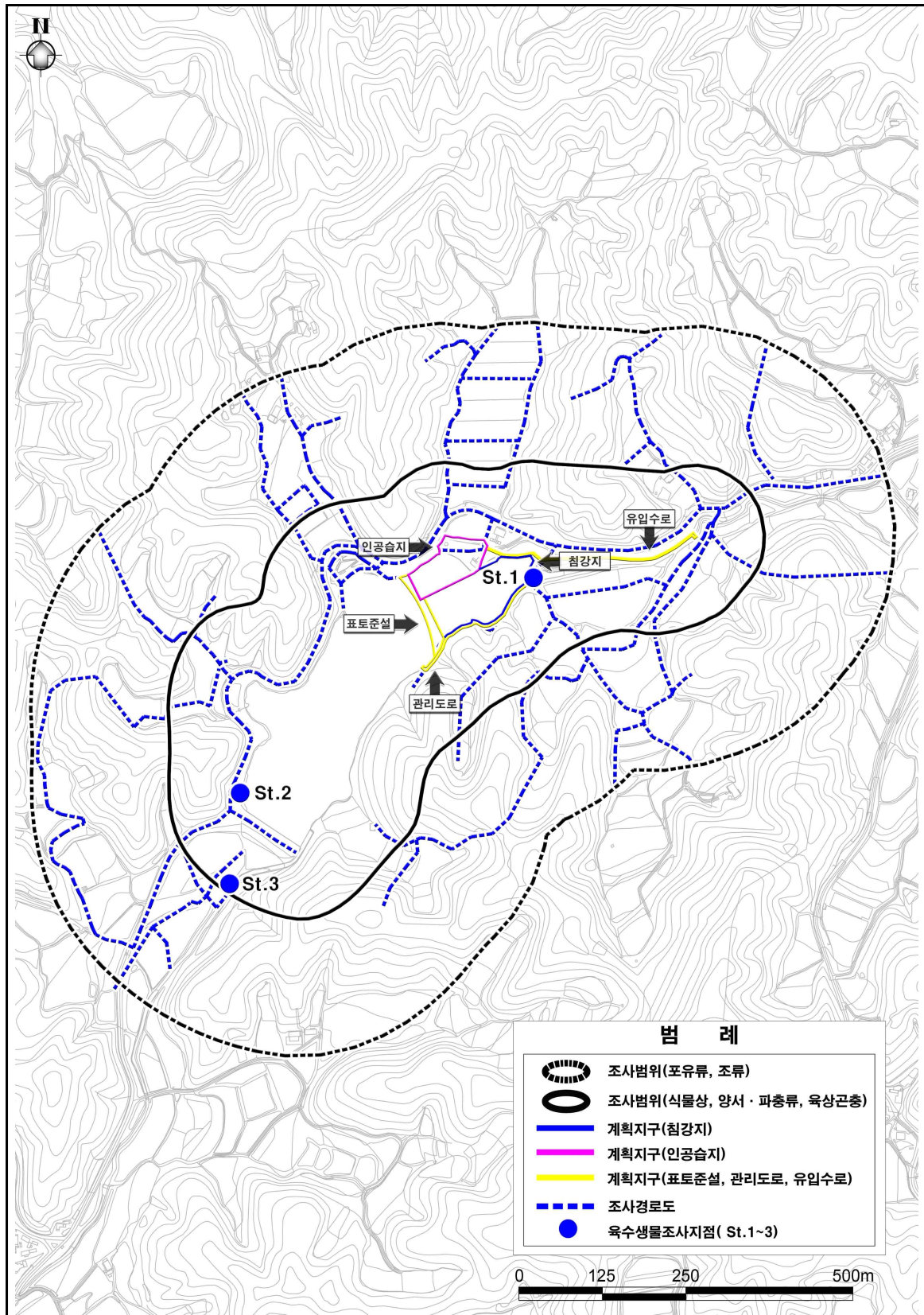
나. 시간적 범위

- 2019년 8월 27일

<표 3.5-2> 생태 조사일자

조사시기	식물상 및 식생	포유류	조류	양서· 파충류	육상 곤충류	어류	저서성대형 무척추동물
2019. 8. 27	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

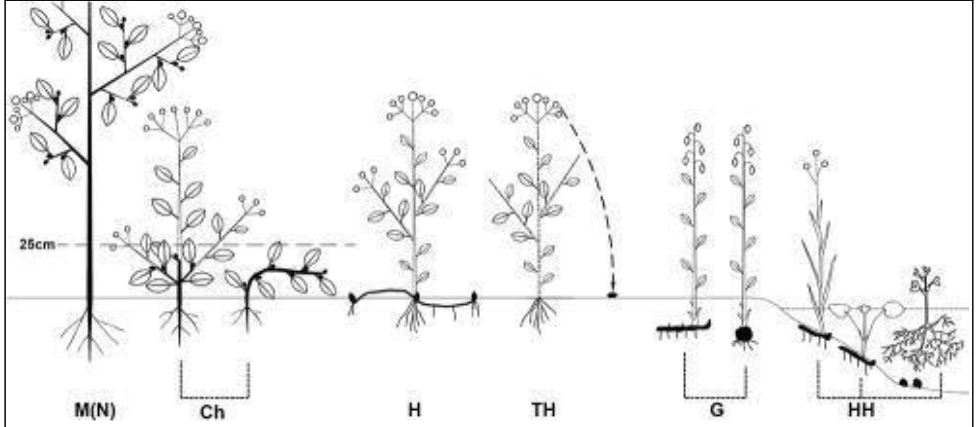
다. 조사지점



(그림 3.5-1) 조사경로 및 조사지점도

3.5.3 조사방법

가. 육상식물

조사항목		세부 조사방법																																																									
식물상	소산 식물	<p>◦식물상은 계획지구(하늘저수지) 및 광역조사지역을 군락별로 구분한 후, 도별로 이동하면서 관찰된 식물을 「양치식물도감, 2005, 양치식물연구회」, 「새로운 한국식물도감, 2007, 이」, 「원색 대한식물도감, 2006, 이」, 「한국식물검색집, 207, 이」, 「한국의 나무, 2012, 김외 1명」, 「벼과·사초과 생태도감, 2016, 조외 2명」 등을 참고하여 동정하였으며, 학명과 국명의 표기는 「국가표준식물목록(www.nature.go.kr/kpni)」을 기준으로 작성함</p>																																																									
	생활형	<p>◦현지조사 자료를 기초로 하여 Raunkiaer's(1934)의 생활형으로 구분하여 분석하였으며, 생활형 기준은 「쉽게 찾는 한국식물명집, 2005, 양외 2명」을 참고함</p>  <p>(Raunkiaer의 생활형 분포 모식도)</p>																																																									
	귀화 식물	<p>◦조사된 소산식물을 토대로 「세밀화와 사진으로 보는 한국의 귀화식물, 2009, 박」을 참고하였으며, 귀화식물의 분포율에 따라 도시화 정도를 나타내기 위하여 다음과 같은 방법으로 도시화지수 및 귀화율을 산정함</p> <p><귀화율 산출></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th colspan="9">내용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>도시화지수</td> <td colspan="9"> $UI = S/N \times 100$ (S: 해당 조사지역 귀화식물 종수, N:남한의 귀화식물 321종) </td> </tr> <tr> <td rowspan="3">귀화율 (PN)</td> <td colspan="9"> $PN = S / N \times 100$ (S : 해당 조사지역의 귀화식물 종수, N : 해당조사지역의 관속식물 종수) </td> </tr> <tr> <td colspan="9">입지별 평균귀화율(PN)</td> </tr> <tr> <td>언덕주택지</td> <td>밭</td> <td>시가지</td> <td>평지주택지</td> <td>논</td> <td>넷가</td> <td>계단식논</td> <td>풀밭</td> <td>숲</td> </tr> <tr> <td>48.8</td> <td>32.1</td> <td>27.7</td> <td>18.1</td> <td>14.5</td> <td>13.3</td> <td>7.2</td> <td>4.9</td> <td>4.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>자료 : 한국의 귀화식물, 2000, 김민준, 임양재, 잔의식</p>	구분	내용									도시화지수	$UI = S/N \times 100$ (S: 해당 조사지역 귀화식물 종수, N:남한의 귀화식물 321종)									귀화율 (PN)	$PN = S / N \times 100$ (S : 해당 조사지역의 귀화식물 종수, N : 해당조사지역의 관속식물 종수)									입지별 평균귀화율(PN)									언덕주택지	밭	시가지	평지주택지	논	넷가	계단식논	풀밭	숲	48.8	32.1	27.7	18.1	14.5	13.3	7.2	4.9	4.4
	구분	내용																																																									
도시화지수	$UI = S/N \times 100$ (S: 해당 조사지역 귀화식물 종수, N:남한의 귀화식물 321종)																																																										
귀화율 (PN)	$PN = S / N \times 100$ (S : 해당 조사지역의 귀화식물 종수, N : 해당조사지역의 관속식물 종수)																																																										
	입지별 평균귀화율(PN)																																																										
	언덕주택지	밭	시가지	평지주택지	논	넷가	계단식논	풀밭	숲																																																		
48.8	32.1	27.7	18.1	14.5	13.3	7.2	4.9	4.4																																																			
식물구계학적 특정종	<p>◦현지조사 자료와 문헌조사 자료를 기초로 하여 식물구계학적 특정종의 분포 현황을 파악함</p> <p><식물구계학적 특정종 평가기준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>등급</th> <th>평가 기준</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V</td> <td>국내에 고립되어 분포하거나 불연속적으로 분포하는 분류군</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 1개의 아구에 분포하는 분류군</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 2개의 아구에 분포하는 분류군</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>비교적 전국적으로 분포하나 일반적으로 1,000m이상 지역에 분포하는 분류군</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>북방계 또는 남방계 식물로서 일반적으로 3개의 아구에 분포하는 분류군</td> </tr> </tbody> </table>	등급	평가 기준	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																																														
등급	평가 기준																																																										
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																																																										

조사항목		세부 조사방법																													
식물상	보호수 및 노거수	<ul style="list-style-type: none"> 보호수 및 노거수 조사는 조사지역을 중심으로 현지조사 및 자료조사 실시 																													
식생	현존 식생	<ul style="list-style-type: none"> 식생조사는 Braun-Blanquet(1965)의 식물사회학적 방법에 따라 유형을 구분한 후, 임상이 균질한 상태를 나타내는 지역과 혼합되는 지점을 고려하여 식생상관에 따라 수도(abundance), 피도(cover)를 조사하고, 흉고직경, 수고를 측정하였으며, 조사된 자료를 바탕으로 식물군락을 구분하고 현존식생도를 작성함 <Braun-Blanquet(1965)에 의한 유점도> <table border="1"> <thead> <tr> <th>계급</th> <th>수도(abundance)</th> <th>피도(cover)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>r</td> <td>한개 또는 수개의 개체</td> <td>고려하지 않음</td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>다수의 개체이며</td> <td>조사구(releve) 면적의 5%미만</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">1</td> <td>어떤 경우이건 조사구 면적의 5% 미만</td> <td></td> </tr> <tr> <td>많은 개체이면서</td> <td>매우 낮은 피도, 또는</td> </tr> <tr> <td></td> <td>보다 적은 개체수이면서</td> <td>보다 높은 피도</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>매우 풍부하며 피도 5%미만, 또는 조사구내에서 피도 5-25%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>수도를 고려하지 않으며</td> <td>26-50%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>수도를 고려하지 않으며</td> <td>51-75%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>수도를 고려하지 않으며</td> <td>76-100%</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center;"> <p>(피도의 배분 모식도)</p> </div>	계급	수도(abundance)	피도(cover)	r	한개 또는 수개의 개체	고려하지 않음	+	다수의 개체이며	조사구(releve) 면적의 5%미만	1	어떤 경우이건 조사구 면적의 5% 미만		많은 개체이면서	매우 낮은 피도, 또는		보다 적은 개체수이면서	보다 높은 피도	2	매우 풍부하며 피도 5%미만, 또는 조사구내에서 피도 5-25%		3	수도를 고려하지 않으며	26-50%	4	수도를 고려하지 않으며	51-75%	5	수도를 고려하지 않으며	76-100%
	계급	수도(abundance)	피도(cover)																												
r	한개 또는 수개의 개체	고려하지 않음																													
+	다수의 개체이며	조사구(releve) 면적의 5%미만																													
1	어떤 경우이건 조사구 면적의 5% 미만																														
	많은 개체이면서	매우 낮은 피도, 또는																													
	보다 적은 개체수이면서	보다 높은 피도																													
2	매우 풍부하며 피도 5%미만, 또는 조사구내에서 피도 5-25%																														
3	수도를 고려하지 않으며	26-50%																													
4	수도를 고려하지 않으며	51-75%																													
5	수도를 고려하지 않으며	76-100%																													
	식생보전등급	<ul style="list-style-type: none"> 식생보전등급(植生保全等級, Degree of Vegetation Conservation, DVC)은 국토의 식생자원을 효율적 관리를 위하여 입지의 자연조건, 식생의 천이정도, 인위적인 간섭정도, 식생경관을 고려하여 자연성, 희귀성, 역사성, 사회·문화적 가치 등에 따라 등급화한 보전수준임 <식생보전 등급 평가항목 및 평가요령> <table border="1"> <thead> <tr> <th>평가항목</th> <th>평가요령</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>가. 분포 희귀성 (rarity)</td> <td>(1) 평가 대상이 되는 식물군락이 한반도 내에서 분포하는 패턴을 의미 (2) 분포면적이 국지적으로 좁으면 높게, 전국적으로 분포하면 낮게 평가</td> </tr> <tr> <td>나. 식생복원 잠재성 (potentiality)</td> <td>(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</td> </tr> <tr> <td>다. 구성식물종 온전성 (integrity)</td> <td>(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 상림의 경우, 흔히 천이 후기종(극상종)으로 구성되면 높게, 초기종의 구성비가 높으면 낮게 평가</td> </tr> </tbody> </table>	평가항목	평가요령	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 상림의 경우, 흔히 천이 후기종(극상종)으로 구성되면 높게, 초기종의 구성비가 높으면 낮게 평가																					
평가항목	평가요령																														
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 상림의 경우, 흔히 천이 후기종(극상종)으로 구성되면 높게, 초기종의 구성비가 높으면 낮게 평가																														

조사항목		세부 조사방법	
식 생 보 전 등 급	식생 보 전 등 급	< 표 계속 >	
		평가항목	평가요평
		라. 식생구조 온전성	(1) 평가 대상이 되는 식물군락이 해당입지에 전형적으로 발달하는 식생구조(층위구조)가 얼마나 원형에 가까운가를 가지고 판정 (2) 삼림식생은 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 : 자연환경조사 방법 및 등급분류기준 등에 관한 규정[별표1], 2015.7.17.(훈령 제 1161호), 환경부	
		< 식생보전등급 분류기준 >	
		등급구분	분류기준
		가. I등급	(1) 식생천이의 중국적인 단계에 이른 극상림 또는 그와 유사한 자연림 ㉠ 아고산대 침엽수림(분비나무군락, 구상나무군락, 주목군락 등) ㉡ 산지 계곡림(고로쇠나무군락, 층층나무군락 등), 하반림(오리나무군락, 비솔나무군락 등), 너도밤나무군락 등의 낙엽활엽수림 (2) 삼림식생이외의 특수한 입지에 형성된 자연성이 우수한 식생이나 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 거의 받지 않아 자연성이 우수한 식생 ㉠ 해안사구, 단애지, 자연호소, 하천습지, 습원, 염습지, 고산황원, 석회암지대, 아고산초원, 자연암벽 등에 형성된 식생. 다만, 이와 같은 식생유형은 조사자에 의해 규모가 크고 절대보전가치가 있을 경우에만 지형도에 표시하고, 보고서에 기재 사유를 상세히 기술하여야 함
		나. II등급	(1) 자연식생이 교란된 후 2차천이에 의해 다시 자연식생에 가까울 정도로 거의 회복된 상태의 삼림식생 ㉠ 군락의 계층구조가 안정되어 있고, 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재 자연식생을 반영하고 있음 ㉡ 난·온대 상록활엽수림(동백나무군락, 구실잣밤나무-당단풍군락, 졸참나무군락, 서어나무군락 등의 낙엽활엽수림) (2) 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 약하게 받고 있는 식생
다. III등급	(1) 자연식생이 교란된 후 2차 천이의 진행에 의하여 회복단계에 들어섰거나 인간에 의한 교란이 지속되고 있는 삼림식생 ㉠ 군락의 계층구조가 불안정하고, 종조성의 대부분이 해당지역의 잠재자연식생을 충분히 반영하지 못함 ㉡ 조림기원 식생이지만 방치되어 자연림과 구별이 어려울 정도로 회복된 경우 (2) 산지대에 형성된 2차관목림이나 2차초원 (3) 특이식생 중 인위적 간섭의 영향을 심하게 받고 있는 식생		
라. IV등급	인위적으로 조림된 식재림		
마. V등급	(1) 2차적으로 형성된 키가 큰 초원식생(목발이나 훼손지 등의 역새군락이나 기타 잡초군락 등) (2) 2차적으로 형성된 키가 낮은 초원식생(골프장, 공원묘지, 목장 등) (3) 과수원이나 유실수 재배지역 및 묘포장 (4) 논·밭 등의 경작지 (5) 주거지 또는 시가지 (6) 강, 호수, 저수지 등에 식생이 없는 수변과 그 하안 및 호안		
비고) 식재림은 인위적으로 조림된 수종 또는 자연적(2차림)으로 형성되었다 하더라도 아까시나무 등의 조림기원 도입종이나 개량종에 의해 식피율이 70%이상인 식물군락으로 한다. 다만, 녹화목적으로 적지적수(適地適樹)가 식재된 경우에는 식재림으로 보지 않는다.			
자료 : 자연환경조사 방법 및 등급분류기준 등에 관한 규정[별표1], 2015.7.17.(훈령 제1161호), 환경부			

나. 육상동물

조사항목		세부 조사방법
육 상 동 물 상	포유류	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 포유류의 조사는 조사경로를 따라 구거, 산지, 경작지, 나대지 등을 도보로 이동하며 성체 및 족적(足跡), 분변(糞便), 동지, 굴 등의 흔적을 조사하고 인근 지역 주민을 대상으로 탐문조사도 병행하여 실시함 ◦ 포유류의 동정은 「야생동물 흔적도감, 2007, 최와 최」 등을 참고함 · 직접 확인법(목견법) <ul style="list-style-type: none"> - 선정된 조사경로를 이동하면서 현장에서 직접 목견에 의한 종의 유·무를 확인하고, 주변의 서식환경, 고도, 개체수 등 다양한 생태적 습성과 서식정보를 기록함 · 간접 확인법(Field sign 방법) <ul style="list-style-type: none"> - 선정된 조사경로를 따라 족적, 배설물, 식흔 등 서식흔적을 통하여 종을 확인하였음 - 한편 포유류는 거의 대부분이 야행성이기 때문에 중형포유류와 대형포유류는 Field-Sign법으로 종의 서식을 확인함
	조류	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 조류는 육지에 살고 있는 동물 중에서 이동성이 가장 강한 동물로서 산림, 경작지 등 관찰·관측이 용이한 지역에서 정점센서스(spot census)와 선조사법(line census)에 따라 육안, 쌍안경 및 망원경 등을 이용하여 조사를 실시하였으며, 조사지역에서 확인된 깃털, 발자국, 울음소리 등을 조사하였음. 조류의 동정은 「한국의 새, 이우신외」, 「한국조류 생태도감, 김수일외」 등을 참고함 · 선조사법 <ul style="list-style-type: none"> - Road-side Census로 불리는 조사방법으로 시속 1.5~2.0km 정도로 걸으면서 관찰너비를 좌우 25m 혹은 50m로 하여 양쪽에서 조류의 소리 및 실제 관찰 등에 의해 출현한 모든 조류의 종과 개체수를 기록하는 방법임 · 정점조사법 <ul style="list-style-type: none"> - 주로 넓은 행동권을 가지고 생활하는 조류나 큰 무리를 형성하여 이동하는 철새들의 개체수를 파악하는데 이용하며 넓은 조사구역 내에서 관찰이 용이하고 사방을 한 눈에 볼 수 있는 여러 장소를 정점으로 정하고 종과 개체수를 기록하거나 또는 일정한 거리 간격으로 정점을 설정하여 조류의 소리 및 관찰 등으로 확인하여 종과 개체수를 기록하는 것임
	양서·파충류	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 양서·파충류를 확인하는 방법으로는 조사자가 직접 종과 개체수를 확인하는 직접 조사와 청문조사를 수행하였음. 양서·파충류의 동정은 「한국 양서류 생태도감, 2016, 이외 1명」, 「한국 양서·파충류 생태도감, 2011, 이외 2명」 등을 참고함 · 양서류 <ul style="list-style-type: none"> - 무미목(개구리류)은 조사대상지역 주변의 접근 가능한 지역을 따라 좌우 10m 간격으로 이동 중인 개체 확인 및 바위틈 혹은 하천, 수로, 계곡, 저습지 주변의 초지에서 포충망을 이용하여 채집함 - 유미목(도롱뇽류)은 하천내 유속의 흐름이 완만한 곳을 찾아 작은 바위를 들추어 유생을 확인하거나 물이 고여 있는 작은 웅덩이에 산란한 알을 찾아 종을 확인하였고 성체는 활엽수림이 있는 음지쪽에 쓰러져 있는 고목을 들추거나, 바위틈에서 확인함 · 파충류 <ul style="list-style-type: none"> - 장지뱀류의 경우 목정발, 초지주변, 하천변과 햇볕이 잘 드는 곳에 쌓여있는 돌을 들추어 확인하거나 이동 중인 개체는 곤충채집용 포충망을 이용하여 채집함 - 뱀류는 저지대의 임연부 일대, 목정발 주변에서 뱀집개와 포충망을 이용하여 채집하고 석축, 돌담, 경작지, 돌길을 들추어 확인함

조사항목		세부 조사방법
육상 동물상	육상 곤충	<ul style="list-style-type: none"> 육상곤충류의 채집은 포충망을 이용한 쓸어잡기(sweeping)와 채어잡기(brandishing) 방법을 주로 하였으며, 기주식물을 관찰하거나 육안으로 확인하며 채집하고 동정된 곤충은 「한국 곤충 총 목록, 2010, 백외 17명」을 참고하여 목록을 작성 함

다. 육수생물

조사항목		세부 조사방법
육 수 동 물 상	어류	<ul style="list-style-type: none"> 어류상 특징이 반영되도록 하기 위해 주요 서식환경을 고려하여 지점을 선정 후, 조사를 실시하였으며, 채집도구는 투망(망목 7×7mm), 족대(망목 5×5mm)를 사용하였으며, 채집된 어류는 자연자원의 보호를 위하여 어종을 확인하고 기록한 후 즉시 방생함 동정이 어려운 개체는 아이스박스에 보관하여 실험실로 운반 후 「한국어류도감, 2011, 김외 5명」, 「한국의 민물고기, 윤」, 「특징을 보는 한반도 민물고기, 2011, 이외 1명」, 「민물고기 필드 가이드, 2015, 한외 4명」 등을 참조하여 동정하였으며, 분류 체계는 Nelson(2006)을 참고 함
	저서 성대 형무 척추 동물	<ul style="list-style-type: none"> 저서성대형무척추동물의 채집은 하천의 유속과 유량을 고려하여 정성 및 정량 조사를 실시하였으며, 각 조사지점에서 Surber net(30×30cm)를 이용하여 3회 정량 채집하였고, 뜰채를 이용하여 무작위 채집하였으며, 「한국의 수서곤충, 2005, 원외 2명」, 「하천생태계와 담수무척추동물, 2013, 김외 2명」, 「물속 생물도감, 2013, 권외 2명」, 「한국 잠자리 유충, 2016, 정」 등을 이용하여 동정 분류함

라. 분석방법

구 분	군 집 분 석
동물상 분 석 방 법	<ul style="list-style-type: none"> 생물학적 표본 추출법에 의한 생태 측정은 우정도지수와 종다양도지수를 이용하였으며, 조사한 결과를 종합하여 분석·비교하는데 사용한 공식들은 다음과 같음(McNaughton 1967, Shannon and Weaver. 1949) <ul style="list-style-type: none"> - 우정도지수 : $D.I.(%) = (ni/N) \times 100$ - 종다양도지수 : $H' = -\sum (ni/N)(\log ni/N)$ (N : 총 개체수, ni : 종의 개체수) 종 풍부도(Richness Index, RI)는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 함 <ul style="list-style-type: none"> - 종 풍부도(Richness Index) : $RI = (S - 1) / \ln(N)$ (S : 전체 종수, N : 총개체수) 종 균등도(Evenness Index, EI)는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로 표현함 <ul style="list-style-type: none"> - 종 균등도(Evenness Index) : $EI = H' / \ln(S)$ (H' : 다양도, S : 전체 종수)

마. 문헌조사

문헌명	동·식물상						
	식물상	포유류	조류	양서·파충류	육상곤충류	담수어류	담수무척추동물
A. 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(문수산, E4, 5, 7, 8), 2014	-	○	○	○	○	-	-
A'. 환경부, 제3차 전국자연환경조사(문수산, E4, 5, 7, 8), 2007	-	-	-	-	-	○	○
B. 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(내성, E6, 9), 2014	-	○	○	○	○	-	-
B'. 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사 멸종위기야생생물(내성, E6, 9), 2016	-	○	-	-	-	-	-
B''. 환경부, 제3차 전국자연환경조사(내성, E6, 9), 2007	-	-	-	-	-	○	○
C. 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(원둔, E1, 2), 2014	-	○	○	○	-	-	-
C'. 환경부, 제3차 전국자연환경조사(원둔, E1, 2), 2007	-	-	-	-	-	○	○
D. 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(영주, E3), 2014	-	○	○	○	-	-	-
D'. 환경부, 제3차 전국자연환경조사(영주, E3), 2007	-	-	-	-	-	-	○
E. (주)외삼1호 태양광발전소 외 1개업체, 봉화군 봉성면 외삼리 793번지 일원 태양광발전소 건설사업에 따른 소규모환경영향평가서, 2019	○	○	○	○	-	-	○

바. 법정보호종

구분	내용
멸종위기 야생생물 및 천연기념물	<ul style="list-style-type: none"> 현장조사에서 서식, 도래여부가 확인된 특정야생생물(문화재보호법 제28조의 문화재청지정 천연기념물, 야생생물보호·관리에 관한 법률 시행규칙 제2조의 환경부지정 멸종위기 야생생물)은 관찰지소와 현장사진을 제시함 법정보호종에 대한 약어는 멸종위기야생생물-이하, “멸 I 급, 멸 II 급”, 천연기념물-이하, “천”으로 사용함

사. 생태·자연도

- 생태·자연도는 「자연환경보전법」 제34조에 의거 각종 개발계획의 수립·시행에 활용

할 수 있도록 전국의 자연환경을 멸종위기 또는 보호 야생동·식물의 분포상황, 경관 등 생태적 특성에 따라 등급을 표시하는 지표이며, 본 조사에서는 환경부 환경공간정보 서비스(<http://egis.me.go.kr>)에서 제시된 생태·자연도를 참고하였음

구 분	내 용
생태·자연도	◦자연환경현황도, 식생도, 임상도를 활용하여 자연환경의 생태적 가치, 자연성, 경관적 가치 등에 따라 3등급화한 환경부 자료(환경부, 2012)를 활용함

아. 생물다양도 분석을 위한 생태측정(Ecological measurement)

- 동물상의 군집구조 분석은 대표지점별로 정량적으로 채집된 자료로부터 출현한 분류군의 수를 비교하여 출현 개체수, 우점종 및 군집지수(우점도지수, 종다양도지수, 종풍부도지수, 균등도지수)를 산출하였으며, 출현종수는 정량채집으로 얻어진 자료를 포함하여 산출하였음

<표 3.5-3> 동물상 군집분석 방법

우점도지수(DI) Dominance Index (McNaughton 1967)	$D(\%) = \frac{ni}{N} \times 100$ 주) D : 우점도, N : 총 개체수, ni : 제 i번째 종의 개체수 $DI = \frac{n1 + n2}{N}$ (담수무척추동물의 경우) 주) DI : 우점도지수, N : 총 개체수, n1, n2 : 제 1, 2우점종의 개체수
종다양도지수(H') Biodiversity Index (Margalef 1956, 1958, Pielou 1969)	$H' = -\sum \frac{ni}{N} \ln\left(\frac{ni}{N}\right)$ 주) H' : 종다양도지수, S : 전체 종수, N : 총 개체수, ni : 제 i번째 종의 개체수
균등도지수(E') Evenness Index (Pielou 1975)	$E' = \frac{H'}{\ln(S)}$ 주) E' : 균등도지수, H' : 다양도, S : 전체 종수
종풍부도지수(R') Richness Index (Margalef 1958)	$R' = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$ 주) R' : 종풍부도지수, S : 전체 종수, N : 총 개체수

자료 : 1. McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. Nature 216:168-169.

자료 : 2. Margalef, R. 1956. Informationy diversidad especifica en las comunidades de organismos. Invest Resq. 3:99-106.

자료 : 3. Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Stst. 3:36-71.

자료 : 4. Pielou, E.C. 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience. New York.

자료 : 5. Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons. New York.



- 자료: 1. 문헌A - 제4차 전국자연환경조사(문수산, E4, 5, 7, 8), 2014, 국립생태원
 2. 문헌A' - 제3차 전국자연환경조사(문수산, E4, 5, 7, 8), 2007, 환경부
 3. 문헌B - 제4차 전국자연환경조사(내성, E6, 9), 2014, 국립생태원
 4. 문헌B' - 제4차 전국자연환경조사 멸종위기야생생물(내성, E6, 9), 2016, 국립생태원
 5. 문헌B'' - 제3차 전국자연환경조사(내성, E6, 9), 2007, 환경부
 6. 문헌C - 제4차 전국자연환경조사(원둔, E1, 2), 2014, 국립생태원
 7. 문헌C' - 제3차 전국자연환경조사(원둔, E1, 2), 2007, 국립생태원
 8. 문헌D - 제4차 전국자연환경조사(영주, E3), 2014, 국립생태원
 9. 문헌D' - 제3차 전국자연환경조사(영주, E3), 2007, 환경부
 10. 문헌E - 봉화군 봉성면 외삼리 793번지 일원 태양광발전소 건설사업에 따른 소규모환경영향평가서, 2019, (주)외삼1호 태양광발전소 외 1개업체

(그림 3.5-2) 문헌조사 위치도

3.5.4 조사결과

가. 식물상

(1) 문헌조사

- 문헌E 『봉화군 봉성면 외삼리 793번지 일원 태양광발전소 건설사업에 따른 소규모 환경영향평가서』를 참고함
- 조사결과 53과 93속 90종 22변종 3품종 총 115종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음

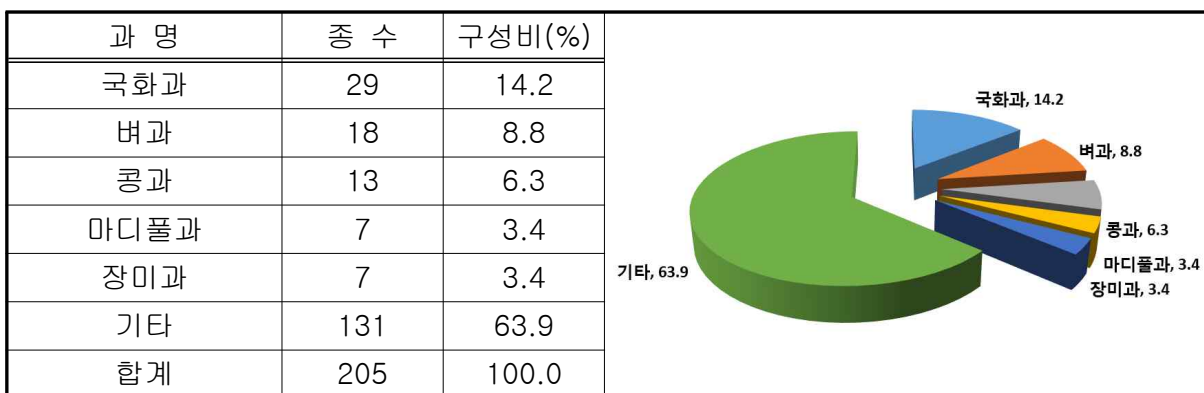
(2) 현지조사

- 현지조사결과, 조사지역에서 확인된 소산식물은 77과 159속 163종 30변종 11품종 1아종으로 총 205분류군이 확인되었으며, 법정보호종은 확인되지 않음

<표 3.5-4> 소산식물목록 집계표

구분	과	속	종	변종	품종	아종	계
양치식물	2	3	3	-	-	-	3
나자식물	5	5	7	-	2	-	9
피자식물	70	151	153	30	9	1	193
단자엽식물	10	30	29	8	1	-	38
쌍자엽식물	60	121	124	22	8	1	155
합계	77	159	163	30	11	1	205

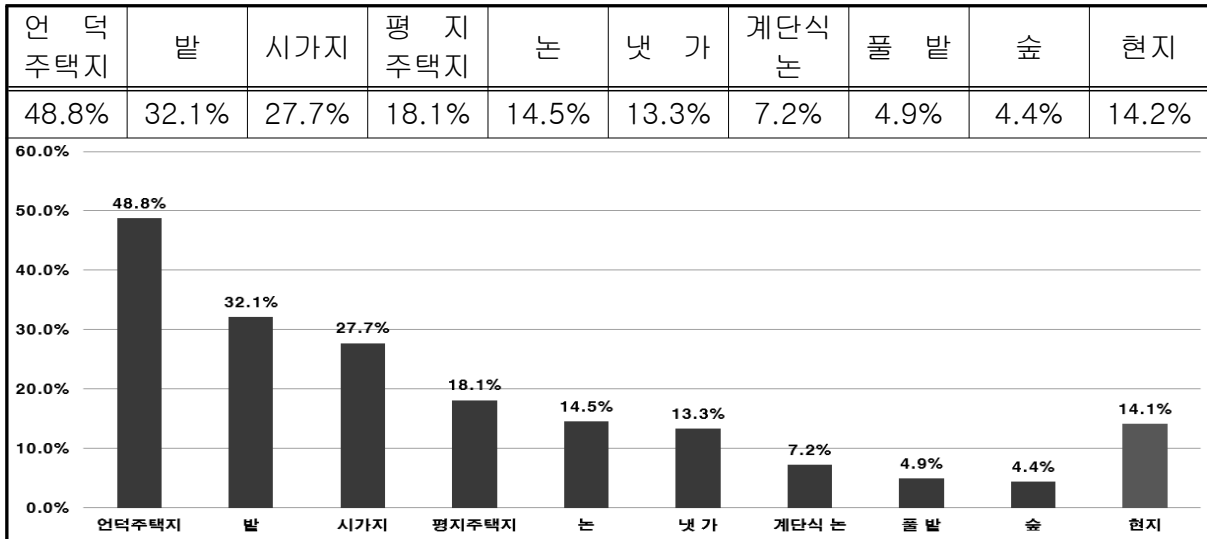
- 계획지구 및 조사지역에 분포하는 관속식물상의 과(Family)별 출현현황을 분석한 결과, 국화과가 29종(14.2%)으로 가장 우점하고 있으며, 벼과 18종(8.8%), 콩과 13종(6.3%), 마디풀과 및 장미과가 각각 7종(3.4%) 등의 순으로 나타남



(그림 3.5-3) 조사지역에 분포하는 식물의 과(Family)별 출현현황

(3) 귀화식물

- 계획지구 및 조사지역에 분포하는 귀화식물은 13과 29종으로 확인됨
- 도시화지수는 9.0%, 귀화율은 14.1%로 분석되어 남한의 입지별 평균귀화율(PN) 중 논~넙가 지역의 귀화율 범위에 속하는 것으로 확인됨
- 생태계교란생물은 돼지풀, 미국쑥부쟁이 2종이 확인되었음



<표 3.5-5> 계획지구 및 조사지역에 분포하는 귀화식물 목록

과명	학명	국명	귀화식물	교란식물
바늘꽃과	<i>Oenothera biennis</i>	달맞이꽃	◎	
마디풀과	<i>Rumex crispus</i>	소리쟁이	◎	
명아주과	<i>Chenopodium ficifolium</i>	좀명아주	◎	
자리공과	<i>Phytolacca americana</i>	미국자리공	◎	
비름과	<i>Amaranthus retroflexus</i>	털비름	◎	
삼과	<i>Humulus japonicus</i>	환삼덩굴		◎
십자화과	<i>Lepidium apetalum</i>	다닥냉이	◎	
콩과	<i>Robinia pseudoacacia</i>	아까시나무	◎	
	<i>Amorpha fruticosa</i>	족제비싸리	◎	
	<i>Trifolium repens</i>	토끼풀	◎	
	<i>Trifolium pratense</i>	붉은토끼풀	◎	
소태나무과	<i>Ailanthus altissima for. altissima</i>	가죽나무	◎	
대극과	<i>Euphorbia supina</i>	애기땅빈대	◎	

주) 교란종 : 생태계교란생물

<표 계속> 계획지구 및 조사지역에 분포하는 귀화식물 목록

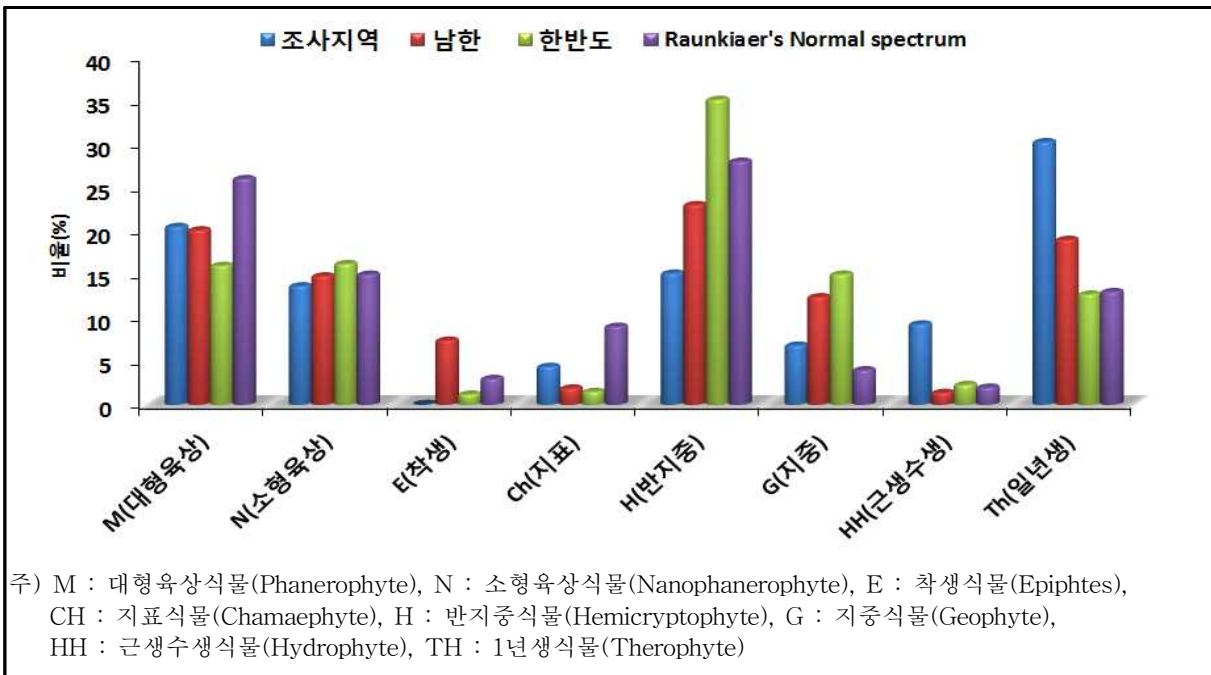
과명	학명	국명	귀화식물	교란식물
국화과	<i>Erigeron annuus</i>	개망초	◎	
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	돼지풀	◎	◎
	<i>Conyza canadensis</i>	망초	◎	
	<i>Bidens frondosa</i>	미국가막사리	◎	
	<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	◎	
	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	주홍서나물	◎	
	<i>Coreopsis lanceolata</i>	큰금계국	◎	
	<i>Xanthium strumarium</i>	도꼬마리	◎	
	<i>Galinsoga ciliata</i>	털별꽃아재비	◎	
	<i>Lactuca scariola</i>	가시상추	◎	◎
	<i>Senecio vulgaris</i>	개쑥갓	◎	
	<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	◎	
	<i>Rudbeckia bicolor</i>	원추천인국	◎	
현삼과	<i>Veronica persica</i>	큰개불알풀	◎	
메꽃과	<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>hederacea</i>	미국나팔꽃	◎	
벼과	<i>Poa pratensis</i>	왕포아풀	◎	
	<i>Lolium perenne</i>	호밀풀	◎	
합계			29	3

(3) 생활형 비교 및 분석

- 계획지구 및 조사지역에서 조사된 생활형의 분포를 살펴보면 일년생식물(TH) 62종(30.2%), 대형육상식물(M) 42종(20.5%), 반지중식물(H) 31종(15.1%), 소형육상식물(N) 28종(13.7%), 근생수생식물(HH) 19종(9.3%), 지중식물(G) 14종(6.8%) 등의 순으로 분포함

<표 3.5-6> 식물상의 생활형 분포

구 분	생활형	M	N	E	CH	H	G	HH	TH	합계
	출현종수		42	28	-	9	31	14	19	62
비율(%)		20.5	13.7	-	4.4	15.1	6.8	9.3	30.2	100.0
남한지역		20.1	14.8	7.4	1.9	23.0	12.4	1.4	19.0	100.0
한 반 도		16.0	16.2	1.2	1.5	35.1	15.0	2.3	12.7	100.0
Raunkiaer's N.S.		26.0	15.0	3.5	9.0	28.0	4.0	2.0	12.5	100.0



(그림 3.5-4) 생활형 Spectrum 분석

(5) 식물구계학적 특정종

- 현지조사 시 식물구계학적 특정식물 I 등급은 잣나무, 회양목, 사철나무, 왕버들, 오갈피나무 5종, III등급은 주목, 단풍나무, 질경이택사 3종으로 총 8종이 확인됨
- 질경이택사를 제외하고 모두 식재종으로 확인됨

<표 3.5-7> 조사지역의 식물구계학적 특정식물 목록

등급	학명	국명	현지조사	비고
I	<i>Pinus koraiensis</i>	잣나무	◎	식재
	<i>Buxus koreana</i>	회양목	◎	식재
	<i>Euonymus japonicus</i>	사철나무	◎	식재
	<i>Salix chaenomeloides</i>	왕버들	◎	식재
	<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i>	오갈피나무	◎	식재
III	<i>Taxus cuspidata</i>	주목	◎	식재
	<i>Acer palmatum</i>	단풍나무	◎	식재
	<i>Alisma orientale</i>	질경이택사	◎	-
종수			8	-

(6) 노거수 및 보호수

- 현지조사 시 계획지구 및 주변지역에서 보호수 및 노거수는 확인되지 않음

(7) 희귀식물과 특산식물

- 현지조사 시 희귀식물은 확인되지 않았으며, 주목 1종이 확인되었고, 특산식물은 개나리, 은사시나무, 오동나무, 회양목 4종이 확인됨
- 조사된 희귀식물 및 특산식물은 저수지 주변에 식재된 종으로 확인됨

<표 3.5-8> 조사지역의 희귀식물 및 특산식물 목록

구분	과명	학명	국명	현지조사	비 고
희귀식물	주목과	<i>Taxus cuspidata</i>	주목	◎	식재
종수				1	
특산식물	물푸레나무과	<i>Forsythia koreana</i>	개나리	◎	식재
	버드나무과	<i>Populus tomentiglandulosa</i>	은사시나무	◎	식재
	현삼과	<i>Paulownia coreana</i>	오동나무	◎	식재
	회양목과	<i>Buxus koreana</i>	회양목	◎	식재
종수				4	



(그림 3.5-5) 분석조사지역의 육상식물상 현황



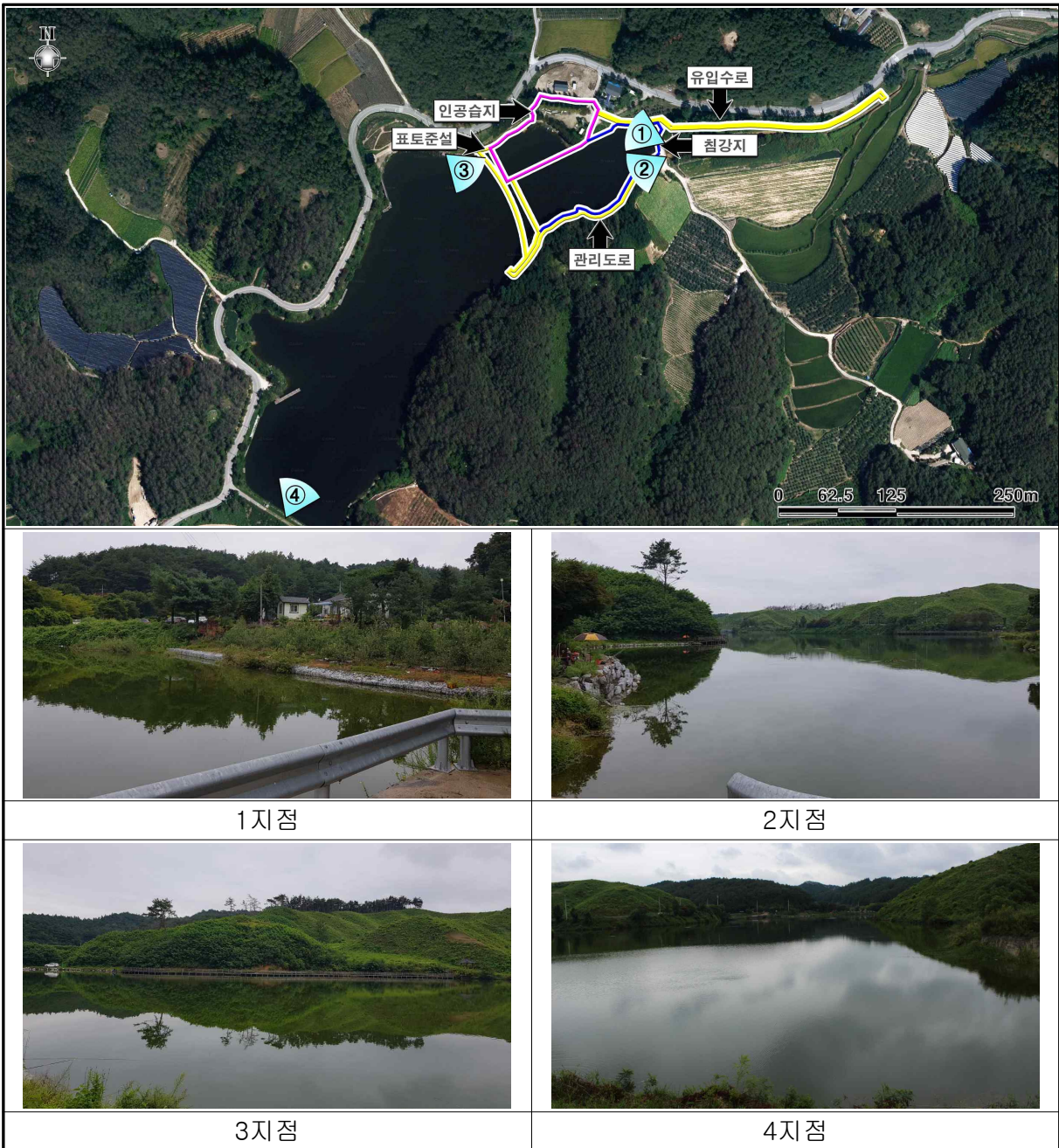
(그림 3.5-6) 분석조사지역의 육상식물상 현황

(8) 식생

(가) 현존식생

① 계획지구

- 계획지구는 하늘저수지 내에 위치하고 있으며, 대부분 수역, 개발지 및 나대지 등이 분포하는 것으로 확인되었음
- 주변지역은 개발지, 과수원, 장경초지 및 관목림 등이 넓게 분포하고 있으며, 계획지구와 인접한 산림은 벌채된 것으로 확인됨



(그림 3.5-7) 계획지구 전경사진 촬영위치도 및 현황

② 주요 식생 분포현황

(가) 계획지구

- 계획지구는 수역이 14,763.0㎡(78.2%)로 가장 넓은 면적을 차지하고 있으며, 개발지 및 나대지 2,717.3㎡(14.4%), 조경식재지 614.8㎡(3.3%), 장경초지 및 관목림 587.7㎡(3.1%), 과수원 및 묘목장 189.3㎡(1.0%)의 순으로 분포함

㉠ 인공습지

- 계획지구 중 하나인 인공습지의 현존식생은 수역이 3,531.1㎡(60.1%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 개발지 및 나대지 2,337.6㎡(39.8%), 장경초지 및 관목림 3.7㎡(0.1%)의 순으로 분포함

㉡ 침강지

- 계획지구 중 하나인 침강지는 수역이 9,703.2㎡(98.4%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 장경초지 및 관목림 75.3㎡(0.8%), 장경초지 및 관목림 70.4㎡(0.7%), 과수원 및 묘목장 8.1㎡(0.1%)의 순으로 분포함

㉢ 표토준설

- 계획지구 중 하나인 표토준설은 수역이 1,336.3㎡(93.8%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 장경초지 및 관목림 49.5㎡(3.5%), 개발지 및 나대지 38.4㎡(2.7%)의 순으로 분포함

㉣ 유입수로

- 계획지구 중 하나인 유입수로는 조경식재지가 614.8㎡(70.2%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 과수원 및 묘목장 181.2㎡(20.6%), 개발지 및 나대지 69.9㎡(8.0%), 수역 10.3㎡(1.2%)의 순으로 분포함

㉤ 관리도로

- 계획지구 중 하나인 관리도로는 장경초지 및 관목림 464.1㎡(55.1%)로 가장 넓게 분포하고 있으며, 개발지 및 나대지 196.1㎡(23.3%), 수역 182.3㎡(21.6%)의 순으로 분포함

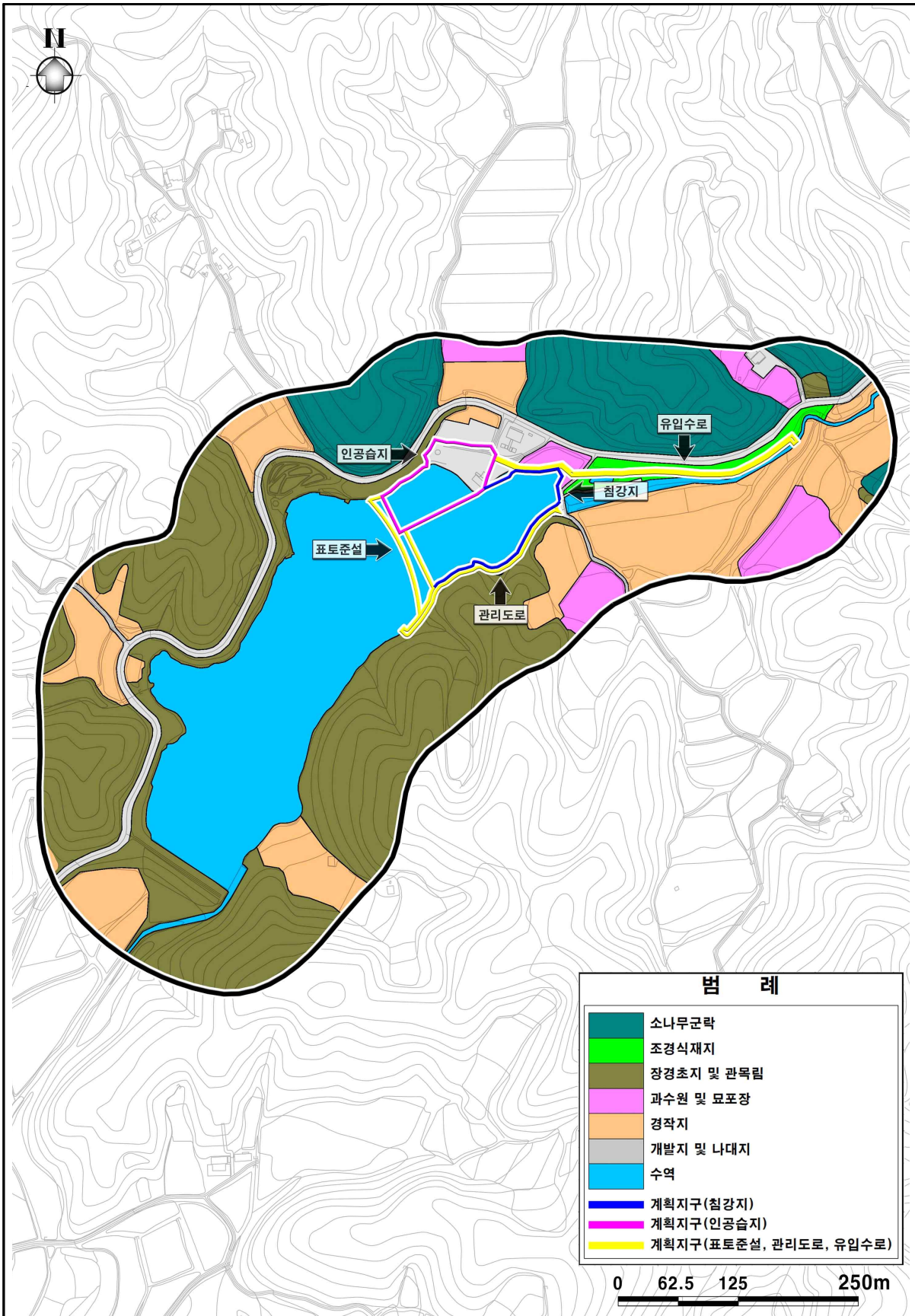
(나) 조사지역

- 조사지역은 장경초지 및 관목림이 112,760.7㎡(34.6%)로 가장 넓은 면적을 차지하며, 수역 70,255.9㎡(21.6%), 경작지 50,657.0(15.5%) 등의 순으로 분포함

<표 3.5-9> 조사지역의 식생 유형별 분포면적

현존식생	계획지구												조사지역	
	인공습지		침강지		표토준설		유입수로		관리도로		계			
	면적 (㎡)	비율 (%)	면적 (㎡)	비율 (%)	면적 (㎡)	비율 (%)	면적 (㎡)	비율 (%)	면적 (㎡)	비율 (%)	면적 (㎡)	비율 (%)	면적 (㎡)	비율 (%)
수역	3,531.1	60.1	9,703.2	98.4	1,336.3	93.8	10.3	1.2	182.3	21.6	14,763.2	78.2	70,255.9	21.6
가밭지 및 나대지	2,337.6	39.8	75.3	0.8	38.4	2.7	69.9	8.0	196.1	23.3	2,717.3	14.4	29,134.9	8.9
경작지	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,657.0	15.5
과수원 및 묘목장	-	-	8.1	0.1	-	-	181.2	20.6	-	-	189.3	1.0	14,687.0	4.5
장영지 및 관목림	3.7	0.1	70.4	0.7	49.5	3.5	-	-	464.1	55.1	587.7	3.1	112,760.7	34.6
조경식재지	-	-	-	-	-	-	614.8	70.2	-	-	614.8	3.3	4,629.7	1.4
소나무군락	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,901.1	13.5
합계	5,872.4	100.0	9,857.0	100.0	1,424.2	100.0	876.2	100.0	842.5	100.0	18,872.3	100.0	326,026.3	100.0

주) 해당 면적은 AutoCAD상에서 구적하였으며, 실측면적과는 다소 상이 할 수 있음



(그림 3.5-8) 조사지역 현존식생도

(9) 식생보전등급

① 계획지구

- 본 조사지역의 주요 식생배분 현황과 종조성적인 특징을 검토한 바, 조사지역의 주요 식생은 식생보전 III, V 등급으로 평가됨(계획지구 IV, V 등급)

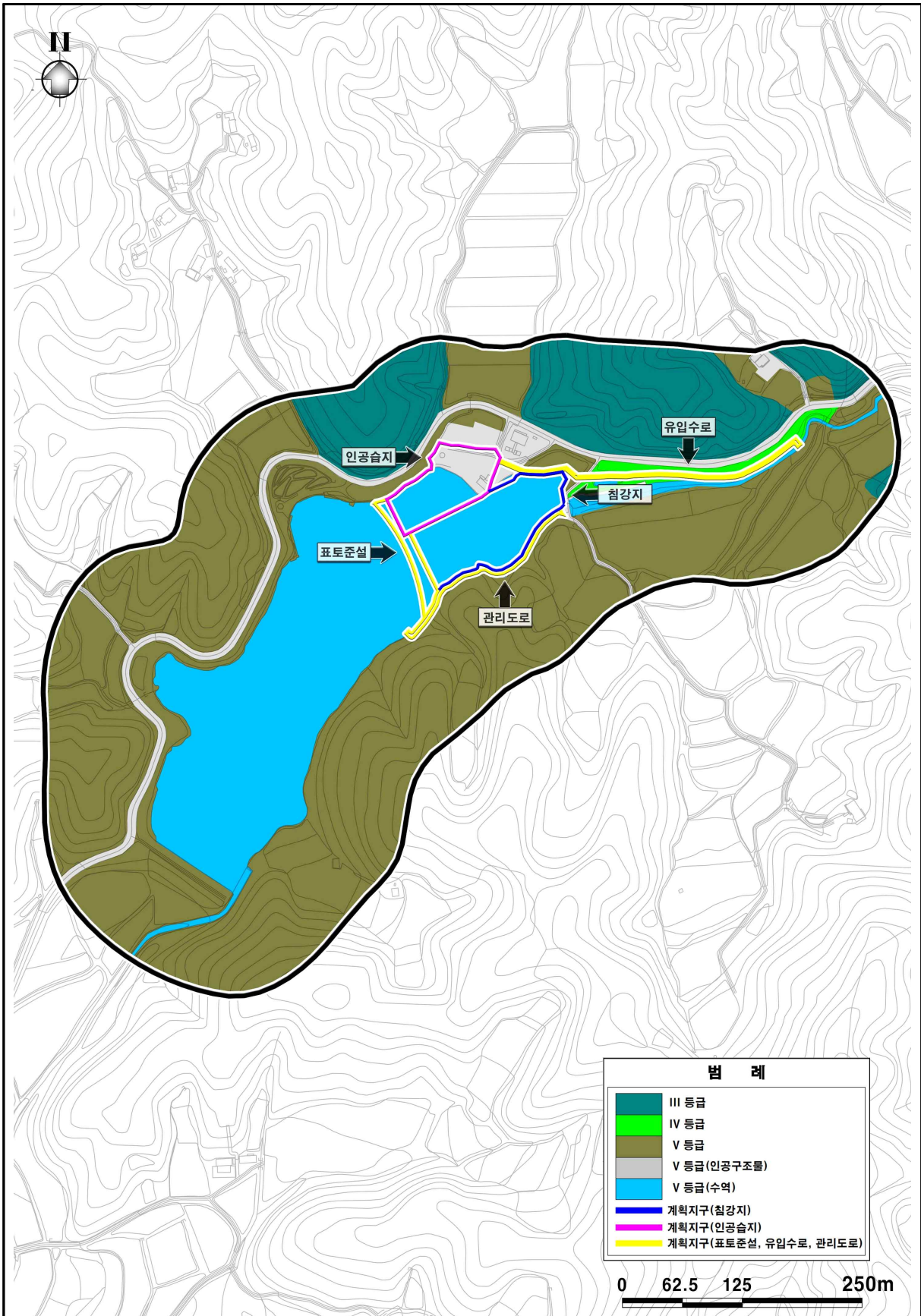
<표 3.5-10> 식생보전등급 사정기준

등급	식생보전등급 기준	조사지역의 적용식생
I	<ul style="list-style-type: none"> ◦극상림 또는 그와 유사한 자연림 ◦특수한 입지에 형성된 자연식생(자연초원, 특이식생) ◦인위적 간섭의 영향을 거의 받지 않은 자연성이 우수한 식생이나 특이식생 	◦없음
II	<ul style="list-style-type: none"> ◦자연식생에 가까울 정도로 회복된 산림식생 ◦계층구조가 안정되고, 종조성의 대부분이 잠재자연식생을 반영 ◦특이식생 중 인위적 간섭이 약한 식생 	◦없음
III	<ul style="list-style-type: none"> ◦교란 이후 회복단계에 들어섰거나 교란이 지속되고 있는 산림식생 ◦특이식생 중 인위적 간섭이 심한 식생 	◦소나무가 상관우점종군을 이루는 1개의 식물군락
IV	◦인위적으로 조성된 식재림	◦조경식재지 1개의 식물군락
V	<ul style="list-style-type: none"> ◦2차적으로 형성된 초원식생 ◦과수원, 묘포장, 논, 밭 ◦주거지 또는 시가지 ◦강, 호수, 저수지 등 수면 및 하안 	◦수역, 개발지 및 나대지, 경작지, 과수원 및 묘목장, 장경초지 및 관목림

<표 3.5-11> 식생보전등급 등급별 분포현황

식생보전등급	계획지구												조사지역	
	인공습지		침강지		표토준설		유입수로		관리도로		계			
	면적(m ²)	비율(%)	면적(m ²)	비율(%)	면적(m ²)	비율(%)	면적(m ²)	비율(%)	면적(m ²)	비율(%)	면적(m ²)	비율(%)	면적(m ²)	비율(%)
III등급	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,901.1	13.5
IV등급	-	-	-	-	-	-	614.8	70.2	-	-	614.8	3.3	4,629.7	1.4
V등급	58724	100.0	98570	100.0	14242	100.0	261.4	29.8	842.5	100.0	182575	96.7	277,485.5	85.1
합계	58724	100.0	98570	100.0	14242	100.0	876.2	100.0	842.5	100.0	188723	100.0	326,026.3	100.0

주) 해당 면적은 AutoCAD상에서 구적하였으며, 실측면적과는 다소 상이할 수 있음



(그림 3.5-9) 조사지역 식생보전등급도

나. 육상동물상

- 현지조사는 계획지구를 중심으로 조사지역 내 경작지, 산림 등에서 조사를 실시하였으며, 문헌조사의 경우 계획지구가 문수산 E7에 위치함에 따라 문수산(E4, E5, E7, E8), 내성(E6, E9), 영주(E3), 원둔(E1, E2) 등의 전국자연환경조사 자료를 참고함
- 또한, 계획지구와 인접한 지역에서 기 수행된 『봉화군 봉성면 외삼리 793번지 일원 태양광발전소 건설사업에 따른 소규모환경영향평가서』를 참고함

<표 3.5-12> 육상동물상 집계표(문헌 및 현지조사)

구분 분류군	문헌						현지
	A	B	B'	C	D	E	
포유류	10과11종	9과12종	2과 2종	5과 8종	2과 2종	4과 4종	7과 8종
조류	36과72종	24과42종	-	25과46종	24과34종	8과12종	14과18종
양서·파충류	6과 12종	2과 6종	-	3과 5종	1과 2종	3과 3종	3과 5종
육상곤충류	56과351종	63과356종	-	-	-	-	40과87종

자료: 1. 문헌A - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(문수산, E4, 5, 7, 8), 2014
 2. 문헌B - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(내성, E6, 9), 2014
 3. 문헌B' - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사 멸종위기야생생물(내성, E6, 9), 2016
 4. 문헌C - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(원둔, E1, 2), 2014
 5. 문헌D - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(영주, E3), 2014
 6. 문헌E - (주)외삼 1호 태양광발전소 외 1개업체, 봉화군 봉성면 외삼리 793번지 일원 태양광발전소 건설사업에 따른 소규모환경영향평가서, 2019

(1) 포유류

① 문헌조사

- 문헌 A : 총 10과 11종이 보고되었으며, 법정보호종은 삵 1종이 보고됨
- 문헌 B : 총 9과 12종이 보고되었으며, 법정보호종은 삵, 수달 등 총 2종이 보고됨
- 문헌 B' : 총 2과 2종이 보고되었으며, 법정보호종은 수달 1종이 보고됨
- 문헌 C : 총 5과 8종이 보고되었으며, 법정보호종은 삵, 담비 등 총 2종이 보고됨
- 문헌 D : 총 2과 2종이 보고되었으며, 법정보호종은 삵 1종이 보고됨
- 문헌 E : 총 4과 4종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않음

② 현지조사

- 현지조사 결과 포유류는 7과 8종이 확인되었으며, 법정보호종으로는 삵, 수달 등 총 2종(탐문)이 확인됨
- 확인된 포유류 중 너구리 및 고라니는 저수지 주변 소로 및 경작지에서 족적 및 배설물이, 두더지 및 등줄쥐는 임연부 및 경작지 주변에서 터널흔적, 고양이와 저수지 주변에서 목견으로 확인됨

◦ 탐문조사결과, 조사지역에서는 멧돼지, 고라니, 삵, 수달 등 총 4종이 확인됨

<표 3.5-13> 조사지역의 포유류 목록

분류 및 학명	국명	문헌						현지	비고
		A	B	B'	C	D	E		
<i>Order Insectivora</i> 식충목									
<i>Family Talpidae</i> 두더쥐과									
<i>Mogera wogura</i>	두더지	◎	◎				◎	T	
<i>Family Soricidae</i> 침서과									
<i>Crocidura lasiura</i>	땃쥐	◎							
<i>Order Carnivora</i> 식육목									
<i>Family Canidae</i> 개과									
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	너구리	◎	◎				◎	F,D	
<i>Family Mustelidae</i> 족제비과									
<i>Mustela sibirica coreana</i>	족제비		◎						
<i>Martes flavigula</i>	담비				◎				II
<i>Meles meles</i>	오소리	◎	◎		◎				
<i>Lutra lutra</i>	수달		◎	◎				H	I, 천
<i>Family Felidae</i> 고양이과									
<i>Prionailurus bengalensis</i>	삵	◎	◎		◎	◎		H	II
<i>Felis catus</i>	고양이				◎			V	야
<i>Order Artiodactyla</i> 우제목									
<i>Family Suidae</i> 멧돼지과									
<i>Sus scrofa</i>	멧돼지	◎	◎		◎		◎	H	
<i>Family Cervidae</i> 사슴과									
<i>Caproelus pygargus</i>	노루	◎	◎		◎				
<i>Hydropotes inermis</i>	고라니	◎	◎	◎	◎	◎	◎	F,D,H	
<i>Order Lagomorpha</i> 토끼목									
<i>Family Leporidae</i> 토끼과									
<i>Lepus coreanus</i>	멧토끼	◎	◎						
<i>Order Rodentia</i> 설치목									
<i>Family Sciuridae</i> 청설모과									
<i>Sdiurus vulgaris</i>	청설모	◎							
<i>Tamias sibiricus</i>	다람쥐		◎		◎				
<i>Family Mueidae</i> 쥐과									
<i>Apodemus agrarius</i>	등줄쥐	◎						T	
<i>Micromys minutus</i>	멧밭쥐		◎						
과 수		10	9	2	5	2	4	7	
종 수		11	12	2	8	2	4	8	

주) 야: 야생화, D: 배설물, F: 족적, T: 굴흔, V: 목견, H: 탐문, I-II: 환경부지정 멸종위기 야생생물 I-II급, 천: 천연기념물

자료: 1. 문헌A - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(문수산, E4, 5, 7, 8), 2014

2. 문헌B - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(내성, E6, 9), 2014

3. 문헌B' - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사 멸종위기야생생물(내성, E6, 9), 2016

4. 문헌C - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(원둔, E1, 2), 2014

5. 문헌D - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(영주, E3), 2014

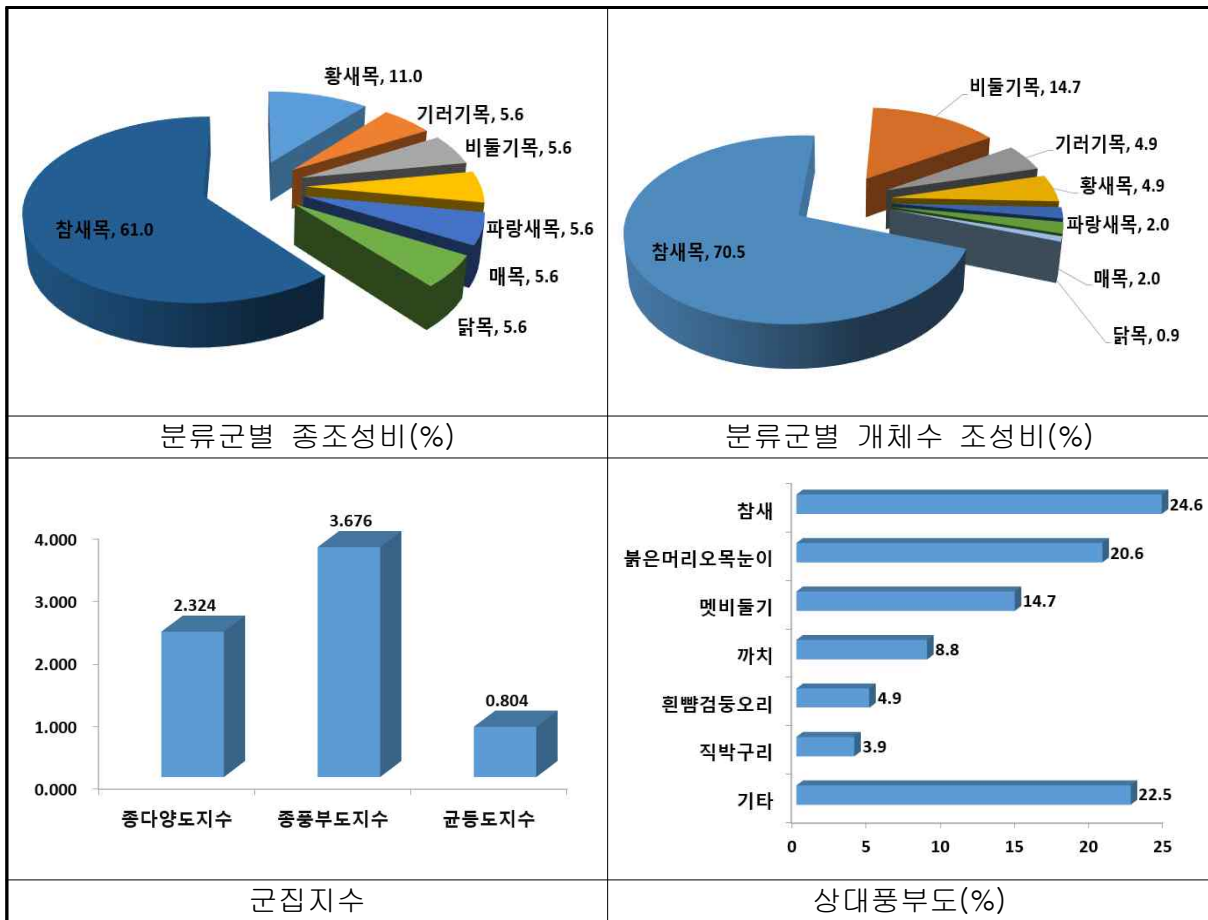
6. 문헌E - (주)외삼 1호 태양광발전소 외 1개업체, 봉화군 봉성면 외삼리 793번지 일원 태양광발전소 건설사업에 따른 소규모환경영향평가서, 2019

(2) 조류**② 문헌조사**

- 문헌 A : 총 36과 72종이 보고되었으며, 법정보호종은 원앙, 황조롱이, 소쩍새, 긴꼬리딱새 등 총 4종이 보고됨
- 문헌 B : 총 24과 42종이 보고되었으며, 법정보호종은 원앙, 황조롱이 등 총 2종이 보고됨
- 문헌 C : 총 25과 46종이 보고되었으며, 법정보호종은 원앙, 수리부엉이 등 총 2종이 보고됨
- 문헌 D : 총 24과 34종이 보고되었으며, 법정보호종은 원앙, 벌매 등 총 2종이 보고됨
- 문헌 E : 총 8과 12종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음

③ 현지조사

- 현지조사 결과 조류는 14과 18종 102개체가 확인되었으며, 법정보호종은 새호리기 1종이 확인됨
- 분류군별(Oder) 종조성비를 분석한 결과, 참새목이 전체 출현종 중 11종(61.0%)로 가장 우점하였고, 황새목 2종(11.0%), 기러기목, 비둘기목, 파랑새목, 매목 및 닭목이 각각 1종(5.6%)등의 순으로 분석됨
- 분류군별(Oder) 개체수 조성비를 분석한 결과, 참새목이 72개체(70.5%)로 가장 우점하였고, 비둘기목 15개체(14.7%), 기러기목 및 황새목이 각각 5개체(5.0%), 파랑새목 및 매목이 각각 2개체(2.0%), 닭목이 1개체(1.0%) 등의 순으로 분석됨
- 종별 상대풍부도를 분석한 결과, 조사지역에서는 참새가 전체 출현개체수의 24.6%로 가장 많이 차지하였으며, 그 다음으로 붉은머리오목눈이 20.6%, 멧비둘기 14.7%, 까치 8.8%, 흰뺨검둥오리 4.9%, 직박구리 3.9%등의 순으로 나타나 소형명금류가 우점하는 것으로 분석됨
- 군집분석 결과, 종풍부도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하는 다양도지수는 2.324, 종의 개체수와 종의 수만으로 군집을 평가하는 종풍부도지수는 3.676, 군집내 종구성의 균등한 정도를 나타내는 균등도지수는 0.804로 산정됨



(그림 3.5-10) 분류군별 종조성비, 개체수 조성비, 군집지수 및 상대풍부도

<표 3.5-14> 조사지역의 조류 목록

분류 및 학명	국명	생활형	문헌					현지	우정도 (%)	비고
			A	B	C	D	E			
<i>Order Podicipediformes</i> 논병아리목										
<i>Family Podicipedidae</i> 논병아리과										
<i>Podiceps ruficollis</i>	논병아리	Res	◎							
<i>Order Ciconiiformes</i> 황새목										
<i>Family Ardeidae</i> 백로과										
<i>Butorides striatus</i>	검은댕기해오라기	SV	◎	◎				3	2.9	
<i>Egretta alba alba</i>	대백로	WV		◎						
<i>Ardea alba modesta</i>	중대백로	SV	◎	◎	◎	◎				
<i>Ardea cinerea</i>	왜가리	SV	◎	◎	◎	◎		2	2.0	
<i>Order Anseriformes</i> 기러기목										
<i>Family Anatidae</i> 오리과										
<i>Aix galericulata</i>	원앙	Res	◎	◎	◎	◎				천
<i>Anas platyrhynchos</i>	청둥오리	WV	◎							
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	Res	◎	◎	◎	◎		5	4.9	
<i>Anas crecca</i>	쇠오리	WV	◎							
<i>Anas acuta</i>	고방오리	WV	◎							
<i>Order Falconiformes</i> 매목										
<i>Family Accipitridae</i> 수리과										
<i>Pernis ptilorhynchus</i>	벌매	PM					◎			II
<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리	WV	◎	◎			◎	◎		
<i>Family Falconidae</i> 매과										
<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	Res	◎	◎						천
<i>Falco subbuteo</i>	새호리기	SV						2	2.0	II
<i>Order Galliformes</i> 닭목										
<i>Family Phasianidae</i> 꿩과										
<i>Phasianus colchicus</i>	꿩	Res	◎	◎	◎	◎		1	0.9	
<i>Family Tertraonidae</i>	멧닭과									
<i>Tetrastes bonasia</i>	들꿩	Res	◎		◎					
<i>Order Gruiformes</i> 두루미목										
<i>Family Rallidae</i> 뜸부기과										
<i>Fulica atra</i>	물닭	WV	◎							
<i>Porzana fusca</i>	쇠뜸부기사촌	SV	◎							
<i>Order Charadriiformes</i> 도요목										
<i>Family Charadriidae</i> 물떼새과										
<i>Charadrius dubius</i>	꼬마물떼새	SV	◎							
<i>Family Scolopacidae</i> 도요과										
<i>Tringa ochropus</i>	백백도요	WV	◎							
<i>Order Columbiformes</i> 비둘기목										
<i>Family Columbidae</i> 비둘기과										
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	Res	◎	◎	◎	◎	◎	15	14.7	
<i>Order Cuculiformes</i> 두견이목										
<i>Family Cuculidae</i> 두견이과										
<i>Cuculus micropterus</i>	검은등뺨꾸기	SV	◎	◎			◎			
<i>Cuculus canorus</i>	뺨꾸기	SV	◎	◎	◎	◎				
<i>Cuculus saturatus</i>	병어리뺨꾸기	SV	◎		◎					
<i>Order Strigiformes</i> 올빼미목										
<i>Family Strigidae</i> 올빼미과										
<i>Bubo bubo</i>	수리부엉이	Res			◎					II, 천
<i>Otus scops</i>	소쩍새	SV	◎							천

<표 계속> 조사지역의 조류 목록

분류 및 학명	국명	생활형	문헌					현지	우점도 (%)	비고
			A	B	C	D	E			
<i>Order Caprimulgiformes</i> 쌍도새목										
<i>Family Caprimulgidae</i> 쌍도새과										
<i>Caprimulgus indicus</i>	쌍도새	SV				◎				
<i>Order Coraciiformes</i> 파랑새목										
<i>Family Alcedinidae</i> 물총새과										
<i>Alcedo atthis</i>	물총새	SV	◎	◎				2	2.0	
<i>Family Coraciidae</i> 파랑새과										
<i>Eurystomus orientalis</i>	파랑새	SV	◎			◎				
<i>Family Upupidae</i> 후투티과										
<i>Upupa epops</i>	후투티	SV	◎							
<i>Order Piciformes</i> 딱다구리목										
<i>Family Picidae</i> 딱다구리과										
<i>Picus canus</i>	청딱다구리	Res	◎	◎	◎					
<i>Dendrocopos major</i>	오색딱다구리	Res	◎		◎					
<i>Dendrocopos leucotos</i>	큰오색딱다구리	Res	◎							
<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	Res	◎	◎	◎	◎				
<i>Order Passeriformes</i> 참새목										
<i>Family Hirundinidae</i> 제비과										
<i>Hirundo rustica</i>	제비	SV	◎	◎	◎	◎				
<i>Family Motacillidae</i> 활미새과										
<i>Motacilla cinerea</i>	노랑활미새	SV	◎	◎	◎	◎				
<i>Motacilla alba</i>	알락활미새	SV	◎	◎	◎	◎	3	2.9		
<i>Motacilla grandis</i>	검은등활미새	Res	◎	◎						
<i>Anthus hodgsoni</i>	항동새	PM	◎							
<i>Family Pycnonotidae</i> 직박구리과										
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	직박구리	Res	◎	◎	◎	◎	◎	4	3.9	
<i>Family Bombycillidae</i> 여새과										
<i>Bombycilla japonica</i>	홍여새	WV	◎							
<i>Family Laniidae</i> 때까치과										
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	Res	◎	◎	◎	◎				
<i>Lanius tigrinus</i>	참때까치	SV			◎					
<i>Family Cinclidae</i> 물까마귀과										
<i>Cinclus pallasii</i>	물까마귀	Res	◎							
<i>Family Turdidae</i> 지빠귀과										
<i>Luscinia sibilans</i>	울새	PM			◎					
<i>Zoothera dauma</i>	호랑지빠귀	SV	◎		◎					
<i>Turdus hortulorum</i>	되지빠귀	PM	◎	◎	◎					
<i>Turdus pallidus</i>	흰배지빠귀	SV	◎		◎	◎				
<i>Turdus naumanni naumanni</i>	노랑지빠귀	WV	◎							
<i>Family Paridae</i> 붉은머리오목눈이과										
<i>Paradoxornis webbiana</i>	붉은머리오목눈이	Res	◎	◎	◎	◎	◎	21	20.6	
<i>Family Sylviidae</i> 휘파람새과										
<i>Urosphena squameiceps</i>	숲새	SV	◎	◎	◎	◎				
<i>Acrocephalus orientalis</i>	개개비	SV		◎						
<i>Phylloscopus coronatus</i>	산솔새	SV	◎	◎	◎					
<i>Phylloscopus tenellipes</i>	되솔새	PM	◎		◎					

<표 계속> 조사지역의 조류 목록

분류 및 학명	국명	생활형	문헌					현지	우점도 (%)	비고
			A	B	C	D	E			
<i>Family Muscicapidae</i> 딱새과										
<i>Regulus regulus</i>	상모솔새	WV	◎		◎					
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	Res	◎	◎	◎	◎		2	2.0	
<i>Saxicola torquata</i>	검은딱새	SV	◎	◎						
<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	긴꼬리딱새	SV	◎							II
<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	큰유리새	SV	◎	◎	◎					
<i>Family Aegithalidae</i> 오목눈이과										
<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	Res	◎		◎					
<i>Family Paridae</i> 박새과										
<i>Parus palustris</i>	쇠박새	Res	◎	◎	◎	◎	◎	1	0.9	
<i>Parus ater</i>	진박새	Res	◎	◎	◎					
<i>Parus varius</i>	곤줄박이	Res	◎		◎					
<i>Parus major</i>	박새	Res	◎	◎	◎	◎	◎	1	0.9	
<i>Family Sittidae</i> 동고비과										
<i>Sitta europaea</i>	동고비	Res	◎		◎					
<i>Family Emberizidae</i> 멧새과										
<i>Emberiza cioides</i>	멧새	Res	◎	◎	◎	◎	◎	2	2.0	
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	Res	◎	◎	◎	◎	◎	2	2.0	
<i>Emberiza spodocephala</i>	족새	PM	◎							
<i>Emberiza rustica</i>	쓱새	WV	◎	◎	◎		◎			
<i>Family Fringillidae</i> 되새과										
<i>Carduelis sinica</i>	방울새	Res	◎	◎			◎			
<i>Carduelis spinus</i>	검은머리방울새	WV	◎							
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	콩새	WV	◎							
<i>Fringilla montifringilla</i>	되새	WV	◎		◎	◎				
<i>Family Ploceidae</i> 참새과										
<i>Passer montanus dybowskii</i>	참새	Res	◎	◎	◎	◎	◎	25	24.6	
<i>Family Sturnidae</i> 찌르레기과										
<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기	SV	◎	◎	◎	◎				
<i>Family Oriolidae</i> 꾀꼬리과										
<i>Oriolus chinensis</i>	꾀꼬리	SV	◎	◎	◎	◎				
<i>Family Corvidae</i> 까마귀과										
<i>Garrulus glandarius</i>	어치	Res	◎	◎	◎	◎				
<i>Cyanopica cyanus</i>	물까치	Res	◎		◎	◎				
<i>Pica pica sericea</i>	까치	Res	◎	◎	◎	◎	◎	9	8.8	
<i>Corvus corone</i>	까마귀	Res					◎	2	2.0	
<i>Corvus macrorhynchos</i>	큰부리까마귀	Res	◎	◎						
과 수			36	24	25	24	8	14	-	
종 수			72	42	46	34	12	18	-	
개체수			-	-	-	-	-	102	100.0	

주) Res: 텃새, Wv: 겨울철새, Sv: 여름철새, Pm: 나그네새, I·II: 멸종위기 야생생물 I·II급, 천: 천연기념물
 자료: 1. 문헌A - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(문수산, E4, 5, 7, 8), 2014
 2. 문헌B - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(내성, E6, 9), 2014
 3. 문헌C - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(원둔, E1, 2), 2014
 4. 문헌D - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(영주, E3), 2014
 5. 문헌E - (주)외삼 1호 태양광발전소 외 1개업체, 봉화군 봉성면 외삼리 793번지 일원 태양광발전소 건설사업에 따른 소규모환경영향평가서, 2019

(3) 양서·파충류

① 문헌조사

- 문헌 A : 총 6과 12종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음
- 문헌 B : 총 2과 6종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음
- 문헌 C : 총 3과 5종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음
- 문헌 D : 총 1과 2종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음
- 문헌 E : 총 3과 3종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음

② 현지조사

- 현지조사 결과 조사지역에서 확인된 양서·파충류는 참개구리, 유혈목이 등 3과 5종이 확인되었고, 법정보호종은 탐문조사 시 금개구리가 확인되었음
- 참개구리 및 옴개구리는 저수지 주변 초지 일대지역과 농경지 주변에서 확인되었으며, 유혈목이는 경작지 일대에서 확인됨
- 인근 주민을 대상으로 탐문조사를 실시한 결과, 조사지역에서 조사된 분류군은 청개구리, 금개구리, 유혈목이 등 총 3종이 확인됨
- 탐문조사시 확인된 금개구리는 문헌조사 결과 보고되지 않았고, 금개구리의 생태특성을 고려하여 계획지구와 저수지 주변 초지, 농경지, 농수로, 물웅덩이 등을 집중조사 하였으나 확인되지 않았음

<표 3.5-15> 조사지역의 양서·파충류 목록

분류 및 학명	국명	문헌					현지	비고
		A	B	C	D	E		
<i>Class Amphibia</i> 양서강								
<i>Order Caudata</i> 도롱뇽목(유미목)								
<i>Family Hynobiidae</i> 도롱뇽과								
<i>Hynobius leechii</i>	도롱뇽	◎		◎				
<i>Order Salientia</i> 개구리목								
<i>Family Bombinatoridae</i> 무당개구리과								
<i>Bombina orientalis</i>	무당개구리	◎				◎		
<i>Family Hylidae</i> 청개구리과								
<i>Hyla japonica</i>	청개구리	◎		◎			H	
<i>Family Ranidae</i> 개구리과								
<i>Rana coreana</i>	한국산개구리	◎	◎	◎	◎			
<i>Rana dybowskii</i>	북방산개구리	◎	◎	◎	◎			
<i>Rana huanrenensis</i>	계곡산개구리	◎						
<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	◎	◎	◎		◎	V	
<i>Rana plancyi chonsenica</i>	금개구리						H	II
<i>Rana rugosa</i>	옴개구리	◎					V	
양서강	과 수	4	1	3	1	2	2	
	종 수	8	3	5	2	2	4	

<표 계속> 조사지역의 양서·파충류 목록

분류 및 학명	국명	문헌					현지	비고
		A	B	C	D	E		
<i>Class Reptilia</i> 파충강								
<i>Order Squamata</i> 뱀목(유인목)								
<i>Family Colubridae</i> 뱀과								
<i>Elaphe rufodorsata</i>	무자치	◎	◎					
<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀		◎					
<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유혈목이	◎	◎			◎	V,H	
<i>Family Viperidae</i> 살모사과								
<i>Agkistrodon brevicaudus</i>	살모사	◎						
<i>Agkistrodon ussuriensis</i>	쇠살모사	◎						
파충강	과 수	2	1	-	-	1	1	
	종 수	4	3	-	-	1	1	
총 합	과 수	6	2	3	1	3	3	
	종 수	12	6	5	2	3	5	

주) II: 멸종위기 야생생물 II급, V: 목건, H: 탐문

- 자료: 1. 문헌A - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(문수산, E4, 5, 7, 8), 2014
 2. 문헌B - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(내성, E6, 9), 2014
 3. 문헌C - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(원둔, E1, 2), 2014
 4. 문헌D - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(영주, E3), 2014
 5. 문헌E - (주)외상 1호 태양광발전소 외 1개업체, 봉화군 봉성면 외삼리 793번지 일원 태양광발전소 건설사업에 따른 소규모환경영향평가서, 2019

(4) 육상곤충류

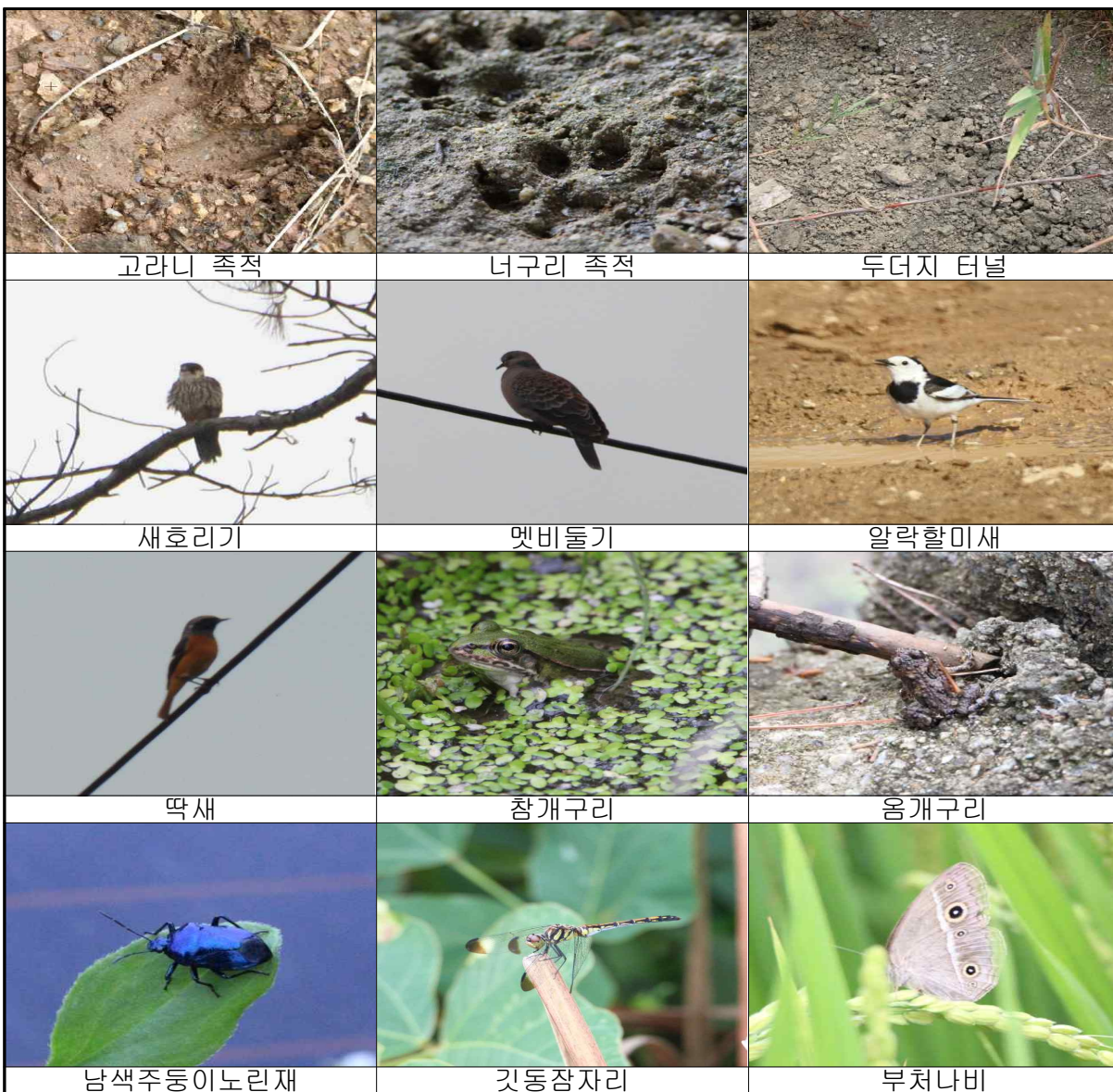
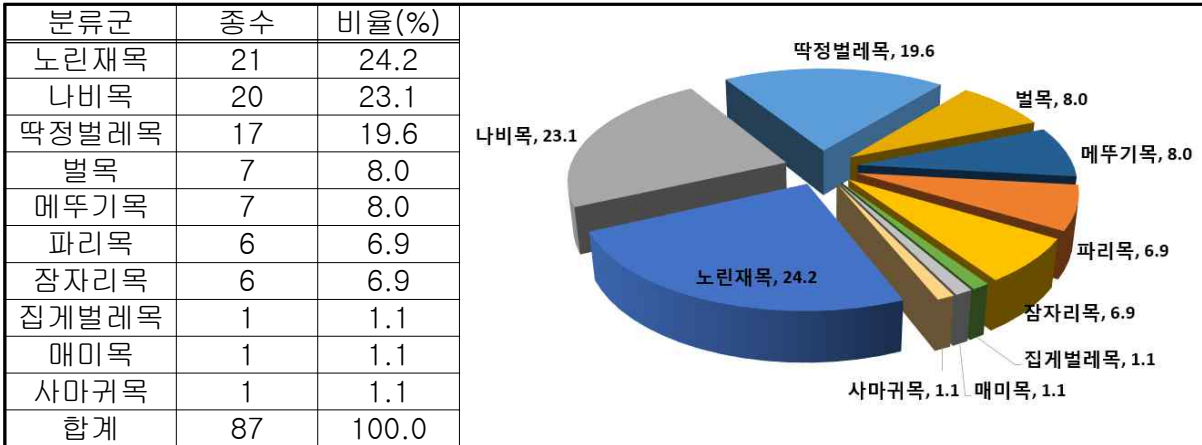
① 문헌조사

- 문헌 A : 총 56과 351종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음
- 문헌 B : 총 63과 356종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음

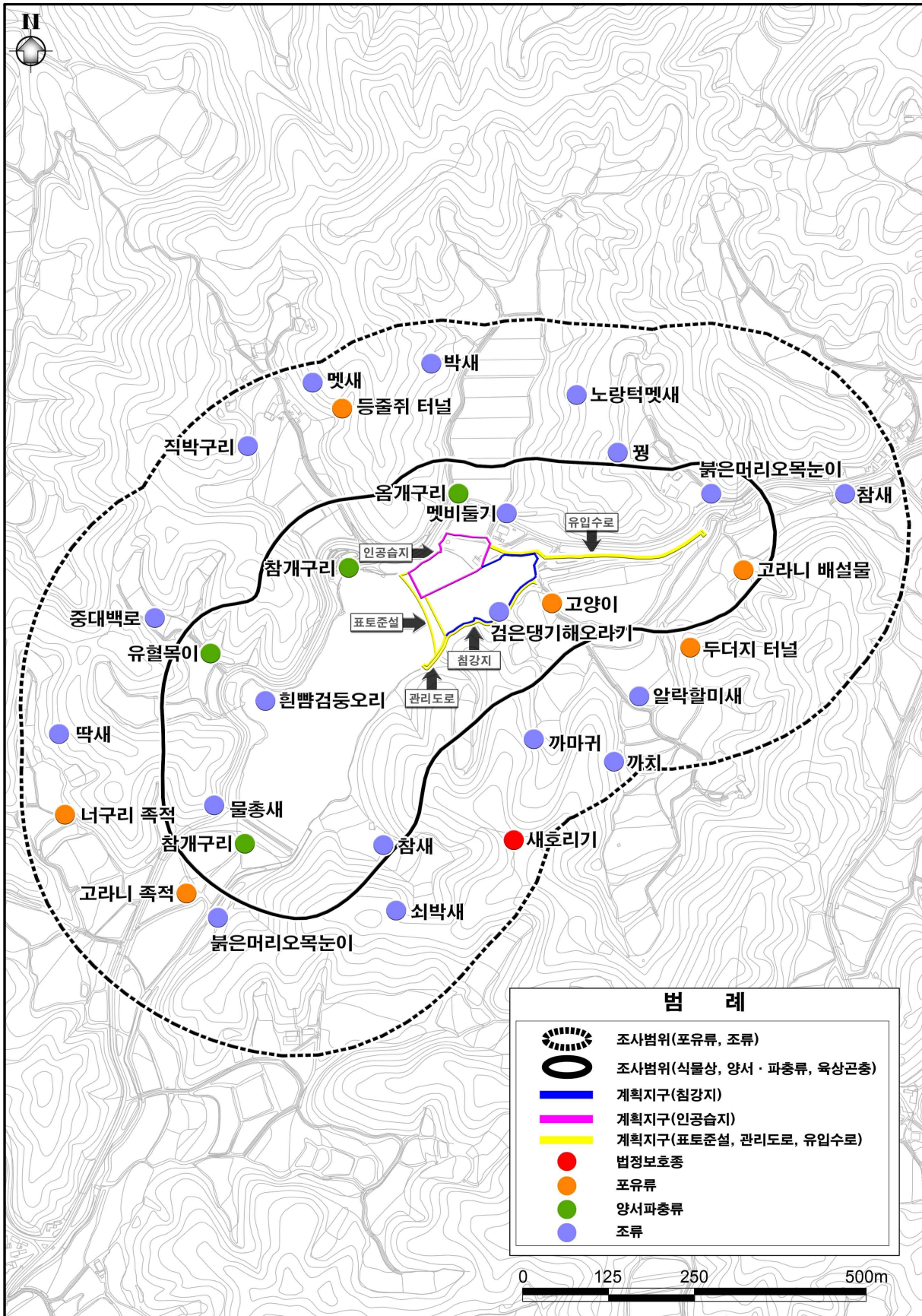
② 현지조사

- 현지조사 결과 육상곤충류는 40과 87종이 확인되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음
- 현지조사시 계획지구 주변 산림은 대부분 벌채되어 있었고, 주변지역으로 농경지와 초지가 넓게 분포하고 있어 대부분의 종들은 초지 및 경작지에서 확인됨
- 분류군별 출현현황을 분석한 결과, 노린재목이 21종(24.2%)으로 우점하였고, 나비목 20종(23.1%), 딱정벌레목 17종(19.6%), 벌목 및 메뚜기목이 각각 7종(8.0%), 파리목 및 잠자리목이 각각 6종(6.9%), 집게벌레목, 매미목 및 사마귀목이 각각 1종(1.1%) 등의 순으로 분석됨

<표 3.5-16> 육상곤충류의 분류군별 종조성비



(그림 3.5-11) 조사지역의 육상동물상 현황



(그림 3.5-12) 조사지역 동물분포도

다. 육수생물상

(1) 조사지 개황

- 현지조사는 계획지구 및 계획지구가 위치한 수계지점 3개소를 선정하여 조사를 실시하였고, 문헌조사의 경우 계획지구가 위치한 “문수산 도엽(368041)”의 E7 격자를 중심으로 주변 9개 권역의 전국자연환경조사를 참조함

<표 3.5-17> 육수생물상 집계표(문헌 및 현지조사)

분류군	구분	문헌조사					현지조사
		A'	B''	C'	D'	E	합계
담수어류		3과 8종	3과 10종	2과 2종	-	-	5과9종
저서성대형무척추동물		24과40종	17과28종	7과10종	12과12종	5과6종	19과25종

- 자료: 1. 문헌A' - 환경부, 제3차 전국자연환경조사(문수산, E4, 5, 7, 8), 2007
 2. 문헌B'' - 환경부, 제3차 전국자연환경조사(내성, E6, 9), 2007
 3. 문헌C' - 환경부, 제3차 전국자연환경조사(원둔, E1, 2), 2007
 4. 문헌D' - 환경부, 제3차 전국자연환경조사(영주, E3), 2007
 5. 문헌E - (주)외삼 1호 태양광발전소 외 1개업체, 봉화군 봉성면 외삼리 793번지 일원 태양광발전소 건설사업에 따른 소규모환경영향평가서, 2019

<표 3.5-18> 육수생물상 조사지점 수계 현황

조사지점	St.1(유입수계)	
하폭/수폭	20~25m/4~5m	
하상현황	모래(5)/자갈(5)	
유역현황	산림, 도로	
탁도	탁함	
제방(좌/우)	자연형/자연형	
조사지점	St.2(하늘저수지)	
하폭/수폭	-/-	
하상현황	-/-	
유역현황	산림, 도로	
탁도	보통	
제방(좌/우)	-/-	
조사지점	St.3(유출수계)	
하폭/수폭	18m/4m	
하상현황	빨(6)/모래(2)/자갈(2)	
유역현황	농경지, 산림	
탁도	보통	
제방(좌/우)	자연형/자연형	

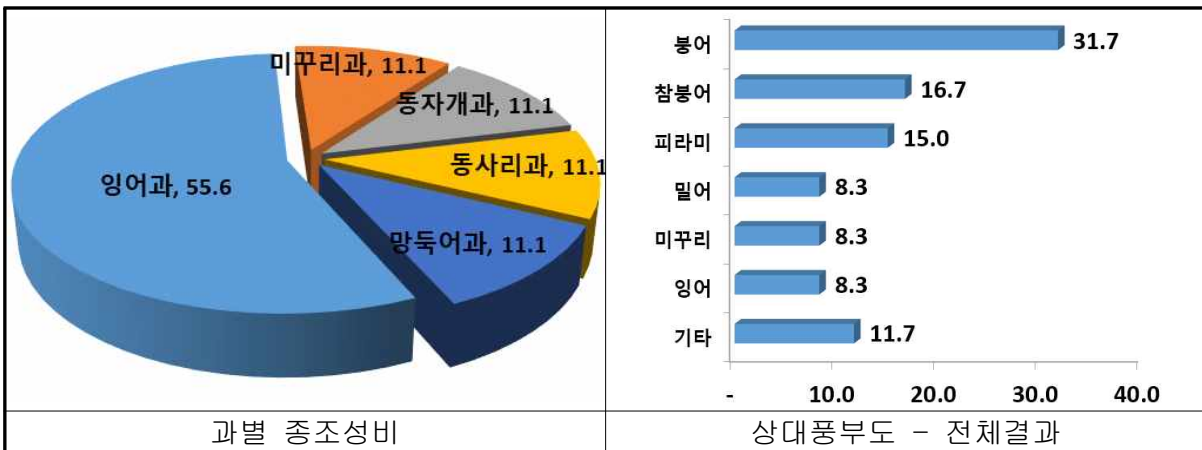
(2) 담수어류

① 문헌조사

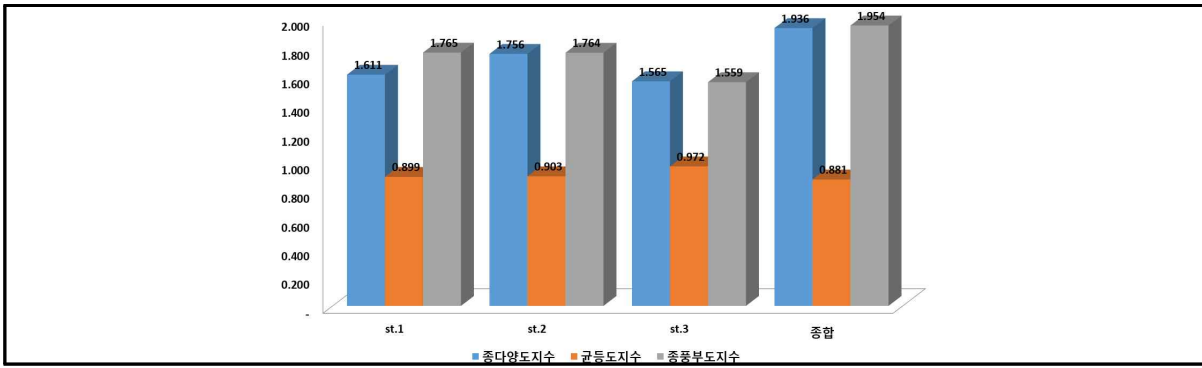
- 문헌 A' : 총 3과 8종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음
- 문헌 B'' : 총 3과 10종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음
- 문헌 C' : 총 2과 2종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음

② 현지조사

- 조사지역에서 확인된 담수어류는 St.1에서 4과 6종 17개체, St.2에서 3과 7종 30개체, St.3에서 3과 5종 13개체로 총 5과 9종 60개체가 확인되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음
- 과별 종조성비를 분석한 결과, 잉어과가 5종(55.6%), 미꾸리과와 망둑어과, 동사리과, 동자개과가 각각 1종(11.1%)로 분석됨
- 우점종은 붕어로 전체 출현개체수의 19개체(31.7%)가 나타났으며, 그 다음으로 참붕어 10개체(16.7%), 피라미 9개체(15.0%), 밀어와 미꾸리, 잉어가 각각 5개체(8.3%)등의 순으로 나타남
- 군집의 종풍부도와 개체수의 상대적 균형을 의미하는 종다양도지수는 전체 결과에 대하여 1.936, 군집 내 종구성의 균등한 정도를 나타내는 균등도지수는 전체결과에 대하여 0.881, 종의 개체수와 종의 수만으로 군집을 평가하는 종풍부도지수는 전체결과에 대하여 1.954로 산정됨



(그림 3.5-13) 과별 종조성비 및 상대풍부도



(그림 3.5-14) 군집지수

<표 3.5-19> 조사지역의 담수어류 목록

분류 및 학명	국명	문헌			현지				우점도	비고
		A'	B''	C'	St.1	St.2	St.3	종합		
Order Cyprinida 잉어목										
Family Cyprinidae 잉어과										
<i>Carassius auratus</i>	붕어		◎		5	10	4	19	31.7	
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어					5		5	8.3	
<i>Microphysogobio yaluensis</i>	돌마자	◎								고
<i>Phoxinus oxycephalus</i>	버들치	◎	◎	◎						
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지		◎							
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어	◎			3	5	2	10	16.7	
<i>Pungtungia herzi</i>	돌고기		◎							
<i>Squalidus chankaensis</i>	참몰개	◎				1		1	1.7	고
<i>Squalidus gracilis majimae</i>	긴몰개		◎							고
<i>Zacco platypus</i>	피라미	◎	◎		2	4	3	9	15.0	
<i>Zacco koreanus</i>	참갈겨니	◎	◎							고
Family Cobitidae 미꾸리과										
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	◎	◎	◎	1	2	2	5	8.3	
<i>Niwaella multifasciata</i>	수수미꾸리		◎							고
Order Perciformes 농어목										
Family Eleotridae 동사리과										
<i>Odontobutis platycephala</i>	동사리	◎	◎		1		2	3	5.0	고
Family Gobiidae 망둑어과										
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어				5			5	8.3	
Order Siluriformes 메기목										
Family Bagridae 동자개과										
<i>Pseudobagrus frlvidraco</i>	동자개					3		3	5.0	
과 수		3	3	2	4	3	3	5	-	
종 수		8	10	2	6	7	5	9	-	
개체수		-	-	-	17	30	13	60	100.0	

주) ①: 생태계교란 생물

자료: 1. 문헌A' - 환경부, 제3차 전국자연환경조사(문수산, E4, 5, 7, 8), 2007

2. 문헌B'' - 환경부, 제3차 전국자연환경조사(내성, E6, 9), 2007

3. 문헌C' - 환경부, 제3차 전국자연환경조사(원둔, E1, 2), 2007

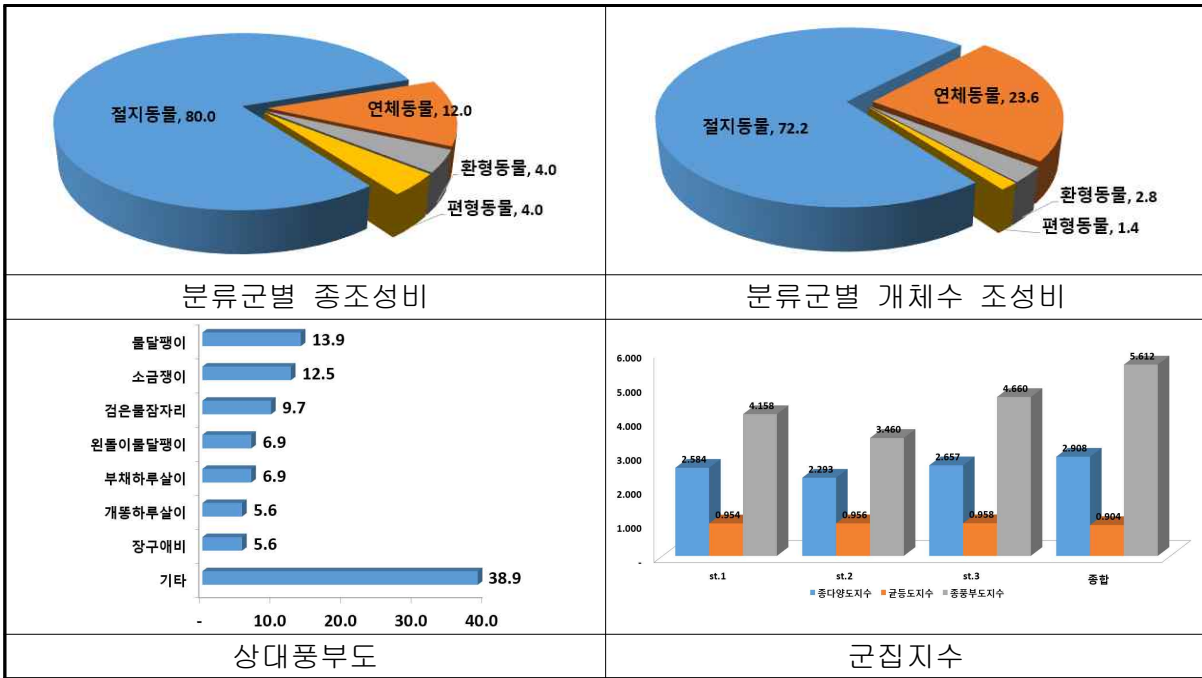
(3) 저서성대형무척추동물

① 문헌조사

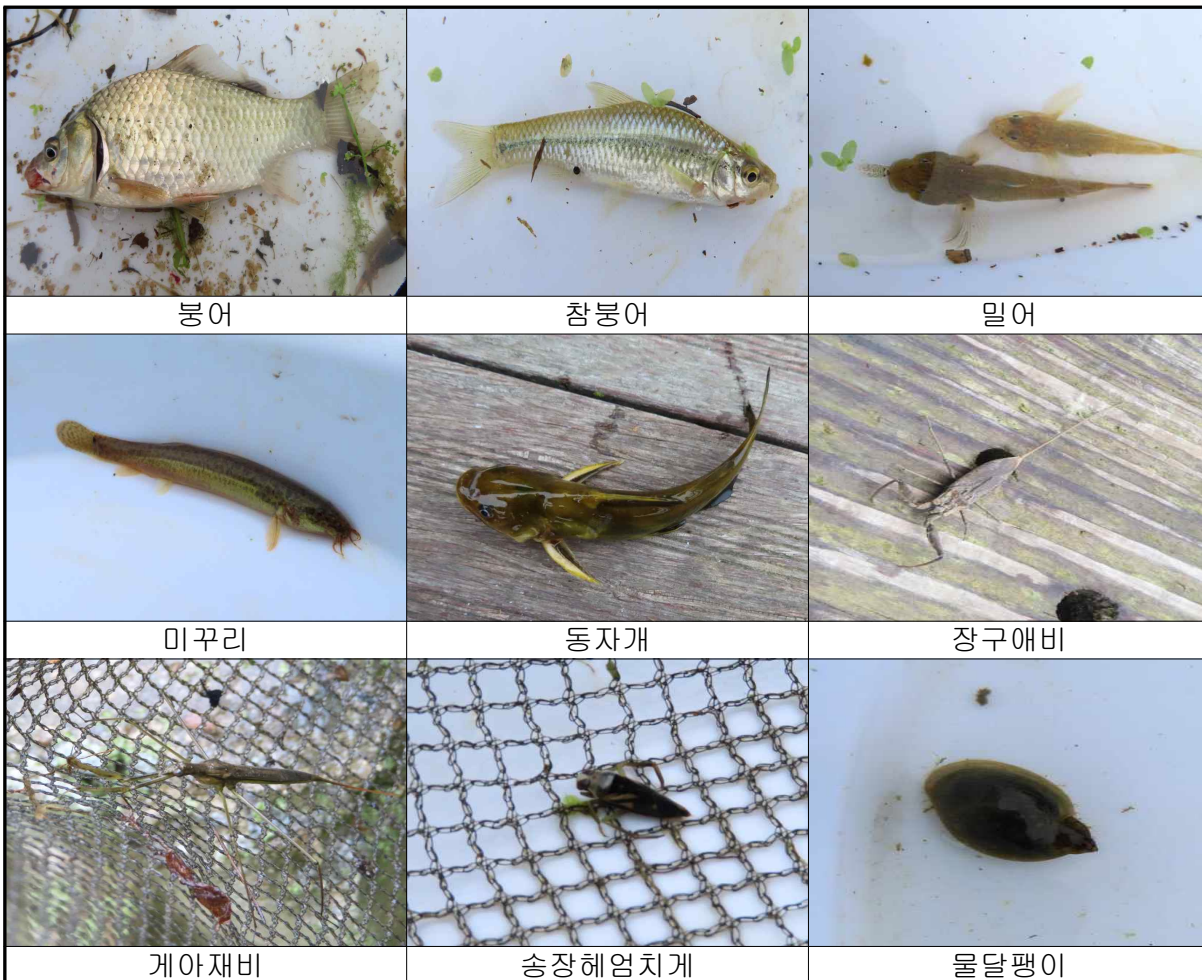
- 문헌 A' : 총 24과 40종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음
- 문헌 B'' : 총 17과 28종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음
- 문헌 C' : 총 7과 10종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음
- 문헌 D' : 총 12과 12종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음
- 문헌 E : 총 5과 6종이 보고되었으며, 법정보호종은 보고되지 않았음

② 현지조사

- 현지조사 결과 저서성대형무척추동물은 St.1에서 13과 15종 29개체, St.2에서 9과 11종 18개체, St.3에서 13과 16종 25개체로 총 4문 4강 9목 19과 25종 72개체가 확인되었으며, 법정보호종은 확인되지 않았음
- 분류군별(Phylum) 종 구성비를 살펴보면 절지동물이 20종(80.0%), 연체동물이 3종(12.0%) 편형동물 및 환형동물 각각 1종(4.0%)의 순으로 분석됨
- 분류군별(Phylum) 개체수 구성비를 살펴보면 절지동물 52개체(72.2%), 연체동물 17개체(23.6%), 환형동물 2개체(2.8%), 편형동물 1개체(1.4%)의 순으로 분석됨
- 우점종은 물달팽이가 10개체(13.9%)로 가장 우점하였으며, 그 다음으로는 소금쟁이 9개체(12.5%), 검은물잠자리 7개체(9.7%), 원돌이물달팽이 및 부채하루살이 각각 5개체(6.9%), 개똥하루살이 및 장구애비 각각 4개체(5.6%) 등의 순으로 분석됨
- 군집의 종풍부정도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하는 종다양도지수는 전체결과에 대하여 2.908, 군집 내 종구성의 균등한 정도를 나타내는 균등도지수는 전체 결과에 대하여 0.904, 종의 개체수와 종의 수만으로 군집을 평가하는 종풍부도지수는 전체 결과에 대하여 5.612로 산정됨



(그림 3.5-15) 분류군별 종조성비, 개체수 조성비, 상대풍부도 및 군집지수



(그림 3.5-16) 육수생물상 현황

<표 3.5-20> 조사지역의 저서성대형무척추동물 목록

분류 및 학명	국명	문헌					현지				우정도	비고	
		A'	B''	C'	D'	E	St.1	St.2	St.3	종합			
<i>Phylum Platyhelminthes</i> 편형동물문													
<i>Class Turbellaria</i> 와충강													
<i>Order Tricladida</i> 삼기장목													
<i>Family Planariidae</i> 플라나리아과													
<i>Dugesia japonica</i>	플라나리아	◎	◎				1				1	1.4	
<i>Phylum Mollusca</i> 연체동물문													
<i>Class Gastropoda</i> 복족강													
<i>Order Mesogastropoda</i> 중복족목													
<i>Family Ampullariidae</i> 사과우렁이과													
<i>Pomacea canaliculata</i>	왕우렁이					◎							
<i>Family Pleuroceridae</i> 다슬기과													
<i>Semisulcospira libertina</i>	다슬기	◎	◎				2				2	2.8	
<i>Order Basommatophora</i> 기안목													
<i>Family Lymnaeidae</i> 물달팽이과													
<i>Lymnaea auricularia</i>	물달팽이						4	3	3	10	13.9		
<i>Family Physidae</i> 윈돌이물달팽이과													
<i>Physa acuta</i>	윈돌이물달팽이	◎		◎	◎		2	2	1	5	6.9		
<i>Family Planorbidae</i> 또아리물달팽이과													
<i>Polypylis hemisphaerula</i>	배꼽또아리물달팽이	◎											
<i>Phylum Annelida</i> 환형동물문													
<i>Class Oligochaeta</i> 빈모강													
<i>Order Archi-oligochaeta</i> 물지렁이목													
<i>Family Tubificidae</i> 실지렁이과													
<i>Limnodrilus gotoi</i>	실지렁이	◎											
<i>Class Hirudinea</i> 거머리강													
<i>Order Athynchobdellidae</i> 턱거머리목													
<i>Family Erpobdellidae</i> 돌거머리과													
<i>Erpobdella lineata</i>	돌거머리	◎					1		1	2	2.8		
<i>Phylum Arthropoda</i> 절지동물문													
<i>Class Insecta</i> 곤충강													
<i>Order Ephemeroptera</i> 하루살이목													
<i>Family Baetidae</i> 꼬마하루살이과													
<i>Acentrella gnom</i>	깨알하루살이	◎											
<i>Baetiella tuberculata</i>	애호랑하루살이		◎										
<i>Baetis fuscatus</i>	개똥하루살이	◎	◎	◎	◎		2	1	1	4	5.6		
<i>Baetis pseudothemicus</i>	나도꼬리하루살이			◎									
<i>Baetis silvaticus Kluge</i>	감초하루살이	◎	◎										
<i>Family Ephemerellidae</i> 알락하루살이과													
<i>Cincticostella levanidovae</i>	민하루살이	◎	◎										
<i>Cincticostella tshernovae(Bajkova)</i>	먹하루살이	◎											
<i>Ephemerella dentata</i>	알락하루살이		◎										
<i>Serratella ignita (Poda)</i>	쇠꼬리하루살이	◎			◎								
<i>Serratella setigera</i>	범꼬리하루살이	◎											

<표 계속> 조사지역의 저서성대형무척추동물 목록

분류 및 학명	국명	문헌					현지				우점도	비고
		A'	B''	C'	D'	E	St.1	St.2	St.3	종합		
<i>Uracanthella rufa</i>	등줄하루살이	◎	◎						1	1	1.4	
Family Ephemeridae 하루살이과												
<i>Ephemera strigata</i>	무늬하루살이	◎										
Family Heptageniidae 하루살이과												
<i>Ecdyonurus bajkovae Kluge</i>	몽땅하루살이	◎	◎						1	1	1.4	
<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	두점하루살이	◎					1			1	1.4	
<i>Epeorus pellucidus</i>	부채하루살이	◎	◎				2		3	5	6.9	
Family Potamanthidae 강하루살이과												
<i>Rhoenathus coreanus</i>	강하루살이		◎									
Family Siphonuridae 옛하루살이과												
<i>Siphonurus chakae</i>	옛하루살이		◎		◎							
Order Odonata 잠자리목												
Family Coenagrionoidae 실잠자리과												
<i>Cercion calamorum</i>	등검은실잠자리					◎		1		1	1.4	
Family Calopterygidae 물잠자리과												
<i>Calopteryx atrata</i>	검은물잠자리	◎	◎	◎	◎		2	3	2	7	9.7	
Family Gomphidae 부채장수잠자리과												
<i>Davidius lunatus</i>	쇠촉범잠자리	◎						1		1	1.4	
Family Libellulidae 잠자리과												
<i>Sympetrum infuscatum</i>	깃동잠자리			◎				1	1	2	2.8	
<i>Crocothemis servilla</i>	고추잠자리							1		1	1.4	
<i>Sympetrum cordulegaster</i>	대마도좀잠자리				◎							
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	밀잠자리							2	1	3	4.2	
Order Plecoptera 강도래목												
Family Nemouridae 민강도래과												
<i>Nemoura tau</i>	토우민강도래	◎										
Order Hemiptera 노린재목												
Family Notonectidae 송장헤엄치게과												
<i>Notonecta triguttata</i>	송장헤엄치게	◎				◎		1	2	3	4.2	
Family Belostomatidae 물장군과												
<i>Muljarus japonicus</i>	물자라					◎						
Family Nepidae 장구애비과												
<i>Laccotrephes japonensis</i>	장구애비				◎	◎	3		1	4	5.6	
<i>Ranatra chinensis</i>	게아재비					◎			2	2	2.8	
Family Gerridae 소금쟁이과												
<i>Gerris (Gerris) latiabdominis</i>	애소금쟁이			◎								
<i>Aquaris paludum</i>	소금쟁이						4	2	3	9	12.5	
Order Diptera 파리목												
Family Tipulidae 각다귀과												
<i>Tipula KUa</i>	각다귀 KUa						1			1	2.8	
<i>Tipula KUb</i>	각다귀 KUb			◎								
<i>Tipula KUd</i>	각다귀 KUd	◎	◎									
<i>Tipula KUf</i>	각다귀 KUf				◎							
<i>Antocha KUa</i>	명주각다귀 KUa	◎	◎	◎								
<i>Dicranomyia KUa</i>	무늬애기각다귀 KUa	◎	◎									
Family Simuliidae 맥파리과												
<i>Simulium subcostatum</i>	애뿔맥파리	◎										
<i>Simulium suzukii</i>	얼룩다리맥파리		◎									
<i>Simulium KUa</i>	남방맥파리 KUa	◎										

<표 계속> 조사지역의 저서성대형무척추동물 목록

분류 및 학명	국명	문헌					현지				우점도	비고
		A'	B''	C'	D'	E	St.1	St.2	St.3	종합		
<i>Family Ceratopogonidae</i> 등에모기과												
<i>Ceratopogonidae sp</i>	등에모기류		◎		◎							
<i>Tabanus kinoshitai</i>	여린황등에		◎									
<i>Family Ephydriidae</i> 물가파리과												
<i>Ephydriidae sp.</i>	물가파리류				◎							
<i>Family Muscidae</i> 집파리과												
<i>Muscidae sp.</i>	집파리류				◎							
<i>Order Trichoptera</i> 날도래목												
<i>Family Psychomyiidae</i> 통날도래과												
<i>Psychomyia KUa</i>	통날도래 KUa	◎										
<i>Family Hydropsychidae</i> 줄날도래과												
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>	줄날도래	◎	◎	◎	◎		1		1	2	2.8	
<i>Hydropsyche valvata</i>	흰점줄날도래		◎									
<i>Hydropsyche orientalis</i>	동양줄날도래	◎	◎									
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	꼬마줄날도래	◎	◎	◎			2			2	2.8	
<i>Family Rhyacophilidae</i> 물날도래과												
<i>Apsilochorema KUa</i>	긴발톱물날도래 KUa	◎										
<i>Rhyacophila shikotsuensis</i>	민무늬물날도래	◎	◎									
<i>Family Glossosomatidae</i> 광택날도래과												
<i>Glossosoma KUa</i>	광택날도래 KUa	◎	◎				1			1	1.4	
<i>Agapetus KUa</i>	큰광택날도래 KUa	◎										
<i>Family Hydroptilidae</i> 애날도래과												
<i>Hydroptila KUa</i>	애날도래 KUa		◎									
<i>Family Phryganopsychidae</i> 둥근날개날도래과												
<i>Phryganopsyche latipennis</i>	둥근날개날도래	◎										
<i>Family Limnephilidae</i> 우묵날도래과												
<i>Goera japonica</i>	가시날도래	◎										
<i>Nothopsyche KUa</i>	갈색우묵날도래 KUa	◎	◎						1	1	1.4	
<i>Family Leptoceridae</i> 나비날도래과												
<i>Mystacides KUa</i>	청나비날도래 KUa	◎	◎									
과 수		24	17	7	12	5	13	9	13	19	-	
종 수		40	28	10	12	6	15	11	16	25	-	
개체수		-	-	-	-	-	29	18	25	72	100.0	

자료: 1. 문헌A' - 환경부, 제3차 전국자연환경조사(문수산, E4, 5, 7, 8), 2007
 2. 문헌B'' - 환경부, 제3차 전국자연환경조사(내성, E6, 9), 2007
 3. 문헌C' - 환경부, 제3차 전국자연환경조사(원둔, E1, 2), 2007
 4. 문헌D' - 환경부, 제3차 전국자연환경조사(영주, E3), 2007
 5. 문헌E - (주)외상 1호 태양광발전소 외 1개업체, 봉화군 봉성면 외삼리 793번지 일원 태양광발전소 건설사업에 따른 소규모환경영향평가서, 2019

(4) 법정보호종

① 문헌조사현지조사

- 문헌A : 삶, 원앙, 황조롱이, 소쩍새, 긴꼬리딱새 등 총 5종
- 문헌B : 수달, 삶, 원앙, 황조롱이 등 총 4종이 보고됨
- 문헌C : 삶, 담비, 원앙, 수리부엉이 등 총 4종이 보고됨
- 문헌D : 삶, 원앙, 벌매 등 총 3종이 보고됨

② 현지조사

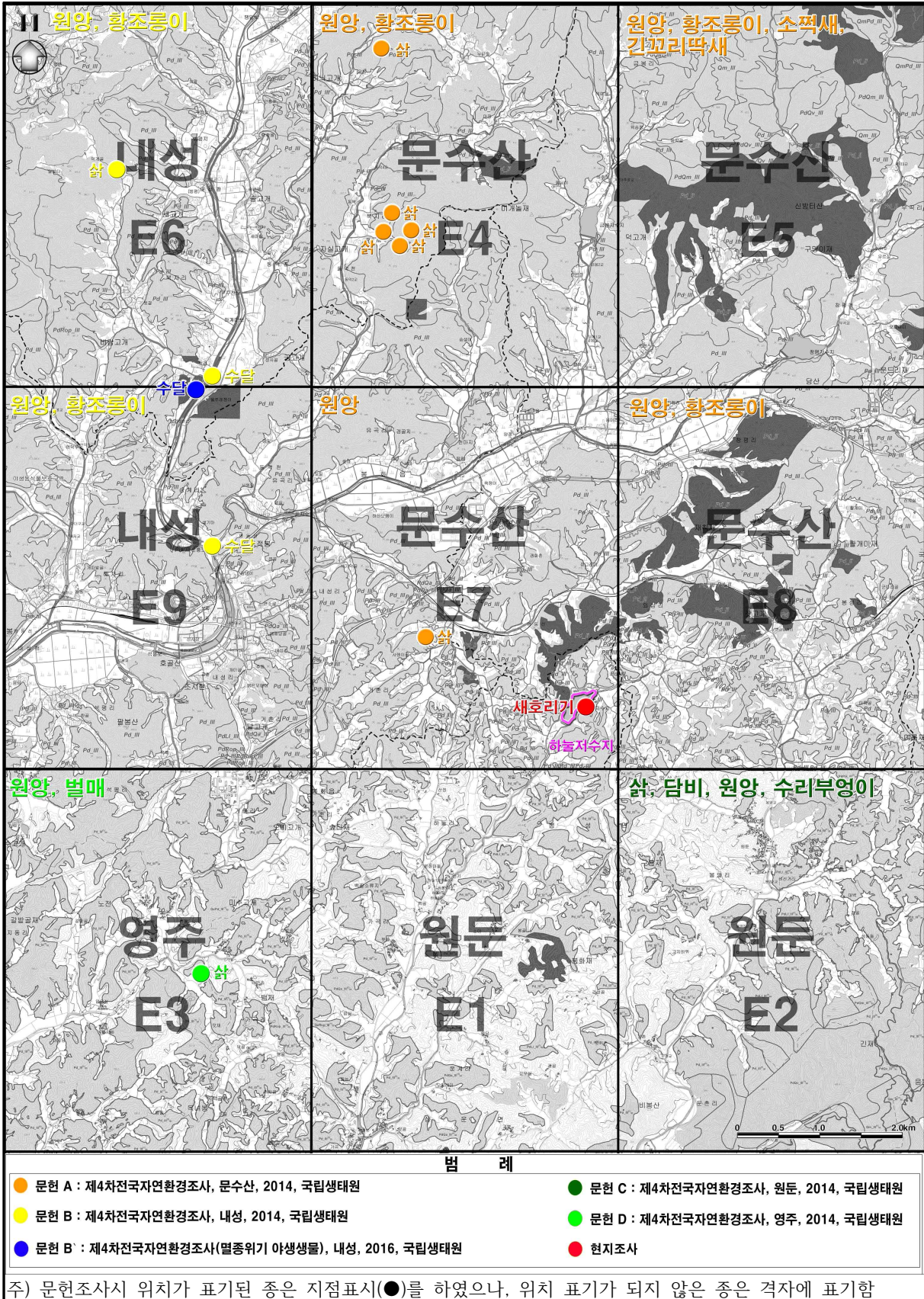
- 계획지구 주변 산림지역에서 휴식 및 이동하는 새호리기 1종이 확인됨
- 지역주민 등을 대상으로 탐문조사한 결과, 조사지역에서 삶, 수달, 금개구리 등 총 3종이 확인되어, 집중조사를 하였으나 본 분류군은 확인되지 않음

<표 3.5-21> 법정보호종 현황

국명		법정보호종		문헌조사					현지조사	
		멸종위기 야생생물	천연기념물	A	B	B'	C	D		E
포유류	수달	I	제330호	-	◎	◎	-			H
	삶	II	-	◎	◎	-	◎	◎		H
	담비	II	-	-	-	-	◎	-		-
조류	원앙	-	제327호	◎	◎	-	◎	◎		-
	벌매	II	-	-	-	-	-	◎		-
	황조롱이	-	제323-8호	◎	◎	-	-	-		-
	새호리기	II	-	-	-	-	-	-		V
	수리부엉이	II	제324호	-	-	-	◎	-		-
	소쩍새	-	제324-6호	◎	-	-	-	-		-
	긴꼬리딱새	II	-	◎	-	-	-	-		-
양서류	금개구리	II	-	-	-	-	-			H
계				5	4	1	4	3		4

주) H: 탐문, V: 목견

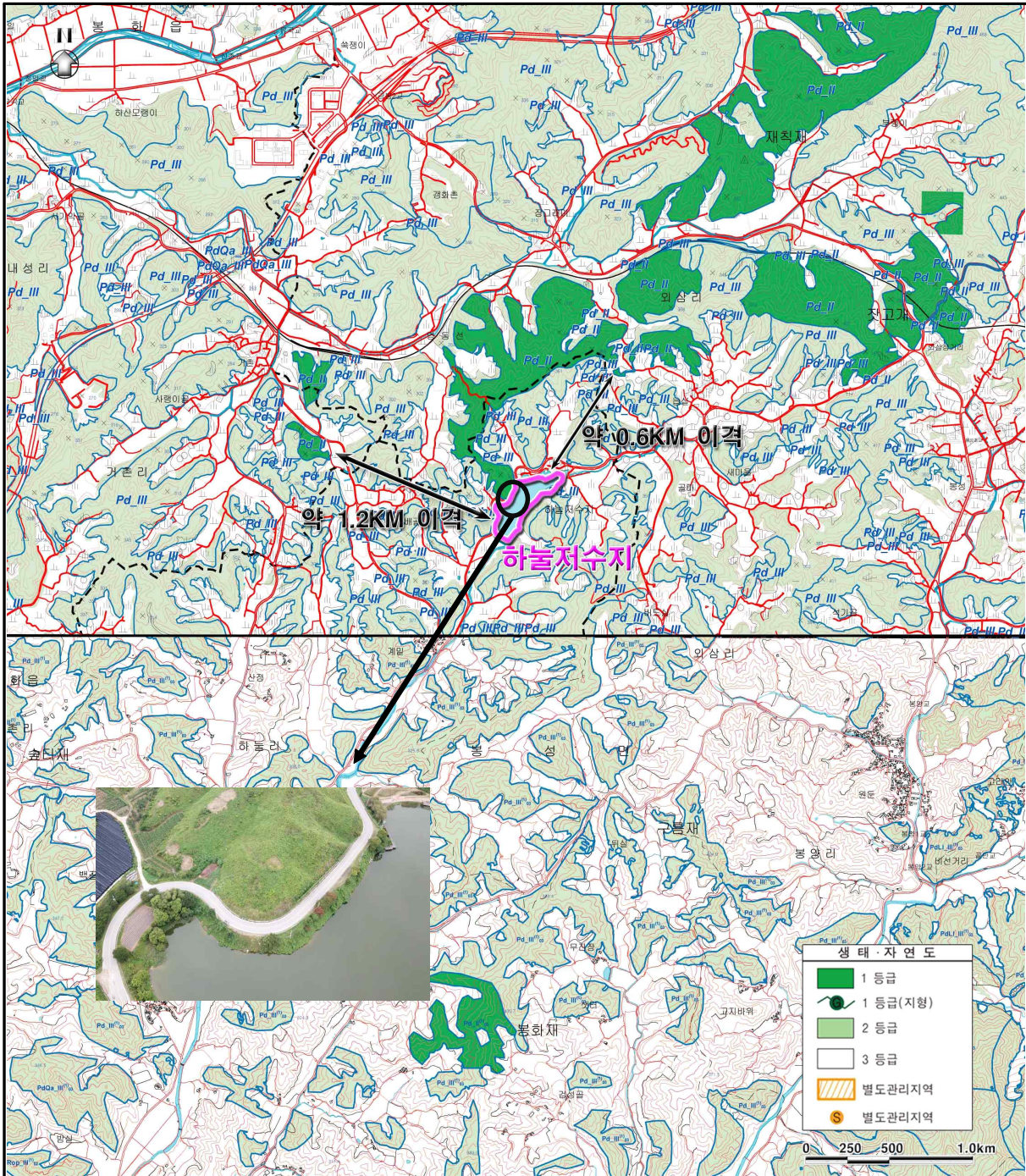
- 자료: 1. 문헌A - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(문수산, E4, 5, 7, 8), 2014
 2. 문헌B - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(내성, E6, 9), 2014
 3. 문헌B' - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사 멸종위기야생생물(내성, E6, 9), 2016
 4. 문헌C - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(원둔, E1, 2), 2014
 5. 문헌D - 국립생태원, 제4차 전국자연환경조사(영주, E3), 2014
 6. 문헌E - (주)외삼 1호 태양광발전소 외 1개업체, 봉화군 봉성면 외삼리 793번지 일원 태양광발전소 건설사업에 따른 소규모환경영향평가서, 2019



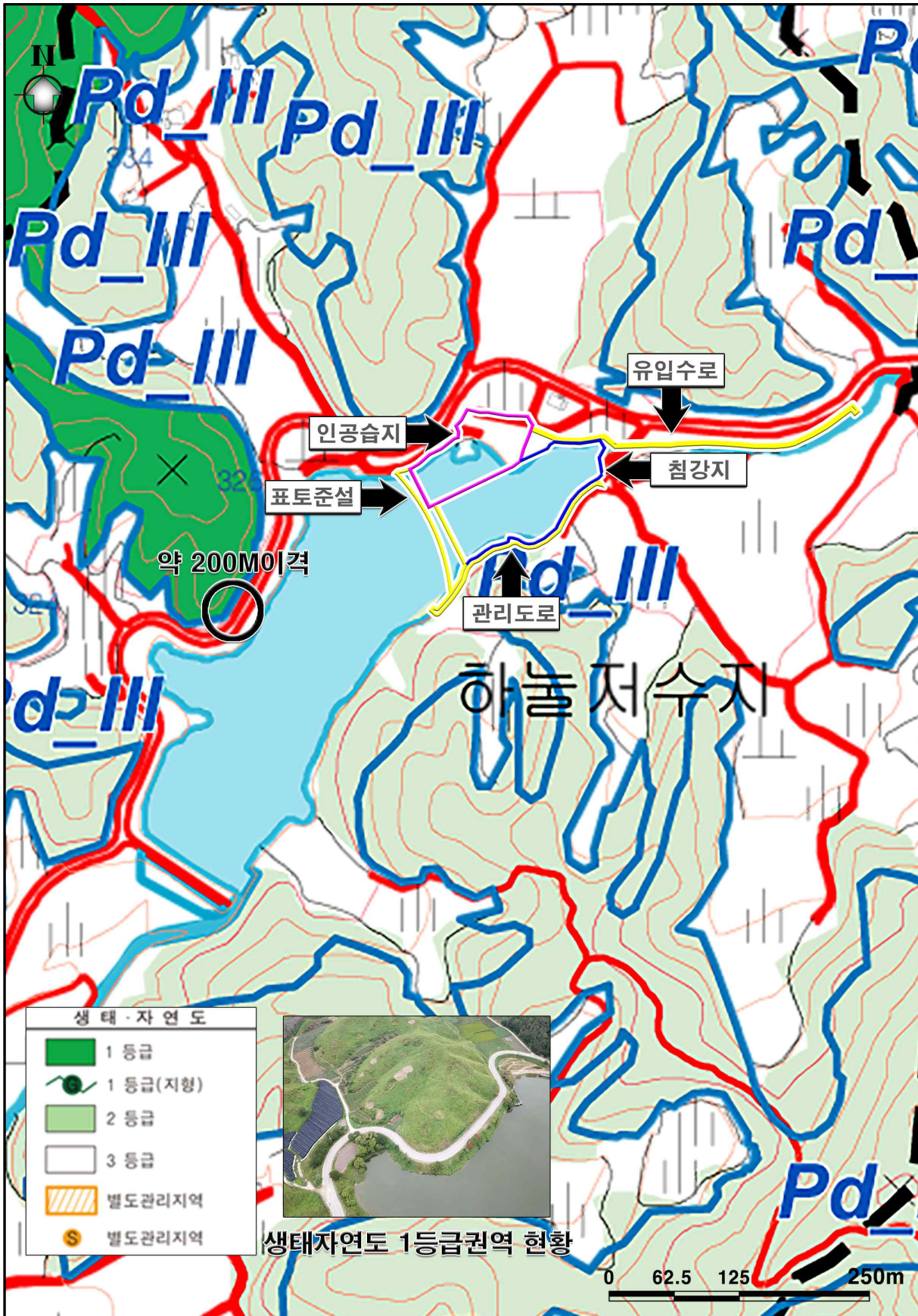
(그림 3.5-17) 문헌조사시 법정보호종 위치도

(5) 생태자연도

- 생태·자연도를 분석한 결과, 계획지구(인공습지, 침강지, 유입수로)는 생태·자연도 2, 3 등급권역에 위치하고 계획지구로부터 약 200m 이격하여 생태·자연도 1등급권역이 위치하며, 해당 생태·자연도 1등급권역은 현지조사 결과 우박피해지역으로 확인됨



(그림 3.5-18) 계획지구의 생태·자연도(광역조사)



(그림 3.5-19) 계획지구의 생태·자연도(계획지구)

3.6 토양 환경

3.6.1 조사방법

- 수질개선대책시설(인공습지) 설치 예정구간에 대해 공사시 작업여건 및 습지조성 적합성 등을 파악하고자 토양조사를 실시함
- 토양시료는 대표지점을 선정하여 식물이 주로 이용하는 작토층으로 교란시료를 채취하였으며, 토양시료 분석 전문기관에서 입도 및 Cd 등 토양오염우려기준 21개 항목에 대한 실내분석을 실시하였음
- 분석방법은 농촌진흥청에서 실시하는 토양화학분석법과 Methods of Soil Analysis (ASA, SSSA) 등을 이용하였음



(그림 3.6-1) 시료채취 지점

3.6.2 조사결과

- 토양분석결과, Cd 0.38~0.57mg/kg, Cu 8.6~0.57mg/kg, As 2.72~4.50mg/kg, Pb 15.1~23.0mg/kg, Zn 92.2~132.1mg/kg, Ni 7.0~10.1mg/kg, F 277~354mg/kg 검출되었으며 나머지 항목 Hg, Cr6+, CN, 톨루엔, 페놀, 유기인, PCB, 벤젠 에틸벤젠, 크실렌, TPH, TCE, PCE, 벤조(a)피렌은 불검출 됨
- 모든 항목에서 토양오염우려기준(2지역) 미만으로 토양오염이 없음

<표 3.6-1> 하늘지구 토양 분석 결과

[단위 : mg/kg]

항목 \ 지점	S-1	S-2	토양오염우려기준 (2지역)
Cd	0.38	0.57	10
Cu	8.6	0.57	500
As	2.72	4.50	50
Hg	불검출	불검출	10
Cr ⁶⁺	불검출	불검출	15
CN	불검출	불검출	2
Pb	15.1	23.0	400
Zn	92.2	132.1	600
Ni	7.0	10.1	200
F	354	277	400
페놀	불검출	불검출	4
유기인	불검출	불검출	10
PCB	불검출	불검출	4
벤젠	불검출	불검출	1
톨루엔	불검출	불검출	20
에틸벤젠	불검출	불검출	50
크실렌	불검출	불검출	15
TPH	불검출	불검출	15
TCE	불검출	불검출	8
PCE	불검출	불검출	4
벤조(a)피렌	불검출	불검출	2

3.7 지질 환경

3.7.1 조사개요

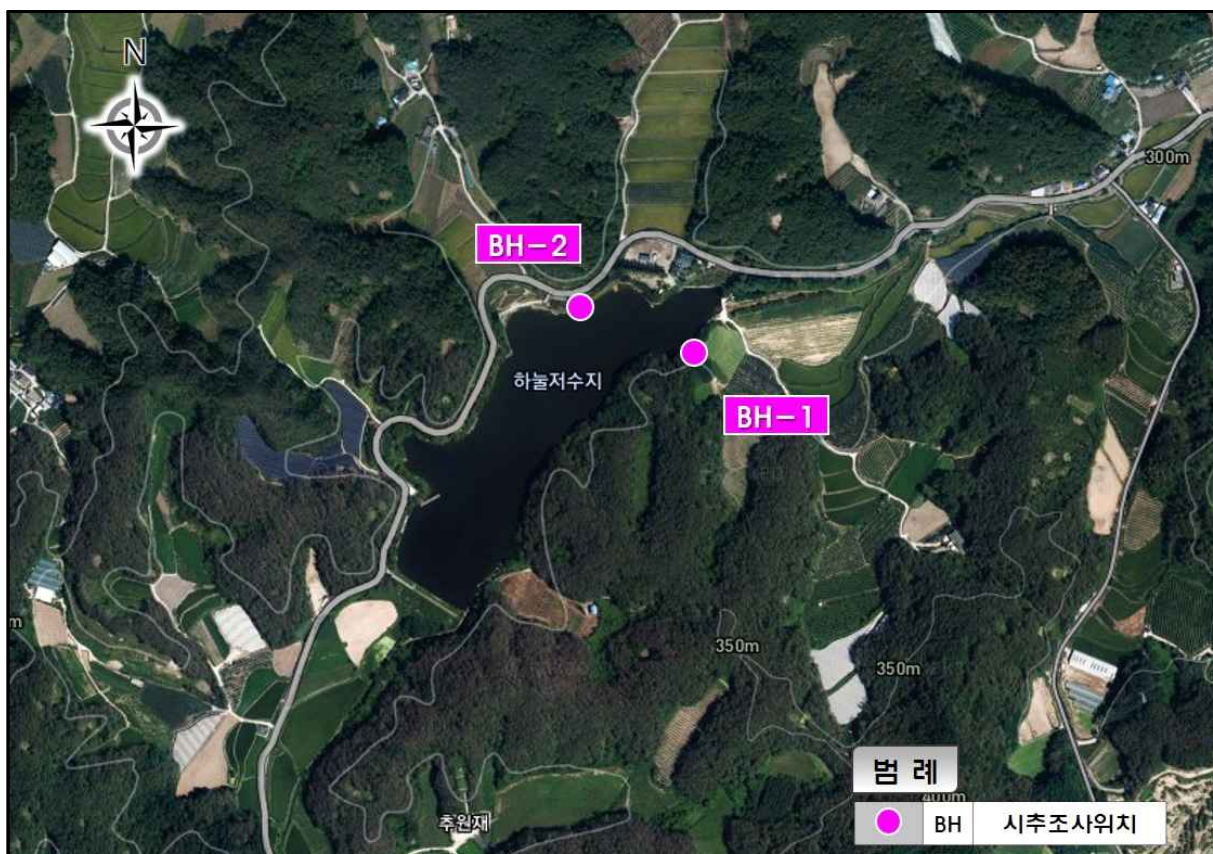
- 농업용수 수질개선사업 기본계획 부지에 대한 시추조사 및 제시험을 실시하여 구조물 설치설계에 필요한 검토 자료를 제공하기 위함

가. 조사위치 및 항목

- 조사위치 : 경북 봉화군 상운면 하눌리 일원
- 조사항목 : 시추조사(2공), 표준관입시험 16회

<표 3.7-1> 지질조사 위치

공번	위치	기간	비고
BH-1	경상북도 봉화군 상운면 하눌리 산66-8	2019.11.11.	침강지
BH-2	경상북도 봉화군 상운면 하눌리 산88-9		



(그림 3.7-1) 지질조사 위치도

나. 조사장비

<표 3.7-2> 지질조사 장비

조사항목		조사장비명	수량
현장조사	시추조사(BX)	시추기 SP4500SD형 1대 및 부대품	1대
	지하수위측정	지하수위 측정기	1조
현장시험	표준관입시험	KSF 2307 규정에 따른 Split-Spoon Sampler	1조

다. 조사방법

(1) 시추조사

- 회전 수세식(Rotary Wash Type)시추기 사용
- 시추는 BX(구경 65mm) 규격
- 공벽붕괴 방지를 위해 풍화암까지 Casing 삽입
- 토사 시료채취는 Split Spoon Sampler, 암반 시료채취는 Double Core Barrel 사용
- 채취된 암석 코어는 육안관찰에 의하여 암석 내에 분포된 불연속면(Discontinuities)과 충전물 등을 파악하고 절리의 분포상태, RQD(TCR등) 등의 암반특성을 평가할 수 있는 자료를 조사하여 시추주상도에 기재
- 채취된 토질 및 암석시료는 시료상자에 공번, 심도, 지층명, 색상 등을 기록하여 정리 보관
- 작업 상태 자세히 기록한 야장과 주상도 작성
- 지층 분포상태 파악, 암반분류 및 시료채취
- 각 시추공 이용한 현장시험 실시
- 추정지질 종단면도 작성

(2) 표준관입시험

- 64kg의 해머를 낙하고 76cm에서 자유낙하시켜 Split Spoon Sampler를 30cm 관입 시키는데 소요되는 타격회수(N)를 측정하는 것으로 15cm씩 3단계로 시행하며 1단계 15cm 관입시 소요되는 타격수는 예비타로 간주하여 고려하지 않음
- 한국산업규격(KS F 2307)에 규정된 방법에 의거 실시
- 지층이 변하는 구간 또는 매 1.5m마다 연속적으로 시행하는 것을 원칙으로 함
- 지층이 조밀 또는 견고하여 30cm 관입이 곤란할 때는 50회까지 타격하고 그 때의 관입량을 표시 50/3(50회 타격에 3cm관입)과 같이 기록
- 시험결과 및 육안관찰 결과는 시추주상도에 기재

3.7.2 지형 및 지질

- 산계 : 주위 산계는 조사지구 주위로 소규모의 산지가 방사형으로 분포하고 있으며, 침식 윤회상 노년기로 판단
- 수계 : 주위 수계의 발원하는 세천 및 소하천이 조사지구인 하눌저수지에 유입되고 있으며, 지구 내 수계의 발달은 양호한 편

가. 지질

(1) 지질개요

- 기발간된 1:50,000 춘양지질도폭 결과를 근거로 분포지질을 파악
- 시대미상의 화성암인 각섬석화강암이 분포하고 이를 제4기 충적층이 피복하고 있음

(2) 지질도 및 지질계통도



(그림 3.7-2) 지질도 및 지질계통도

(3) 분포지질

- 시대미상의 각섬석화강암 기반암으로 넓게 분포하고 있으며, 상부에는 신생대 제4기의 충적층이 부정합적 관계를 이루며 피복하고 있음
- 제4기 충적은 낮은 구릉성 산계의 곡간에 발달된 세곡천을 따라 분포되며, 주로 퇴적암류의 풍화물인 점토, 자갈, 모래로 구성됨

3.7.3 조사결과

가. 지질

- BH-1호공은 지표상부로부터 퇴적층-풍화토층-풍화암-연암순으로 분포하며, BH-2호공은 퇴적층-풍화토층-풍화암-연암순으로 분포함
- 퇴적층과 풍화토층의 구성물질은 모래이며, 풍화암은 시추시 물리적 충격으로 인하여 대부분 모래상으로 분해되어 산출됨
- 연암은 BH-1호 및 BH-2호 지점에서 확인됨

<표 3.7-3> 시추 및 지하수위 조사 결과

지구	공 번	지층별 총후(m)						지하수위 (GL.-m)
		토사층	퇴적층	풍화토사층	풍화암	연암	계	
하늘	BH-1	-	2.5	4.0	0.6	3.0	10.1	0.6
	BH-2	-	2.0	3.0	4.6	3.0	12.6	0.8

<표 3.7-4> 시추조사 결과(상세)

공번	지층명	분포심도	구 성 상 태
BH-1	퇴적층	0.0~2.5m	◦ 실트질 모래로 구성되어 있으며, 부분적으로 1~5cm 내외의 자갈을 소량 혼재하고 있음. 모래입자의 크기는 세립질~조립질이며, 색조는 암갈색~암회색이고, 상대밀도는 매우 느슨한 상태
	풍화토층	2.5~6.5m	◦ 실트질 모래로 구성되어 있으며, 1cm 내외의 암편을 소량 혼재하고 있음. 모래입자의 크기는 세립질~중립질이며, 색조는 담갈색~암갈색임 상대밀도는 매우 조밀한 상태
	풍화암	6.5~7.1m	◦ 담갈색 각섬석화강암으로 구성되어 있으며, 시추시 물리적인 충격으로 인하여 대부분 모래상으로 분해되어 산출
	연암	7.1~10.1m	◦ 암갈색~담회색 각섬석화강암으로 구성되어 있고, 풍화도는 중간 풍화~심한 풍화, 현장강도는 보통 강함~약함, 파쇄도는 매우 심한파쇄~약간 파쇄정도로 나타나며, TCR 100%, RQD 36%로 암편상~봉상의 코어가 회수
BH-2	퇴적층	0.0~2.0m	◦ 실트질 모래로 구성되어 있으며, 0.0~0.8m구간에서 1~5cm 내외의 자갈을 소량 혼재하고 있음. 모래입자의 크기는 세립질~조립질이며, 색조는 암갈색~암회색이다. 상대밀도는 느슨한 상태
	풍화토층	2.0~5.0m	◦ 실트질 모래로 구성되어 있으며, 1cm 내외의 암편을 소량 혼재함. 모래입자의 크기는 세립질~중립질이며, 색조는 담갈색~암갈색임. 상대밀도는 매우 조밀한 상태
	풍화암	5.0~9.6m	◦ 담갈색~암갈색 각섬석화강암으로 구성되어 있으며, 시추시 물리적인 충격으로 인하여 대부분 모래상으로 분해되어 산출됨.
	연암	9.6~12.6m	◦ 암회색 및 담회색의 반상편마상편마암으로 구성되어 있음. 풍화도는 약간풍화, 현장강도는 중강~강함, 파쇄도는 약간~심한파쇄정도를 나타내며, TCR 75%, RQD 20%으로 단주상코어가 회수된다.

나. 표준관입시험 결과

- 표준관입시험은 총 14회 시행
- BH-1공의 퇴적층의 실측 N치는 1/30~2/30로 측정되었으며 대단히 연약한 상태이고, 풍화토사층의 실측 N치는 50/28~50/19로 측정되었으며, 상대밀도는 연약한 상태이고 풍화암의 실측 N치는 50/5~50/4으로 측정되었으며 대단히 연약한 상태
- BH-2공의 풍화토층의 실측 N치는 47/30~50/9로 측정되었으며, 상대밀도는 보통 상태이고 풍화암의 실측 N치는 50/5~50/4으로 측정되었으며 견고한 상태임
- 조사결과 본 조사지구의 풍화토층의 실측 N치는 50/24~50/14로 나타났으며, 상대밀도는 연약한 상태이며, 풍화암의 실측 N치는 50/5~50/4으로 측정되며 견고한 상태임

<표 3.7-5> 표준관입시험 결과

공번	심도(m)	N치(타/cm)	지층	구성물질
BH-1	1.0	1/30	퇴적층	실트질 모래
	2.0	2/30	퇴적층	실트질 모래
	3.0	50/28	풍화토층	실트질 모래
	4.0	50/24	풍화토층	실트질 모래
	5.0	50/19	풍화토층	실트질 모래
	6.0	50/21	풍화토층	실트질 모래
	7.0	50/5	풍화암	각섬석화강암
BH-2	1.0	7/30	퇴적층	모래
	2.0	47/30	풍화토층	실트질 모래
	3.0	50/18	풍화토층	실트질 모래
	4.0	50/14	풍화토층	실트질 모래
	5.0	50/9	풍화토층	실트질 모래
	6.0	50/5	풍화암	각섬석화강암
	7.0	50/5	풍화암	각섬석화강암
	8.0	50/4	풍화암	각섬석화강암

3.8 장래오염원 예측 및 부하량 산정

3.8.1 장래 오염원 전망

- 유역 내 오염원인 인구, 축산분뇨 등의 점오염원과 토지이용에 따른 비점오염원에 의한 배출 오염부하량을 예측하기 위해 먼저 장래 오염원을 전망하였음
- 장래 오염원 전망은 “수질오염총량관리기술지침(2014.5)”에서 제시한 방법을 따랐으며, 이에 봉화군의 관련계획 등을 검토하였음

가. 생활계(인구)

- 장래 인구 추정은 수학적 추정방법에 의한 자연적 증가와 택지(재)개발에 따른 유입인구에 의한 사회적 증가를 적용하여 산정하였으며, 유역 내 인구의 장래변화는 목표연도인 2029년 인구를 추정하였음
- “봉화군 장기종합계획” 등 개발에 따른 추가 유입인구는 없는 것으로 조사되었으며, 과거추세를 반영한 수학적 방법의 추정치와 관련 상위계획의 추정치를 비교·검토하여 장래인구를 결정함
- 봉화군 인구추이는 2008년부터 2014년까지 증감을 반복하였고, 2014년 이후 지속적으로 감소하고 있으며 2017년 33,561명으로 가장 낮은 인구밀도 27.9명/km²로 이고 가구당 2.0명이 거주하는 것으로 조사됨

<표 3.8-1> 인구 변화 추이 [단위 : 명, 명/km²]

연도별	봉화군	인구밀도	면적(km ²)	인구			
				상운면	하눌리	봉성면	외삼리
2008	34,857	29.0	1,201.03	1,966	247	2,500	296
2009	34,539	28.8	1,201.20	1,976	258	2,437	264
2010	34,810	29.0	1,201.35	1,971	262	2,470	260
2011	34,440	28.7	1,201.46	1,965	263	2,429	247
2012	34,183	28.5	1,201.46	1,901	263	2,375	239
2013	33,894	28.5	1,201.47	1,879	261	2,330	232
2014	34,308	28.6	1,201.47	1,908	274	2,308	230
2015	34,088	28.4	1,201.96	1,880	273	2,271	218
2016	33,809	28.1	1,202.26	1,878	295	2,274	209
2017	33,561	27.9	1,201.79	1,878	295	2,274	209

주) 58회 봉화군 통계연보(2018)

- 장래인구의 예측은 자연증감에 의한 수학적 추정방법(등차, 등비, 최소자승)에 따라 각각 예측을 진행한 후, 각 값에 따른 중위수를 선정하며, 선정된 중위수와 각 추정된 값들의 편차를 고려하여 최종 값을 결정함
- 2029년 장래 인구 추정시 상운면 하눌리의 선정된 중위수는 316명, 봉성면 외삼리의 선정된 중위수는 99명이며, 여기에 2018년도 전국오염원자료의 하늘지구 유역에 거주 인구 비율 하눌리의 6.4%와 외삼리의 64.6%를 고려하여 99명으로 인구를 전망하였음

<표 3.8-2> 상운면 하눌리·봉성면 외삼리의 장래 인구 전망

[단위 : 명]

구분	상운면 하눌리			봉성면 외삼리			하눌 유역내	비고
	등차급수	등비급수	최소자승	등차급수	등비급수	최소자승		
2018	337	342	283	148	161	194	122	-
2019	341	348	286	142	157	186	120	-
2020	345	353	289	136	153	178	118	-
2021	349	358	292	130	149	170	115	-
2022	353	363	295	124	145	162	113	-
2023	357	369	298	118	142	154	111	-
2024	361	374	301	112	138	146	109	-
2025	365	380	304	106	134	138	106	-
2026	369	386	307	99	131	130	105	-
2027	374	391	310	93	128	122	103	-
2028	378	397	313	87	124	114	100	-
2029	382	403	316	81	121	106	99	목표년도

주) 1. 수학적 추정방법(과거연장추정법)에 의한 하눌지구 유역의 장래 인구 추정

2. 하눌지구 유역내 거주인구는 하눌리 전체의 6.4%와 외삼리 전체의 64.6%(2018년 전국오염원자료와 동일하다고 가정)

나. 축산계

- 최근 5개년(2013년~2017년) 전국오염원조사(환경부) 자료의 가축 사육두수를 조사함
- 한우는 과거 5개년(2013년~2017년) 변화추이가 다음 표와 같이 수학적 추정방법으로 2029년까지 사육두수가 증가하는 것으로 예측함
- 그러나 한우는 사회적 여건에 따라 변동성이 큼으로 사육시설이 철거되지 않는다면 사육시설의 최대수용두수만큼 장래에도 사육될 수 있으므로 한우 60마리로 예측함
- 닭은 과거 5개년(2013년~2017년) 변화추이가 다음 표와 같이 수학적 추정방법으로 2029년까지 사육두수가 감소하는 것으로 예측함
- 그러나 닭은 사회적 여건에 따라 변동성이 큼으로 사육시설이 철거되지 않는다면 사육시설의 최대수용두수만큼 장래에도 사육될 수 있으므로 닭 112마리로 예측함

<표 3.8-3> 가축(한우, 닭)사육 전망

[단위 : 두, 마리]

연도	하늘리		외삼리		하늘저수지 유역내		비고
	한우	닭	한우	닭	한우	닭	
2013	62	25,061	322	183	-	-	전국오염원조사 (2013-2017)
2014	23	84	0	253	-	-	
2015	19	69	466	189	-	-	
2016	23	40,000	399	142	-	-	
2017	32	80,088	498	162	29	112	
2018	27	93,845	542	157	32	109	장래예측 (등차급수법)
2019	23	107,602	586	152	34	105	
2020	19	121,359	630	148	37	102	
2021	17	135,115	674	143	39	97	
2022	14	148,872	718	139	42	94	
2023	12	162,629	762	135	44	91	
2024	10	176,386	806	131	47	87	
2025	9	190,142	850	127	49	83	
2026	7	203,899	894	123	52	80	
2027	6	217,656	938	119	55	76	
2028	5	231,413	982	116	57	73	
2029	4	245,169	1,026	112	60	68	

주) 유역내 한우, 닭 전망은 외삼리만의 구성비율을 적용(2017년 한우 5.8%, 닭 69.1%)

<표 3.8-4> 하늘저수지 유역 장래 가축사육 전망

[단위 : 두]

가축	2017년	2029년
한우	29	60
닭	112	112

다. 산업계

- 산업폐수 발생량 조사결과, 산업체가 분포하지 않는 것으로 조사되어 저수지 수질에 미치는 영향은 없는 것으로 조사됨

라. 토지계 이용 전망

- 도시개발계획, 도로 신설·확포장 계획 및 용도지역 변경 계획 등은 없는 것으로 조사되었으며, 비점오염원으로 토지이용은 현재와 동일할 것으로 전망함

<표 3.8-5> 소유역별 토지이용 전망

소유역	읍·면·동	리	지목별 면적(ha)					
			계	전	답	임야	대지	기타
총 계 (%)			295.11 (100.0)	24.91 (8.44)	64.29 (21.78)	172.45 (58.44)	4.42 (1.50)	29.04 (9.84)
하늘 I	상운면	하늘리	34.03	2.58	7.91	20.66	0.11	2.77
하늘 II	봉성면	외삼리	24.55	2.30	5.39	13.86	0.09	2.91
하늘 III	봉성면	외삼리	68.13	9.07	15.61	36.24	1.56	5.65
하늘 IV	봉성면	외삼리	47.74	2.18	11.64	29.16	0.29	4.47
하늘 V	봉성면	외삼리	50.94	4.34	11.07	28.64	1.70	5.19
하늘 VI	봉성면	외삼리	23.04	1.25	4.93	13.15	0.36	3.35
하늘 VII	상운면	하늘리	23.37	2.47	3.63	15.39	0.10	1.78
하늘 VIII	상운면	하늘리	23.31	0.71	4.11	15.35	0.21	2.93

주) 하늘저수지 수면적(8.0ha) 제외

<표 3.8-6> 장래 오염원 전망 결과

구분		'17년 기준	'29년 장래	장래 오염원 전망 예측방법 및 결과
인구(명)		155	99	자연증감(수학적방법) : 감소 개발인구(관련계획) : 없음
축산 (두,마리)	한우	29	60	관련계획 : 없음 (현 수준 유지) 마을하수도 설치계획 : 없음
	닭	112	112	
	개	8	8	
토지이용 (ha)	전	24.91	24.91	
	답	64.29	64.29	
	임야	172.45	172.45	
	대지	4.42	4.42	
	기타	29.04	29.04	
	합계	295.11	295.11	
산업폐수발생량(m ³ /일)		-	-	
마을하수도발생량(m ³ /일)		-	-	

3.8.2 장래 오염부하량

가. 발생부하량

- 유역 내 2029년 오염발생부하량은 BOD 44.73kg/일, T-N 20.37kg/일, T-P 3.15kg/일로 예측되었으며 축산계가 각각 BOD 72.4%, T-N 35.0%, T-P 70.5%로 가장 높은 비율을 차지함

<표 3.8-7> 오염원별 발생부하량

[단위 : kg/일,%]

오염원	BOD		T-N		T-P		비 고
	부하량	비율	부하량	비율	부하량	비율	
합계	44.73	100	20.37	100.0	3.15	100.0	-
생활계	7.8	17.4	1.28	6.3	0.14	4.4	-
축산계	32.37	72.4	7.13	35.0	2.22	70.5	가장 많음
산업계	0	0.0	0	0.0	0	0.0	-
토지계	7.56	16.9	11.96	58.7	0.79	25.1	-
양식계	0	0	0	0.0	0	0.0	-

나. 배출부하량

- 2029년 장래에 하늘저수지 유역에서 배출되는 오염배출부하량은 BOD 10.96/일, T-N 12.51kg/일, T-P 0.95kg/일로 예측되었으며, 토지계가 BOD 53.3%, T-N 88.0%, T-P 77.5%로 가장 높은 비율을 차지함

<표 3.8-8> 오염원별 배출부하량

[단위 : kg/일,%]

오염원	BOD		T-N		T-P		비 고
	부하량	비율	부하량	비율	부하량	비율	
합계	10.96	100	12.51	100	0.95	100	-
생활계	1.96	14.0	0.75	5.7	0.10	11.8	-
축산계	1.44	32.7	0.57	6.3	0.06	10.8	-
산업계	0	0	0	0	0	0	-
토지계	7.56	53.3	11.19	88.0	0.79	77.5	-
양식계	0	0	0	0	0	0	-

- 하늘 II은 축산계(한우 축사)가 분포하고 있어 8개의 소유역중에서 배출부하량이 가장 크며, 다음으로 BOD기준으로 하늘 III, 하늘 V, 하늘 IV, 하늘 VI, 하늘 VIII, 하늘 I, 하늘 VII 순으로 조사됨

<표 3.8-9> 소유역별 장래 2029년 오염물질 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	항목	계	생활계	축산계	토지계
총 계	BOD	10.96	1.96	1.44	7.56
	T-N	12.51	0.75	0.57	11.19
	T-P	0.95	0.10	0.06	0.79
하늘 I	BOD	0.56	0.02	0	0.54
	T-N	1.26	0.01	0	1.25
	T-P	0.09	0	0	0.09

<표 계속> 소유역별 장래 2029년 오염물질 배출부하량

[단위 : kg/일]

소유역	항목	계	생활계	축산계	토지계
하늘 II	BOD	5.02	0.04	1.38	0.39
	T-N	1.76	0.02	0.54	0.91
	T-P	0.12	0	0.05	0.06
하늘 III	BOD	3.01	0.73	0.05	2.23
	T-N	3.23	0.27	0.02	2.93
	T-P	0.24	0.04	0	0.20
하늘 IV	BOD	1.04	0.17	0.01	0.87
	T-N	1.75	0.06	0	1.68
	T-P	0.13	0.01	0	0.12
하늘 V	BOD	2.69	0.59	0.01	2.10
	T-N	2.27	0.22	0	2.04
	T-P	0.19	0.03	0	0.16
하늘 VI	BOD	0.85	0.25	0	0.60
	T-N	0.91	0.09	0	0.81
	T-P	0.07	0.01	0	0.06
하늘 VII	BOD	0.41	0.04	0	0.37
	T-N	0.85	0.02	0	0.84
	T-P	0.05	0	0	0.05
하늘 VIII	BOD	0.61	0.15	0	0.46
	T-N	0.79	0.06	0	0.73
	T-P	0.06	0.01	0	0.05

3.8.3 장래 수질예측

- 2029년 오염원 변화에 따른 수질을 예측한 결과 TOC 6.8mg/L, T-N 3.486mg/L, T-P 0.085mg/L로 TOC와 T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 나타남
- 하늘저수지 수질개선을 위해 유기물 및 질소를 저감할 수 있는 공법 적용이 필요함

<표 3.8-10> 장래 수질예측결과

구분	수질예측결과(mg/L)		
	TOC	T-N	T-P
연평균	6.8	3.486	0.085
최대	8.3	4.160	0.133
최소	5.0	2.722	0.054
분기	1	7.7	3.562
	2	7.3	3.193
	3	5.8	3.174
	4	6.5	4.014

3.9 기본계획(안)

- 하늘저수지 유역은 봉화군 상운면 하늘리 일대에 분포하며, 토지이용은 대부분 임야와 농경지로 구성되어 있음. 주요 점오염원으로는 주민의 생활계 오수 방류수가 있으며, 상류에는 소규모 축사가 있음
- 넓은 면적의 과수원이 분포하고 있어 강우시에 비점오염물질인 유기물, 영양염류 등의 부유물질과 토사의 유입의 영향을 받고 있음. 따라서 하늘저수지의 수질개선대책 수립을 위해서 점오염원 및 비점오염원에 대한 대책이 병행되어야 함
- 하늘저수지의 유입되는 생활계 하수는 봉화군의 「하수도정비기본계획(변경)」에 소규모마을하수도 계획이 있어 향후에 저수지로 유입이 없을 것으로 예상됨
- 유역의 대부분의 농경지에 가축분뇨의 개별 퇴비로 환원되고 있어 강우시 비점오염원의 형태로 저수지로 유입될 수 있으므로 가축분뇨의 관리강화가 필요할 것으로 판단됨
- 수질개선대책 검토 순서는 우선적으로 봉화군이 추진 중인 상류대책을 먼저 검토하여 목표수질 달성여부를 확인하고 상류대책만으로 수질예측 결과가 목표수질을 만족하지 못하는 경우 호내 대책을 추가 검토하였음
- 호내 대책은 효과가 검증되고 널리 활용되고 있는 인공습지와 침강지를 기본으로 적용하여 유역에서 처리되지 못한 채 저수지로 유입되는 점오염원, 비점오염물질을 처리함과 동시에 습지 정화효율을 안정적으로 유지시킬 수 있는 관리방안을 보완·적용함

<표 3.9-1> 하늘저수지의 주요오염원

구분	T-P	비고	수처리공법
강우시	◦하천에서 유입되는 비점오염물질 -유기물(BOD, COD, TOC) + 영양염류(T-N, T-P) -토양이나 입자성물질에 부착 및 흡착	호소내 부하량 증가	침강지 인공습지
평시	◦심수층에서 용출되는 오염물질 -강우시 입자성물질에 부착된 유기물 및 영양염류의 호소내 퇴적 후 turnover(전도현상) 및 용출에 의해 호소내로 혼합	호소내 부하량 증가	산소공급장치 조합형인공습지 접촉산화시설 심수층 양수

3.9.1 유역모델 구축 및 보정

가. 유역모델 선정

- 저수지 유역으로부터 비점오염물질 유출량 변화를 예측하기 위하여 BASINS/HSPF 유역모형을 선정하였으며, 특히 HSPF 모형은 국내에서 기준유량 산정 등 환경부의 수질 오염총량관리를 위한 기초연구 및 4대강 수질예보 등 다양하게 이용되고 검증된 모형임
- HSPF 유역모형은 오염원의 공간적 분포와 지형 및 토지이용을 포함한 다양한 유역특성, 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

- 국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)로부터 취득한 하천차수도와 표준유역도(국토교통부, 2011)로부터 기초분석을 통해 대상유역인 하늘저수지 유역의 유역도 및 하천차수도를 추출하였음

(2) 토지이용 분석

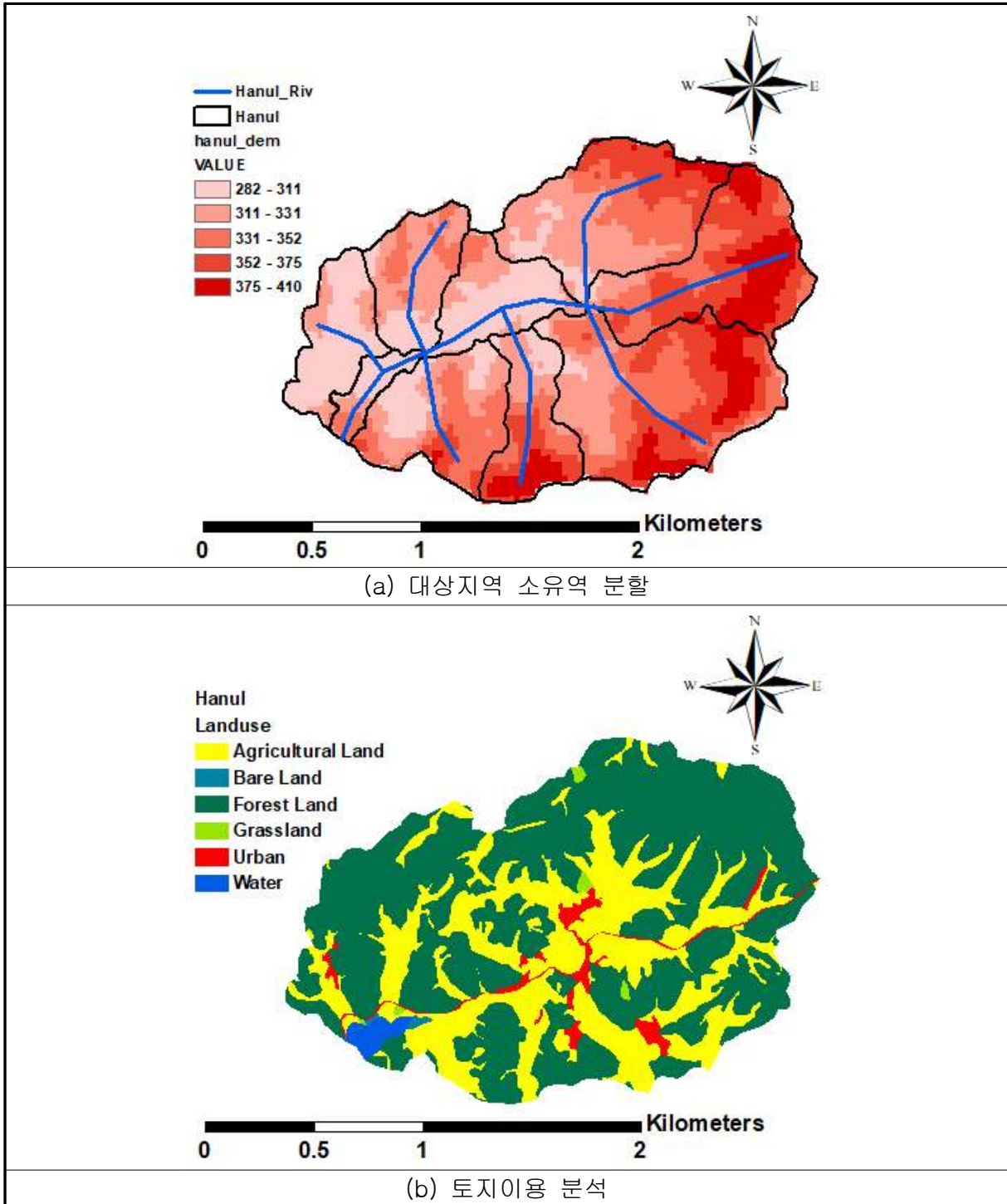
- 소유역 분할에 있어서는 도상분석을 통해 유역 내 도시 및 농업지역 개발에 기인하여 산재된 오염원 분포를 고려하여 총 8개 소유역으로 구분하였으며, 이후 환경부 (2013)에서 제작된 중분류 토지피복지도를 기초로 유역 내 토지이용 현황을 분석하였음
- 유역의 토지이용은 임야지역이 56.9%, 밭지역이 21.2%로 전체 면적의 78.1% 차지하고 있으며, 논, 대지, 기타 및 수역은 상대적으로 낮은 면적을 차지하고 있음

<표 3.9-2> 유역 토지이용 분석결과

구분	토지이용						
	논	밭	임야	대지	기타	수역	합계
면적(km ²)	0.25	0.64	1.72	0.04	0.29	0.08	3.03
비중(%)	8.2	21.2	56.9	1.5	9.6	2.6	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 유역특성 인자와 함께 유역모형 HSPF 구축을 위한 하천인자 등을 도출하였음



(그림 3.9-1) 대상지역 Delineation 및 토지이용분석 수행

다. 유역모형 HSPF 구축

(1) 입력자료 구축

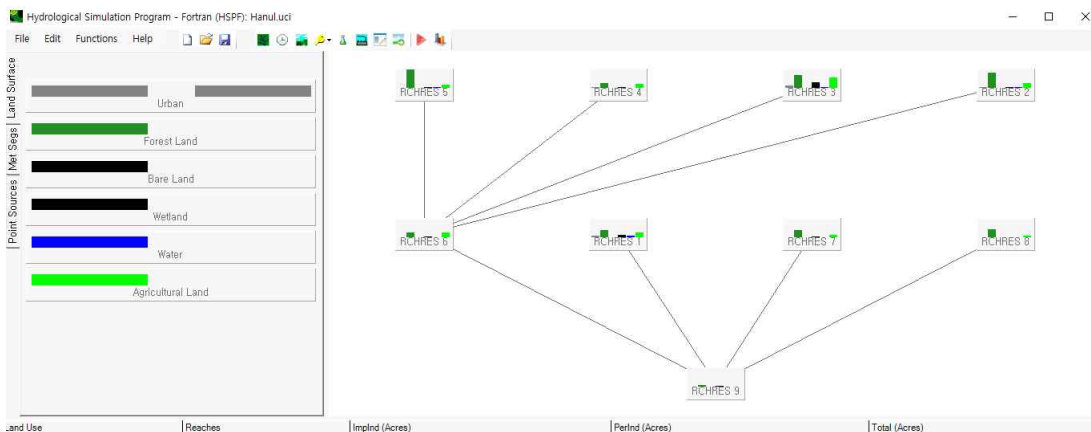
- 선행 분석된 BASINS 결과로부터 유역모형 HSPF를 구축하였으며, Thiessen망 분석을 통해 대상유역이 영주기상대 영향권에 있음을 파악하여 기상대의 시간별 관측자료 (강수량, 기온, 이슬점온도, 풍속, 일사량, 전운량)로부터 HSPF 입출력 DB인 WDM을 구축함
- 한편 유역 내 대규모로 유입되는 점오염원은 없는 것으로 조사되었으며, 그 외 오염원 자료로부터 산정된 배출부하량을 소규모 점오염원으로서 반영하였음

<표 3.9-3> 유역-수질모델 구축을 위한 입력자료

자료	출처	Scale	자료 특성
수치고도모델	국토지리정보원	1:5,000	Digital Elevation Model; 5m × 5m
토지이용도	환경부 정보화담당관실	1:25,000	세분류 및 중분류 토지피복, 2014년 (도시, 산림, 초지, 나지, 논, 밭, 수역, 습지 등)
기상자료	기상청	Daily, hourly	2012~2017년 (강수량, 기온, 이슬점온도, 일사량, 풍속, 전운량 등)
유량	한국농어촌공사	Daily	하늘저수지 유입-방류량
환경기초시설 방류량/수질	국립환경과학원	Daily	전국오염원조사 자료 (방류량, BOD, T-N, T-P 등)
오염원	하늘저수지유역	-	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 구축함
- 소유역의 말단은 EFDC모형의 유입 경계조건에서 설정한 지점(하늘저수지의 유입부)과 일치하도록 구성하였음



(그림 3.9-2) 하늘저수지 유역 WinHSPF 구축

라. HSPF 유역모형의 보정 및 검증

- 하늘저수지에 적합한 수질모형의 입력 자료를 구성하고, 물수지 및 물질수지를 파악한 후 실측된 유량 (수심) 및 수질자료와 비교·검토하여 반응계수를 보정하고 모형의 예측력을 검증
- 현재까지 지속적으로 모니터링 된 유량자료가 존재하지 않기 때문에 이번 과업에서 수행된 주요 유입하천의 평시-강우시 자료를 활용하여 HSPF의 유출량 보정 및 검증 수행

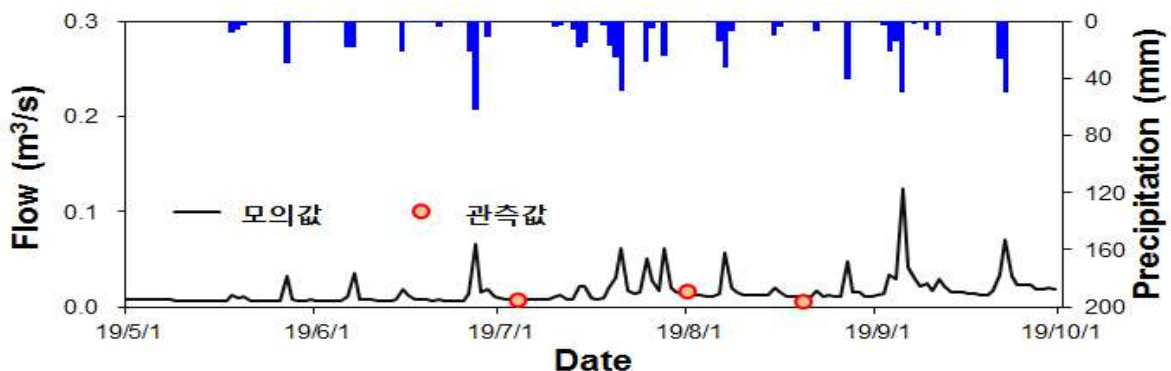
<표 3.9-4> 모형효율 적용 범위

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

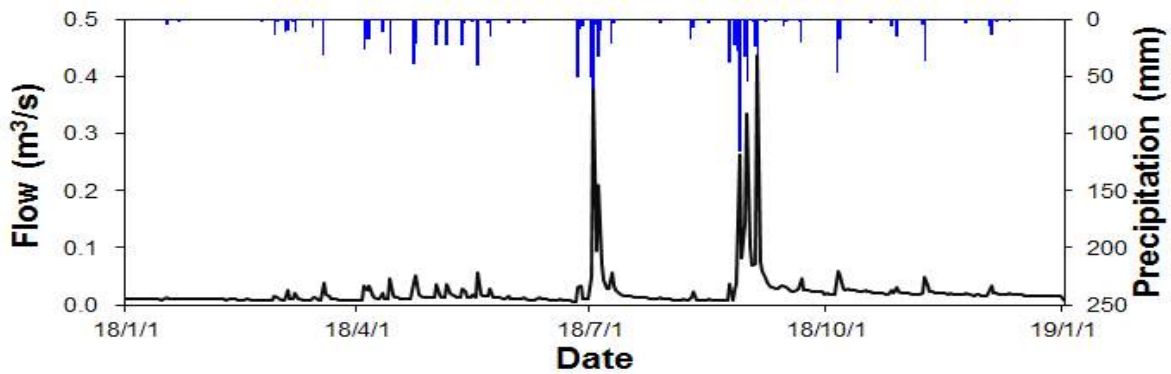
자료 : Donigian, Jr., A. S.(2000). HSPF Training Workshop handbook and CD. Lecture #19. Calibration and Verification Issues, Slide #L19-22, EPA Headquarters, Washington Information Center, 10-14 January, 2000, Presented and prepared for U.S. EPA, Office of Water, Office of Science and Technology, Washington,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

(1) 유출량 보정 및 검증 결과

- 유역모형의 유출량 보정은 유역 면적이 가장 큰 DMS1 지점에서 2019년 7~10월에 관측된 유입량 자료를 이용하여 수행되었음
- 유역모형의 보정 및 검증은 실측치와 모의치의 차이를 나타내는 % Difference 값을 비교(ASCE, 2003; Donigian, 2002)하는 것이 일반적인 방식이나 본 조사에서는 실측값이 4회만 존재하기 때문에 별도의 오차분석은 시행하지 않았음
- 구축된 모형은 강우에 의한 유역으로의 유출 및 하늘저수지로의 유입을 적절히 모의하는 것으로 판단되며, 시나리오 분석을 위한 2018년의 모의에서도 기상변화에 따른 유출량의 시계열 변동을 적절히 모의하는 것으로 판단됨



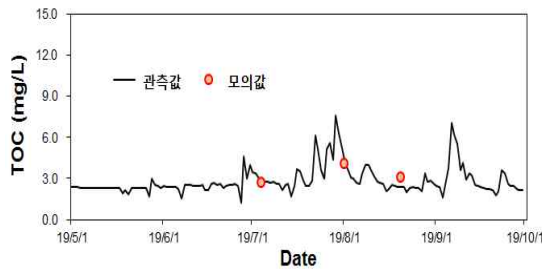
(그림 3.9-3) 유역모형 유출량 보정 결과_RCH1(2019년)



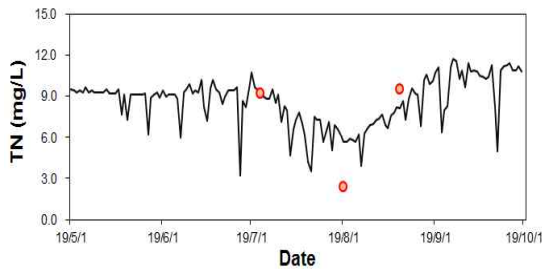
(그림 3.9-4) 유역모형 유출량 검증 결과(2018년)

(2) 수질보정 결과

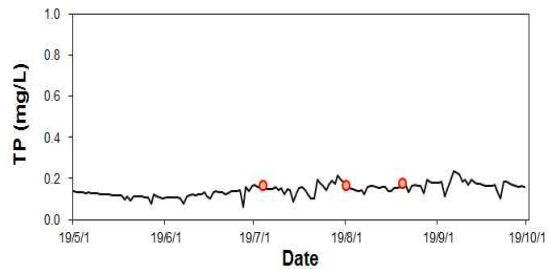
- 유역모형의 수질보정은 SW1~3지점에서 모니터링 된 자료를 이용하여 수행되었음
- 유역모형의 보정은 2019년 1월 1일~9월 30일(모델 구축 시점)까지 수행하였으며, 보정결과를 바탕으로 각 소유역의 특성에 따른 매개변수 조정을 위한 보완자료로 활용함
- 각 유입하천에서 관측된 TOC, T-N, T-P농도를 모의된 값과 비교한 결과 관측 값과 큰 차이를 나타내지 않으며, 모든 항목에서 잘 재현하는 것으로 나타남
- 모든 지점에서 모형의 모의치가 실측치를 잘 반영하고 있는 것으로 판단되나 보정을 위한 모니터링이 3~4회로 작기 때문에 장기적인 예측 시 오차가 발생할 수 있음



(a) TOC



(b) T-N



(c) T-P

(그림 3.9-5) 유역모형 수질보정 결과_RCH1(2019년)

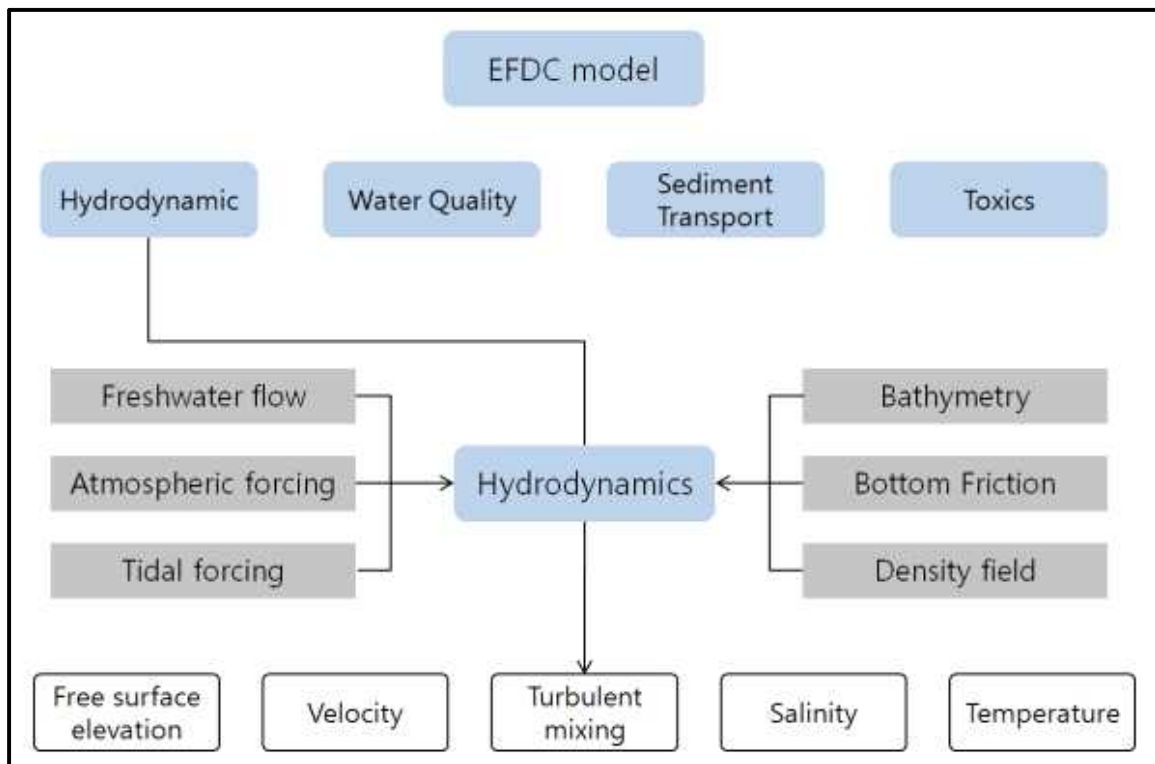
3.9.2 호소 수질모형을 이용한 저수지 수질분석

가. 호소 수질모형 선정

- 저수지 수체 내 오염물질의 시·공간적 농도 변화를 예측하기 위하여 EFDC (Environmental Fluid Dynamics Computer Code) 모형을 적용하였음
- EFDC 모형은 환경부 산하 국립환경과학원에서 2012년부터 시행중인 4대강 수계 수질 예보제에 사용되고 있는 모델로서, 최근 들어 다양한 수체에 3차원 수리-수질 동시 해석을 위하여 적용하는 사례가 증가하고 있음

나. 적용모형 개요

- EFDC는 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 모형의 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

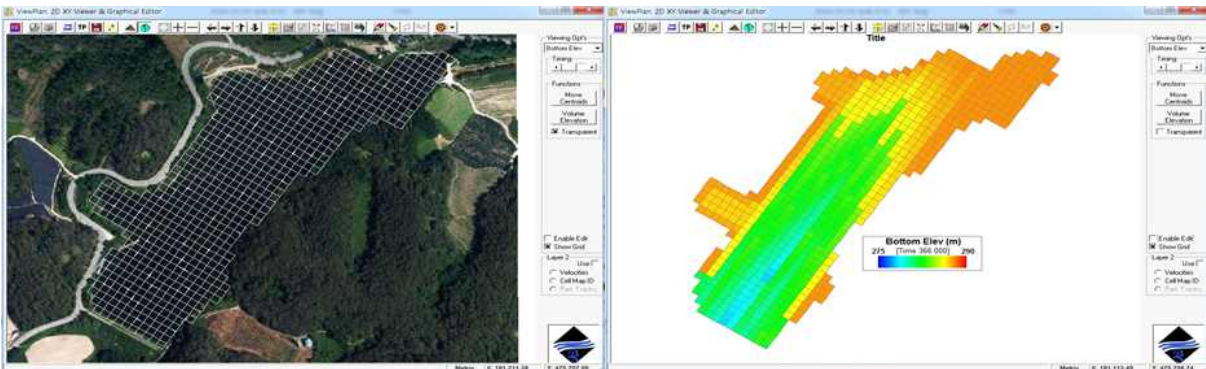


(그림 3.9-6) EFDC 모형의 구조

다. EFDC 구축

(1) 격자 구축

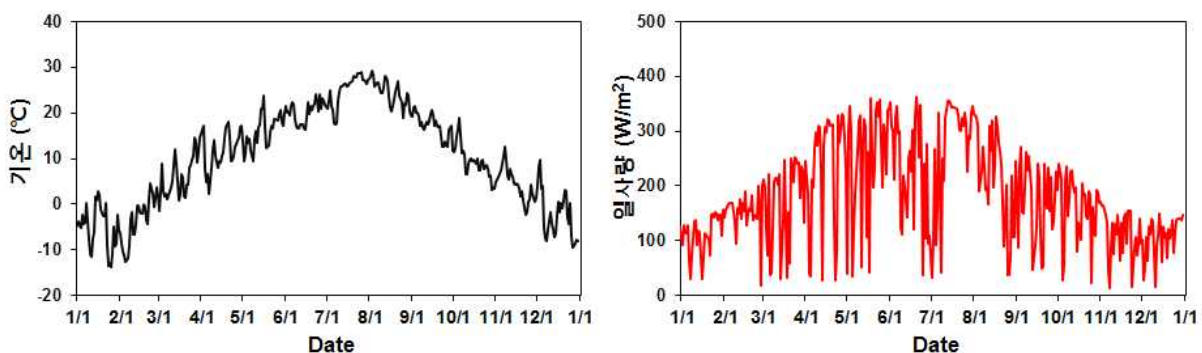
- 3차원 수리모형인 EFDC구축을 위해 수치지도를 기초로 하눌저수지 만수위 선을 경계로 모형의 수평격자를 717개(x, y방향 평균 10m)의 격자로 구성함
- 한국농어촌공사로부터 취득한 수심측량자료를 이용하여, 각 격자 중심점의 수심과 만수위 선의 고도로부터 하상고도를 추출하고 모형의 기초자료로 입력
- 기상자료, 유입하천 유량, 구도 및 방류량, 취수량, 수질관측자료, 수위 등의 시계열 자료 수집 및 모델에서 요구하는 시간간격으로 입력자료 구성
- 유역모형 HSPF 수질 및 유량 모의결과는 EFDC 수리모형의 입력자료로 활용되어 유역-호소 통합 수리모의를 수행함



(그림 3.9-7) 3차원 수리-수질모델 EFDC 격자구축(좌) 및 3차원 수심분포도(우)

(2) 기상자료

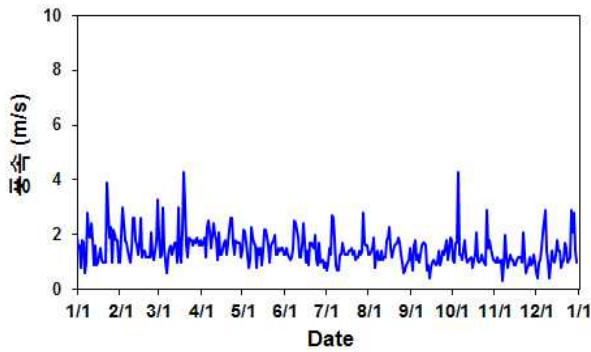
- EFDC 수질 모의를 위한 기상자료는 기온, 습도, 강수량, 전운량, 일사량, 기압, 풍향/풍속 등이 입력됨
- 이들 기상자료는 기상청에서 관리하는 봉화기상관측소 자료를 사용하였으며, 운량과 일사량의 경우에는 근접한 안동기상대의 자료를 사용하였음



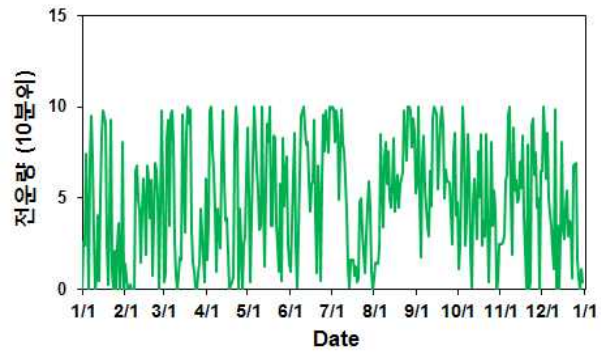
(a) 기온(°C)_봉화기상관측소

(b) 일사량(Langleys)_안동기상대

(그림 3.9-8) 호소수질모델 기상자료 입력결과



(c) 풍속(m/s)_봉화기상관측소



(d) 운량(10분위)_안동기상대

(그림 계속) 호소수질모델 기상자료 입력결과

(3) 수질자료

- TOC 모의를 위한 DOC와 POC의 비율은 왕송저수지(국립환경과학원, 2006) 자료를 참고하여 각각 0.39, 0.61를 적용함(물환경종합평가방법 개발 조사연구(III)-부영양화조사 및 평가체계 연구)
- 저니층에서 발생하는 영양염의 용출속도는 5m 기준으로 호기성과 혐기성을 구분하였으며, 하늘저수지 평균수심이 5.5m임을 고려하여 혐기성 상태의 용출속도를 적용함
- 저수지의 평균수심은 만수위 기준으로 각각의 grid 바닥고 평균으로 산정하였음

<표 3.9-5> 퇴적물의 용출속도 [단위 : mg/m²/일]

구분	호기상태	혐기상태
T-N	105.89	151.28
T-P	2.944	12.967

라. 호소수질모델의 보정 및 검증

- 유역모델의 모의결과를 EFDC 입력 자료로 활용하여 하늘저수지의 수리-수질변화를 예측하였으며, 모델의 보정 및 검증을 위한 기간 중 2019년의 경우, 관측값이 하절기에 편중되어 있기 때문에 하늘저수지의 연간 수질 변동에 대한 분석이 어렵고, 모델의 보정에 사용되는 계수가 하절기 수질 특성에 한정될 가능성이 존재하기 때문에 2018년을 모의하여 모델의 보정(2018년)을 실시하였음
- 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS)의 모니터링 자료를 바탕으로 TOC, TN, TP 등에 대한 보정을 실시하였으며, 하늘저수지의 공간적 수질분포, 연중 수질변화를 시·공간적 변화로 분석함
- 호소수질모형의 보정 기간은 2018년으로 선정하였고, 모형효율은 % difference를 이용하되, 이에 대해 US EPA (2000)가 제시한 모형효율의 범위와 신뢰구간에 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 모의 값

- 호소수질모형의 재현성 검토 결과 TOC, T-N은 Very Good, T-P는 Fair의 낮은 효율을 보였으나, 하늘저수지의 T-P의 평균 관측 농도는 0.093mg/L이고, 모형의 평균 모의농도는 0.085mg/L로 수질개선 시나리오에 따른 수질기준 만족(기준: 0.1mg/L이하)을 평가하는 데에는 무리가 없을 것으로 판단됨

<표 3.9-6> 호소수질모형 보·검증에 따른 모형효율 평가 (% , Difference)

구분	TOC	T-N	T-P
결정계수	(-)2.490	(-)5.498	30.752
평가결과	Very Good	Very Good	Fair

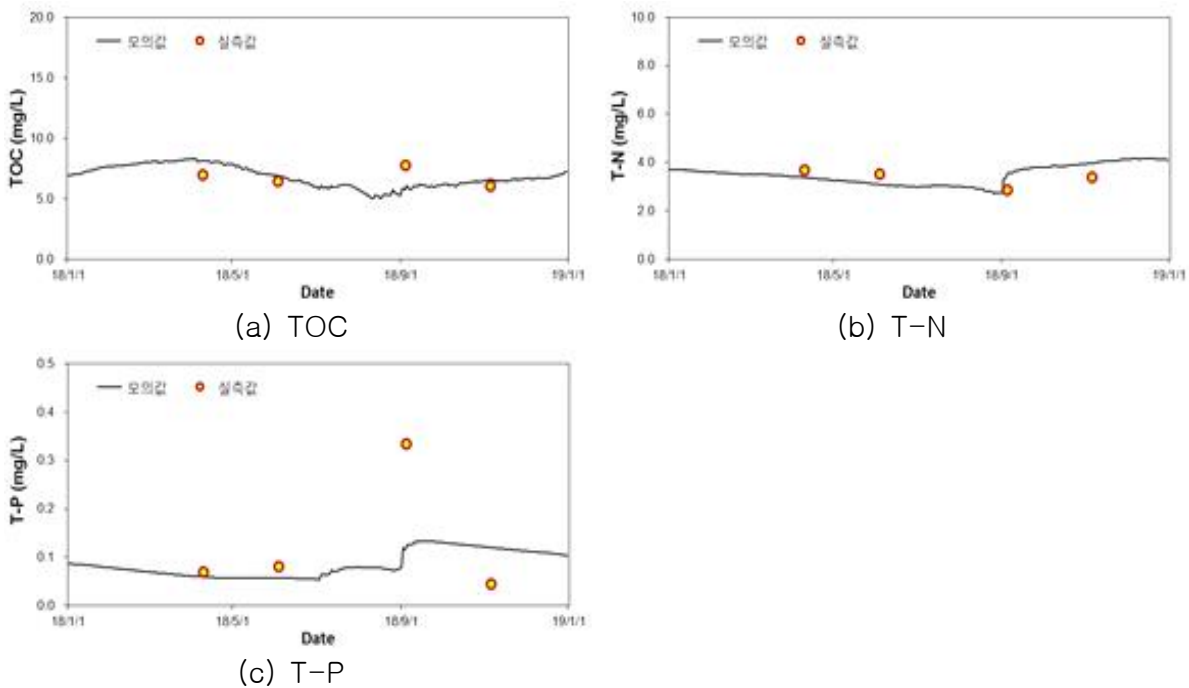
<표 3.9-7> 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS) 하늘저수지 모니터링 결과

조사년도	월	수온 (°C)	DO (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m ³)
2011	4	11.7	11.7	3.6	1.631	0.017	6.0
2011	12	9.1	8.4	6.1	2.234	0.121	46.7
2012	4	9.5	12.0	7.9	3.009	0.090	46.7
2012	6	18.9	2.1	9.0	1.154	0.103	29.1
2012	9	24.6	12.1	6.5	3.944	0.253	64.0
2012	11	8.9	8.1	8.6	2.904	0.073	105.7
2013	3	4.4	10.0	5.6	3.474	0.094	35.9
2013	5	17.8	10.3	6.4	2.636	0.072	31.2
2013	7	26.9	4.3	6.4	3.718	0.086	38.0
2013	10	16.3	7.3	5.9	2.784	0.078	15.5
2014	3	5.0	12.7	6.0	2.945	0.045	36.0
2014	5	22.9	9.8	8.1	1.039	0.075	31.3
2014	8	25.5	6.7	5.3	0.997	0.087	23.4
2014	10	15.3	9.8	5.9	4.294	0.096	22.7
2015	3	6.4	12.1	7.5	3.587	0.050	75.1
2015	5	17.3	3.0	6.9	1.118	0.053	94.3
2015	9	19.6	8.4	7.9	1.082	0.109	25.2
2015	11	10.5	11.4	5.3	1.187	0.065	29.4
2016	4	10.8	7.1	5.7	2.348	0.099	38.6
2016	5	15.8	3.7	6.0	2.862	0.172	17.9
2016	9	22.5	5.2	6.4	4.199	0.135	23.4
2016	10	18.7	4.9	5.6	3.368	0.150	24.1

<표 계속> 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS) 하늘저수지 모니터링 결과

조사년도	월	수온 (°C)	DO (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m³)
2017	4	14.2	9.2	5.7	2.340	0.033	34.7
2017	6	20.3	7.1	6.2	1.891	0.177	19.9
2017	8	20.8	6.2	5.6	3.601	0.141	9.6
2017	10	15.8	9.0	5.2	3.900	0.066	73.6
2018	4	9.4	7.4	6.9	3.644	0.067	48.5
2018	6	16.7	0.3	6.4	3.467	0.080	47.5
2018	9	21.8	5.6	7.7	2.831	0.332	28.1
2018	11	11.1	11.7	6.0	3.339	0.043	52.1

- 호소수질모델의 재현성 검토 결과 TOC, T-N은 Very Good 효율을 보였으며, 시나리오 적용기간은 2018년을 고려할 때 구축된 모형은 시계열 변동을 적절히 재현하고 있기 때문에 이를 통해 예측한 장래수질의 신뢰도는 높을 것으로 판단됨



(그림 3.9-9) 하늘저수지 수질보정 및 검증 결과

3.9.3 목표수질 및 목표연도 설정

- 목표수질은 농업용수 수질관리기준인 호소 생활환경기준 IV등급으로 설정함
- 목표수질을 만족하기 위한 목표연도는 개선시설(식생, 미생물 등)의 안정화 기간을 고려하여 준공 후 5년 시점(2029년)으로 설정하고 관련계획 검토 등도 2029년까지로 함

<표 3.9-8> 하늘저수지 목표수질(2029년)

목표등급	TOC(mg/L)	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)	비고
IV	6이하	1.0이하	0.10이하	-

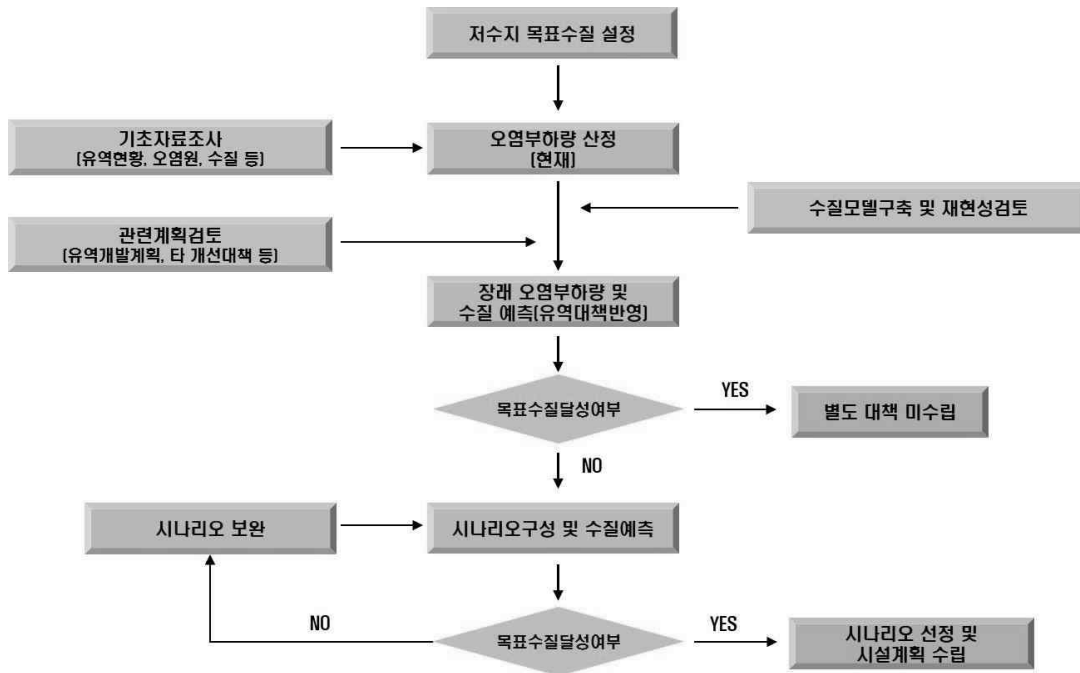
<표 3.9-9> 호소 생활환경기준

구분	매우 좋음	좋음	약간 좋음	보통	약간 나쁨	나쁨	매우 나쁨
	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)	0.2이하	0.3이하	0.4이하	0.6이하	1.0이하	1.5이하	1.5초과
T-P (mg/L)	0.01이하	0.02이하	0.03이하	0.05이하	0.10이하	0.15이하	0.15초과
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.

3.9.4 대책수립 절차

- 수질개선 목표는 농업용 수질관리기준인 호소수질 IV등급을 목표로 하며, 지구여건 및 관련법령이나 계획 등에 따라 목표를 조정할 수 있음
- 유역현황, 오염원, 수질 조사를 통하여 현재의 오염부하량을 산정하고 수질예측을 위한 수질모델구축 및 재현성을 검토함
- 계획대상 지역 수질개선 관련계획 등을 검토하여 목표연도의 오염원과 오염부하량을 산정함
- 목표수질 달성을 위해 해당 지구에 적용 가능한 수질개선 공법을 선정하여 시나리오를 구축함
- 각각의 시나리오별로 목표수질 달성 여부를 검토 후 최적의 시나리오를 바탕으로 시설 계획을 수립



(그림 3.9-10) 대책수립 절차

3.9.5 호소 수질개선공법 종류 및 적용가능 공법 선정

가. 호소 수질개선공법 종류

- 수질개선공법은 오염특성에 따라 각 대책별 공법의 종류는 <표 3.9-12>과 같고 이 중 현재 국내·외적으로 많이 적용되는 주요 공법은 <표 3.9-13~14>와 같음

<표 3.9-10> 호소 수질개선공법의 종류 및 적용성 판단

적용 대상	원리	수질개선공법	성충형성 있음	수면적 넓고 수질 다름	수면적 좁음	호소의 지형 복잡	회전수가 적음	저수층 산소 없음	퇴적물 오염	오염 하천 있음	오염 하천에 부지	내부생조류 발생 많음	가급적 대책 필요	농업계 부하가 큼	비특정 비점 오염원 부하 큼	
유역 내	유역변경	유로변경								○						
	발생부하 삭감	유기인제제 등 사용제한														×
		물이용의 합리화														×
	점원 부하 삭감	배출규제													×	×
		하수처리													×	×
		하수처리고도화													×	×
		분뇨처리고도화													×	×
		정화조(개별)									○				×	×
	비점원 부하 삭감	정화조(합병)									○				×	×
		농업계 부하의 삭감													○	
	비특정부하의 삭감														○	

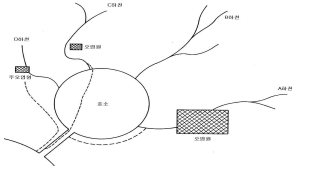
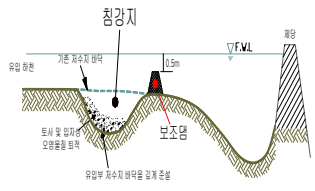
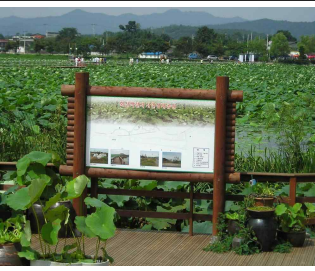

<표 계속> 호소 수질개선공법의 종류 및 적용성 판단

적용 대상	원리	수질개선공법	성형성 있음	수면적 넓고 수질 다름	수면적 좁음	호소의 지형 복잡	회전수가 회수적	저수층 용존산소 없음	퇴적물 오염	오염 하천 있음	오염 하천에 부지	내부생조 발생을	가급적 대책 필요	농업계 부하 큼	비특정 오염원 부하 큼	
유입 하천 내	강우시 유출부하 유입방지	저류지								○						
		저습지도입								○						
	직접정화	토양처리									○					×
		침투수로									○	△				
		여과(상향류여과)									○	△				×
		부유물침전(DCF공법)									○	○				×
		접촉산화수로									○	○				×
		직접폭기									○					×
		하천처리장									○	○				×
		저류부하제거	하도준설								○					×
호소 내	호소 내 발생부하 삭감	퇴적물 준설							○							
		퇴적물 피복(호내재료)							○							
		퇴적물 피복(호외재료)								○						
		영양염 불활성화 처리								○		○				
		수산양식업 대책											○		×	
	부영양화의 억제 (성충대책) (수리조건변경) (영양염농도 저하) (생물상 제어) (조류제거)	하구처리		△			○									
		호소분리		○			△									
		부엽식물이용처리		△										○		△
		조류제거			○								○	○		
		살조제, 제초제 처리			○								○	○		
		생태계 제어		△	△								○			△
		정화용수 도입		○	○		○									
		호소물의 인공순환	△	○			○									
		심수층 폭기	○	△	△				○	○						
		호소수 양수형 순환처리	△		○				○							
		저수층 산소주입	○		△				○	○	○					
		지하수 유입 증가		△	△			○								
		심수층 선택 방류	△						○	△						
	호안환경보전	둔치형 호안		○			△								×	×
		식생호안		○	△										×	×

○ : 적용가능성이 큰 기술, △ : 적용성이 있는 기술, × : 적용성이 낮은 기술

주) 아무 표시가 없는 개선기술은 기본요건에 좌우되지 않음

<표 3.9-11> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
우회수로 (By-pass)		·유입부하가 큰 하천수를 계외로 배제시킴	·정량적 파악 곤란	·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 습지로 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 오염물질의 용출을 억제하여 호 내부 생산 감소	·정량적 파악 곤란	·퇴적물 용출율 ·준설방법 ·오염심도 ·준설량 ·준설퇴적물처리처분방법	·湖山池(일본) ·신구저수지(한국) ·오월저수지(한국) ·탄도담수호(한국)




<표 계속> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
퇴적물 피 복		·퇴적물을 모래, 슬래그 등의 재료로 피복함으로써 영양염류 등의 용출 억제	·정량적 파악 곤란	·퇴적물 오염도 ·퇴적물 용출율 ·피복두께 ·피복재 종류	·스톤호(미국) ·고지마담수호(일본)
조류제거		·호 내에 발생한 조류를 조류제거선 등을 이용하여 수거·처리	·정량적 파악 곤란	·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 혼합 교반하여 표층에 집적하는 조류의 증식과 축적을 억제	·정량적 파악 곤란	·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	·정량적 파악 곤란	·포기공기량 ·포기장치형상 ·토출량	·시화갈대습지공원(한국)

<표 계속> 호소 수질개선공법 종류 및 특성 요약

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
포기분수		·분수장치를 설치하여 수면교란에 의한 조류증식 억제	·정량적 파악 곤란	·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 사형 등 자연하천이 가진 기능을 복원	·정량적인 정화효과의 산정은 곤란	·수심 ·유속 ·하폭	·大和川(일본) ·西除川(일본)
응집·침전법 (인 불용화공법)		·알루미늄염을 이용하여 저수지 오염의 주 원인인 인(P)을 불용화시켜 수질 개선 및 녹조발생 저감	·TOC 18.0% ·T-P 45.4%	·저수지 유입수량 ·저수지 담수량 ·인(P) 농도	·감돈저수지(한국) ·반계일호저수지(한국) ·홍동저수지(한국) ·잠흥저수지(진천)

<표 3.9-12> 상류 수질개선공법 종류 및 특성 요약

공 법	개념도	정화원리	수처리효율	설계요소	사 례
식생수로		·토양침식감소, 유수속도감소, 침투 증가	·BOD : 34% ·COD : 14% ·T-N : 45% ·T-P : 51%	·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

나. 적용가능 공법 선정

(1) 상류유역대책

- 유역의 마을로부터 유입되는 하수를 하수처리구역으로 편입하여 처리하도록 유도
- 축산시설에서 발생하는 가축분뇨 및 폐수의 위탁처리 및 관리감독 강화 필요
- 농경지의 토사유출 저감을 위해 둠벙 및 완충식생대 등의 설치 필요

(2) 유입하천대책(호 유입부 대책)

- 유입하천을 통하여 하늘저수지로 유입되는 오염부하량을 호소 유입 전에 침강지, 인공 습지 등으로 수질정화 후 저수지로 유입

(3) 호내대책

- 호내수를 인공습지로 양수함으로써 물순환 유도, 저수지 본체 정화 및 습지의 안정적인 운영
- 유입부에 퇴적된 토사와 수생식물을 함께 제거하여 저질을 호기성으로 유지시키고 영양염류의 용출율을 저감

<표 3.9-13> 지구 환경현황 및 수질개선대책 선정 방향

조사항목	현황	개선방향
오염원	◦ 마을로부터 하수유입	◦ 하수미처리지역으로 주요주거지역을 하수처리구역으로 편입 예정(지자체)
	◦ 상류 농경지(전, 답, 과수원)로부터 토사 및 영양염류 유출	◦ 밭 주변 완충식생대, 침사지, 식생수로 설치 추진(지자체, 공사)
	◦ 소규모 축사 있으며, 모두 개별퇴비화하여 토양 살포, 강우시 토사와 함께 유출	◦ 가축분뇨 위탁처리 및 관리감독 필요(지자체)
수질	유입 하천 ◦ 하천생활환경기준 : 좋음(I b등급)~매우나쁨(VI등급)	◦ 인공습지, 침강지 등 설치를 통하여 유입부하량을 저감하고 호내수 양수를 통한 기 유입된 호내수 정화 필요
	호소 ◦ 호소생활환경기준 : 보통(III등급)~매우나쁨(VI등급)	
퇴적물	◦ 호소퇴적물 항목별 오염평가기준 : 총질소, 강열강량 IV등급 (심각하고 명백한 오염) ◦ 금속류 항목, 퇴적물지정별 오염평가기준 : II등급(약간나쁨)	◦ 호소 퇴적물 정밀조사 필요
수생식물	◦ 호내 수생식물이 없음	-

3.9.6 시나리오 구성 및 수질예측

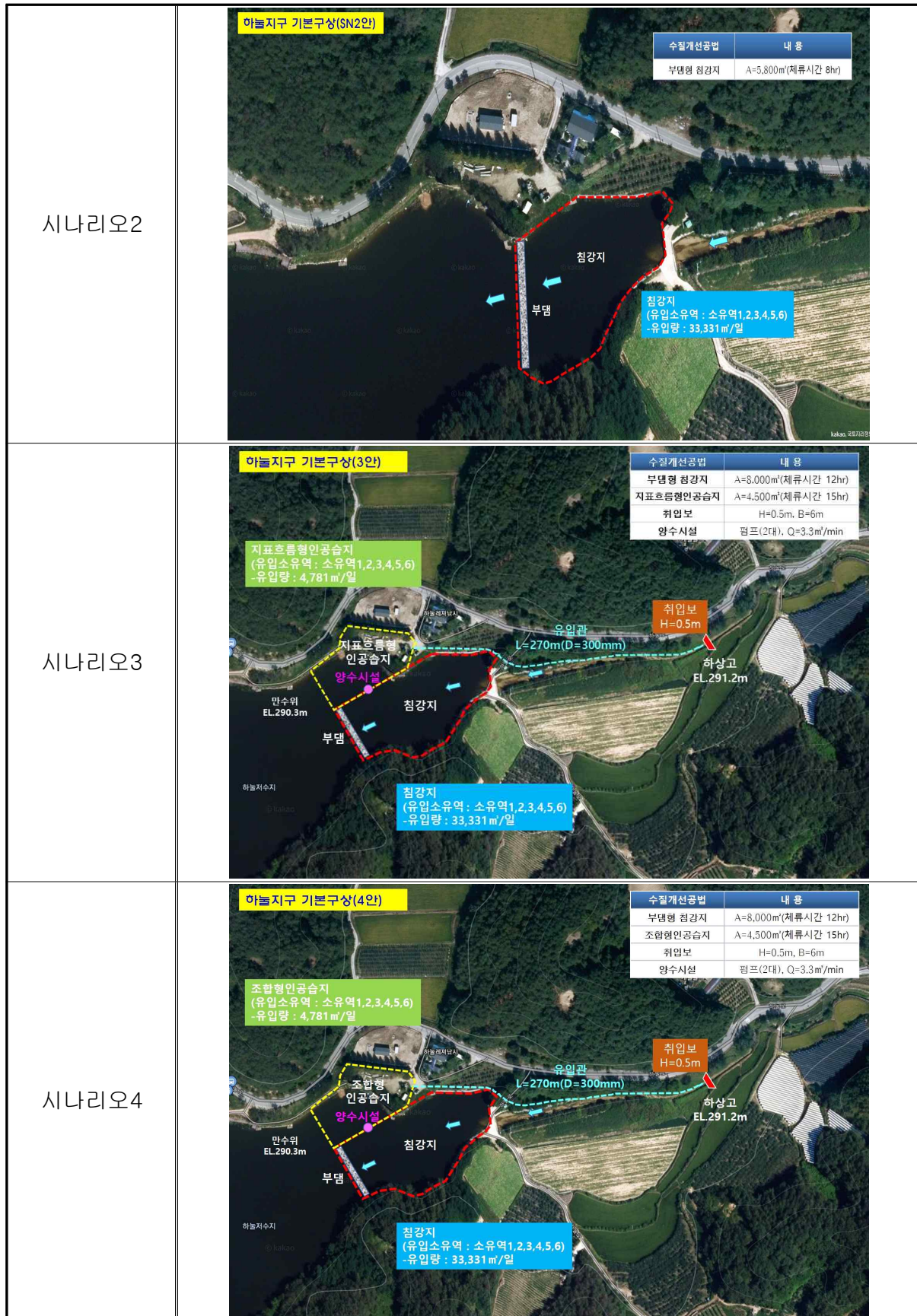
가. 시나리오 구성

- 하늘저수지 유역의 장래 수질을 예측하기 위하여 장래부하량 변화 및 수질개선 대책에 따른 수질예측 시나리오를 설정하였으며, 수위 운영자료가 존재하는 2018년을 적용하였음
- 시나리오 1은 2029년 기준 무대책에 대한 유역 내 오염부하량의 변화만을 반영한 조건이며, 수문조건은 2018년 기준과 동일하게 적용하였음
- 시나리오 2는 소하천 유입부에 침강지를 설치하여 유입수를 처리 후 저수지로 유입하는 것으로 적용하였음
- 시나리오 3은 시나리오 2의 조건에서 유입하천에 지표흐름형 인공습지를 설치하여 유입수를 처리 후 저수지로 유입하는 것으로 적용하였음
- 시나리오 4은 시나리오 3의 조건에서 유입하천에 조합형 인공습지를 설치하여 유입수를 처리 후 호내로 유입하는 것으로 적용하였음

<표 3.9-14> 수질 예측 시나리오 구성

구 분	세부내용	비 고
시나리오 1	장래오염부하량	무대책
시나리오 2	침강지	30mm 초과 평균유출량 처리 Q : 33,331m ³ /d V : 23,948m ³ A : 10,699.6m ² HRT : 17hr
시나리오 3	침강지 + 지표흐름형인공습지	[지표흐름형인공습지] 일강우 30mm 이하 평균유출량 처리 Q : 4,781m ³ /d V : 2,283m ³ A : 6,456.5m ² HRT : 11hr
시나리오 4	침강지 + 조합형인공습지	[조합형인공습지] 일강우 30mm이하 평균유출량 처리 Q : 4,781m ³ /d V : 2,283m ³ A : 6,456.5m ² HRT : 11hr

주) 인공습지 : 조합형인공습지 또는 지표흐름형인공습지



(그림 3.9-11) 하늘지구 농업용수 시나리오별 수질개선대책(안)

- 호소수질모델에 적용한 수질정화시설별 정화 효율은 「농업용수 수질개선사업 설계매뉴얼(2017.12, 한국농어촌공사)」에서 제시된 값을 적용하였음

<표 3.9-15> 수질정화시설별 정화 효율

[단위 : %]

구 분		BOD	COD	SS	T-N	T-P
침강지(부담형) ¹⁾	강우시	-	50	60	45	45
	평 시	-	10	50	30	30
지표흐름형인공습지 ¹⁾		40	-	60	50	60
조합형인공습지 ²⁾		89	-	82	60	70

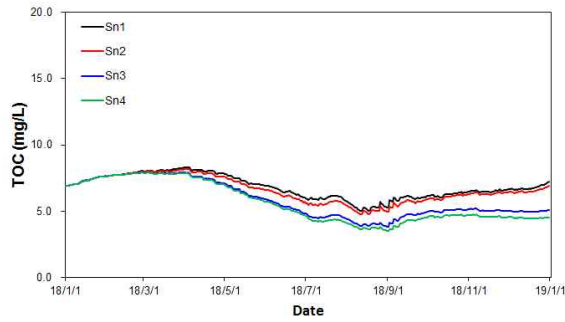
자료 1. 농업용수 수질개선사업 설계매뉴얼(한국농어촌공사, 2017.12)

나. 수질 예측 결과

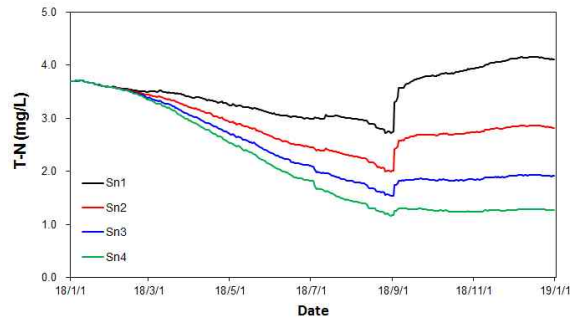
- 시나리오 1의 하늘저수지 수질은 TOC 6.8mg/L, T-N 3.486mg/L, T-P 0.085mg/L로 예측되어 TOC와 T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 시나리오 2의 하늘저수지 수질은 TOC 6.6mg/L, T-N 2.869mg/L, T-P 0.073mg/L로 예측되어 TOC와 T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 시나리오 3의 하늘저수지 수질은 TOC 5.9mg/L, T-N 2.424mg/L, T-P 0.051mg/L로 예측되어 T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨
- 시나리오 4의 하늘저수지 수질은 TOC 5.6mg/L, T-N 2.108mg/L, T-P 0.047mg/L로 예측되어 T-N 항목에서 목표수질 IV등급을 초과하는 것으로 예측됨

<표 3.9-16> 시나리오별 수질예측결과(연평균)

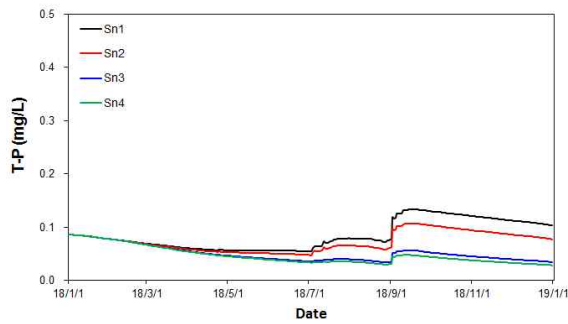
구분	수질예측결과(mg/L)		
	TOC	T-N	T-P
시나리오 1	6.8	3.486	0.085
시나리오 2	6.6	2.869	0.073
시나리오 3	5.9	2.424	0.051
시나리오 4	5.6	2.108	0.047



(a) TOC



(b) T-N



(b) T-P

(그림 3.9-12) 시나리오별 장래수질예측 연간변화

<표 3.9-17> 시나리오별 수질예측결과(연최대, 연최소)

구분	수질예측결과(mg/L), year max			수질예측결과(mg/L), year min		
	TOC	T-N	T-P	TOC	T-N	T-P
시나리오 1	8.3	4.160	0.133	5.0	2.722	0.054
시나리오 2	8.2	3.711	0.107	4.8	1.992	0.048
시나리오 3	8.0	3.711	0.086	3.9	1.541	0.034
시나리오 4	8.0	3.711	0.086	3.5	1.170	0.029

<표 3.9-18> 시나리오별 수질예측결과(분기평균)

구분	항목	수질예측결과(mg/L), quarter ave											
		TOC				T-N				T-P			
		분기	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
시나리오 1		7.7	7.3	5.8	6.5	3.562	3.193	3.174	4.014	0.074	0.057	0.092	0.117
시나리오 2		7.7	7.0	5.4	6.3	3.509	2.816	2.381	2.785	0.073	0.053	0.075	0.091
시나리오 3		7.7	6.4	4.4	5.0	3.469	2.552	1.816	1.884	0.072	0.044	0.043	0.043
시나리오 4		7.6	6.3	4.1	4.6	3.442	2.355	1.401	1.267	0.072	0.043	0.038	0.036

다. 시나리오 채택

- T-N을 제외한 TOC, T-P 목표수질을 만족하는 시나리오 4(침강지+조합형인공습지)의 수질개선시설을 설치하고 하늘저수지의 특성인 퇴적물의 혐기성 용출률이 높으므로 용출률을 저감하여 호소수질에 영향을 최소화하기 위한 물순환장치 및 산소공급장치를 시나리오4에 추가 설치하는 수질개선 방안을 채택함
- 또한 기존 인공습지의 취입보(가동보) 설치에 대한 비상시를 보완하고자 인공습지에 양수시설 도입을 하여 호소내 수를 양수하여 저수지 전체의 물순환을 촉진할 뿐만 아니라 최근 염려되는 가뭄 시에도 인공습지의 안정적 유지·관리를 통한 정화효율이 일정하게 유지될 것으로 판단됨

제4장

기본 설계

- 4.1 수질개선 종합시설계획
- 4.2 인공습지 조성계획
- 4.3 침강지 조성계획
- 4.4 양수시설 조성계획
- 4.5 취입보 조성계획
- 4.6 기타 수질개선장치 계획

제4장 기본 설계

4.1 수질개선 종합시설계획

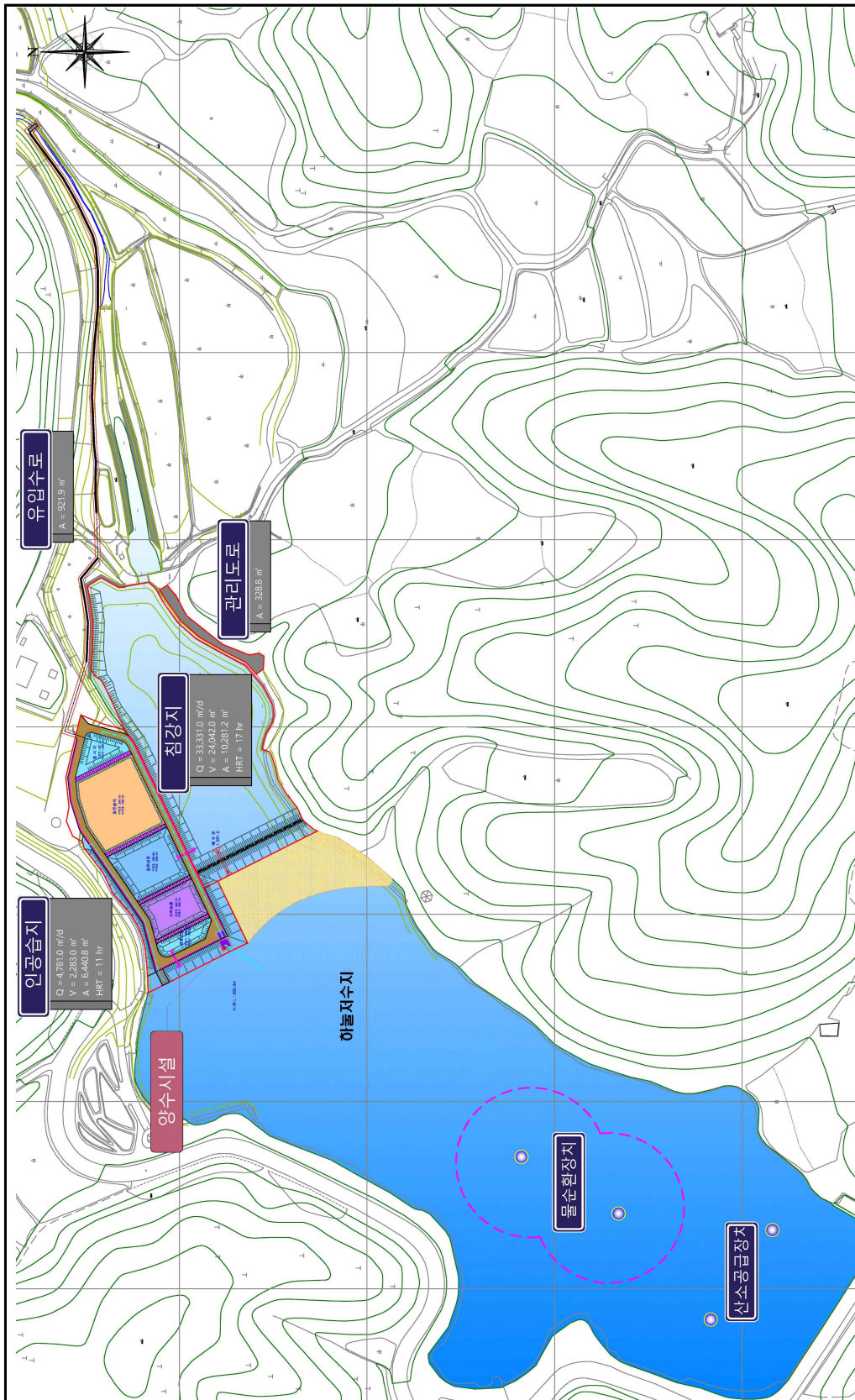
- 하늘지구의 주요염원은 강우시 하천으로 유입되는 비점오염물질(유기물, 영양염류)과 평시에 호내 심수층에서 용출되는 오염물질(영양염류)로 호소내의 부하량을 증가시켜 수질 악화에 영향을 미치고 있음
- 호내 수질개선시설은 강우시에 호소로 유입되는 비점오염물질을 정화하기 위한 침강지, 인공습지와 평시에 호소의 심수층에서 용출되는 영양염류(T-N, T-P)를 저감하기 위한 산소공급장치로 계획하였으며, 시설의 개요는 <표 4.1-1,2>와 같음
- 유입하천을 통하여 하늘저수지로 유입되는 오염부하량을 호소 유입 전에 일강우량 30mm 미만의 경우 취입보를 통하여 인공습지로 유도하여 일정한 체류시간을 형성하여 물리적·생물학적으로 처리하는 방법과 일강우량 30mm초과의 경우 취입보로 Bypass시켜 침강지에서 입자상물질을 침전시키고 난 후 호내로 유입시키는 수처리공법을 계획함
- 따라서, 소유역별 DIROM 유출모델에 의해 산정된 일강우량 30mm미만의 유출량 4,781^{m³}/d의 물을 습지로 유입시켜 정화처리하여 호내로 배출하고 양수시설을 이용하여 인공습지에 안정적인 유량을 공급함으로써 식생의 유지와 습지정화효율을 안정화할 수 있도록 시설계획을 하였으며 부가적으로 전체 호소의 물순환에도 기여함
- 침강지 안쪽 바닥고와 호내쪽 바닥고의 표고를 맞추어 원활한 물 흐름을 조성하기 위하여 침강지(부담) 호내를 부가적으로 준설함

<표 4.1-1> 하늘지구 수질개선시설 종합계획

대상		시설명	시설면적 (^{m²})	용적 (^{m³})	일처리유량 (^{m³} /d)	체류시간 (hr)
하늘 1,2,3, 4,5,6	일강우량 30mm초과	침강지	10,281.2	24,042.0	33,331.0	17
	일강우량 30mm미만	인공습지	6,440.8	2,283.0	4,781.0	11
심수층(평시)		산소공급장치	-	-	-	-
표수층(평시)		물순환장치	-	-	-	-

<표 4.1-2> 유입하천수의 인공습지로 유도방법

대 상	유도방법	재 원	비 고
유입하천수	취입보(가동보), 자연유하	B=5.0m, H=0.8m	강우시, 평시
호소내 수	양수	Q=3.3 ^{m³} /min	비상시



(그림 4.1-1) 하늘지구 수질개선시설 종합계획도

4.2 인공습지 조성계획

4.2.1 인공습지 개요

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 유지관리가 용이하여 경제적이라는 측면 외에 경관과 친수공간의 가치를 가질 수 있어 자연친화적이라는 측면에서 관심을 받고 있음

나. 인공습지의 특징

(1) 구성요소

① 식물

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

② 토양

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

③ 수문

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

(2) 특징

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

<표 4.2-1> 인공습지 장·단점

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

<표 4.2-2> 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 4.2-3> 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(1USEPA, 1993) 사례지구-The Des Plains River Wetland Project, Illinois, USA

<표 4.2-4> 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 Plains, IL	4.77	6	0.10	0.02	80.0	12
Tarrant County, TX	9.44	2	0.29	0.16	44.8	6
Iron Bridge, FL	2.69	7	0.43	0.10	76.7	22
Listowel, Ontario	2.41	4	1.91	0.72	62.3	25

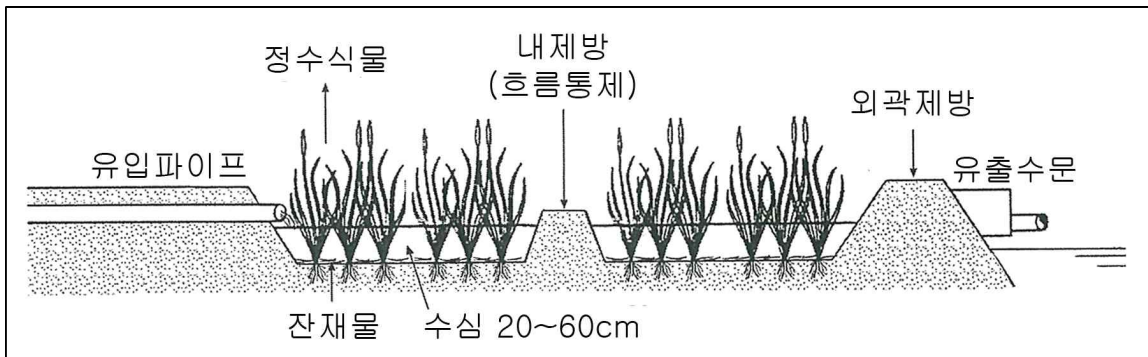
자료 : Robert K. Kadlec and Robert L. Knight, 1996, Treatment Wetlands

4.2.2 인공습지의 종류

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

가. 지표흐름형 인공습지(Free Water surface flow System, FWS)

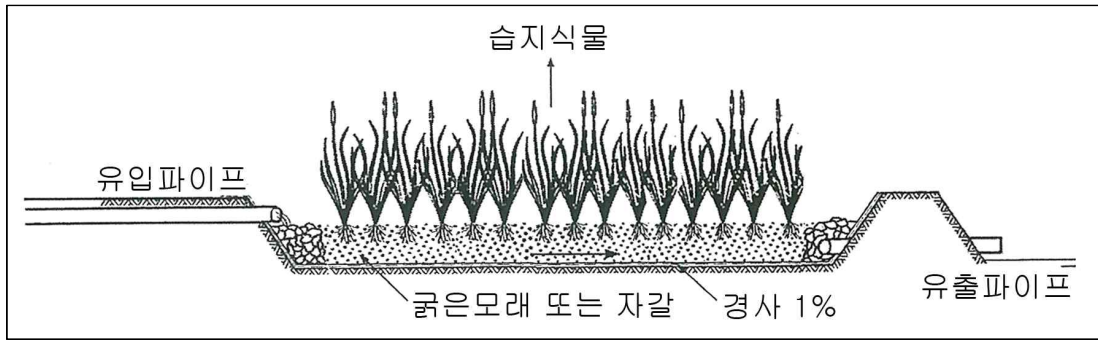
- 지표흐름형(Free water surface flow system, FWS)은 유입수의 대부분을 토양 표층 위로 흐르게 하여 물리·화학·생물학적 처리를 유도하는 방식이며, 정수식물이 자라는 수심 0.4m 정도의 식재구간(Closed Water)과 수심이 다소 깊어 정수식물이 자라지 않는 수심 1.8m 정도의 개방구간(Open Water)으로 설계함
- 지표흐름형 습지는 수면이 기질의 상부에 있으므로 외형은 자연적인 습지와 비슷한 형태로 천연서식지를 제공해 줄 수 있으며, 수질개선 외에 미관 향상을 가져올 수 있음. 지표와 근접한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



(그림 4.2-1) 지표흐름형 습지 개념도

나. 지하흐름형 인공습지(Subsurface Flow System, SFS)

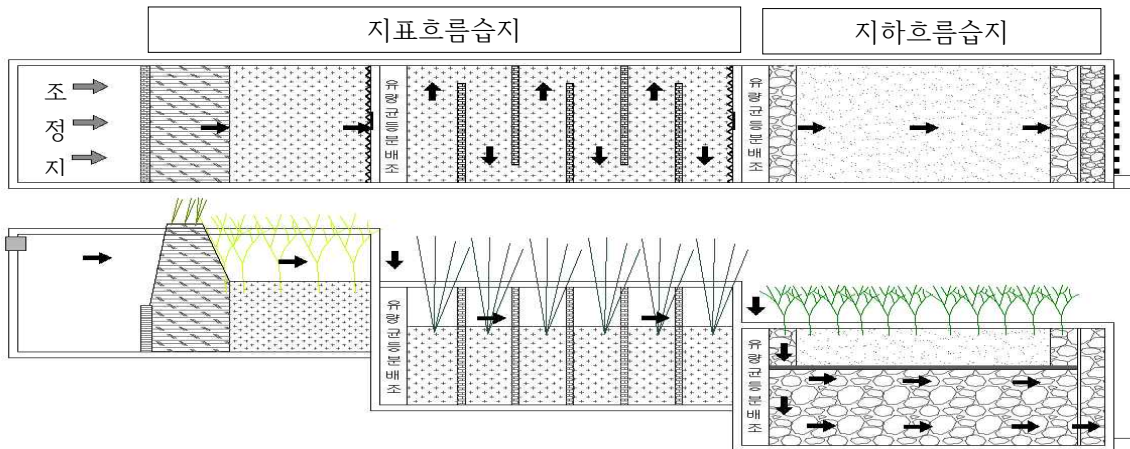
- 지하흐름형(Subsurface flow system, SFS) 습지는 원지반을 굴착하고 입자가 큰 토양 또는 자갈 등의 여재를 채운 습지를 말함. 수위는 여재층 상단보다 낮게 유지하며, 식물은 여재 사이로 뿌리를 뻗으며 자라는 형태가 됨. 이론적으로는 유입수가 전부 하부층으로 흘러들어 표면에는 흐름을 볼 수 없는 시스템으로 습지 위로 사람의 접근이 가능하며, 모기 등 병해충 피해가 적으며 여재의 두께는 보통 0.3~0.6m임
- 하부층은 여러 가지 크기의 자갈, 쇄석 또는 입자가 큰 토양으로 이루어지며, 식물 식재층에는 모래를 적용함



(그림 4.2-2) 지하흐름형 습지 개념도

다. 지표-지하흐름 조합형 인공습지

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



(그림 4.2-3) 지표-지하흐름 조합형인공습지 개념도

- 지표-지하흐름 조합형인공습지는 지표흐름형인공습지와 지하흐름형인공습지의 장점을 보완한 것으로 지표흐름습지를 통해 식물체에 의한 영양물질 흡수와 호기성 산화가 이루어지고 지하흐름습지를 통해 탈질화를 유도하여 유기물, T-N, T-P 항목의 제거효율도 높아짐

<표 4.2-5> 조합형인공습지 정화효율

구 분	BOD	SS	T-N	T-P	비 고
조합형인공습지	89%	82%	60%	70%	-

자료 : 농업용수 수질개선사업 설계매뉴얼, 2017, 농림축산식품부·한국농어촌공사

4.2.3 인공습지 설계인자

- 인공습지의 설계는 기초자료 수집 및 분석, 설계조건의 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
 - 구역의 크기, 구역의 형상과 형태 등을 조사

(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
 - 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 다목적이용을 위한 여유 공간을 확보할 수 있는 곳

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
- 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 2009~2018년(10개년) 동안의 영주기상관측소 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

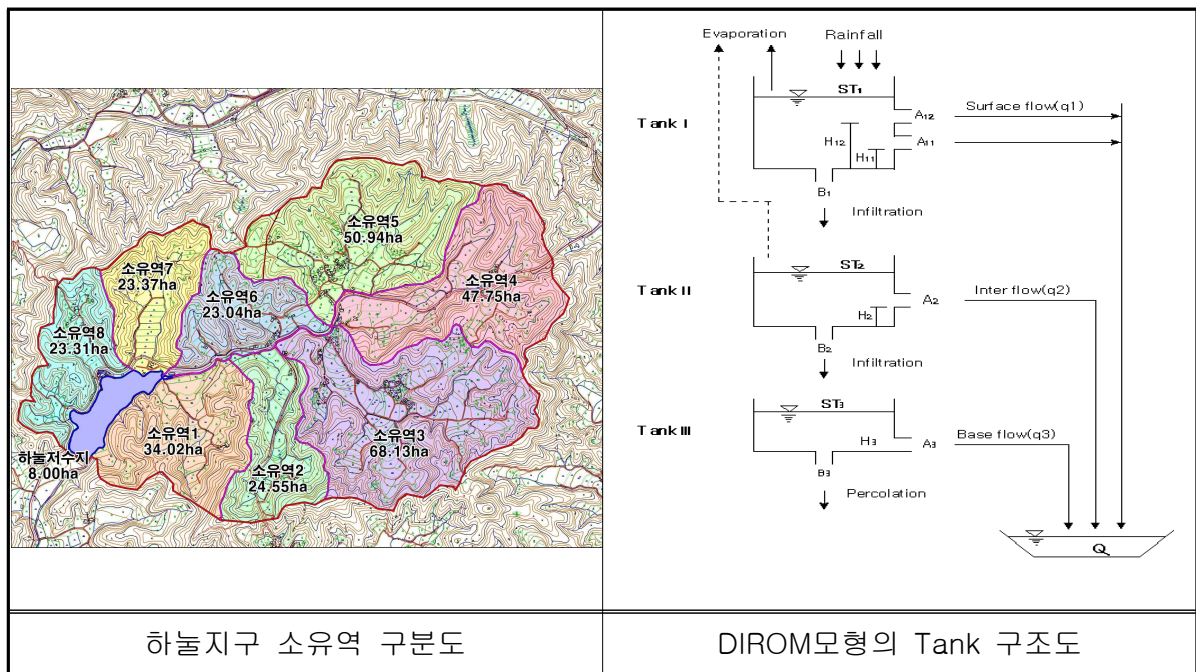
- 연평균 강우유출량의 90%를 차집하기 위해 필요한 저장 공간을 확보하는 방법으로, 외국의 하수처리 방류수 처리를 위한 인공습지 규모결정에 사용하고 있음. 또한, 유입유량이 일정한 경우에 적용되고 있으나 유입유량 변동이 많은 하천수를 처리하는 경우 및 국내 적용사례는 없음

(2) 13mm 강우법

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

(3) DIROM 모형에 의한 평균유출량

- 우리나라 유역별 강우시 장기유출량 추정에는 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 4.2-4) 소유역구분도 및 DIROM모형 구조도

라. 체류시간 결정

- 인공습지에서 체류시간은 오염물질이 침전, 분해, 흡착할 수 있는 반응시간의 개념으로 체류시간이 길어질수록 오염물질과 접촉기회가 증가하여 정화효율이 높아지게 됨.
- 그러나 동일한 유입량에 대하여 체류시간이 길어지면 습지의 용적이 증가하여야 하므로 건설비용이 많이 소요되거나 식물 선정에 제한을 받게 됨
- 하천수나 담수호 유입수와 같이 처리해야 할 유량이 많은 경우, 체류시간을 가능한 짧게 설정하여 높은 수리부하율로 운영하는 것이 유리함. 이것은 체류시간을 며칠 이상 늘려 정화효율을 10~30% 증가시키기 보다는 단위면적당 제거되어지는 오염물질 제거량에 초점을 맞추어 오염물질 제거량을 증가시키려는 시도임
- 인공습지에서 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

마. 계획수심 결정

- 조합형인공습지의 수심은 수질정화효율을 고려하여 얕은습지는 0.3m 전후, 개방수역인 깊은연못은 0.6~1.8m 수심이 일반적으로 적용되고 있음
- 동일한 습지 내에서도 다양한 수심을 갖도록 조성하는 것이 유리하며 깊은 연못 수심은 1.2~1.8m정도의 구역으로서 정수식물(emergent plant)은 거의 자라지 않고 침수식물(submergent plant)과 부유식물(floating plant)이 주종을 이루며 습지내 산소 재폭기 구간이 되도록 함
- 얕은습지의 수심은 처리효율, 수생식물의 성장, 용존산소농도 등을 고려할 때 평균 0.3m 정도가 유리함

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 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 4.2-6> 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

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

여기서, A_s : 인공습지의 면적(m^2)

Q : 유입유량(m^3/hr)

HRT : 체류시간(hr)

d : 인공습지의 수심(m)

n : 시스템의 공극율(공극의 부피/총 부피, 보통 0.75 적용)

(3) 유역면적비에 의한 방법

- 습지의 면적을 유역면적의 일정비율로 조성하는 방법으로, 일반적으로 유역면적의 1~3%를 제안하고 있으나 각 유역의 유출특성과 유입수질에 대한 고려가 되어 있지 않음[자료 : 농업용수 수질개선을 위한 인공습지 설계·관리 요령(농림부, 농업기반공사 2004.12)]

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 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 선정함

아. 설계 시 고려사항

(1) 운영 개시 시점

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

(2) 다른 저감시설과 연계

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

(3) 법적검토

- 지역내에 공사 중 훼손될 가능성이 있는 멸종위기 또는 법정보호종 동·식물이 있는지를 조사해야 함

(4) 안전사고

- 안전사고에 대비하여 인공습지 주위에 안전펜스 설치를 검토할 수 있음

(5) 위생해충 문제

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

4.2.4 인공습지 조성계획

가. 인공습지 계획유량 산정

- 인공습지(조합형)는 저수지 북측의 호소 내에 조성하며, 인공습지의 효율을 안정적으로 유지하고, 하늘천의 하류부에 가동보를 설치하여 유도관로를 이용하여 인공습지로 유입시키며 가뭄시 저수지의 물순환을 위해 호내로부터 일정한 유량을 양수하여 공급하는 것으로 계획하였음
- 계획유량은 호소수질모형을 활용한 시행착오법(trial&error method)을 통해 목표수질을 만족할 수 있는 유입수량(6,456.5^m/d)을 가동보에 연계된 유도관로로 유입하도록 계획하였음

나. 인공습지 규모

- 침사지, 배출연못 및 관리도로를 제외한 순수 습지는 습지의 경우 얕은습지 1개소, 깊은연못 1개소로 구성하여 2,478.85^m로 계획하였고, 지하흐름습지를 포함하여 내용적상으로는 2,283^m로 괴밀천(하늘천)의 가동보에서 유입되는 4,781^m/d가 습지에서 평균적으로 약 11시간 체류하도록 계획하였음

<표 4.2-7> 인공습지 조성계획

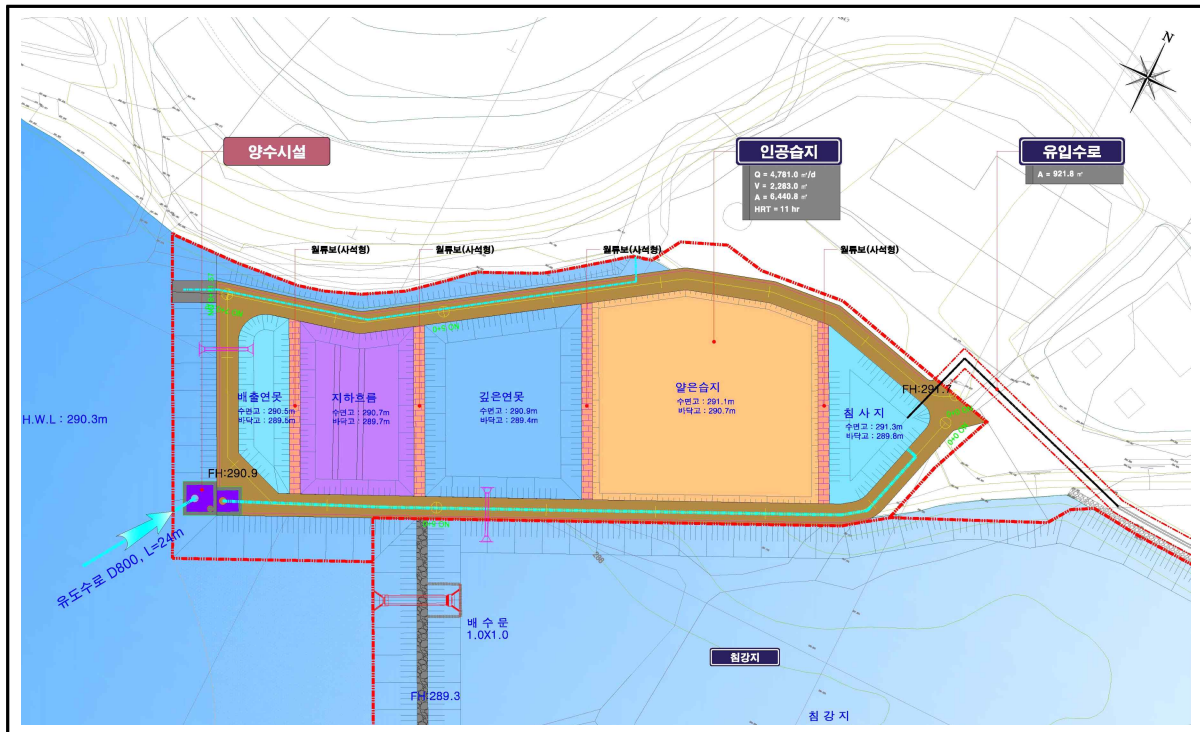
구 분		규 모	계획면적(^m)	계획수심(m)	내용적(^m)
습지1	얕은습지	1개소	1,521.66	0.4	573
	깊은연못	1개소	957.19	1.5	1,177
	소 계	-	2,478.85	-	1,750
	침사지	1개소	362.13	1.5	352
	배출연못	1개소	269.56	1.0	188
	지하흐름	1개소	630.48	1.0	533
	관리도로	-	1,340.02	-	-
	월류보	-	263.51	-	-
	사면 및 기타	-	1,096.29	-	-
	소 계	-	3,961.99	-	-
합 계		-	6,440.84	-	2,283

- 습지를 조성하기 위한 절·성토 계획을 <표 4.2-8>과 같이 산정하였으며, 453.34m³의 유용성토량과 5,310.00m³의 성토량이 발생하여 부족토량 4,856.66m³ 발생

<표 4.2-8> 습지 절·성토계획

구 분	계획면적 (㎡)	바닥면적 (㎡)	지반고 (EL.m)	평균계획고 (EL.m)	절토량 (m ³)	성토량 (m ³)	유용성토 (m ³)
침사지	362.13	107.71	292.09	289.80	246.00	0.00	-
얕은습지	1,521.66	1,348.81	289.95	290.70	0.00	1,007.00	-
깊은연못	957.19	612.41	287.00	289.40	0.00	1,469.00	-
지하흐름	630.48	435.72	287.00	289.70	0.00	1,176.00	-
배출연못	269.56	107.45	287.00	289.50	0.00	268.00	-
기 타	1,096.29	1,096.29	290.00	291.30	0.00	1,390.00	-
관리도로	1,340.02	-	-	-	207.34	0.00	-
계	6,192.97	-	-	-	453.34	5,310.00	453.34

주) 유용성토는 성토량에 25%의 할증률을 적용함

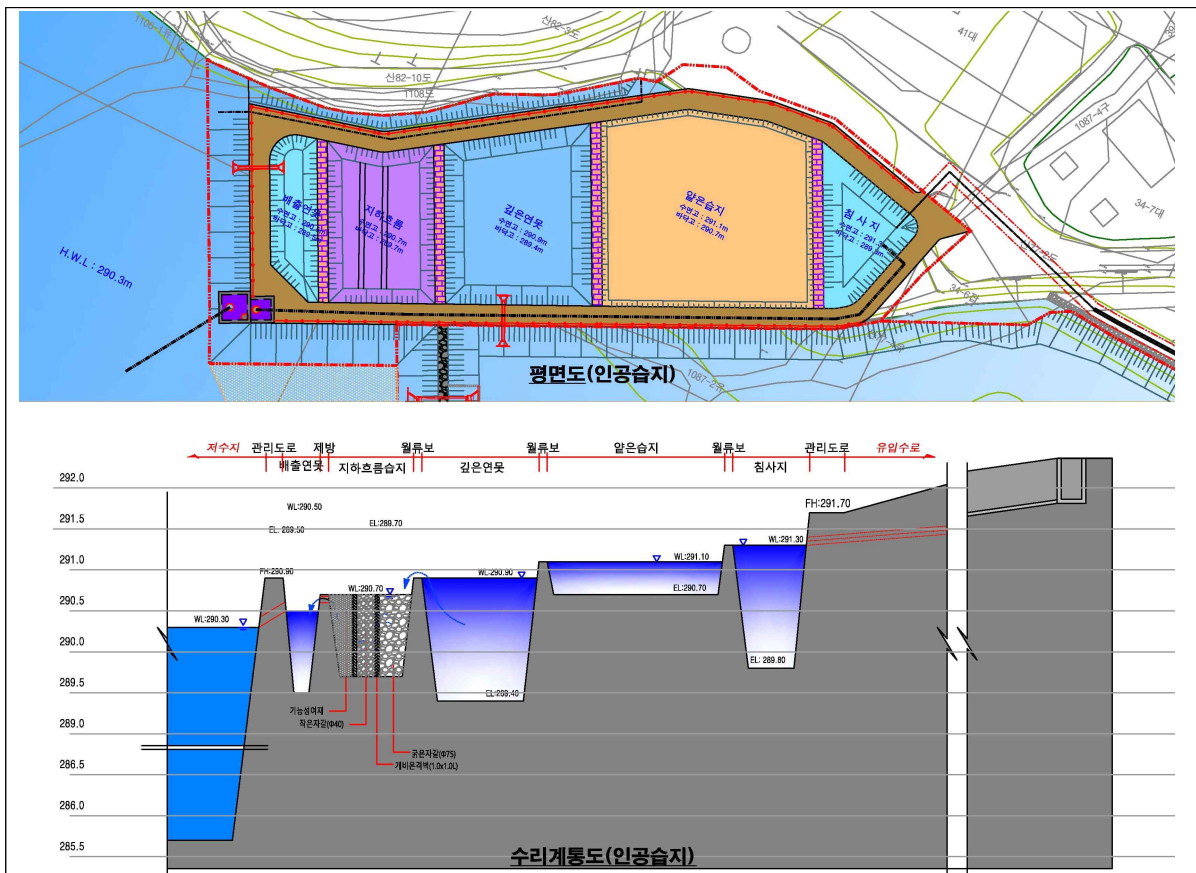


(그림 4.2-5) 인공습지 계획평면도

- 부족토 반입계획은 유용가능한 절토량을 최대한 활용하고 토싸이클을 활용하여 부족토를 반입함. 우선 시설공사시 준설토에 대한 토질조사를 수행하여 성토재로 적합한지 검토 후 토싸이클을 활용한 유용계획을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

다. 인공습지 수리계통


- 습지의 경우 하늘천에 가동보를 설치하여 유도관로를 이용하여 하천수를 침사지로 유입시키며 비상시를 대비하여 인공습지 말단부에 양수시설을 설치하여 침강지 내의 물을 침사지(WL.291.30m, BL.289.80m)로 유입시키고 인공습지 내에서 수두차에 의하여 자연유하 되도록 계획하였으며, 최종 배출연못(WL.290.50m, BL.289.50m)에서 배출구를 통하여 저수지 내(만수위 EL.290.30m)로 방류되도록 계획함
- 또한 습지의 침사지를 수위변동, 유지보수 등 현장여건에 따라 유동적으로 유입량을 배분할 수 있도록 계획함
- 인공습지는 수체가 침사지→얕은습지→깊은연못→지하흐름형습지→배출연못으로 자연유하 하도록 계획함



(그림 4.2-6) 인공습지 수리계통도

라. 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 피도와 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 수생곤충의 서식처를 제공하는 등 생태계 유지에 중요한 역할을 하며 저수지로 유입되는 오염물질에 대하여 수질정화능력이 우수한 종으로 노랑꽃창포, 창포, 물억새 등을 선정하여 식재하는 것으로 계획함
- 특히 대상지 주변에서 잘 적응하여 자라고 있는 지역 자생종인 갈대와 물억새는 수질정화기능을 발휘할 수 있도록 습지부 대부분에 식재하도록 계획하였으며, 관리도로 주변부에는 경관 향상을 위하여 노랑꽃창포 등의 식재를 계획함

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

(그림 4.2-7) 식재식물 예시

- 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)

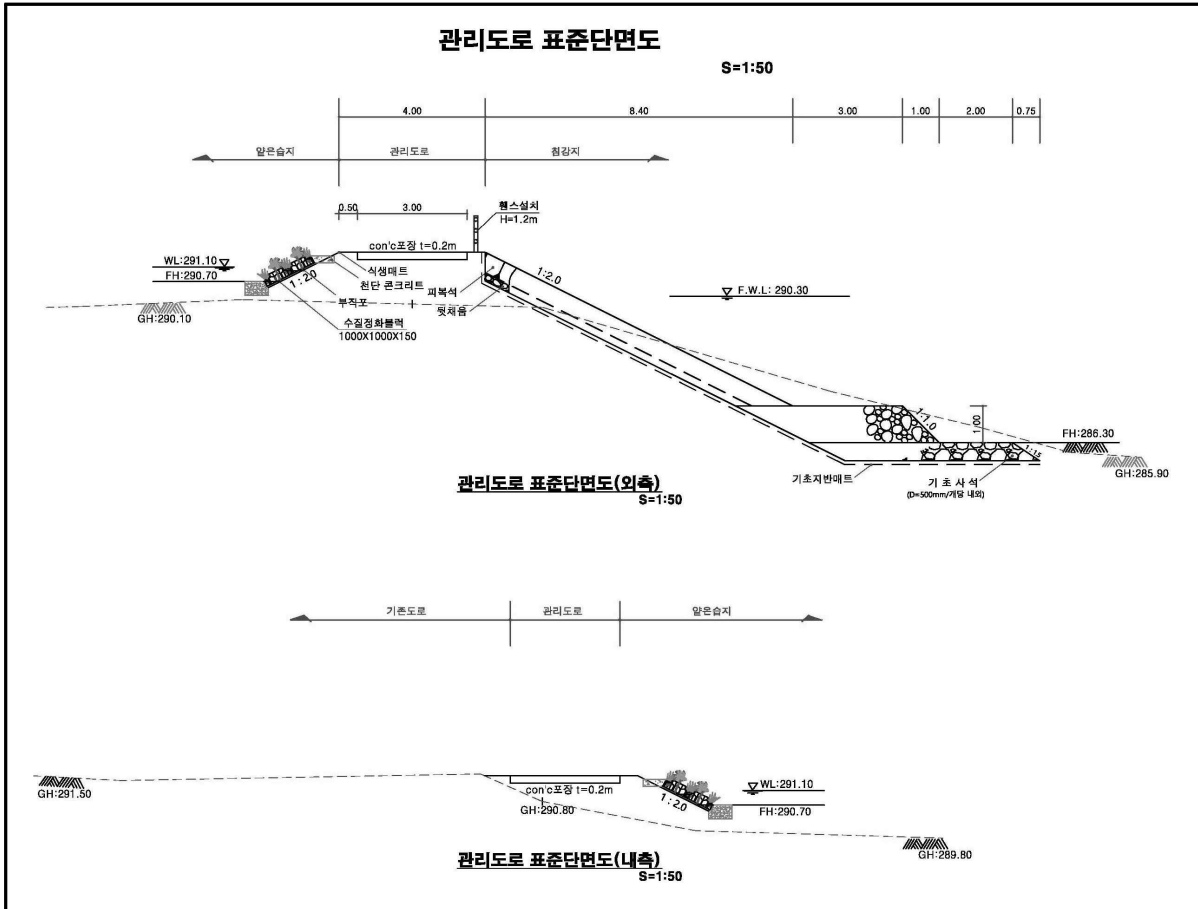
<표 4.2-9> 인공습지의 식물에 따른 오염물질별 정화효율 비교 [단위 : %]

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
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	32.4	6.5	63.7	44.6	36.1	30.5

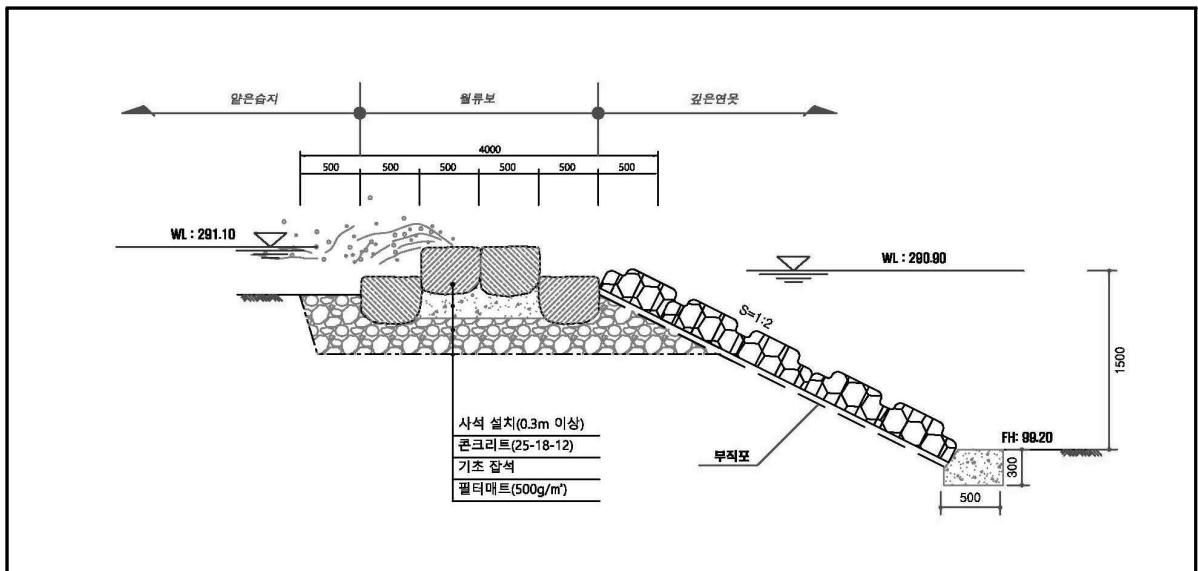
자료 : 배요섭 외, '농업용수 수질개선 실용화연구(최종)', 2006, 한국농어촌공사 농어촌연구원, p.37

마. 사면보호공 계획

- 습지사면은 수위변동과 침식작용의 방지를 위해 인공구조물을 지양하고, 친환경적인 소재로 보호공을 계획함
- 친환경적으로 조성된 수변은 야생생물의 서식처를 제공하고 초본식물의 활착공간이 되며 보호공의 형식을 다음과 같은 유형 중 각 구간별로 적당한 타입을 선택하여 조성함
- 특히 최근에는 사면부에 식재가 가능한 식생공간부와 유용미생물(EM) 배양액을 사용하여 자연친화적 효과, 내구성 및 수질정화 성능을 겸비한 호안용 블록이 상용화 되어 있으므로 이를 활용할 수 있음
- 습지의 농수로측 관리도로 사면은 사석으로 피복하여 수위 변동에 안정성을 유지할 수 있도록 계획하였으며, 습지 내부의 사면은 관리수위까지 식생블록으로 조성하였음
- 관리도로는 습지의 유지관리시 주행안정성 및 포장의 지속적인 유지를 위하여 콘크리트포장으로 계획하였으며, 침사지 및 깊은연못에는 안전을 위한 헨스를 설치하였음
- 이러한 기본계획의 내용은 실시설계시 사면안정 등에 대하여 현장여건을 반영하여 변경할 수 있음
- 깊은연못 및 얕은습지의 수체 흐름을 제어하는 월류보는 콘크리트와 사석을 이용하여 설치규모를 최소화하였으며, 월류보 상단에 징검다리를 설치하여 유지관리시 관리자의 이동이 가능하도록 하였음[월류보 상세도는 그림 4.2-9 참조]



(그림 4.2-8) 수변보호공 단면도



(그림 4.2-9) 월류보(사석형) 상세도

바. 인공습지 조성 시 유의 사항

- 인공습지는 수생식물의 흡수, 토양미생물에 의한 분해, 줄기 또는 뿌리에 형성된 미생물막에 의한 흡착·분해에 의해서 수질정화능력을 발휘함.
- 따라서 우리나라와 같은 온대권에서 기온이 떨어지는 동계에는 미생물의 활동이 줄어들고, 인, BOD 제거율이 감소하고, 습지식물의 잎이나 줄기가 말라죽은 잔재물이 습지바닥에 유기쇄설물(Detritus)의 형태로 쌓여 최종 처리수와 함께 배출될 우려가 있음
- 이에 고사한 식물사체에 의한 오염물질 재용출을 방지하기 위해서 유역 외로 제거하는 것이 효과적이며, 이에 따른 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
- 그 밖의 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 갈대 본체의 제거로 회귀용출을 방지하여 처리효율을 증진시키는 방안으로 1년에 1회 이상 고사체 수거 및 제거가 필요함

4.3 침강지 조성계획

4.3.1 침강지 개요

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
- 침강지는 설치 위치에 따라 호수의 유입부 바닥을 깊게 준설하는 on-line 방식과 호수 유입부 바깥에 부지를 확보하여 설치하는 off-line 방식으로 구분할 수 있음

나. 침강지의 조성 목적

- 호 유입부에 퇴적을 집중적으로 유도함으로써 저수지의 내용적 감소를 줄일 수 있으며, 강우시 유입되는 토사와 이에 흡착된 인 등의 침강을 유입부에 집중시켜 저수지의 수질을 보호함

다. 수질개선 효과

- 유입하천의 유속을 저감시켜 입자성 오염물질을 침강시키는 1차적인 물리적 처리와 침강지내의 수생식물, 조류 등에 의한 생물·화학적 작용으로 2차적인 수처리 효과가 있음
- 강우시 오염물질이 다량 포함된 유출수를 저류하여 자연적인 침전을 촉진시켜 오염물질을 침강, 퇴적시키므로 정기적으로 준설하여 제거하여야 개선효과가 지속될 수 있음
- 침강지의 수질개선 효과는 유입수 중의 입자성 물질 함유량, 지내 체류시간, 침전물 제거빈도 등에 의존함
- 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 4.3-1> 침강지 구성에 따른 장·단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> · 시공비 측면에서 유출수의 수량과 수질을 모두 제어하는 가장 경제적인 방법 · 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 · 유지관리가 부실할 경우 냄새와 쓰레기 등으로 지역주민에게 비호감이 될 수 있음

<표 4.3-2> 침강지 유형별 수처리 효율

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

자료 : 농업용저수지 수질개선사업 조사·설계편람, 2009, 한국농어촌공사

4.3.2 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 확보하도록 계획함. 침강효율은 체류시간이 최소 6시간 이상만 되어도 높은 효율을 얻을 수 있으며 처리대상 유출량은 일강우량 30mm 초과 유출량을 기준으로 하되, 홍수 시에도 어느 정도의 침강시간을 확보할 수 있는 규모로 계획함

나. 침강지(부댐)의 규모 및 형식

- 침강지(부댐)의 높이는 침강지의 홍수와 연간 수위변동 등을 고려하여 만수위보다 0.5~1.0m정도 낮게 계획하도록 하며 본 저수지와 분리되는 구조로 함
- 침강지(부댐)의 재질은 사석형으로 시공성, 자재수급 용이성 등 지구여건을 고려하여 결정함
- 침강지(부댐) 설치 위치의 수심이 낮을 경우에는 별도의 부댐을 설치하지 않고 바닥을 굴착하여 침강지를 조성할 수 있음

다. 수심 및 체류시간

- 수심은 성층화현상을 방지하기 위해 6m 이하가 적정(3~5m수준에서 결정)
- 체류시간은 6시간 정도만 되어도 높은 수질정화효과를 기대할 수 있으나 12시간 정도로 증가시키는 것이 수질정화 및 홍수조절에 유리함

4.3.3 침강지 조성계획

- 침강지 위치는 소유역 I, II, III, IV, V, VI의 유입하천과 저수지가 만나는 지점에 계획하였으며, 침강지의 형식은 저수지내에 침강지(부댐)을 설치하는 on-line 방식으로 계획하여 저수지 외부의 별도 부지 확보는 필요하지 않음

가. 설계유량 산정

- 침강지 설계유량은 한국농어촌공사에서 운영하고 있는 수문모형(DIROM)을 이용하여 소유역 I ~ VI의 일 강우량 30mm초과 유출량인 33,331.0m³/일을 처리하는 것으로 계획함

<표 4.3-3> DIROM모형에 의한 대맥저수지 유역별 유출량 산정결과

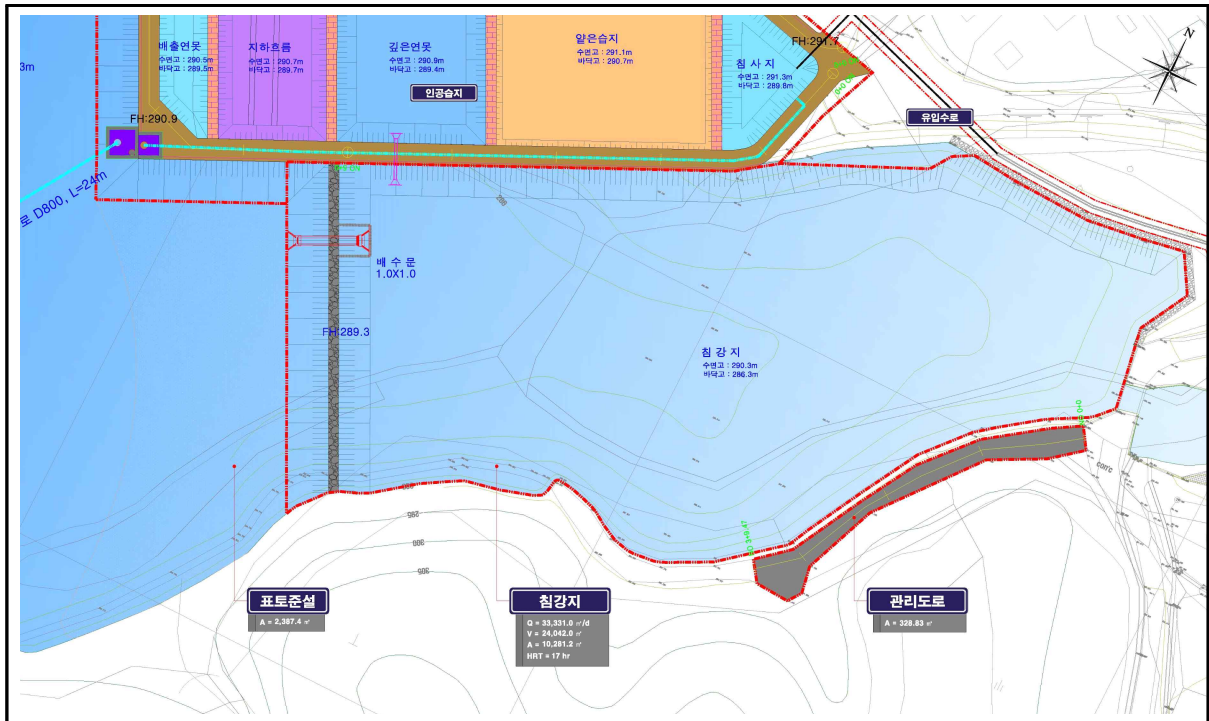
소유역 번호	유역면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량 (천 m ³ /년)	일평균 유입량(m ³ /일)		
				총 유입	일30mm 이하	일30mm 초과
하늘 I	34.03	66.3	285.7	782.9	711.0	5,960.5
하늘 II	24.55	66.1	205.4	562.7	509.5	4,132.2
하늘 III	68.13	60.1	520.0	1,424.6	1,309.4	10,225.0
하늘 IV	47.74	68.6	414.7	1,136.2	1,032.7	8,584.1
하늘 V	50.94	64.3	333.5	913.8	833.7	6,795.1
하늘 VI	23.04	69.3	201.9	553.0	498.9	3,633.0
하늘 VII	23.37	62.5	184.9	506.6	465.5	3,657.1
하늘 VIII	23.31	79.8	205.1	561.9	510.9	3,959.7
저수지	8.0	-	-	-	-	-
계	303.11	-	2,351.2	6,441.7	5,871.5	46,946.8

나. 침강지 규모 산정

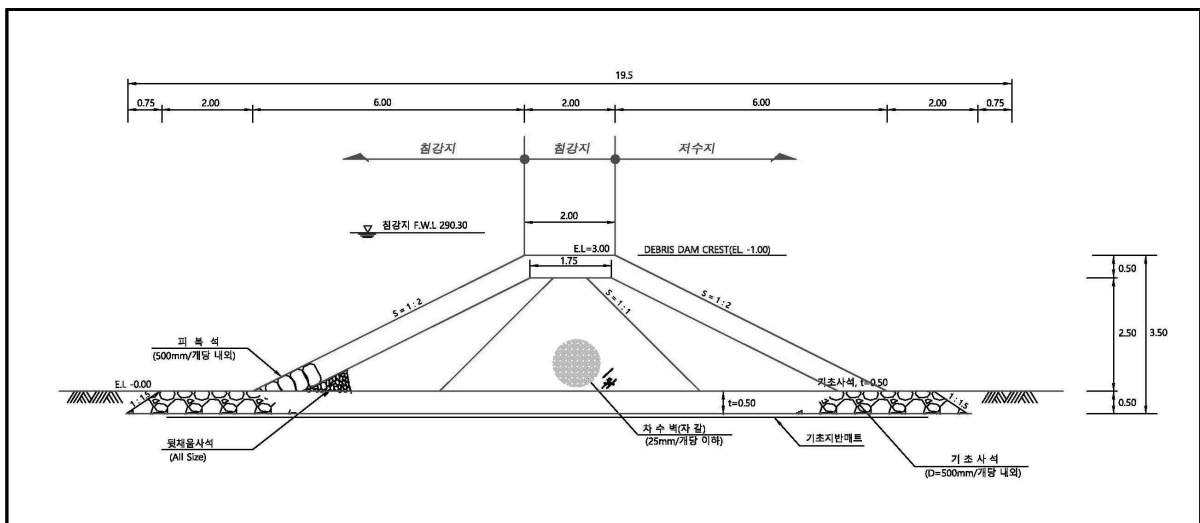
- 본 기본조사에서 침강지 규모는 수질개선효율, 유지관리, 지형적 특성 등을 고려하여 일 강우 30mm 초과 평균유출량을 17시간 체류시킬 수 있는 수준으로 계획하고, 시공성이 우수하여 공기가 짧은 사석형 부댐을 적용하는 것으로 계획하였음
- 하늘저수지의 만수위는 EL.290.30m로서 만수위로부터 1.0m 아래에 침강지(부댐) 제 정고(EL.289.30m)를 계획하고 침강지의 계획수심은 4.0m로 계획하였음

<표 4.3-4> 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)						
침강지	하늘 I ~ VI	248.43	33,331.0	4.0	10,281.2	24,042.0	17	사석형



(그림 4.3-1) 침강지 계획평면도



(그림 4.3-2) 침강지 표준단면도

<표 4.3-5> 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 유지관리 및 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
적용	-	◎

다. 침강지 내 준설계획

- 침강지에서 수심 및 내용적 확보, 침강지 계획부지의 퇴적토 제거 등을 목적으로 침강지 내를 평균 바닥표고 EL.286.30m까지 준설하는 것으로 계획하였으며, 이 때 침강지 내 준설량은 약 1,245^{m³}으로 산정됨

<표 4.3-6> 침강지내 준설계획

구분	준설면적 (^{m²})	평균바닥고(EL.m)		준설량 (^{m³})	준설 후 내용적(^{m³})	비고
		준설 전	준설 후			
바닥준설	3,114.39	286.90	286.30	1,245.00	23,948.00	침강지 제정고 EL.289.30m
호내준설	2,387.40	285.90	285.50	954.00	954.00	
계	5,501.79	-	-	2,199.00	24,902.00	-

라. 저수지 내용적 검토

- 수질개선사업 시행 전·후 내용적의 변화를 살펴보면 침강지(부댐) 구성에 따른 내용적은 감소하나 침강지 내부 및 외부 준설에 따라 전체적으로 내용적은 증가함
- 사업시행 전·후 내용적 변화는 455,075.00^{m³}(총저수량)에서 456,310.00^{m³}으로 내용적 1,235.00^{m³}이 증가하는 것으로 조사됨

<표 4.3-7> 시행 전·후 하늘저수지 내용적

시행 전 내용적(㎥)	시행 후 내용적(㎥)	시행 후 내용적 증감(㎥)	만수위
455,075.00	456,310.00	1,235.00	EL.290.30m

주) 1. 내용적 증가 : 침강지 준설 및 호내 준설
 2. 내용적 감소 : 침강지 조성 및 인공습지의 관리도로 호안조성

<표 4.3-8> 침강지 시행 전·후 내용적 검토

수위 (EL.m)	시행 전 (A)			시행 후 (B)		내용적 증감 (B-A)
	표고별면적 (㎡)	내용적 (㎥)	누가내용적 (㎥, A)	내용적 (㎥)	누가내용적 (㎥, B)	
279.0	-	0	0	0	0	-
279.2 (바닥고)	-	0	0	0	0	-
280.0	250	250	250	250	250	-
281.0	1,000	1,000	1,250	1,490	1,740	490
282.0	2,650	2,650	3,900	2,827	4,567	667
282.3 (사수위)	5,200	5,200	9,100	5,909	10,457	1,375
283.0	14,050	14,050	23,150	15,571	26,047	2,897
284.0	26,700	26,700	49,850	26,946	52,993	3,143
285.0	35,100	35,100	84,950	33,618	86,612	1,662
286.0	42,700	42,700	127,650	43,980	130,591	2,941
287.0	51,125	51,125	178,775	50,775	181,367	2,592
288.0	58,575	58,575	237,350	57,815	239,182	1,832
289.0	66,000	66,000	303,350	65,555	304,736	1,386
290.0	73,250	73,250	376,600	73,153	377,889	1,289
290.3 (만수위)	78,475	78,475	455,075	78,421	456,310	1,235
291.0	83,725	83,725	538,800	83,725	540,035	1,235
291.3 (홍수위)	88,252	88,252	627,325	88,525	628,560	1,235

주) 시행 후 내용적은 부댐 설치 용적과 침강지 준설을 반영한 결과임

4.4 양수시설 조성계획

4.4.1 양수시설 도입 개요

- 수질개선시설의 유입수 취수는 가급적 동력을 사용하지 않고 자연유하로 취수토록 계획하는 것이 유지관리 및 경제적 측면에서 볼 때 유리하나 자연유하를 위해 보를 설치할 경우 퇴적토의 발생, 홍수시 하천범람 생태단절 및 하류 건천화, 주변 농경지 침수 및 배수불량 등의 문제점이 수반됨
- 양수시설을 설치할 경우 동력비가 수반되는 단점이 있으나, 상기 언급된 문제점이 해소될 뿐만 아니라 정화시설에 연중 정량 취입이 가능하여 시설운영이 용이하고 처리 효율 향상도 기대할 수 있음
- 따라서, 본 기본조사에서는 취입보와 양수시설의 단점을 보완하기 위하여 하천에 취입보를 설치하고 하천수를 자연유하로 취수하고 가뭄시 인공습지 유지용수 확보를 위하여 인공습지 조성지역에 양수시설을 설치하여 저수지 및 침강지로부터 취수하여 정화처리 후 호내로 재방류함으로써 수질정화와 더불어 호소의 물순환을 유도할 수 있도록 계획함

4.4.2 양수시설 설계

가. 양수시설 위치 선정

- 호 전체적인 물순환과 수질이 나쁜 심층부 정화를 위해서는 호소내에 위치한 물을 양수할 수 있는 시설이 요구됨
- 부유식 혹은 수중식 양수시설은 심층부 양수에 유리하나 대용량의 경우 도입사례가 거의 없으며, 이는 설치시 시공의 어려움과 운영시 유지관리의 어려움에 기인함
- 육상 설치식은 일반적인 설치방식이나 통상 양수시설 직하부에서 취입하므로 저수지 물순환을 유도하기에는 한계가 있으며 저수율 하락시 취수가 불가능할 우려가 있음
- 따라서 본 지구에서는 육상부에 양수시설을 설치하되 취수관(유도수로)을 별도로 설치하여 최대한 호소내 심수층 가까이에서 취수하여 육상설치식의 단점을 보완토록 계획함
- 양수시설은 호 본체의 물을 취수할 수 있도록 설치하여 호내부의 장기 정체로 인한 오염도 상승을 완화시킬 수 있도록 계획함
- 또한, 밸브실 바닥고는 홍수위보다 높게 계획하여 홍수시에도 침수되지 않도록 계획하였음



(그림 4.4-1) 고정식 양수시설



(그림 4.4-2) 이동식 양수시설

<표 4.4-1> 양수시설 설치 위치 검토

구 분	고정식 육상부	이동식 수면 혹은 수중부
부지선정	• 지상 및 지중 모두 고려 가능	• 별도의 기반 구조물 또는 부상 시설 필요
시공성	• 전기시설 설치시 배전 등이 용이	• 전기시설 및 배관 설치시 감전, 누전 방지 등의 안전시공이 필요, 배전 어려움
경제성	• 수상부에 비해 상대적으로 저렴	• 저수지의 배수 또는 선박 이용으로 상대적으로 고비용
유지관리	• 접근 및 유지관리가 용이하고, 경제적	• 선박이용, 안전사고 위험 등으로 유지관리 불리, 고비용
효율성	• 저수지 심층부 흡입 불리	• 부유 혹은 침수식으로 심층부 흡입 유리
적용	◎	-

나. 양수용량 및 형식 설정

- 취수용량은 수질모형을 활용하여 목표수질을 만족하기 위해 인공습지에서 처리해야 할 양을 시행착오법을 통해 4,781㎥/일로 설정함
- 따라서 본 양수시설은 가뭄시 습지식생의 유지를 위한 시설로 취입보를 통한 인공습지로 유입량과 동일한 유량의 Q=4,781㎥/일을 시설규모로 계획하고 1조, 2대의 수중 펌프를 배치하여 1일 24시간 가동하며(12시간씩 교번 가동)하도록 계획함
- 취수 위치는 저수지의 최근 2년간(2018년~2019년) 저수율에 근거한 최저평균저수율(67.6%)보다 낮은 30%까지 양수할 수 있도록 저수지 중심부로 유입수로를 설치하고, 양수장 유입수조 바닥표고는 침강지 바닥표고(286.30m)보다 2.60m 낮은 283.70m로 계획하였음

- 양수장 유입수조 유입부에 문비를 설치하여 유지관리시 유입수를 차단할 수 있도록 하였
고, 유입부에는 스크린을 설치하여 쓰레기나 이물질이 유입수조로 유입되지 않도록 계획함
- 부대시설로 펌프 운영 및 유지관리시 필요한 판넬과 호이스트를 설치하도록 반영함

<표 4.4-2> 하늘저수지 연도별 최저 저수율 및 수면고

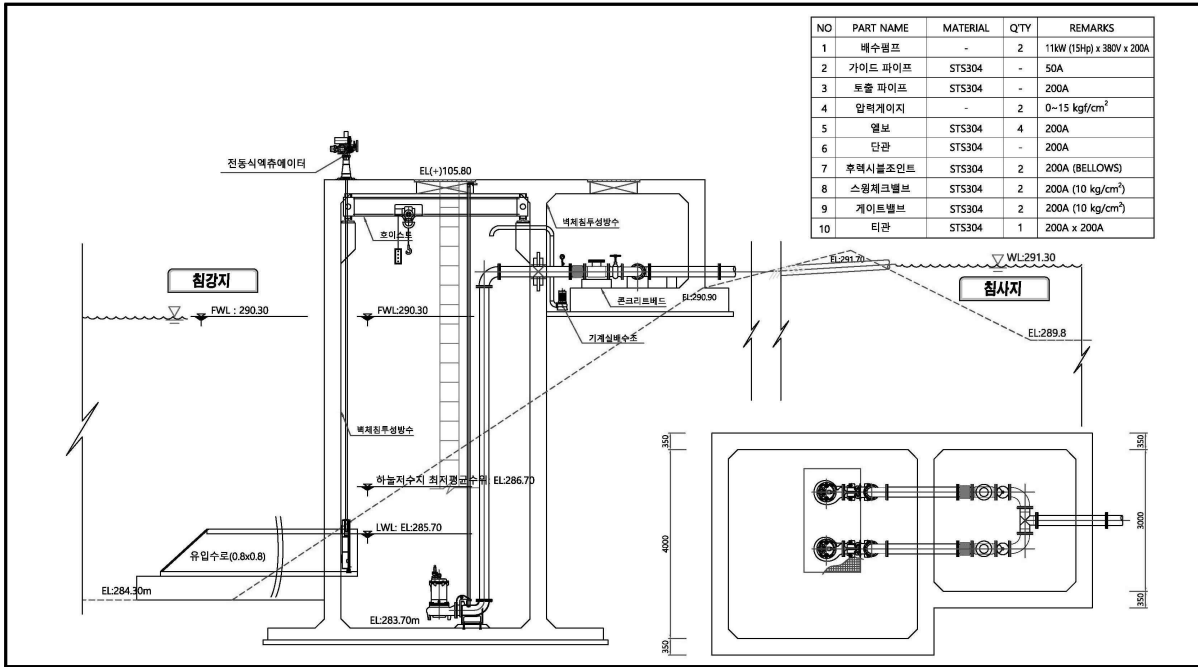
연도	저수율(%)	수면고(EL.m)
2018년	60.0	288.6
2019년	75.1	289.5
평 균	67.6	289.0

<표 4.4-3> 소유역(Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ,Ⅴ,Ⅵ)의 인공습지 유입량(4,781㎥/일) 만족일수

연도	100% 만족(일)	80% 만족(일)	50% 만족(일)	30% 만족(일)
2014	9	15	36	138
2015	0	1	5	19
2016	6	11	21	59
2017	2	4	12	36
2018	17	24	52	154
평 균	6.8	11.0	25.2	81.2

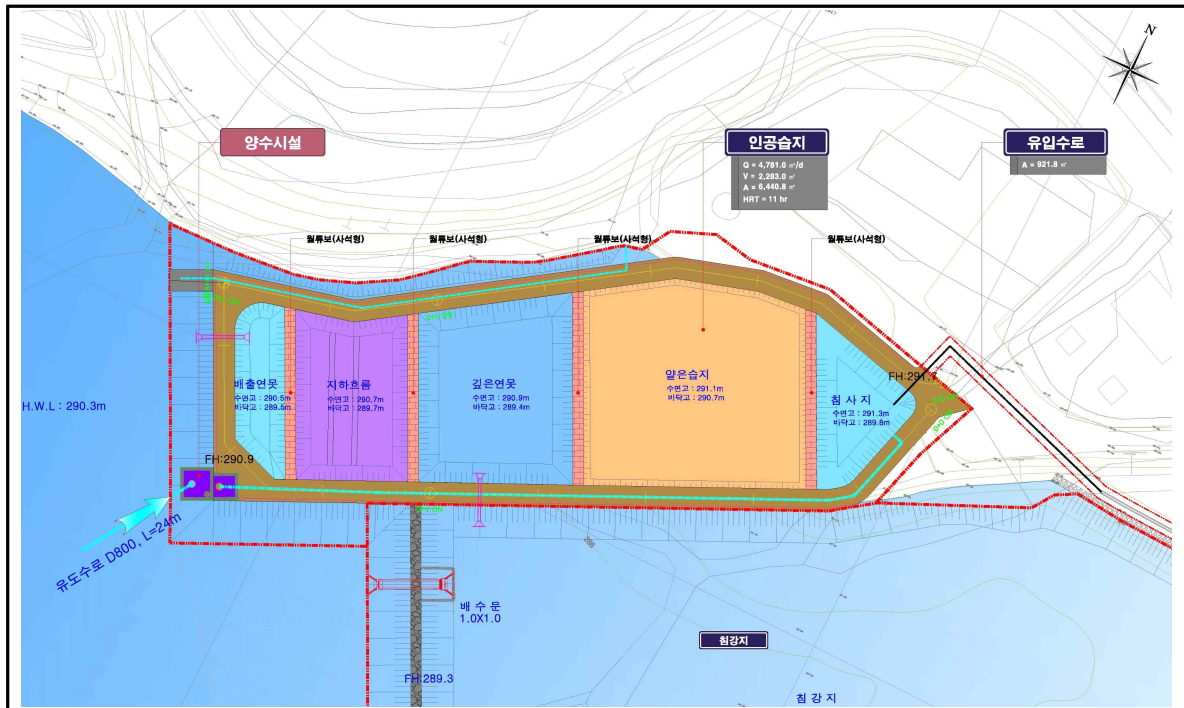
<표 4.4-4> 양수시설 제원

구 분	양수장 바닥고 (EL.m)	밸브실 바닥고 (EL.m)	유량 (㎥/min)	펌프형식	전기동력 (kW)	구경(mm)	대수	운영시간 (hr)
인공습지	283.70	290.90	3.30	수중펌프	11kW	200	2	12



(그림 4.4-3) 양수시설 상세도

<표 4.4-5> 양수시설 설치 위치



구분	세부내용
개요	<ul style="list-style-type: none"> - 취수가 용이하도록 양수시설의 경우 호소에 인접하여 설치 - 유도수로 D800mm, L=24m - 송수관 D200mm - 펌프장 양정 5.0m

4.5 취입보 조성계획

4.5.1 취입보 개요

가. 정의

- 각종 용수의 취수, 주운 등을 위하여 수위를 높이고 조수의 역류를 방지하기 위하여 하천의 횡단방향으로 설치하여 제방의 기능을 갖지 않은 시설

나. 특징

- 보는 댐과 구별이 명확하지 않으나 다음과 같은 조건인 경우 보라고 할 수 있음
 - ① 기초지반에서 고정보 마루까지의 높이가 15m 미만인 경우
 - ② 유수 저류에 의한 유량조절을 목적으로 하지 않는 경우
 - ③ 양끝부분을 제방이나 하안에 고정시키는 경우
- 고정보와 낙차공은 형태가 비슷하여 쉽게 구별할 수 없으나, 낙차공은 하상안정을 위해 설치되므로 고정보 보다 낮게 설치하는 것이 일반적임
- 가동보와 수문의 구분은 제방의 기능을 갖고 있는가 여부에 따라 결정됨(제방의 기능을 갖는 것은 수문임)

다. 설치위치의 선정

- 보의 위치는 설치목적, 환경성, 경제성, 시공성, 유지관리 등을 고려하여 가장 유리한 지점을 선정함
 - ① 필요한 취수위가 확보되고, 유수의 주된 흐름이 취수구에 가까워야 하고, 하안이 안정되어 있고, 하천 수로가 직선 상태로 유속의 변화가 적어 유수에 의한 하상 변화가 작은 지점
 - ② 상하류의 영향이 작은 지점
 - ③ 기초지반이 양호한 지점
 - ④ 구조상 안전하고 공사비가 적은 지점
 - ⑤ 계획홍수량을 유하시키는데 필요한 하폭을 가진 지점
 - ⑥ 유지관리가 용이한 지점
- 보로 인해 상류측 수위가 상승하여 하상에 여러 가지 역효과가 발생할 수 있으므로, 그 영향을 검토해야 하며, 만곡부에는 가급적 보를 설치하지 않아야 함

4.5.2 보 종류별 비교

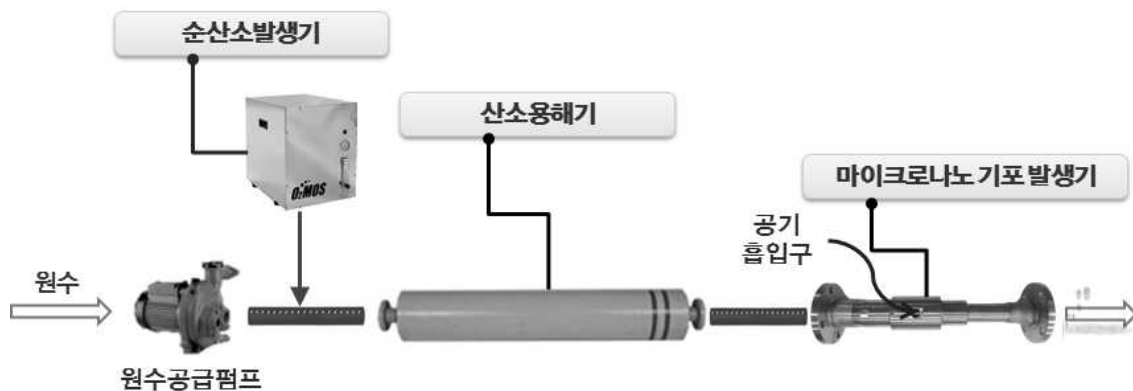
<표 4.5-1> 보 종류별 비교표

형 식	전도식 가동보 (실린더 밀폐형)	전도식 가동보 (실린더 외부노출형)	하단배출식자동보수문	돌핀 가동보
사 진				
재 질	스테인레스	스테인레스, 주철	스테인레스	스테인레스
유수방식	하단(싸이폰) 상단부 선택배출	상단부 월류배출 방식	상단, 하단부로 유입수를 배출	유압 회전식
작동원리	수문내부에 구성된 실린더가 완전 밀폐되어 작동하는 방식.	노출된 유압 실린더에 의해 작동되는 방식	담수된 물을 하단부로 배출시키는 방식으로 유압실린더에 의해 부상 작동되는 방식	담수된 물을 상단부로 월류시키는 방식으로 유압에 의한 수동/자동 조작
조작방식	수위감지 센서에 의해 자동 개폐되며 레벨센서에 의해 항상 자동 또는 수동 개폐됨. 정전시 자동으로 또는 수압에 의해 개문됨.	수위감지 센서에 의해 자동 개폐되며 레벨센서에 의해 항상 자동 또는 수동 개폐됨. 정전시 자동으로 또는 수압에 의해 개문됨.	수위감지센서를 이용해 고수위에 도달하면 수문의 하단부가 일정각도로 개방되는 방식	수위감지센서 의한 자동작 정전시: 비상엔지 가동 비상시: 수동
장 점	①수문에 구성되는 싸이폰장치 심출수배출오염된 수질을 정화 ②개폐시 단면적 최대로 수해 예방효과 ③생태계 단절 최소화 ④보 하상준설 불필요 하천의 이물질들이 수문에 걸리지 않는다.	①개폐시 단면적 최대로 수해 예방효과 ②보 하상준설 불필요 ③일정수위항상유지 ④원터치 조작으로 수문 개폐가 간편함. ⑤실린더가 외부 노출형이므로 연체의 개수를 최소화할 수 있다.	①자연적인 어도형성으로 생태계를 복원 ②수문의 작동부가 위에서 아래로 누르는 구조로 완벽 지수 가능 ③하단부로 퇴적물 배출하여 부영양화 방지 ④오염된 수질의 개선 가능	①유지관리 수량을 확보할 수 있음 ②홍수시 완전 개문 ③단전시 수동 조작가능 ④완전개방으로 자연어도기능 탁월 ⑤하단배출시 폭기현상으로 오염물질분해 및 용존 산소량 증가로 수질의 정화효과 ⑥내구성 30년 이상
단 점	①수문 뒤편의 와류현상으로 수문 개문시 자갈이나 돌에 의해 수문에 요철이 발생하는 결점이 있으나 물받이 판을 수문의 뒤편에 설치하면 수문의 뒤편에 모래나 자갈이 쌓이지 않음 ②물흐름판이 없어 수문의 하류쪽에 침전물이 있는 경우 도복불가	①주요부품인 실린더가 외부노출로 위험함 ②홍수시 와류현상으로 유압실린더가 쉽게 파손 가능성 큼 ③구조상 수문측면의 누수 가능성 있음 ④수문의 일부분만 싸이폰이 설치되어 오염물질들 끼리 결합하여 수질의 오염을 가중시킴(하천법28조, 64조,85조에 저촉되는 제품임)	①수문과 작동부에 쓰레기나 나뭇가지들과 같은 이물질이 걸리는 구조적인 결함으로 홍수 피해유발 ②가이드레일에 이물질이 걸리면 작동불능 상태가 될 수 있는 중대한 결함이 있음 ③실린더가 외부로 노출되는 형태로 밀폐형에 비해 수명이 짧음 ④수문의 길이를 최대화할 수 없음	①상단 월류 배출식으로 퇴적오니등 오염물질들 끼리 결합하여 수질오염가중 ②구조노출로 미관불량
유지관리	유지관리 필요	정기적인 개폐 동작과 이물질 청소가 필요함	이물질제거에 상당한 유지관리가 필요함	유지관리 필요
적 용	-	-	-	◎

4.6 기타 수질개선펙장(산소공급장치, 물순환장치) 계획

4.6.1 산소공급장치 개요

- 산소공급장치는 공기로부터 선택적으로 분리한 고순도 산소를 물에 용해시킨 후 마이크로나노 크기의 초미세기포로 전환시켜 호수 및 저수지 등 수중에 토출 및 확산 시킴으로써 수질개선 및 정화뿐만 아니라 녹조 및 악취발생 억제와 혐기성 상태를 억제하기 위해 사용하는 장치임
- 산소공급장치는 일반적으로 순산소발생기, 산소용해기, 마이크로나노 기포 발생기, 펌프, 제어판넬, 배관으로 구성되며, 저동력으로 많은 양의 순산소를 용해시킬 수 있을 뿐만 아니라 마이크로나노 크기의 초미세기포를 발생시켜 수중에 빠르게 확산시킬 수 있음

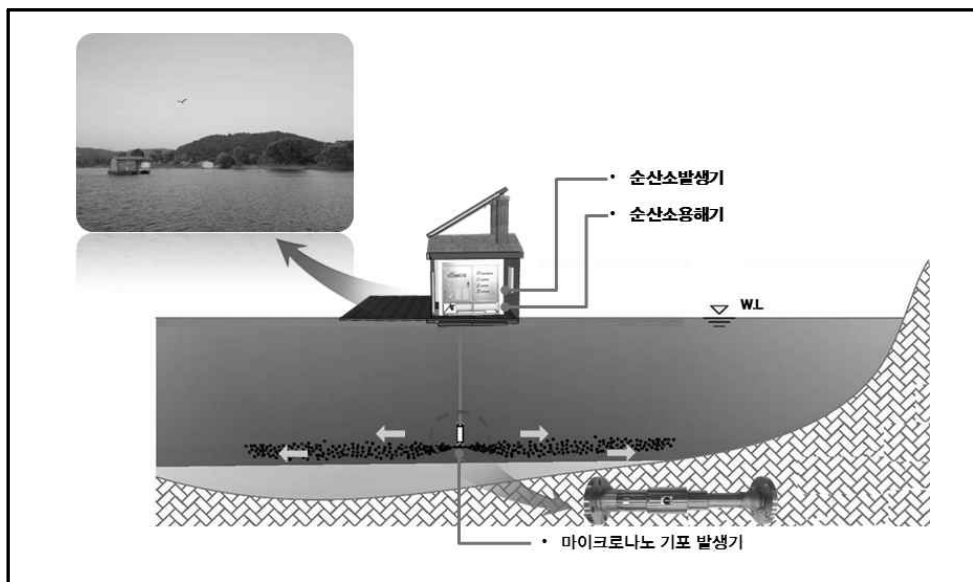


(그림 4.6-1) 산소공급장치 구성도

- 순산소발생기의 PSA(Pressure Swing Adsorption) 방식을 이용하여 공기 중에 있는 산소를 선택적으로 분리하여 공급해 주는 장치이고 공기 액화 분리 장치(산소탱크)보다 저렴하고 편리하게 고순도의 산소 생산이 가능함
- 기본형 순산소발생기의 산소 발생량은 7 L/min이며, 순도는 90% 이상, 소비전력은 0.48kWh임
- 공기로부터 선택적으로 분리한 고순도 산소 기체와 펌프를 통해 공급되는 물을 산소용해기 내부에서 완전혼합시켜 기체-액체의 접촉 면적과 시간을 증가시켜줌으로써 산소의 용존 효율을 높여 용존산소가 풍부한 산소용해수를 안정적으로 유도하여 저수지의 사수역 심층수와 혼합시킴

4.6.2 산소공급장치 시설계획

- 본 사업에 적용되는 수질개선공법은 침강지, 인공습지 등의 자연정화가 주를 이루고 있고 이러한 자연정화공법은 기온, 유량, 시설제원(용량, 형태, 재질, 체류시간 등), 원수의 특성(수온, pH, 오염농도 등) 등에 따라 처리효율에 변동성이 큰 단점이 있음
- 따라서 본 계획지구에는 수질개선시설(침강지+인공습지)로 목표수질 달성을 할 수 있으나 추가적인 수질개선 장치로 저수지의 사수역 심수층에 산소공급장치를 두어 turnover 현상이 없는 시기(여름, 겨울)에 가동하여 심수층의 호기화 및 저수지 물순환을 촉진하여 영양염류의 용출을 방지하므로 수질개선 효과를 기대할 수 있음



(그림 4.6-2) 산소공급장치 모식도(수상형)



(그림 4.6-3) 산소공급장치 설치 사례(강화도 대수저수지)

- 벤츄리 형태로 구성된 마이크로나노 버블 발생기의 내부에 산소용해수(액체)를 공급하게 되면 발생기 내부에서 액체에 의한 선회류를 발생함. 그리고 발생기 내부에서는 단면적이 줄어드는 지점에서 베르누이 법칙에 의하여 압력이 낮아져 외부 공기(기체)를 흡입하게 되고, 선회류에 의한 전단력(shear force)에 의해 30 μ m 이하 크기의 마이크로나노 기포가 형성됨
- 마이크로나노 기포란 수중에서 마이크로와 나노 크기의 공기 방울을 의미하고, 낮은 부력, 느린 부상속도, 높은 비표면적, 높은 용해도, 음이온 대전, 확산성 등 다양한 특성을 갖음

① 기포 개수의 증가



② 표면적이 넓어짐

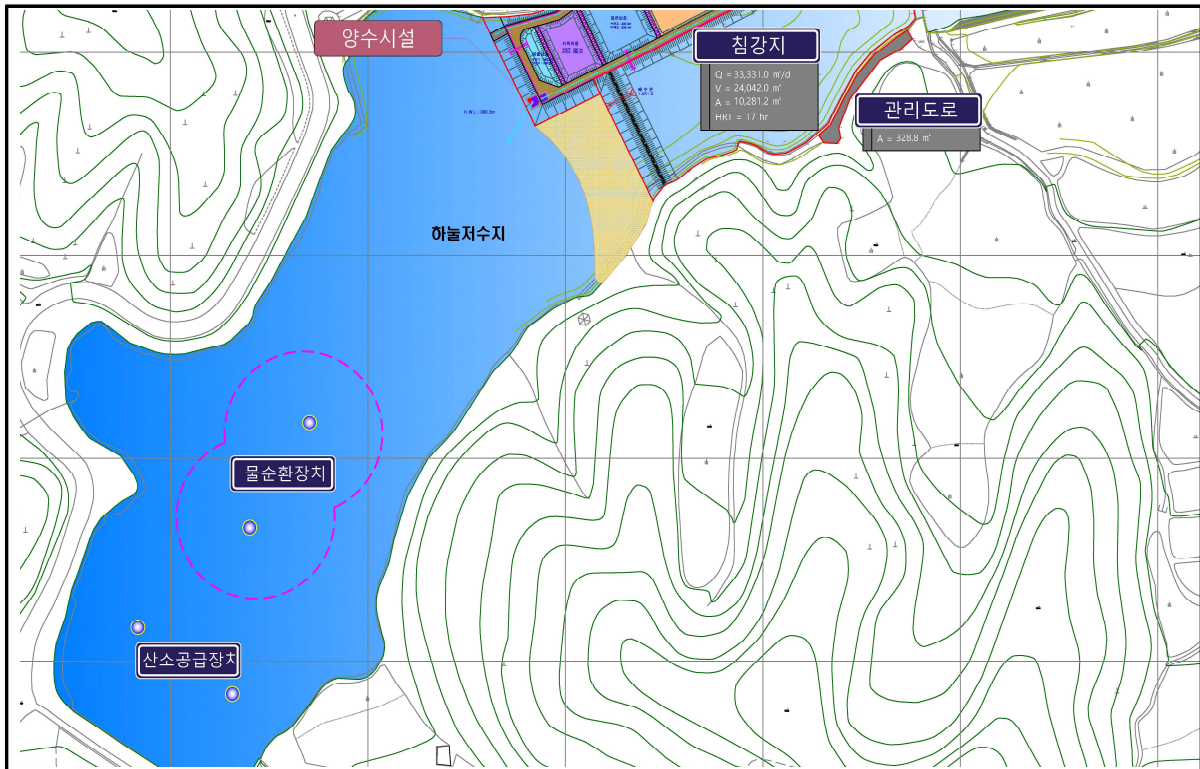
- 100 μ m 크기 기포는 1cm 크기 기포 보다 100배 큰 표면적을 갖음
- 10 μ m 크기 기포는 1cm 크기 기포보다 1000배 큰 표면적을 갖음

③ 내부 압력과 용해율 증가

- 1cm 크기 기포와 비교해서 100 μ m 크기 기포의 내부압력0.3기압이고 용해율은 3.5배 크고, 10 μ m 크기 기포의 내부압력은 3기압이고 용해율은 35배 큼

<표 4.6-1> 일반기포와 마이크로나노버블의 비교

항 목	일반기포	마이크로 나노 버블
기포직경	1mm이상	50 μ m이하(평균 30 μ m) (33배 작음)
부피비교	4.19mm ³	1.13 $\times 10^{-4}$ mm ³ (3만7천배 작음)
기포 개수 (1L 기준)	약 24만개	약 88억개(3만7천배 많음)
접촉표면적 (1L 기준)	3,000,000mm ²	99,475,200mm ² (약 33배 넓음)
수중 부상속도 (4미터 수중)	약 1,000mm/s로 급부상	약 0.05mm/s(2만배 느림)
적 용	-	◎



(그림 4.6-4) 산소공급장치 설치 위치도

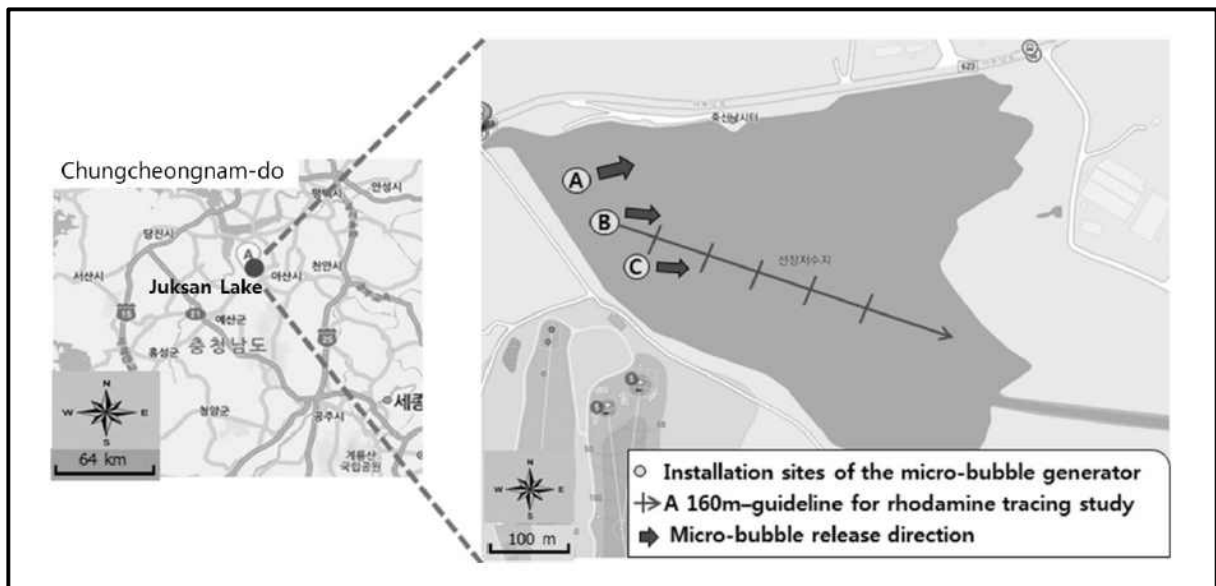
4.6.3 산소공급장치 시설 사례

- 본 사업에 적용한 마이크로나노 버블 발생기 및 유사한 원리의 시설이 설치된 국내 사례를 조사함

가. 죽산호

- 2015년도에 충남 아산시에 위치하고 있는 죽산호에서 마이크로 버블 포기에 의해서만 호소 수환경 및 수질개선을 위한 목적으로 처음으로 적용됨
- 「인공호소에서 마이크로 버블 포기에 의한 수리학적 영향반경과 용존산소 분포, 최선화 등, 응용생태공학회, 2016」에서는 죽산호에 설치되어 운영중인 마이크로 버블 발생장치를 대상으로 수체에 미치는 수리학적 영향반경과 호 내 DO농도를 조사함
- 죽산호는 1942년도에 충청남도 아산시 선장면 죽산리에 설치된 농업용 저수지로서, 총저수량 621.3천 m³, 저수지 만수면적 23.8ha, 유효수심은 2~5m로 하류쪽으로 갈수록 깊은 수심을 보임
- 2012년~2014년의 죽산호 수질현황은 COD 11.2~14.1mg/L, T-N 1.916~2.344mg/L, T-P 0.112~0.184mg/L로 나타나 호소 수질환경기준 V등급에 해당함

- 마이크로 버블 발생장치는 아래 그림과 같이 수심이 약 4m 정도 되는 저수지 제방 앞쪽 100m 간격으로 3지점에 설치됨
- 마이크로 버블 발생장치는 기액 2상류 선회형 마이크로 버블 발생장치로 총 3지점에 각 1세트(1세트에 3기로 구성)씩 구성하여 저수지 바닥에서 상부 수면쪽으로 1m 떨어진 지점에 고정식으로 설치함
- 총 공기흡입량은 380L/min이며, 사용동력은 1기당 2.2kW로 총 19.8kW를 사용함



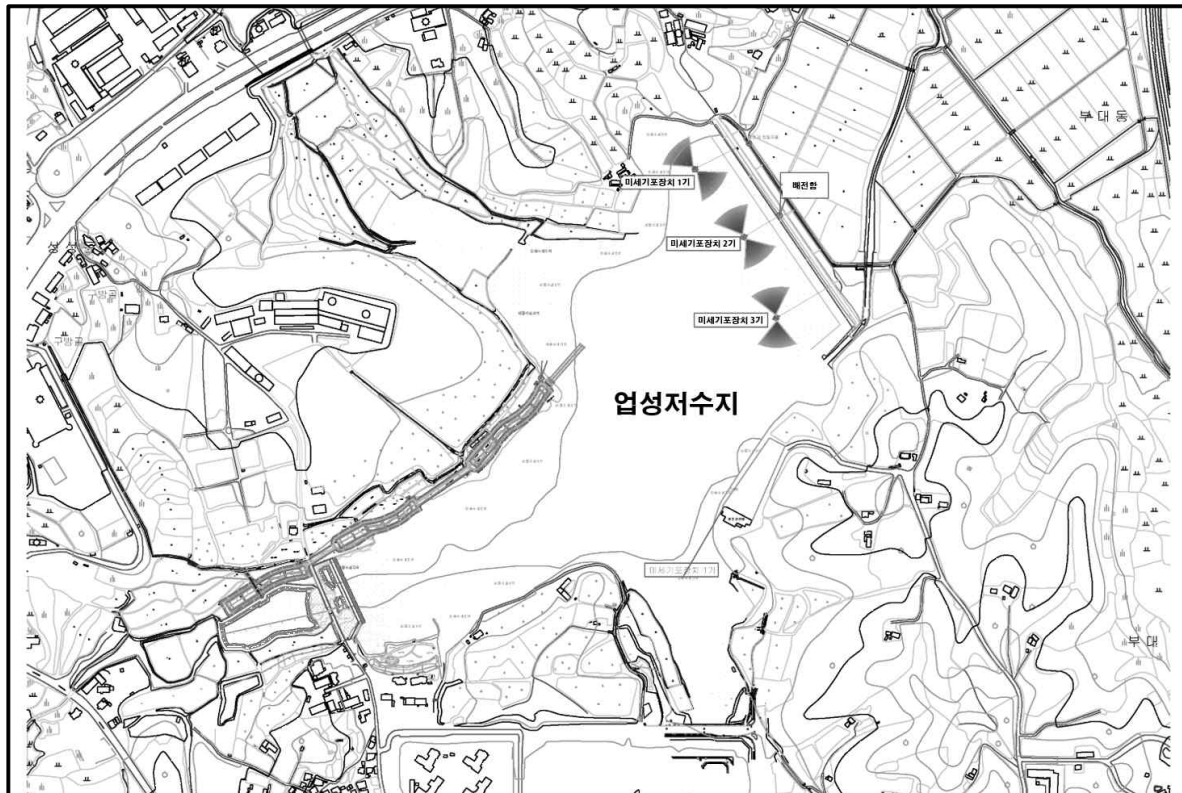
(그림 4.6-5) 죽산호 내 마이크로 버블 발생장치 설치위치도 및 로다민 실험설계

자료 : 인공호소에서 마이크로 버블 포기에 의한 수리학적 영향반경과 용존산소 분포, 2016, 최선화 등

- 마이크로 버블 포기장치 제트류에 의한 직접적인 영향은 40~50m이고, 그 이후 이류 및 확산에 의한 영향으로 120m까지 이동하는 것으로 판단되며, 수중 DO농도는 경과시간과 이격거리에 상관없이 7.4~12.6mg/L의 농도를 유지하는 것으로 나타남
- 마이크로 버블 발생장치 운영 이전에는 호소 DO농도가 표층에서는 평균 7.7mg/L인 반면에 호소 저서층에서는 0.2mg/L로 거의 무산소 상태를 보이고 있었으나, 가동 5주 후부터는 수심에 상관없이 전체적으로 DO농도가 8.0mg/L이상의 높은 농도를 유지하고 있는 것으로 나타남

나. 업성저수지

- 업성저수지는 충남 천안시 서북구 업성동에 위치하고 있으며 1972년에 조성되어, 유역면적 507.0ha, 만수면적 37.4ha, 수혜면적 142.1ha, 유효저수량 952.0천 m³, 제당높이 10.0m, 제당연장 405.0m로 조사됨
- 업성저수지에는 순산소용해수공급장치 3기를 설치하는 농업용수 수질개선사업을 추진 중임



(그림 4.6-6) 업성저수지 미세기포장치 위치도

다. 일산호수공원

- 경기도 고양시 일산동구 장항동에 위치한 일산호수공원은 1996년 개장하였으며, 전체면적 1,034천 m², 호수면적 300천 m², 담수용량 453천 m³으로 조사됨
- 일산호수공원의 목표수질은 DO 5.0mg/L 이상, COD 6.0mg/L 이하, SS 5.0mg/L 이하, T-P 0.03mg/L 이하, pH 6.5~9.5, 탁도 7.0NTU 이하, 색도 40 이하, 철 0.5mg/L 이하, 망간 0.3mg/L 이하, 클로로필-a 8mg/L 이하임
- 일산호수공원의 수질개선을 위해 2016년 10월에 나노버블 발생장치를 5대 설치하여 현재까지 운영 중이며, 한울광장 좌측, 식물원 앞쪽, 청평지 전처리시설 총 3곳에 설치하였으며 수질등급은 1~2등급을 유지하고 있음.



(그림 4.6-7) 일산호수공원 내 나노버블 발생장치

라. 송도 센트럴파크

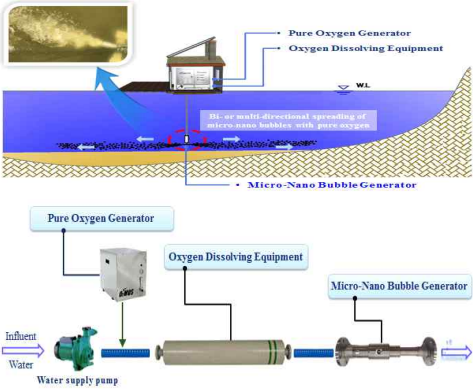

- 송도 센트럴파크는 인천 연수구 송도국제도시 국제업무지구에 위치한 대형 공원이며 규모는 411천㎡의 우리나라 최초의 해수 공원임
- 공원 내 바닷물을 실시간 정화해서 1급수 상태의 해수를 끌어들이며 담수량은 90천㎡, 수로의 길이는 1.8km임
- 깨끗한 수질을 보유했지만, 수온이 올라가는 6월~9월까지 1.5m의 낮은 수심으로 인해 해조류가 급격하게 증가함에 따라 송도 센트럴파크 내 UN광장 옆 버스킹 장소에 나노버블 발생장치 6대를 설치하여 죽은 해조류에 대한 처리와 이상 급증 제어와 호수 바닥 환경에 대한 개선을 목표로 운영 중임



(그림 4.6-8) 송도 센트럴파크 내 나노버블 발생장치

4.6.4 산소공급장치(물순환장치) 공법별 비교

<표 4.6-2> 수중 폭기 및 물순환장치 비교표

공법명	산소공급장치	표면 폭기시설
형 식	순산소 용해수 미세버블 분사	수면 파장형성
특징 및 원리	<ul style="list-style-type: none"> 고순도의 순산소를 생산하여 물에 완전히 용해시킨 후 Micro-Nano Bubble의 형태로 고압 수중 노즐 분사하는 장치로서, 대기중 탈기가 적고, 강한 확산력 및 수중체류시간 증대로 산소 전달효율 극대화 	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 모듈 겸용으로 동력원을 확보하여 수면에서 회전체를 이용 하여 수표면을 교란하여 공기공급 및 순환유도
형 상		
장치의 구성요소	순산소발생기+산소용해기 +마이크로버블 분사노즐	회전체+공기주입기(이젝터)
주요용도	수중 산소공급 및 물순환 유도	물순환 유도
산소용해효율	50~70%	10% 이하
공급산소의 순도	80% 이상	21% 이하
장 점	<ul style="list-style-type: none"> 산소의 대기중 탈기가 없는 용해수 공급 방식 별도의 산소탱크 없이 고순도의 순산소를 생산공급 순산소 용해수를 주입하므로 공기 주입방식에 비해 산소 전달 효율이 매우 높음 수중 체류시간이 길고 확산력이 큼 유지관리가 쉽고, 장치가 매우 콤팩트함 수산화 라디칼의 발생으로 용존물질 저감 일반 수중폭기에 비해 동력이 적게소요 호안 또는 수상에 다양한 형태로 적용가능 	<ul style="list-style-type: none"> 수표면에 파장을 형성하여 산소공급과 녹조발생 억제 효과 이동 및 설치가 용이하며, 경제적임 약 1미터 높이의 분수를 일으켜 일부 시각적인 효과로 경관 창출 적용사례가 많음
단 점	<ul style="list-style-type: none"> 수중펌프 운영 동력 필요 수중펌프 임구 막힘 예방 및 해소 조치필요 호내 수상 적용시 수중전력케이블 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 물 순환 및 확산효과가 적음 수질 악화된 곳에 적용시 악취의 휘산을 가속하여 주변 환경에 악영향 산소 용해율이 매우 낮아 산소전달률이 낮음 구동부가 차지하는 비중이 커 잦은 고장 우려 동력원이 태양광뿐이므로 기상상태에 따라 운전시간이 다름(태양광 모듈 적용시)
장치금액	1 ※ 장치마다 형식과 처리용량, 산소용해율이 다르므로 단순 금액 비교 곤란	0.8
동력비 (장치별 최소용량)	2,600 원/일 (1.4kW×24시간 운영 기준)	4,100 원/일 (마이크로버블형×2.25kW×24시간 운영 기준)
적 용	◎	-

주) 동력비 : 각 장치별 최소 사양 24시간 운영기준 비교

<표계속> 수중 폭기 및 물순환 장치 비교표

공법명	태양광 프로펠러식 물순환 장치	인공심층폭기 설비
형식	수중 수평 및 수직 물순환	수중 일반공기 주입
특징 및 원리	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 모듈로 동력원을 확보하여 본체 내부의 프로펠러 회전으로 상하 또는 수평으로 물순환 	<ul style="list-style-type: none"> 외부 공기 공급설비에서 공급된 공기를 바닥에 설치된 산기장치를 통하여 하층부에 공기를 공급하여 수체의 완전한 혼합으로 성층화를 파괴하고, 용존산소의 농도를 증가시킴
형상		
장치의 구성요소	태양광+회전체	컴프레서+공기분배기 +수중자중호스+산기디스크
주요용도	물순환 유도	수중 산소공급 및 물순환 유도
산소용해효율	10% 이하	5~10%
공급산소의 순도	21% 이하	21% 이하
장점	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 모듈을 사용하여 전력을 생산 적은 동력으로 수체내 상하 흐름 유도 저속흐름 유지로 수직/수평 혼합을 유도하여 조류발생을 억제 친환경적이며 유지관리가 편리함 적용사례가 많음 	<ul style="list-style-type: none"> 미세기포의 발생으로 물과의 접촉표면적을 증가시켜 산소전달증가 총류성 부상으로 퇴적층의 교란을 일으키지 않음 수체를 교란시켜 녹조의 발생을 일부 억제 저층부 빈산소 개선을 통한 악취 및 저질의 오염물질 용출 억제
단점	<ul style="list-style-type: none"> 동력원이 태양광뿐이므로 기상상태에 따라 운전시간이 다름 태양광의 전력 생산 효율이 낮음 주기적인 배터리 교체 필요 산소 전달 능력이 매우 낮음 설치 장소에 따라 저부 퇴적물러지가 전도되어 수질 악화 우려있음 영향 유역면적이 협소하고 물 유동량이 작음 	<ul style="list-style-type: none"> 공기주입량 대비 산소 전달효율이 상당히 떨어짐 기포의 체류시간이 상당히 짧음 영향 유역면적이 매우 협소 산소전달 범위가 산기관 설치 위치로 한정 호수 내 균일한 산소 공급 능력이 떨어짐 순환 / 혼합류 형성이 미흡 저부의 악취물질을 외부로 휘산시킬 우려가 있음 유지관리 및 교체가 어려움 과다한 전력비 및 초기 투자비 필요
장치금액	0.9	1.2
	※ 장치마다 형식과 처리용량, 산소용해율이 다르므로 단순 금액 비교 곤란	
동력비 (장치별 최소용량)	2,800 원/일 (배터리 교체비용, 200Ah×6EA)	2,700 원/일 (1.5kW×24시간 운영 기준)
적용	◎	-

주) 동력비 : 각 장치별 최소 사양 24시간 운영기준 비교, 단, 태양광 물순환장치는 배터리 교체비용을 1일 동력비로 환산 비교

제5장

유지관리계획

5.1 침강지

5.2 양수시설

5.3 인공습지

5.4 모니터링 계획

제5장 유지관리계획

- 본 기본조사에서는 수질정화시설에 대해 다음과 같이 유지관리를 계획하였으며, 이는 세부설계 및 유지관리단계에서 현장상황에 따라 적정하게 수정변경 적용되어야 함

5.1 침강지

- 침강지는 부뎀을 설치하여 유입수를 일정시간 체류시켜 오염물질을 가라앉히는 일종의 저류지로서 강우기간 중에는 유역에 쌓여 있던 많은 양의 비점오염물질이 저수지 본체로 직접 들어오는 것을 최소화하는 시설임
- 이에 따라 침강지는 토사 및 입자성 오염물질의 퇴적이 촉진되어 일정기간 경과 후 퇴적물의 재부유가 유발될 수 있고, 비강우시에는 퇴적된 오염물질에 의한 녹조, 악취 등이 발생하기 쉬우며, 쓰레기 유입 등으로 주변 경관에 좋지 못한 영향을 미칠 수 있으므로 주기적인 유지관리가 수반되어야 함

5.1.1 침강지 유지관리 일반

- 계획한 저감효율을 확보할 수 있도록 유입부, 저류부, 유출부 등의 기능점검 및 관리가 중요하며 유지관리만으로 효율이 개선되지 않을 경우 시설 개선 및 보강을 고려함
- 침전기능이 정상상태로 유지되고, 호 본체로 오염물질이 재유입되는 것을 방지하기 위해 퇴적물, 유입·유출부의 협잡물, 쓰레기 등을 수시로 제거하여야 하며, 퇴적물 제거는 퇴적층이 30cm 이상이 되었거나 저류공간이 70% 이내로 남을 경우 실시함
- 퇴적물 제거시기는 저수지 수위가 낮아지는 이양기 등 침강지내 저류수를 배제할 수 있는 시기를 선택하여 시행하는 것이 바람직함
- 장마 등 큰 유출이 있는 경우에는 시설을 전반적으로 점검함
- 상시 물을 저류할 경우 악취, 해충 발생 등의 문제가 발생할 수 있으므로 강제배수를 실시하거나(발생강우를 1~3일정도 체류하여 침전시킨 후 강제 배수), 녹조제거제 등을 살포하여 민원 예방
- 일반인 접근으로 인한 시설훼손, 안전사고 등이 발생할 우려가 있으므로 관리자 외 낚시객 등 일반인의 접근·통행을 금지해야 함

5.1.2 침강지 유지관리 체크리스트

- 시설관리자가 일상적으로 점검해야 할 사항에 대한 체크리스트를 다음과 같이 제시함 (월1회 이상 점검 실시)

<표 5.1-1> 침강지의 유지관리 점검 체크리스트

침강지 점검사항	점검결과	조치계획
부담 및 비상수문		
• 부담 내에 쓰레기, 기름띠가 있지 않은가?		
• 비상수문은 닫혀 있는가?		
• 비상수문은 정상적으로 작동되는가?		
• 부담의 사석/콘크리트 등 구조물 훼손은 없는가?		
• 부담에 잡초가 무성하거나 나무가 자라지 않는가?		
• 침강지 사면은 침식되지 않았는가?		
저류부		
• 물이 정체되지는 않는가?		
• 냄새나 녹조, 해충 등이 발생하지 않는가?		
• 퇴적량이 용량의 30%이상 되었는가?		
기타		
• 인근지역 주민으로부터 민원발생이 있는가?		
• 위험지역 표지판 및 안전시설 정상상태를 유지하고 있는가?		

5.2 양수시설

- 양수시설은 유량을 안정적으로 공급하여 수질정화시설의 정화효율을 안정적으로 발휘 또는 유지시키기 위해 도입하였으며, 이 외에도 저수지 본체(하부)로부터 양수하여 정화시설을 거쳐 재배출시킴으로써 저수지 물순환의 부수적인 효과도 기대할 수 있음
- 인공습지의 습지에 대하여 2기씩의 양수시설을 설치할 계획이며, 유지보수 등의 시기를 제외하면 연중 운영을 원칙으로 함

- 본 사업지구의 주요 정화시설인 인공습지는 가동보로부터 유입수로의 자연유하방식으로 유입시키며 가뭄시 펌프에 의한 양수에 의존하므로 양수시설에 대한 주기적인 유지관리를 통해 안정적으로 운영될 수 있도록 해야 함

5.2.1 양수시설 유지관리 일반

- 양수시설의 운영 및 관리는 시설관리자로 하며, 해당 양수장마다 시설관리담당자를 지정하여 운영 및 관리하여야 함
- 펌프장 건물은 펌프설비를 보호하고 악천후의 조건에서도 확실한 조작이 가능하도록 유지관리 해야 하며 특히 비가 새거나 환기가 나쁘면 펌프와 전기설비를 고장시키기도 하고 내구성에 악영향을 미치기 때문에 유의할 필요가 있음
- 민원발생 등에 대비해 방음구조가 되어 있는 경우는 방음구조의 점검을 하고 그 효과가 확실하게 발휘되고 있는 지를 확인해야 하며 빗물펌프장 건물의 외장은 주변의 경관과 조화도 배려해야 함
- 펌프장 본체로부터 내수가 침출하지 않도록 수밀성을 확보하여야 하며, 부등침하와 지진 등으로 침하·변형과 콘크리트의 갈라짐과 열화 발생을 점검하고 펌프기능과 수밀성에 지장이 우려될 경우에는 원인을 규명하고 즉시 적절한 대책을 강구해야 함
- 계획양수를 원칙으로 하며 정기, 비정기, 긴급점검 등을 실시하여 상시 기능을 유지해야 함
- 시설관리 담당자는 기기의 점검결과 정비가 필요한 경우 신속하게 정비하여 기능이 유지되도록 조치하고, 정비가 불가능한 경우 수리, 변경 및 이설이나 사용 일시정지나 제한 등의 조치를 해야 함
- 기기의 운전 및 개폐시 안전수칙을 준수하여 재해가 발생하지 않도록 함
- 운전 중 심한 낙뢰가 칠 때나 운전 종료로 전기를 사용하지 않을 때는 전원을 차단하여 안전사고가 발생하지 않도록 해야 함
- 양수시설 건축물 주변 배수로를 정비하여 진입도로 및 지반이 유실 혹은 붕괴되지 않도록 관리해야 함
- 안전난간, 맨홀덮개 등 안전사고 위험이 있는 곳은 사전에 정비하여 안전사고가 발생하지 않도록 관리해야 함
- 사고 및 이상이 발생한 경우에는 응급조치 후 신속히 시설관리자에게 보고하고 사고의 경중에 따라 적절한 조치를 취해야 함

5.2.2 양수시설 유지관리 체크리스트

- 시설관리자가 일상적으로 점검해야 할 사항에 대한 체크리스트를 다음과 같이 제시함(점검내용에 따라 수시 및 월1회 이상 점검 실시)

<표 5.2-1>양수시설의 유지관리 점검 체크리스트

양수시설 점검사항	점검결과	조치계획
시설 일반(월1회이상)		
• 양수장에 대한 전담관리자가 지정되어 정기적으로 점검이 이루어지고 있는가?		
• 양수장 진입로에 대한 안전성은 적절히 확보되었는가?(진입로, 주차장 등의 침하, 균열 여부)		
• 양수장은 주변의 배수로 넘침이나 비탈면 사면붕괴에 대해 적절히 보호되고 있는가?		
• 낙뢰방지 시설은 적절히 유지되고 있는가?		
• 양수장 외부로부터 빗물유입방지나 환기 등이 적절히 관리되고 있는가?		
• 양수장 바닥은 부등침하가 발생하지 않았는가?		
• 시설외관은 항상 청결하게 유지되고 있는가?		
• 안전사고 예방시설(난간, 표지판 등)은 적절히 유지되고 있는가?		
시설 가동시(수시)		
• 가동전 흡입수위가 적정한가?		
• 펌프는 규정 토출압력을 유지하고 누수 등이 발생하지 않는가?		
• 유량계는 정상적으로 작동하는가?		
• 소음, 진동은 적절한가?		
• 예비펌프는 정상적으로 작동하는가?		

5.3 인공습지

- 본 사업지구의 인공습지는 취입보의 유입수로를 통해 유입수를 공급받아 습지식물과 미생물에 의해 오염물질을 차단, 침전, 흡착, 산화분해 등의 기작으로 오염수를 정화시키며, 일부구간을 지하흐름습지로 계획하여 시설의 수질정화효율을 증대하였음
- 식물과 미생물 활동을 이용하므로 습지식물의 활착 및 성장촉진, 고사식물과 슬러지의 제거 등과 같은 주기적인 유지관리가 수반되어야 하며, 지하흐름습지의 여재를 주기적으로 점검·교체하여 흐름의 정체나 여재의 폐색에 대비하여야 함

5.3.1 인공습지 유지관리 일반

- 습지가 정상적으로 잘 운영되기 위해서는 지속적인 관리를 요하며, 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
- 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 대처방안을 구상하는 것임
- 시험연구 결과(“농업용수 수질개선 시험연구, 마산저수지”)에서는 연간 퇴적물의 축적속도가 연간 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)
 - 퇴적물 퇴적 깊이
 - 퇴적물에서 악취 발생
- 식재 직후에는 식물의 성장에 따라 수위를 조금씩 증가시켜야 하며, 의도하는 식물종 조성을 유도하고 잡초를 제거하기 위해 정확한 수위조절이 필요함. 또한, 습지의 유지관리를 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 많은 물이나 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 10~40cm, 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 등 점검함
- 퇴적물은 처리수 및 식물사체, 조류 사멸 등 시스템의 내부적인 기원에 의해 발생가능하며 이에 대한 적절한 관리방안이 수립되어야 시스템의 안정성과 기능 저하 방지에 기여할 수 있음. 축적된 퇴적물의 경우 5~15년마다 제거되어야 하며 현장관찰자의 판단에 따라 퇴적물 제거를 통해 적정 수심을 확보하고 균형적인 공간분포를 유지해야 함
- 바닥잔재물(debris and litter)은 유출부의 폐쇄현상을 막기 위해 정기적으로 제거되어야 하며, 이를 통해 습지는 심미적으로 안정적으로 보일 수 있음
- 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 설계수위를 유지할 수 있도록 관리함

5.3.2 인공습지 유지관리 체크리스트

- 시설관리자가 일상적으로 점검해야 할 사항에 대한 체크리스트를 다음과 같이 제시함
(월1회 이상 점검 실시)

<표 5.3-1> 인공습지의 유지관리 점검 체크리스트

인공습지 점검사항	점검결과	조치계획
제방/비상여수로		
• 식생은 온전한가?		
• 제방의 침식문제?		
• 제방에 설치류 활동?		
• 제방의 균열, 슬라이딩, 팽창 여부?		
• 누수/침투현상 발생?		
• 여수로가 말끔한가?		
• 비상여수로 설치지역에 침식?		
• 기타 사항?		
유출입구 구조물 및 수로		
• 쓰레기 존재? 제대로 작동?		
• 쓰레기 랙에 쓰레기? 제대로 작동?		
• 퇴적물 축적량?		
• 콘크리트/석재 구조물의 상태?		
• 금속성 관로는 정상상태?		
• 수문작동은 정상?		
• 출수수로는 정상? 침식?		
• 기타 사항?		
침사지		
• 퇴적물 축적여부?		
• 상수위 습지상태		
• 침입종의 존재?		
• 육안으로 관측되는 오염현상?		
• 연안지역 침식문제?		
• 유입수 출구지역 침식발생여부?		
• 습지 선단과 말단 정상상태?		
• 다른 활동에 의해 잠식현상 발생?		
• 퇴적물 축적량은?		
식생지역		
• 식생은 적절한가?		
• 정상적인 식물성장이 이루어지고 있는가?		
• 침전이 과도하게 이루어지고 있는가?		
안전사항		
• 인근지역 주민으로부터 민원발생 여부?		
• 위험지역으로 경고되고 있나?		

5.4 모니터링 계획

- 농업용수 수질관리를 위하여 매월 1회 시설관리자에 의한 시설 점검과 연 4회 수질측정망에 의한 저수지 수질조사 및 시설 준공 후 4년 시점부터는 별도의 효과 검증을 위한 사후모니터링을 실시할 계획임

<표 5.4-1> 수질개선시설 모니터링 계획

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

제6장

사업시행여건

6.1 자연환경 여건

6.2 매장문화재 현황

6.3 주변 개발 및 오염식감 계획

6.4 조사자 종합의견

제6장 사업시행 여건

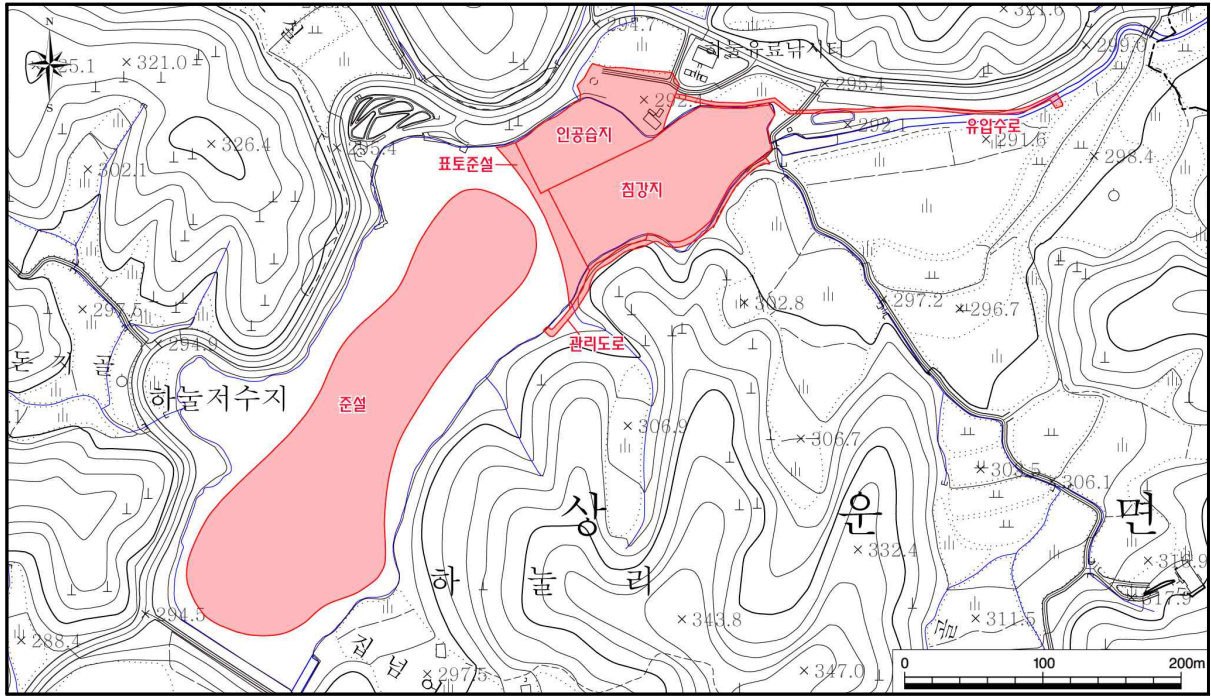
- 하늘지구 수질개선사업 기본조사를 수행함에 있어 자연환경, 문화재, 주변 개발계획 등을 종합하여 사업시행여건을 종합 검토함

6.1 자연환경 여건

- 본 사업지구에는 현지조사 결과 법정보호종 3종(원앙(천), 새매(멸Ⅱ, 천), 황조롱이(천))이 확인되고 문헌조사결과 법정보호종 10종(샛(멸Ⅱ), 수달(멸Ⅰ, 천), 원앙(천), 독수리(멸Ⅱ, 천), 큰말뚝가리(멸Ⅱ), 매(멸Ⅰ, 천), 새호리기(멸Ⅱ), 황조롱이(천), 흰목물떼새(멸Ⅱ), 물방개(멸Ⅱ))이 확인되었음
- 하늘저수지의 생태자연도 등급은 전체 Ⅲ등급 권역으로 확인되었으며, 인공습지, 침강지, 산소공급장치 설치부지 모두 생태자연도 Ⅲ등급 권역으로 확인됨
- 공사 시 수변부의 초본류 훼손, 공사차량 운행으로 분진, 매연 발생, 소음·진동으로 주변 주거지 영향과 동식물의 이동 및 회피 등이 발생할 수 있어 다음과 같은 대책을 실시할 계획임
 - 공사 중 발생하는 토사유출, 비산먼지발생 등과 같은 영향을 저감하기 위하여 세륜·세차시설, 살수차량을 운영하고 사면에 비닐덮개와 PP마대를 설치
 - 수변부 식생훼손 저감을 위해 불필요한 편입면적을 최소화, 저수지내 콘크리트화를 지양
 - 수중부 공사시 친환경적인 소재를 사용, 육상동물의 생육(번식기)이 왕성한 시기와 어류산란기에는 공사 지양
 - 시각 및 청각에 예민한 분류군의 영향을 최소화하기 위하여 가설방음판넬, 방진망 설치운영
- 운영 시에는 수질개선과 인공습지 조성으로 인한 식생 활착과 이입, 곤충, 소형동물 서식처 제공 등으로 생물다양성과 건강한 수생태 환경 조성을 기대할 수 있음

6.2 매장문화재 지표조사

- 계획지구의 전체 면적이 48,873.88㎡로 사업대상지 면적이 3만㎡이상으로 매장문화재조사 대상임
- 매장문화재 지표조사는 (재)대동문화재연구원에서 수질개선사업 예정지에 대해 수행하였으며, 본 보고서에는 결과를 요약하였고, 상세내역은 별도 보고서(봉화 하늘지구 수질개선사업부지 내 매장문화재 지표조사 결과보고서(2019.11)) 참조)
- 금번 문화재 지표조사는 경상북도 봉화군 상운면 하눌리 일원으로, 농업용수 수질개선을 위한 사업임.
- 조사대상지역은 하눌저수지 일부 지역과 주변으로, 논과 습지가 구성되어 있음. 본격적인 사업 시행 이전에 유적의 유무와 분포 범위를 확인하고, 개발과 문화유적 보존의 효과적인 방안을 수립하고자 실시하였음. 조사단 의견을 요약하면 아래와 같음
- 지표조사결과, 지표상에서 유적과 관련된 유구나 유물은 확인되지 않았다. 또한 원지형을 알 수 있는 과거 항공사진과 구지형도 및 주변으로 분포하는 유적 등을 종합적으로 검토한 결과, 조사지역은 입지적으로 유적이 유존할 가능성이 희박할 것으로 판단
- 따라서 전체 조사대상지(면적: 48,873.88㎡)는 제반절차를 거쳐 예정된 사업을 추진해도 무방할 것으로 사료된다. 다만, 육안에 의한 지표조사의 한계성이 있으므로 공사시 유구 또는 유물이 확인될 경우에는 즉시 관련법규에 의거 적절히 조치하여야 함
- 그 외 계곡부에 해당하는 유입수로, 침강지, 표토준설부분 등 하눌저수지가 조성되면 원지형이 이미 훼손되고, 유구나 유물이 전혀 확인되지 않는 부분에 대해서는, 원래의 목적대로 공사가 진행되어도 무방할 것으로 사료됨.
- 다만, 지표조사의 한계성이 있으므로, 사업진행 중 형질변경이 이루어지는 과정에서 유물이 확인될 경우에는 즉시 문화재보호법에 의거 적절히 조치하여야 함
- 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 6.2-1) 조사대상지역 위치도

6.3 주변 개발 및 오염삭감 계획

- 하늘저수지 주변으로 개발계획은 없음
- 저수지 상류 유역은 하수미처리구역으로 인근 마을의 인구감소로 하수량도 감소하여 향후 다소 감소할 것으로 예측되나 지속적으로 유입되므로 생활계 오염부하량에 변화는 미미할 것으로 예상됨

6.4 조사자 종합의견

- 본 사업시행으로 자연환경여건은 공사시 일시적으로 영향을 받을 수 있으나 운영단계에서는 생태다양성과 건전성이 오히려 증가할 것으로 예상됨
- 자연환경여건, 주변개발 및 삭감계획에 비추어 볼 때 본 사업시행으로 주변환경에 긍정적인 영향이 예상되어 사업시행여건이 매우 우수하며, 안전농산물 생산과 농산물 품질 경쟁력강화, 지역균형발전 및 쾌적한 지역 환경조성 등에 기여할 수 있는 사업으로 판단됨

제7장

사업비 및 사업효과

7.1 사업비 수지예산서

7.2 사업비 산출내역

7.3 유지관리비

제7장 사업비 및 사업효과

7.1 사업비 수지예산서

7.1.1 수 입

(단위 : 천원)

구 분	연 도 별 계 획			비 고
	계	국 고	지 방 비	
하늘지구 수질개선사업	3,984,320	3,984,320	-	

7.1.2 지 출

(단위 : 천원)

공 종	세부공정	사 업 비	비 고
총사업비	계	3,984,320	-
공사비	소 계	3,385,320	-
	순수공사비	3,289,920	-
	1) 인공습지	2,301,440	-
	2) 침강지	398,720	-
	3) 부대공	42,660	-
	4) 기타시설	547,100	-
	5) 관급자재대	95,400	-
	6) 기타 공사비	0	-
관리비 및 기타	소 계	599,000	-
	1) 기본조사비	170,000	전략환경영향평가비 포함 한국농어촌공사직접교부액
	2) 세부설계비	116,000	-
	3) 공사관리비	263,000	-
	4) 사업관리비	50,000	-
	5) 생태보전협력금	0	
	6) 문화재표본조사	0	
용지매입비	소 계	0	
	용지매입비	0	

주) 1.수질개선사업 면적이 3만㎡이하로 생태계보전협력금 대상이 아님

7.2 사업비 산출내역

7.2.1 공사비 산출내역

1) 조합형인공습지 공사비 내역

공종	규격	수량	단위	공사비(원)	
				단가	공사비
1. 조합형인공습지		1	식	-	2,301,440,000
순공사비	1)~5)			-	1,488,340,578
제 경 비				-	813,099,422
1) 토공					563,265,462
흙깎기	굴삭기 0.7m³	453	m³	1,404	636,012
흙쌓기	다짐90%	5,365	m³	1,913	10,263,245
흙쌓기	다짐95%	6,789	m³	2,557	17,359,473
유용성토	습지(덤프운반)	567	m³	3,353	1,901,151
순성토 운반	반입토, L=10km	14,626	m³	27,400	400,752,400
절토면고르기	토사	139	m²	1,847	256,733
성토면고르기	토사	1,220	m²	2,344	2,859,680
관리도로포장	황토포장, t=20cm	1,370	m²	17,654	24,892,140
여과자갈	Ø100mm	218	m³	47,873	10,436,314
여과자갈	Ø40mm	109	m³	47,873	5,218,157
기능성여재	안트라사이트	109	m³	790,361	86,149,349
필터매트	3ton/m	1,307	m²	1,944	2,540,808
2) 호안공					330,138,460
피복석	운반 L=20km	911	m³	86,483	78,786,013
일반사석		1,741	m³	86,175	150,030,675
피복석 면고르기		1,953	m²	27,316	53,348,148
필터매트	3ton/m	1,685	m²	1,944	3,275,640
지반매트	5ton/m	3,598	m²	2,340	8,419,320
식생매트		42	m²	6,254	262,668
호안블럭설치	1000x1000x150	515	m³	9,235	4,756,025
호안블럭기초		279	m	38,390	10,710,810
월류보(type1)	사석형, H1.5xW2.0	131	m	112,499	14,737,369
게비온 격벽	1.0x1.0	48	m	121,079	5,811,792

공종	규격	수량	단위	공사비(원)	
				단가	공사비
3) 시설물공					421,622,269
우회수로	HP관, Ø450mm	88	m	17,869	1,572,472
유입관	PE관, Ø200mm	161	m	20,625	3,320,625
P.E이음관	Ø200MM,PEM90°	1	개	71,525	71,525
P.E이음관	Ø200MM,PEM45°	1	개	46,125	46,125
유출관	흙관,Ø400	20	m	114,092	2,281,840
유출수문	Ø400	2	식	3,277,500	6,555,000
녹지조성		1,112	m ²	15,000	16,680,000
유량계및 CCTV		1	식	150,000,000	150,000,000
양수시설	380v x 11KW	1	개소	210,810,000	210,810,000
유입수로	HP관, Ø300mm	65	m	68,071	4,424,615
유입수로관	수로관,400X400mm	227	m	113,921	25,860,067
4) 식재공					2,514,352
수질정화식물	4본/m ²	941	m ²	2,672	2,514,352
5) 부대공					170,800,035
가체절쌓기	토사, 도자	4,987	m ³	2,331	11,624,697
가체절흙 헐기	굴삭기(무한궤도)1.0m ³	3,491	m ³	1,128	3,937,848
톤 마대쌓기		887	m ³	42,695	37,870,465
톤 마대헐기		621	m ³	15,837	9,834,777
오탁방지막		10	SPAN	2,293,394	22,933,940
가배수흙관	HP관, Ø1000mm	25	m	338,358	8,458,950
가동보설치	토목공사	1	식	43,765,500	43,765,500
메쉬웁스	H=1.5m x W=2.0	145	경간	199,714	28,958,530
부대공	공사비의 0.23%	1	식		3,415,328

2) 침강지 공사비 내역

공종	규격	수량	단위	공사비(원)	
				단가	공사비
2.침 강 지		1	식		342,120,000
순공사비	1)~4)				257,828,495
제 경 비					140,891,505
1) 토공					42,360,686
관리도로포장	황토포장, t=20cm	331	m ²	17,654	5,843,474
저수지표토제거	습지도저	954	m ²	22,966	21,909,564
사토처리	준설토, L=10km	954	m ³	15,312	14,607,648
2) 호안공					186,467,293
피복석		442	m ³	86,483	38,225,486
일반사석		1,118	m ³	86,175	96,343,650
필터석	Ø25mm이하	517	m ³	42,745	22,099,165
피복석 면고르기		847	m ²	27,316	23,136,652
필터매트	3ton/m	2,150	m ²	1,944	4,179,600
지반매트	5ton/m	1,061	m ²	2,340	2,482,740
3) 시설물공					19,119,000
배수문	Ø1000 전동	1	개소	19,119,000	19,119,000
4) 부대공					9,881,516
가체절쌓기	토사, 도자	704	m ³	2,331	1,641,024
가체절흙 헐기	굴삭기(무한계도)1.0m ³	493	m ³	1,128	556,104
톤 마대쌓기		132	m ³	42,695	5,635,740
톤 마대헐기		92	m ³	15,837	1,457,004
부대공	공사비의 0.23%	1	식		591,644

3) 부대공 내역

공 종	규 격	수량	단위	공사비(원)	
				단가	공사비
3.부대공		1	식		42,660,000
순공사비	1)				27,558,327
제 경 비					15,101,673
1) 부대공					27,558,327
물푸기	9hp,1개소1대	1	일	41,060	41,060
물푸기	펌프설치 및 해체	1	대	396,539	396,539
품질시험비	자재	1	식	10,048,222	10,048,222
중기운반(덤프)	10.5ton	2	대	189,274	378,548
조립식가설사무실	36개월	80	m ²	118,584	9,486,720
조립식가설창고	36개월	80	m ²	89,300	7,144,000
부대공	공사비의 0.23%	1	식		63,238

4) 기타시설 내역

공 종	규 격	수량	단위	공사비(원)	
				단가	공사비
4.기타시설		1	식		547,100,000
순공사비	1)				353,803,270
제 경 비					193,296,730
1)부대공					353,803,270
산소공급장치		2	식	96,150,000	192,300,000
물순환장치		2	조	78,000,000	156,000,000
데크 철거		110	m	42,649	4,691,390
부대공	공사비의 0.23%	1	식		811,880

5) 관급자재대

공 종	규 격	수량	단위	공사비(원)	
				단가	공사비
5.관급자재대		1	식		95,400,000
흙콘크리트	T=200mm	1,793	m ²	38,500	69,030,500
식생매트	1000×VAR	45	m ²	13,800	621,000
호안블록	1000x1000x150	566	m ²	32,900	18,621,400
원심력철근콘크리트관 (보통2중)	Ø450mm(소켓식)	90	m	56,700	5,103,000
이중벽PE파이프 (하수관2중)	D=200mm	165	m	11,200	1,848,000
조달수수료	재료비의 0.54%	1	식		176,100

7.2.2 관리비 및 기타 산출내역

1) 기본조사비 : 170,000천원

2) 세부설계비 산출내역

(1) 세부설계비

(단위 : 천원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비고
	공사비	자재대	용지매수비	계			
세부설계비	3,294,200	85,554	-	3,379,754	3.46	116,000	농어촌정비법요율
계	3,294,200	85,554	-	3,379,754	3.46	116,000	-

(2) 세부설계비 요율 결정

구 분	하한기준 요율	직선보간법 요율	상한기준 요율	비 고
대상액 (천원)	2,000,000	3,379,754	5,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액: 3,000,000
설계요율 (%)	3.60	3.46	3.30	(대상액)-(하한기준금액): 1,379,754
-	-	-	-	(상한기준)-(하한기준)요율: -0.30

3) 공사감리비 산출내역

(1) 공사감리비

(단위 : 천원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비고
	공사비	자재대	용지매수비	계			
공사감리비	3,294,200	85,554	-	3,379,754	7.80	263,000	농어촌정비법요율
계	3,294,200	85,554	-	3,379,754	7.80	263,000	-

(2) 공사감리비 효율 결정

구 분	하한기준 요율	직선보간법 요율	상한기준 요율	비고
대상액 (천원)	2,000,000	3,379,754	5,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액: 3,000,000
설계요율 (%)	8.00	7.80	7.57	(대상액)-(하한기준금액): 1,379,754
-	-	-	-	(상한기준)-(하한기준)요율: -0.43

4) 사업관리비 산출내역

(1) 사업관리비

(단위 : 천원)

구 분	대 상 액				요율 (%)	금액	비고
	공사비	자재대	용지 매수비	계			
사업관리비	3,294,200	85,554	-	3,379,754	1.50	50,000	농어촌정비법요율
계	3,294,200	85,554	-	3,379,754	1.50	50,000	-

(2) 사업관리비 효율 결정

구 분	하한기준 요율	직선보간법 요율	상한기준 요율	비고
대상액 (천원)	2,000,000	3,379,754	5,000,000	(상한기준)-(하한기준)대상액: 3,000,000
설계요율 (%)	1.57	1.50	1.42	(대상액)-(하한기준금액): 1,379,754
-	-	-	-	(상한기준)-(하한기준)요율: -0.15

5) 생태보전협력기금 산출내역

- 하늘지구의 사업부지 면적이 3만㎡ 미만으로 생태보전협력기금 대상이 아님

7.3 유지관리비

- 수질개선사업으로 조성된 시설들을 잘 유지·관리하여야 수질정화효율이 유지되므로 매년 적절한 유지관리가 필요하며 그에 따른 유지관리비용은 전체적으로 연간 3,007천원이 소요되는 것으로 산정됨

<표 7.3-1> 유지관리비용

(단위:천원)

구 분	생애 주기	단가	수량	총비용	연간비용
준설비					
침강지	12년	10,000원/㎡	171㎡/년	20,543,000	1,711,000
침사지 -조합형인공습지	10년	10,000원/㎡	3.5㎡/년	352,000	35,000
펌프시설					
전기료(전력비)	월 1회	66,600원/월*	1대	66,600	804,000
식생제거					
-조합형인공습지	연 1회	500원/㎡	913㎡	457,000	457,000
계		-	-		3,007,000

주) 1) 얕은습지의 식생이 우수한 60%만 절취하는 것으로 산정함.

* : 산업용전기(갑1)

제8장

부 록

- 8.1 참여기술자 명단
- 8.2 환경기준(수질, 토양, 퇴적물)
- 8.3 시험성적표(수질, 퇴적물, 토양)
- 8.4 지질조사보고서
- 8.5 현황측량 기준점 성과표
- 8.6 유역도 및 면적표
- 8.7 연도별 월별 강우량
- 8.8 유역별 유출량 산정 결과
- 8.9 저수지 내용적(사업시행 전후)
- 8.10 수질예측결과 데이터
- 8.11 시설별 기본계획도
- 8.12 시설별 편입용지도 및 조서
- 8.13 중간보고회 및 기술검토회 결과
- 8.14 전략환경영향평가 협의내용 반영통보서
- 8.15 펌프 및 가동보 견적서

제8장 부 록

8.1 참여기술자 명단

8.1.1 한국농어촌공사 본사

직 책	성 명	직 종	참 여 분 야
환경사업처장	안 중 식	환 경	업무지도
수질환경부장	노 경 환	환 경	기본계획수립 총괄
부 원	김 영 득	환 경	수질조사 및 대책 지도
부 원	함 중 화	환 경	수질예측 및 대책 지도
부 원	이 창 훈	토 목	토목설계 지도

8.1.2 한국농어촌공사 경북지역본부

직 책	성 명	직 종	참 여 분 야
경북지역본부장	강경학	행정	업무지도
수자원관리부장	정희진	토목	기본계획수립 총괄
부 원	안영배	환경	기본계획수립
부 원	박성균	환경	기본계획수립
사업계획부장	최은석	토목	토목설계 총괄
부 원	박규호	토목	토목설계
부 원	이기환	토목	토목설계

8.1.3 (주)동성엔지니어링

분 야	참여업무내용	성 명	기술자 구분	주민등록번호	직위
총괄	사업책임기술자	김 병 호	특급기술자	751018-1*****	이사
토질·기초	분야참여기술자	박 세 원	중급기술자	801012-1*****	과장
	분야참여기술자	양 철 웅	초급기술자	930616-1*****	사원
농어업토목	분야참여기술자	강 종 일	특급기술자	571022-1*****	이사
기계	분야참여기술자	배 경 진	초급기술자	890713-1*****	대리
환경	분야참여기술자	임 도 훈	특급기술자	740215-1*****	이사
	분야참여기술자	최 대 진	초급기술자	870119-1*****	대리
	분야참여기술자	김 성 언	초급기술자	930113-1*****	사원
측량	분야참여기술자	고 재 화	중급기술자	840601-1*****	과장

8.2 환경기준

8.2.1 수질

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

비고

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

8.2.2 토양

[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

※ 비교

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

8.2.3 퇴적물

가. 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	

비교 : 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

나. 하천·호소 퇴적물 지점별 오염평가 기준

단 계	조 건
보통	금속류 8 항목 모두 I 등급
약간 나쁨	금속류 8 항목 중 II등급 또는 III등급 항목 1개 이상
나쁨	“금속류 II등급 기준 지수”0.34 이상
매우 나쁨	IV등급인 항목 1개 이상

비교 : 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

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

(ECi : 금속류 항목별 농도, PELKi : 금속류 항목별 ‘II’ 등급 기준치)

수질검사성적서

발급번호 : 32 - 일1910001 2019. 10. 14.

의뢰처 : (주)신화엔지니어링

용역명 : 2019년 농업용수 수질개선사업 기본조사의 수질 및 퇴적물 조사 용역

시료접수일자 : 2019. 10. 01.

검사기간 : 2019. 10. 01. - 2019. 10. 14.

- 검사결과 -

항목	단위	분석결과	항목	단위	분석결과	
수온	℃	19.8	총질소	mg/L	12.9	
pH	-	7.9	암모니아성질소	mg/L	0.07	
전기전도도	μs/cm	212	질산성질소	mg/L	10.9	
DO	mg/L	8.9	아질산성질소	mg/L	0.038	
COD	mg/L	4.0	총인	mg/L	0.164	
BOD	mg/L	2.2	인산염인	mg/L	0.154	
TOC	mg/L	2.5	유량	m ³ /s	0.0080	
SS	mg/L	1.0	이	하	여	백

시료명: 하늘저수지 SW-1

위와 같이 측정분석결과를 사실대로 기록합니다. 분석책임자 : 이 해 (인)

주식회사 한국이앤씨
Han Kook Environment & Consultant Co., Ltd

대표이사 장영덕

대구광역시 서구 북비산로 165 (평리동 567번지)
☎ (053) 563 - 6806 - 9

ISO 9001 인증업체/환경영향평가대행자/환경측정대행자/연지니어링/실무주체/매기물분석전문기관

수질검사성적서

발급번호 : 32 - 일1908006 2019. 09. 02.

의뢰처 : (주)신화엔지니어링

용역명 : 2019년 농업용수 수질개선사업 기본조사의 수질 및 퇴적물 조사 용역

시료접수일자 : 2019. 08. 20.

검사기간 : 2019. 08. 20. - 2019. 09. 02.

- 검사결과 -

항목	시료명	분석결과(mg/L)	시료명	분석결과(mg/L)
DOC	하늘저수지 SW-1	2.5	하늘저수지 SR-2	5.6
	참림저수지 SW-1	3.7	참림저수지 SR-1	5.5
	참림저수지 SW-2	6.1	참림저수지 SR-2	5.6
	참림저수지 SW-3	4.6	참림저수지 SR-3	5.9
	하늘저수지 SR-1	5.3	참림저수지 SR-4	5.5

위와 같이 측정분석결과를 사실대로 기록합니다. 분석책임자 : 이 해 (인)

주식회사 한국이앤씨
Han Kook Environment & Consultant Co., Ltd

대표이사 장영덕

대구광역시 서구 북비산로 165 (평리동 567번지)
☎ (053) 563 - 6806 - 9

ISO 9001 인증업체/환경영향평가대행자/환경측정대행자/연지니어링/실무주체/매기물분석전문기관

8.4 지질조사보고서

제 1 장 조 사 개 요

1.1 조 사 명

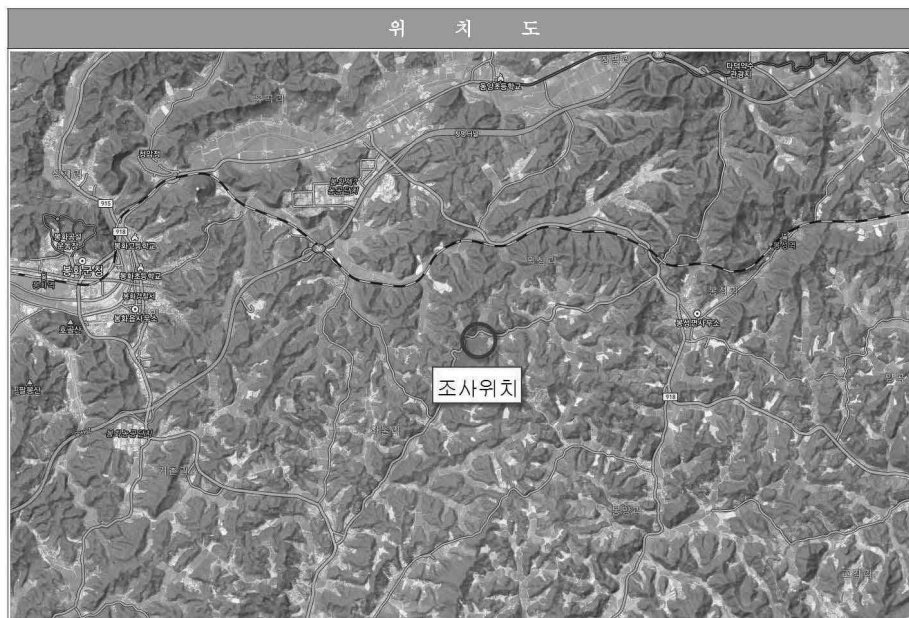
- 하늘지구 지질조사 용역

1.2 조사 목적

- 하늘지구 농업기반시설 설계에 대한 지질조사를 실시하여 토목설계에 필요한 제자료를 취득하는데 있음

1.3 조사지역 현황

구 분	내 용
위 치	• 경상북도 봉화군 상운면 하늘리 일원



1.4 조사자 및 조사기간

조 사 내 용	조 사 자	기 간
o 시추조사 : 2공 o 표준관입시험 : 16회	지오인프라(주)(현장대리인:유철일)	2019. 11. 11 ~ 11. 11

1.5 조사장비

조사 항목	조사 장비 명	수량	
현장조사	시추조사	• 시추기 SP4500SD형 1대 및 부대품	1대
	지하수위 측정	• 지하수위 측정기	1조
현장시험	표준관입시험	• KSF 2307 규정에 따른 Split-Spoon Sampler	1조

1.6 조사실적

위 치	조사 항목		비 고
	시추조사	현장시험	
사업 예정부지	•시추 : 2공	•표준관입시험 : 16회	

제 2 장 지형 및 지질

2.1 지형

■ 개 요

- 본 조사지구는 봉화군 남서부에 위치하며 봉성면사무소에서 서측으로 약 2.8km 떨어진 계곡부에 위치한다.
- 지구 북측에는 봉성면, 동측에는 명호면이 위치한다.

■ 산계 및 수계

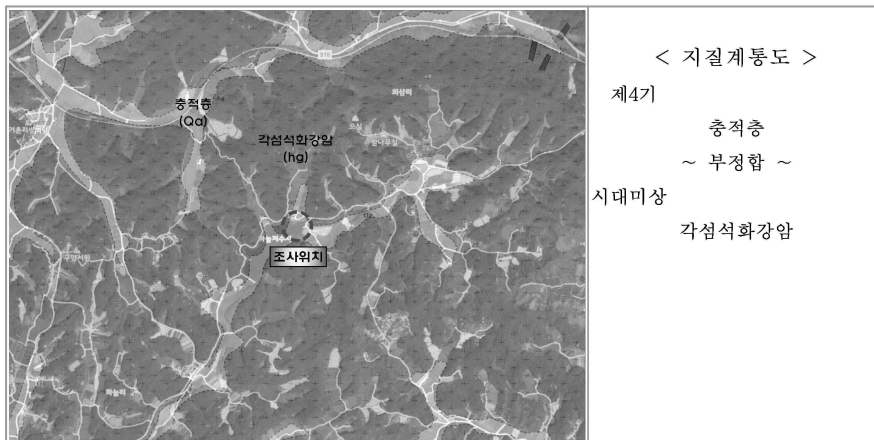
- 산계 : 주위 산계는 조사지구 주위로 소규모의 산지가 방사형으로 분포하고 있으며, 침식 윤회상 노년기로 판단된다.
- 수계 : 주위 산계에서 발원하는 세천 및 소하천이 조사지구인 하늘저수지에 유입되고 있으며, 지구 내 수계의 발달은 양호한 편이다.

2.2 지 질

■ 지질개요

- 기발간된 1:50,000 준양지질도폭 결과를 근거로 분포지질을 파악하였다.
- 시대미상의 화성암인 각섬석화강암이 분포한다. 이를 제4기 충적층이 피복하고 있다.

■ 지질도 및 지질계통도



■ 분포지질

- 본 조사지역은 시대미상의 각섬석화강암이 기반암으로 넓게 분포하고 있으며, 상부에는 신생대 제4기의 충적층이 부정합적 관계를 이루며 피복하고 있다.
- 제4기 충적층은 낮은 구릉성 산계의 꼭간에 발달된 세곡천을 따라 분포되며, 주로 퇴적암류의 풍화물인 점토, 자갈, 모래로 구성된다.

제 3 장 시추조사 및 현장시험

3.1 시추조사

1 개요

- 구조물 예정위치 고려 시추위치 선정
- 지층의 성상과 각 지층의 지반공학적 특성, 기반암의 분포상태 및 풍화도 등 파악
- 시료의 채취 및 각종 원위치 공내시험을 실시하여 설계에 필요한 지반자료를 제공

2 원리 및 조사방법

- 회전 수세식(Rotary Wash Type)시추기 사용
- 시추은 BX(구경 65mm) 규격
- 공벽붕괴 방지를 위해 풍화암까지 Casing 삽입
- 토사 시료채취는 Split Spoon Sampler, 암반 시료채취는 Double Core Barrel 사용
- 채취된 암석코어는 육안관찰에 의하여 암석내에 분포된 불연속면(Discontinuities)과 충전물등을 파악하고 절리의 분포상태, RQD(TCR등) 등의 암반특성을 평가할 수 있는 자료를 조사하여 시추주상도에 기재
- 채취된 토질 및 암석시료는 시료상자에 공번, 심도, 지층명, 색상 등을 기록하여 정리 보관

3 시추조사 현황

조사대상	조사공 배정기준	수 량
사업예정부지	사업예정지	2공
계		2공

4 성과 정리

- 작업상태 자세히 기록한 야장과 주상도 작성
- 지층 분포상태 파악, 암반분류 및 시료채취
- 각종 시추공 이용한 현장시험 실시
- 추정지질 종단면도 작성



5 조사결과

구 분	공 번	시추위치	지층별 층후(m)						지하수위 (GL. -m)
			토사층	퇴적층	풍화 토사층	풍화암	연암	계	
하늘지구	BH-1	위치도 참조	-	2.5	4.0	0.6	3.0	10.1	0.6
	BH-2	위치도 참조	-	2.0	3.0	4.6	3.0	12.6	0.8

■ BH-1호공

- 퇴적층(0.0~2.5m)
 - 실트질 모래로 구성되어 있으며, 부분적으로 1~5cm 내외의 자갈을 소량 혼재하고 있다. 모래입자의 크기는 세립질~조립질이며, 색조는 암갈색~암회색이다. 상대밀도는 매우 느슨한 상태이다.
- 풍화토층(2.5~6.5m)
 - 실트질 모래로 구성되어 있으며, 1cm 내외의 알편을 소량 혼재하고 있다. 모래입자의 크기는 세립질~중립질이며, 색조는 담갈색~암갈색이다. 상대밀도는 매우 조밀한 상태이다.
- 풍화암(6.5~7.1m)
 - 담갈색 각섬석화강암으로 구성되어 있으며, 시추시 물리적인 충격으로 인하여 대부분 모래상으로 분해되어 산출된다.
- 연암(7.1~10.1m)
 - 암갈색~담회색 각섬석화강암으로 구성되어 있다. 풍화도는 중간 풍화~심한 풍화, 현장강도는 보통 강함~약함, 파쇄도는 매우 심한파쇄~약간 파쇄경도로 나타나며, TCR 100%, RQD 36%로 알편상~붕상의 코어가 회수된다.

■ BH-2호공

- 퇴적층(0.0~2.0m)
 - 실트질 모래로 구성되어 있으며, 0.0~0.8m구간에서 1~5cm 내외의 자갈을 소량 혼재하고 있다. 모래입자의 크기는 세립질~조립질이며, 색조는 암갈색~암회색이다. 상대밀도는 느슨한 상태이다.
- 풍화토층(2.0~5.0m)
 - 실트질 모래로 구성되어 있으며, 1cm 내외의 암편을 소량 혼재하고 있다. 모래입자의 크기는 세립질~중립질이며, 색조는 담갈색~암갈색이다. 상대밀도는 매우 조밀한 상태이다.
- 풍화암(5.0~9.6m)
 - 담갈색~암갈색 각섬석화강암으로 구성되어 있으며, 시추시 물리적인 충격으로 인하여 대부분 모래상으로 분해되어 산출된다.
- 연암(9.6~12.6m)
 - 암회색~담회색 각섬석화강암으로 구성되어 있다. 풍화도는 중간 풍화~심한 풍화, 현장강도는 보통 강함~약함, 파쇄도는 매우 심한파쇄~약간 파쇄정도로 나타나며, TCR 85%, RQD 30%로 암편상~장주상의 코어가 회수된다.

3.2 표준관입시험

1 개요

- N치로부터 지층의 조밀도 및 연경도 확인
- 지반의 강도특성을 파악하고 교란시료를 채취하여 육안관찰 및 물성시험 시료로 이용

2 원리 및 조사방법

- 64kg의 해머를 낙하고 76cm에서 자유낙하시켜 Split Spoon Sampler를 30cm 관입시키는데 소요되는 타격회수(N)를 측정하는 것으로 15cm씩 3단계로 시행하며 1단계 15cm 관입시 소요되는 타격수는 예비타로 간주하여 고려하지 않음
- 한국산업규격(KS F 2307)에 규정된 방법에 의거 실시
- 지층이 변하는 구간 또는 매 1.5m마다 연속적으로 시행하는 것을 원칙으로 함
- 지층이 조밀 또는 견고하여 30cm 관입이 곤란할 때는 50회까지 타격하고 그 때의 관입량을 표시 50/3(50회 타격에 3cm관입)과 같이 기록
- 시험결과 및 육안관찰 결과는 부록의 시추주상도에 기재

■ 점성토의 연경도 및 일축압축강도와 N치의 관계

N 치	연 경 도		일축압축강도(kg/cm ²)
0 ~ 2	대단히 연약	Very soft	< 0.25
2 ~ 4	연 약	soft	0.25 ~ 0.5
4 ~ 8	보 통	Medium	0.5 ~ 1.0
8 ~ 15	견 고	stiff	1.0 ~ 2.0
15 ~ 30	매 우 견 고	Very stiff	2.0 ~ 4.0
N > 30	고 결	Hard	4.0 <

■ 사질토의 상대밀도, 내부마찰각과 N치의 관계

N 치	상대밀도 $Dr = \frac{e_{MAX} - e}{e_{MIN} - e_{MAX}} \times 100$		내부마찰각 (ϕ)	
			Peck	Meyerhof
N < 4	매우느슨 (Very Loose)	0.0 ~ 0.2	< 28.5	< 30
4 ~ 10	느슨 (Loose)	0.2 ~ 0.4	28.5 ~ 30.0	30 ~ 35
10 ~ 30	보통 (Medium)	0.4 ~ 0.6	30.0 ~ 36.0	35 ~ 40
30 ~ 50	조밀 (Dense)	0.6 ~ 0.8	36.0 ~ 41.0	40 ~ 45
N > 50	매우조밀 (Very Dense)	0.8 ~ 1.0	41.0 <	45 <

■ N-값에 영향을 주는 각종 조건과 수정

현장에서 측정된 N-값은 여러 가지 이유로 적절히 수정하여 설계용 N-값으로 사용하게 되는데, 이들의 수정에 관한 여러 가지 제안들을 분류하여 보면 다음의 몇 가지로 요약된다.

1) 흙의 상태에 따른 N-값의 수정

가) 측정 도중 토층이 변하는 경우 또는 자갈이 있는 경우
이 경우에 대하여 Ohsaki(1958)는 수정법을 제안하였다

나) 포화된 이토질모래 또는 세립질모래에 대한 수정

포화되어 있는 이토질모래 또는 세립사에 있어(유효입경, $D_{10}=0.05-0.1mm$), N-값이 15이상으로 치밀한 경우에는, 실제 그 흙이 가지고 있는 밀도에 비하여 N-값이 과대하게 측정되기 때문에 $N>15$ 인 경우에 대하여 Terzaghi-Peck(1948)은 다음의 수정식을 제시하였다.

$$N=15+(N'-15)/2$$

$$N=N'(N<15인 경우)$$

여기서, N : 수정치

N' : 측정치

2) Rod 길이에 대한 수정

Rod가 길어지면 hammer와 rod 중량의 불균형 및 rod의 변위 등으로 hammer의 효율이 저하되는 점을 고려하여, Yoshinaka(1967)는 정적 cone 관입시험 결과와 비교하여 다음의 방법을 제안하였다.

$$N=N'(1-X/200)$$

여기서, N : 수정치

N' : 실측치

X : rod 길이(m)

3) 상재압에 대한 N-값의 수정

사질지반에 있어서 N-값의 측정치는 유효상재압의 크기에 따라 현저하게 커진다. 유효상재압에 대한 수정방법으로는 여러 제안들이 있으나 이들중 Peck, Hanson &Thomburn(1974)을 소개하여 보면 다음과 같다.

$$N=N'C_n$$

$$C_n=0.77\text{Log}(20/p'), \text{ (for } p'>0.25\text{kg/cm}^2\text{)}$$

위식에서, N : 수정치

N' : 측정치

C_n : 수정계수

p' : 유효상재압(kg/cm²)

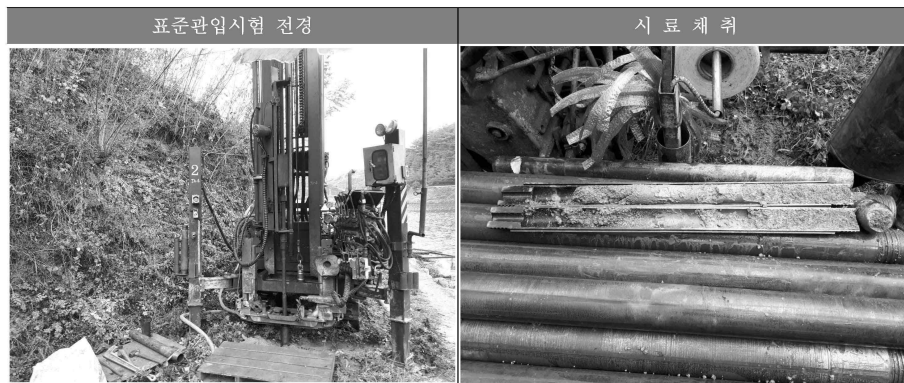
■ N-값을 근거로 한 지내력표(ton/m²)

N값	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
점토	2.7	5.4	8.1	10.8	13.5	16.2	19.0	21.6	24.3	27.0	29.7	32.5	35.2
풍화대밧모래	1.2	2.5	3.7	6.5	9.8	10.9	11.2	13.0	13.9	14.8	16.0	17.0	18.0

N값	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	
점토	38.0	41.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
풍화대밧모래	19.0	20.0	21.5	23.0	27.0	30.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	

(미끼 다케오)

■ 표준관입시험 전경



3 시험결과

공 번	심도(m)	실측N치 (타/Cm)	지 층	구성물질
BH-1	1.0	1/30	퇴적층	실트질 모래
	2.0	2/30	퇴적층	실트질 모래
	3.0	50/28	풍화토층	실트질 모래
	4.0	50/24	풍화토층	실트질 모래
	5.0	50/19	풍화토층	실트질 모래
	6.0	50/21	풍화토층	실트질 모래
	7.0	50/5	풍화암	각섬석화강암
BH-2	1.0	7/30	퇴적층	모래
	2.0	47/30	풍화토층	실트질 모래
	3.0	50/18	풍화토층	실트질 모래
	4.0	50/14	풍화토층	실트질 모래
	5.0	50/9	풍화토층	실트질 모래
	6.0	50/5	풍화암	각섬석화강암
	7.0	50/5	풍화암	각섬석화강암
	8.0	50/4	풍화암	각섬석화강암
	9.0	50/3	풍화암	각섬석화강암

- 표준관입시험은 총 16회 시행하였다.
- BH-1번공 퇴적층의 실트질 모래 실측 N치는 1/30~2/30으로 상대밀도는 매우 느슨한 상태이며, 풍화토층의 실트질 모래 실측 N치는 50/28~50/19로 상대밀도는 매우 조밀한 상태이다.
- BH-2번공 퇴적층의 모래 실측 N치는 7/30으로 상대밀도는 느슨한 상태이며, 풍화토층의 실트질 모래 실측 N치는 47/30~50/14로 조밀~매우 조밀한 상태이다.

3.3 종합의견

■ BH-1호공

시추위치	심도 (m)	투수시험			표준관입시험				
		시험구간 (m)	투수계수 (cm/sec)	대상지층	시험구간 (m)	N치	대상지층	구성물질	
불교란시료채취	10.1				1.0	1/30	퇴적층	실트질 모래	
					2.0	2/30	"	"	
					3.0	50/28	풍화토층	"	
					4.0	50/24	"	"	
					5.0	50/19	"	"	
					6.0	50/21	"	"	
					7.0	50/5	풍화암	각섬석화강암	
지층별 층후(m)						관공수유출		공내수위 (m)	분포지질
토사층	퇴적층	풍화 토사층	풍화암	연암	계	구간	유출량		
-	2.5	4.0	0.6	3.0	10.1			0.6	각섬석 화강암
종합의견		<ul style="list-style-type: none"> 시추조사 결과 퇴적층→풍화토사층→풍화암→연암 순으로 분포한다. 퇴적층은 0.0~2.5m구간에서 실트질 모래로 분포한다. 풍화토사층은 2.5~6.5m 구간에서 실트질 모래로 분포한다. 기초암반인 풍화암은 6.5~7.1m구간에 분포하며, 시추시 물리적인 충격으로 인하여 모래상으로 분해되어 산출된다. 연암은 7.1m이하에서 출현하며, 각섬석화강암으로 구성되어 있다. 							

■ BH-2호공

시추위치	심도 (m)	투수시험			표준관입시험				
		시험구간 (m)	투수계수 (cm/sec)	대상지층	시험구간 (m)	N치	대상지층	구성물질	
불교란시료채취	12.6				1.0	7/30	퇴적층	모래	
					2.0	47/30	풍화토층	실트질 모래	
					3.0	50/18	풍화토층	"	
					4.0	50/14	풍화토층	"	
					5.0	50/9	풍화암	각섬석화강암	
					6.0	50/5	풍화암	각섬석화강암	
					7.0	50/5	풍화암	각섬석화강암	
					8.0	50/4	풍화암	각섬석화강암	
					9.0	50/3	풍화암	각섬석화강암	
지층별 층후(m)						관공수유출		공내수위 (m)	분포지질
토사층	퇴적층	풍화 토사층	풍화암	연암	계	구간	유출량		
-	2.0	3.0	4.6	3.0	12.6			0.8	각섬석 화강암
종합의견		<ul style="list-style-type: none"> 시추조사 결과 퇴적층→풍화토사층→풍화암→연암 순으로 분포한다. 퇴적층은 0.0~2.0m구간에서 모래로 분포한다. 풍화토사층은 2.0~5.0m 구간에서 실트질 모래로 분포한다. 기초암반인 풍화암은 5.0~9.6m구간에 분포하며, 시추시 물리적인 충격으로 인하여 모래상으로 분해되어 산출된다. 연암은 9.6m이하에서 출현하며, 각섬석화강암으로 구성되어 있다. 							

제 4 장 결 론

1 지형 및 지질

- 본 조사지구는 봉화군 남서부에 위치하며 봉성면사무소에서 서측으로 약 2.8km 떨어진 계곡부에 위치한다. 주위 산계는 조사지구 주위로 소규모의 산지가 방사형으로 분포하고 있으며, 침식 윤회상 노년기로 판단된다.
- 본 조사지구는 시대미상의 각섬석화강암이 기반암으로 넓게 분포하고 있으며, 상부에는 신생대 제 4기의 층적층이 부정합적 관계를 이루며 피복하고 있다.

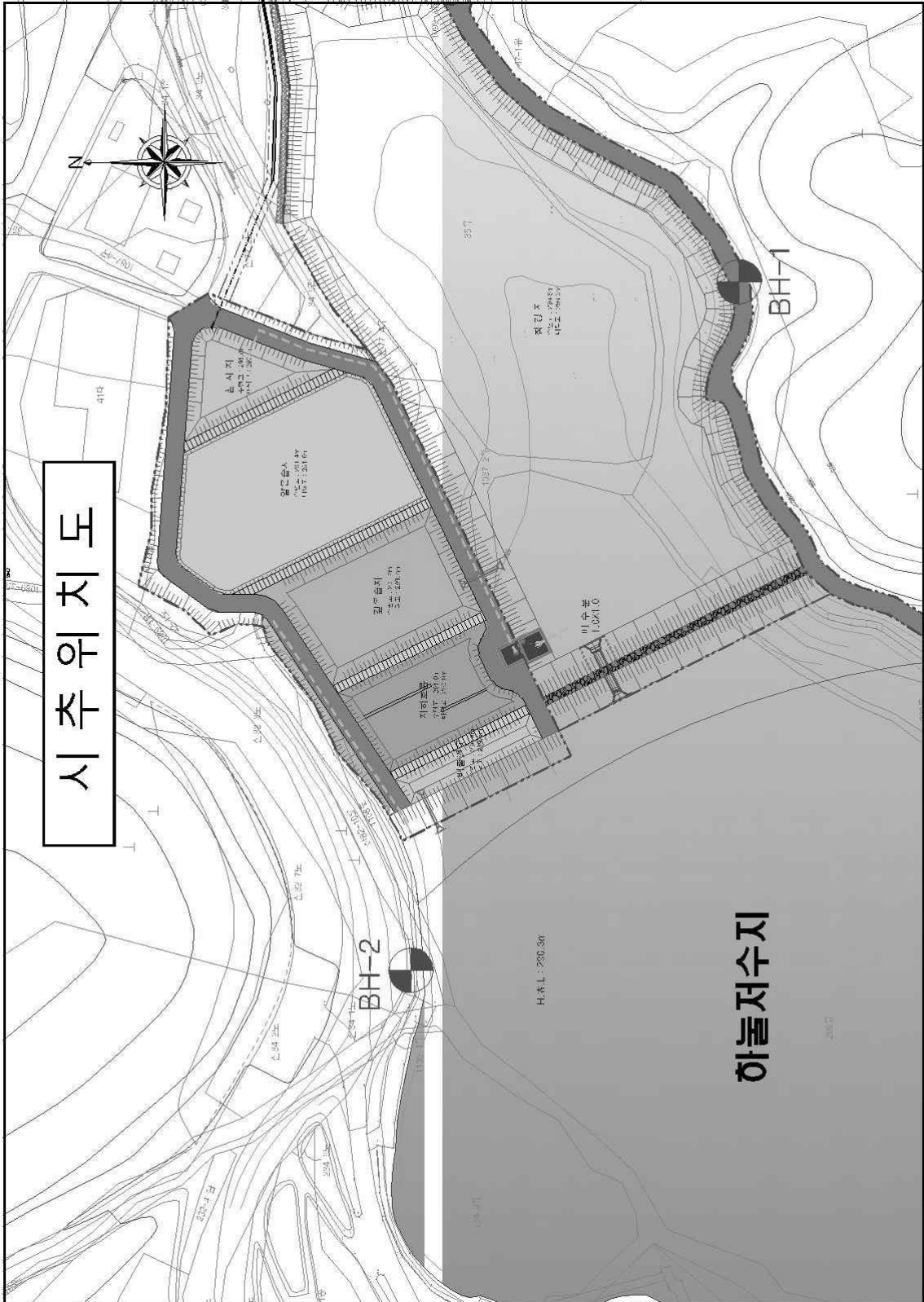
2 시추조사 결과

- BH-1호공 시추조사 결과, 퇴적층→풍화토사층→풍화암→연암 순으로 분포한다. 퇴적층은 0.0~2.5m구간에서 실트질 모래로 분포한다. 풍화토사층은 2.5~6.5m 구간에서 실트질 모래로 분포한다. 기초암반인 풍화암은 6.5~7.1m구간에 분포하며, 시추시 물리적인 충격으로 인하여 모래상으로 분해되어 산출된다. 연암은 7.1m이하에서 출현하며, 각섬석화강암으로 구성되어 있다.
- BH-2호공 시추조사 결과, 퇴적층→풍화토사층→풍화암→연암 순으로 분포한다. 퇴적층은 0.0~2.0m구간에서 모래로 분포한다. 풍화토사층은 2.0~5.0m 구간에서 실트질 모래로 분포한다. 기초암반인 풍화암은 5.0~9.6m구간에 분포하며, 시추시 물리적인 충격으로 인하여 모래상으로 분해되어 산출된다. 연암은 9.6m이하에서 출현하며, 각섬석화강암으로 구성되어 있다.

3 결론

- 조사위치에 따라 지질의 분포양상이 차이가 있을 수 있으므로 시추조사 지점 이외의 지점에서는 신중을 기하여 지질조사 자료를 활용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.







1. 시추 위치도



2. 시추주상도

3. 현장사진

현장사진

BH-1	
	
시추조사	표준관입시험
	
시료채취	암반코어 채취
	
원상복구 전	원상복구 후

BH-2



시추조사



표준관입시험



시료채취



암반코어 채취



원상복구 전



원상복구 후

시추코아 사진첩

시추코아 사진첩

용역명	하늘지구 지질조사	공번	BH-1
			
용역명	하늘지구 지질조사	공번	BH-2
			

8.5 현황측량 기준점 성과표

아늘지구 수질개선사업 현황측량보고서

2019. 12

한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
아늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량		1	15-Dec-2019	2 / 27	

제 출 문

한국농어촌공사 귀중

귀사와 당사간에 체결한 계약에 의해 『2019 농업용수 수질개선사업 기본조사용역』의 “아늘지구 현황측량 용역”을 완료하고 그 결과를 본 보고서로 제출합니다.

2019. 12.

회사주소 강원도 춘천시 춘천로 334
회사이름 ㈜진화기술공사
대표이사 차 선 숙

한국농어촌공사

한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
아늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량		1	15-Dec-2019	3 / 27	

목 차

제1장	개 요	4
1.1	측 량 목 적	4
1.2	측 량 위 치	4
1.3	측 량 장 비	6
제2장	측 량 조 사 계 획	7
2.1	과 입 수 형 계 획	7
2.2	인 원 투입 계 획	8
2.3	예 정 공 정 표	8
제3장	측 량 성 과 부	9
3.1	상 시 기 준 점 성 과	9
3.2	보 조 점 성 과	9
3.3	수 준 점 성 과	9
3.4	좌 표 계 산 부	10
3.5	점 의 조 서	11
	첨 부	13
	* 현황측량도(A3)	14
	* 자격증사본	16
	* 장비영농증사서	18

한국농어촌공사

한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
아늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량		1	15-Dec-2019	4 / 27	

1. 개 요

1.1 측량목적

- 본 조사는 “2019 농업용수 수질개선사업 기본조사용역”에 대한 측정조사로서 계획지역에 대한 측량계획을 실시하여 본 과업이 합리적이고 경제적인 설계가 될 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

1.2 측량위치

- 경상북도 봉화군 상운면 아늘리 아늘저수지일원

한국농어촌공사

한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량	1	15-Dec-2019	5 / 27		

1.3 측량장비

1.3.1 Network RTK-GPS 개요

- Network RTK(VRS) 측량에 대한 공공측량 성과심사 관련규정 제165조, 제166조, 준용
- 국가기준점 중 위상기준점을 이용하여 국토지리정보원에서 운영하고 있는 실시간 정밀GNSS측량 방법으로 공공기준점 및 각종 현황을 측정하는 작업임
- 네트워크 RTK 측량은 4점 이상의 고정점(국토지리정보원에서 운영 중인 상시관측소)에서 관측한 자료를 이용하여 계산한 보정정보와 이동점에 설치한 GNSS 수신기에서 관측한 자료를 이용하여 기선해석을 실시함으로써 이동점의 위치를 결정하는 작업(이하 네트워크 RTK라 한다)을 말함.
- 1 epoch는 GNSS 반송파 위상신호를 고정점과 이동점에서 동시에 관측되는 1회의 신호를 말함.
- 세션은 네트워크 RTK 수신기가 관점의 좌표값을 결정하기 위해 수행하는 관측 단위를 말함.

1.3.2 사용장비

- 본 사업에 사용된 측량 장비는 TOPCON Hiper+ 모델로 Network RTK-GPS 측량이 가능하며 측정 SW로는 TOPCON사의 TOPSURV 7.1 프로그램을 이용하여 관측하였음.

종 류	수 량	안 테 나	성 능
TOPCON HIPER II	1대	HIPER +	L1/L2 2주파 H3mm+0.5ppm V10mm+1ppm

1.3.3 관측 및 계산방법

(1) 관측

- 관측은 선점도를 기초로 이동점에 GNSS 수신기를 정확히 설치하고 GNSS 위성으로부터 반송파 위상신호를 수신함과 동시에 네트워크 RTK 서버로부터 수신한 가상기준점의 보정정보를 이용하여 기선해석을 실시함으로써 이동점의 좌표를 결정하고 기록하였음.
- 네트워크 RTK 측량에 사용되는 GNSS 수신기는 1급 GNSS 수신기로서 다음의 성능 이상의 것으로 함다.

구 분	수 신 주 파 수	성 능
GNSS 기준점 측량	L1, L2(2주파)	±(5mm+1PPM·D) D=거리(Km)

한국농어촌공사

한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량	1	15-Dec-2019	6 / 27		

(2) 계산

- 계산은 새로운 점의 좌표와 관련된 제반 요소의 계산을 실시하여 성과표 등을 작성하는 작업이며
- 세션의 수가 1회 이상인 경우 장비에서 제공하는 정밀도를 이용하여 가중평균한 결과를 최종 성과로 제출한다. 단, 공공측량시행자가 지시 또는 승인한 경우에는 산술평균을 적용할 수 있다.
- 새로운 측정의 좌표는 mm 단위까지 기록한다.
- 측지좌표: 위도, 경도, 타원체고, 투영 평면좌표: (X(N), Y(E))
- 관측 종료 후에는 신속하게 정해진 점검을 실시한다.
- 점검계산에서 정해진 허용범위를 초과한 경우에는 재측 또는 측량시행자의 지시에 따른 적절한 조치를 취한다.
- 네트워크 RTK 관측의 세션간 교차 및 허용 정밀도는 다음과 같다.

구 분	정 밀 도	비 고
수 령	세션간 교차 및 표준편차(1σ): 5cm	
수 직	타원체고, 세션간 교차 및 표준편차(1σ): 10cm	

한국농어촌공사

한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량	1	15-Dec-2019	7 / 27		

2. 측량조사계획

2.1 과업수행계획

2.1.1 개요

- 본 과업지구의 효율적인 설계 관련 자료를 제공할 수 있도록 체계적인 측정계획을 수립하며
- 부지내외의 평면 형상 및 고지관계를 나타내는 지형측량과 부지내외의 간월 및 지하매설물의 현황 측량을 실시하여 보다 정확하고 정밀한 데이터를 제공 할 수 있도록 한다.

2.1.2 측량범위

- 하늘저수지 지형현황측량 및 수심측량

구 분	위 지	범 위	비 고
지형측량	평화군 상운면 하늘리일원	약 70,000 m ²	
수심측량	평화군 상운면 하늘리일원	150 m	15m pitch

2.1.3 측량방법

- 국토지리정보원 기준점확인 : GPS(VRS)직접측량을 실시하여 고시된 통합기준점의 좌표를 확인하고 오차를 검토함.
- 현장 보조기준점 측량 : GPS(VRS) 직접측량을 실시하여 통합기준점과의 오차를 보정하여 좌표를 확정함.
- 현황측량 : GPS측량을 실시하여 지형 및 주변 구조물의 위치를 직접 관측하였음.
- 수심측량 : 하늘저수지는 표적에 의한 직접 측량을 실시하였음.

2.2 인원투입계획

참여 분야	성 명	비 고
조사 및 계획	김 상 균	측량및지형공간정보기사
조사 및 측량	김 상 균	
측 량	김 상 균, 이 재 학	측량기능사

한국농어촌공사

한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량	1	15-Dec-2019	8 / 27		

2.3 예정공정표

공 종	10월						11월						비 고
	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	
측량준비 및 계획수립													
측량작업 및 의입													
내업 및 성과표작성													
기 타													

※ 휴일 및 공휴일 제외

한국농어촌공사

kF 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량		1	15-Dec-2019	13 / 27	

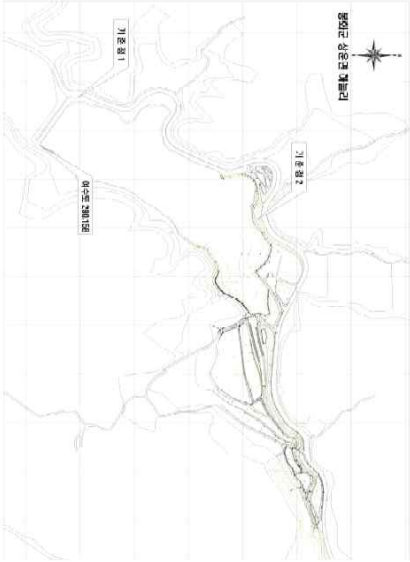
첨 부

- 현황 측량도
- 기술자 자격증사본
- 측량정비 성능검사서

◦ 현황 측량도

한국농어촌공사

kF 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량		1	15-Dec-2019	15 / 27	



한국농어촌공사

kF 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량		1	15-Dec-2019	16 / 27	

◦ 기술자자격증사본

한국농어촌공사

kf 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량		1	15-Dec-2019	17 / 27	

10-01-371135

주 의 사 항

1. 국가기술자격증은 취득후 5년간 유효하며 유효기간 만료 시 갱신하여야 합니다.

2. 국가기술자격증 취득자는 주소와 촬영을 한 시점에 변동이 없도록 사진은 최근 3개월 이내 촬영한 것으로 하여야 합니다.

3. 국가기술자격증 취득 후 5년 이내에는 국가기술자격 취득소의 규정에 의하여 1년 이하의 범위 또는 50%이하의 시험의 정답률에 의해, 소정시험이 1회 이상 재검을 하게 되면 같은 점 50%의 규정에 의하여 국가기술자격 취득소로부터 3개월 이내의 범위에서 정지됩니다.

4. 국가기술자격 취득 후 5년 이내에는 국내에서 국가기술자격증 주무부처에 재검신청하여야 합니다.

국가기술자격증

관리번호 942340102825

성 명 김상규

시험종류 1380

측량설비관리관계 부 기사

생년월일 1968.11.17

주소 경기 고양시일성서구 단원동 1472 단원마을 902호40호

한국산업인력공

보통 자격증 1급

국가기술사 시험 성적

종 목 명	차량번호	출제일차	합격점수	합격사실
농업기계공학관련기사	980900002825	2019.11.17	합격	합격
이 외 기 타				

2019년 04월 15일 재검부

한국농어촌공사

kf 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량		1	15-Dec-2019	18 / 27	

◦ 측량장비 성능검사서

한국농어촌공사

kf 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량		1	15-Dec-2019	19 / 27	

측량기기 성능검사서

회사명	(주)신원엔지니어링	사업자등록번호	1108172095
등록번호(측량업)	신원정	등록기관(측량업)	
대표자	신원정	생년월일	
주소	경기도 고양시 덕양구 미산로 140번길 54 3층	전화번호	
측량기기명	규격	기타번호	제조회사명
토폴스테이션	DS-102AC+	JN1004	TOPCON
특기사항	경사필름 일련번호 : 1710602		

2017-11-08 ~ 2020-11-07

위한국출판 (인)

불일: 성능검사 결과서

한국농어촌공사

kf 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project	Doc. No	Version	Date	Page	
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량		1	15-Dec-2019	20 / 27	

수평각 기측부 (HZ ANGLE MEASUREMENT)

신청일 Applicant	신청명	기기 번호 Serial No	모델 번호 Model No	신청일 Application date	검사일 Inspection date
2017-10-31	이원태	JN1004	DS-102AC+	2017-10-31	2017-11-07

측량점	수평각	수평각				허용차량	허용범위	결과
		1차	2차	3차	4차			
1차측량점	09°	09°	09°	09°	±0.5"	±0.5"	합격	
	09°	09°	09°	09°	±0.5"	±0.5"	합격	
2차측량점	09°	09°	09°	09°	±0.5"	±0.5"	합격	
	09°	09°	09°	09°	±0.5"	±0.5"	합격	

연직각 기측부 (V ANGLE MEASUREMENT)

신청일 Applicant	신청명	기기 번호 Serial No	모델 번호 Model No	신청일 Application date	검사일 Inspection date
2017-10-31	이원태	JN1004	DS-102AC+	2017-10-31	2017-11-07

고도각 Angle point	중 Front	후 Rear	고도각수 360°-(후+전)	허용범위 Allowance	판정 Result
-30도	120도	0도	13.0도	±3.0"	합격
0도	60도	0도	4.0도	±2.0"	합격
+30도	60도	0도	11.0도	±3.0"	합격
0도	90도	0도	3.0도	±2.0"	합격

한국농어촌공사

kf 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project		Doc. No	Version	Date	Page
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량			1	15-Dec-2019	21 / 27

신청인 Applicant	신뢰성 신뢰성	기기 번호 Serial No	모델 번호 Model No	OS-103(A)	신청일 Application date	2017-10-31		
측량자 Surveyor	이경태				경시일 Inspection date	2017-11-07		
측점 번호 Observation Point	측점 Observation value	기준점 Baseline length	기준점 Coplanation value (span)	기준점 Coplanation Average	기준점 100 Difference	기준점 1000 Difference deviation	중점 평균 Average	중점 결과 Result
1	31.8900			31.8900				
2	31.8900			31.8900				
3	31.8900			31.8900				
4	31.8900			31.8900				
5	31.8900			31.8900				
6	31.8900			31.8900				
7	31.8900			31.8900				
8	31.8900			31.8900				
9	31.8900			31.8900				
10	31.8900			31.8900				
1	106.2340			106.2340				
2	106.2340			106.2340				
3	106.2340			106.2340				
4	106.2340			106.2340				
5	106.2340			106.2340				
6	106.2340			106.2340				
7	106.2340			106.2340				
8	106.2340			106.2340				
9	106.2340			106.2340				
10	106.2340			106.2340				

한국농어촌공사

kf 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project		Doc. No	Version	Date	Page
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량			1	15-Dec-2019	22 / 27

측점 번호 Observation Point	측점 Observation value	기준점 Baseline length	기준점 Coplanation value (span)	기준점 Coplanation Average	기준점 100 Difference	기준점 1000 Difference deviation	중점 평균 Average	중점 결과 Result
1	159.3030			159.3030				
2	159.3030			159.3030				
3	159.3030			159.3030				
4	159.3030			159.3030				
5	159.3030			159.3030				
6	159.3030			159.3030				
7	159.3030			159.3030				
8	159.3030			159.3030				
9	159.3030			159.3030				
10	159.3030			159.3030				
1	189.9900			189.9900				
2	189.9900			189.9900				
3	189.9900			189.9900				
4	189.9900			189.9900				
5	189.9900			189.9900				
6	189.9900			189.9900				
7	189.9900			189.9900				
8	189.9900			189.9900				
9	189.9900			189.9900				
10	189.9900			189.9900				

한국농어촌공사

kf 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project		Doc. No	Version	Date	Page
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량			1	15-Dec-2019	23 / 27

측점 번호 Observation Point	측점 Observation value	기준점 Baseline length	기준점 Coplanation value (span)	기준점 Coplanation Average	기준점 100 Difference	기준점 1000 Difference deviation	중점 평균 Average	중점 결과 Result
1	74.3440			74.3440				
2	74.3440			74.3440				
3	74.3440			74.3440				
4	74.3440			74.3440				
5	74.3440			74.3440				
6	74.3440			74.3440				
7	74.3440			74.3440				
8	74.3440			74.3440				
9	74.3440			74.3440				
10	74.3440			74.3440				
1	127.4740			127.4740				
2	127.4740			127.4740				
3	127.4740			127.4740				
4	127.4740			127.4740				
5	127.4740			127.4740				
6	127.4740			127.4740				
7	127.4740			127.4740				
8	127.4740			127.4740				
9	127.4740			127.4740				
10	127.4740			127.4740				

한국농어촌공사

kf 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project		Doc. No	Version	Date	Page
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량			1	15-Dec-2019	24 / 27

측점 번호 Observation Point	측점 Observation value	기준점 Baseline length	기준점 Coplanation value (span)	기준점 Coplanation Average	기준점 100 Difference	기준점 1000 Difference deviation	중점 평균 Average	중점 결과 Result
1	136.0900			136.0900				
2	136.0900			136.0900				
3	136.0900			136.0900				
4	136.0900			136.0900				
5	136.0900			136.0900				
6	136.0900			136.0900				
7	136.0900			136.0900				
8	136.0900			136.0900				
9	136.0900			136.0900				
10	136.0900			136.0900				
1	51.1250			51.1250				
2	51.1250			51.1250				
3	51.1250			51.1250				
4	51.1250			51.1250				
5	51.1250			51.1250				
6	51.1250			51.1250				
7	51.1250			51.1250				
8	51.1250			51.1250				
9	51.1250			51.1250				
10	51.1250			51.1250				

한국농어촌공사

kF 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project		Doc. No	Version	Date	Page
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량			1	15-Dec-2019	25 / 27


점 번호 Point Number	측점 Observation Point	구속도 Observation value	기준선 Baseline length	거점조정량 Correction value (ppm)	기준선 Correction value	평균값 Average	오차 Difference	허용 범위 Standard deviation	측량 결과 Average	결과 Result
1	3	83.7510	83.7541	-0.0002	83.7510	83.7510	0.0004	0.0000	0.015	합격 PASS
2		83.7510			83.7513					
3		83.7510			83.7519					
4		83.7510			83.7510					
5		83.7510			83.7513					
6		83.7510			83.7513					
7		83.7510			83.7519					
8		83.7510			83.7519					
9		83.7510			83.7519					
10		83.7510			83.7513					
1	4	10.8250	10.8259	0.0008	10.8250	10.8259	0.0005	0.0000	0.015	합격 PASS
2		10.8250			10.8258					
3		10.8250			10.8258					
4		10.8250			10.8253					
5		10.8250			10.8259					
6		10.8250			10.8258					
7		10.8250			10.8258					
8		10.8250			10.8258					
9		10.8250			10.8259					
10		10.8250			10.8258					

※ 관측방법은 기준수가 1/2n(n-1), (n = n-측점수)가 되도록 하여 한다.
 (예) 측정기 5개일 경우 10개의 기준선(1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 2-3, 2-4, 2-5, 3-4, 3-5, 4-5)

한국농어촌공사

kF 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project		Doc. No	Version	Date	Page
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량			1	15-Dec-2019	26 / 27

(별첨 3페이지)

측량기 성능검사서				
회사명	(주)신화엔지니어링		사업자등록번호	1108172095
등록번호(측량업)			등록기관(측량업)	
대표자	신화영		생년월일	
주소	경기도 고양시 덕양구 마상로 140번길 54 3층		전화번호	—
측량기기명	규격	기기번호	제조회사명	검사결과 등급 검사 유효기간
GPS수신기	Hiper SR	1209-11402	TOPCON	1 2019-02-27 ~ 2022-02-26
특기사항	검사일중 일련번호 : 191091			
「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제92조 및 같은 법 시행규칙 제103조제1항에 따라 측량기기 성능검사서를 발급합니다.				
2019년 02월 26일				
 권한국점원 (인)				
붙임: 성능검사 결과서				

한국농어촌공사

kF 한국농어촌공사		MEASUREMENT REPORT			
Project		Doc. No	Version	Date	Page
하늘지구 농업용수 수질개선사업 현황측량			1	15-Dec-2019	27 / 27

GPS 관측기록부
(GPS MEASUREMENT)

1. 관측기록부(Observation Record)

관측점 Observation Point	구속도 Observation value	기준선 Baseline length	거점조정량 Correction value	기준선 Correction value	평균값 Average	오차 Difference	허용 범위 Standard deviation	측량 결과 Average	결과 Result
10.8250	11.8119								

2. 사용 소프트웨어(Processing software)

회사명 Company	소프트웨어명 Software Name	버전 Version	비고 Remark
TOPCON	GPS SW	7.82	

3. 기준선 비교치(Comparing difference of baseline length)

구분 Classification	기준선 Observation value	기준선 Baseline length	오차 Difference	허용범위 Allowance	결과 Result
기준점(L1/L2)	19821.7280	19821.7284	3.6	15	합격 PASS
기준점(L2/L3)	20040.4207	20040.4203	3.5	15	합격 PASS

4.3차원 지상좌표차량차(X,Y,Z Coordinate difference)

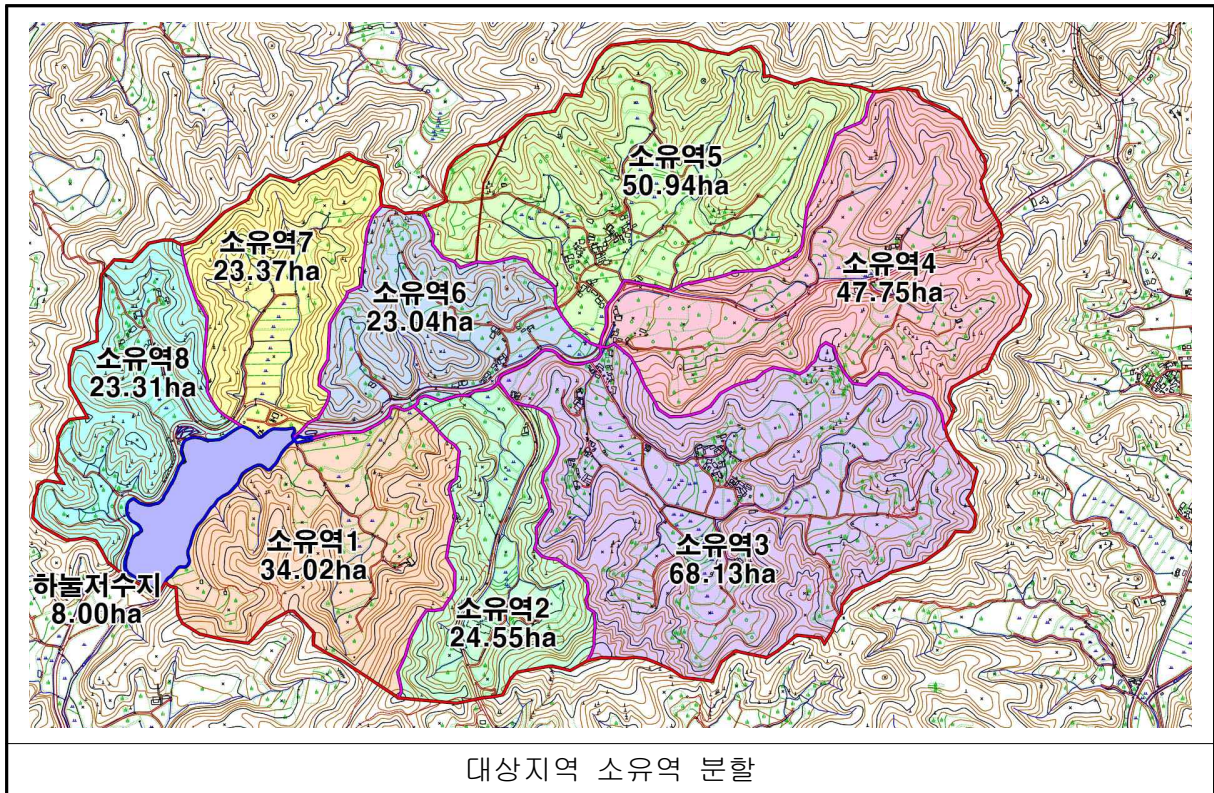
점번호 Observation value	X좌표 X-coordinate	Y좌표 Y-coordinate	Z좌표 Z-coordinate	허용범위 Allowance	결과 Result
1	-309.908 8920	-309.908 8919	0.2	15.0	합격 PASS
2	404893.4384	404893.4382	0.2	15.0	합격 PASS
3	198282.4910	198282.4908	12.1	15.0	합격 PASS

5. 단위삼각형 또는 폐환형(Loop closure of unit triangle)

점 번호 Point Number	측점 Observation value	기준선 Baseline length	오차 Difference	결과 Result
10.4	83.4	198282.4910 + 309.908 8919 + 404893.4382 - 198282.4908 - 309.908 8920 - 404893.4382	0.0	합격 PASS

한국농어촌공사

8.6 유역도 및 면적표



소유역	읍·면·동	리	지목별 면적(ha)					
			계	전	답	임야	대지	기타
총 계 (%)			295.11 (100.0)	24.91 (8.44)	64.29 (21.78)	172.45 (58.44)	4.42 (1.50)	29.04 (9.84)
하늘 I	상운면	하늘리	34.03	2.58	7.91	20.66	0.11	2.77
하늘 II	봉성면	외삼리	24.55	2.30	5.39	13.86	0.09	2.91
하늘 III	봉성면	외삼리	68.13	9.07	15.61	36.24	1.56	5.65
하늘 IV	봉성면	외삼리	47.74	2.18	11.64	29.16	0.29	4.47
하늘 V	봉성면	외삼리	50.94	4.34	11.07	28.64	1.70	5.19
하늘 VI	봉성면	외삼리	23.04	1.25	4.93	13.15	0.36	3.35
하늘 VII	상운면	하늘리	23.37	2.47	3.63	15.39	0.10	1.78
하늘 VIII	상운면	하늘리	23.31	0.71	4.11	15.35	0.21	2.93

주) 하늘저수지 수면적(8.00ha) 제외, 유역면적은 최신 수치지도 및 GIS를 이용하여 재산정한 것임

8.7 연도별 월별 강우량

[단위 : mm]

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	비고
2014	3.3	2.4	40.9	51.0	79.1	106.8	81.0	324.7	136.4	127.5	29.3	9.3	-
2015	13.6	12.3	29.6	66.0	32.0	92.9	85.1	99.5	17.9	53.7	66.6	20.0	-
2016	3.5	48.8	38.4	124.5	56.2	46.0	416.5	61.8	97.9	74.9	23.5	52.8	-
2017	4.9	23.5	21.6	90.5	18.3	37.1	255.3	201.5	65.5	57.0	7.0	13.1	-
2018	7.5	15.0	75.2	165.0	140.2	69.9	228.7	319.4	111.7	88.5	45.6	24.0	-
평균	6.6	20.4	41.1	99.4	65.2	70.5	213.3	201.4	85.9	80.3	34.4	23.8	-

8.8 유역별 유출량 산정 결과

소유역 번호	유역면적 (ha)	유출율 (%)	년평균 유입량 (천 ³ /년)	일평균 유입량(㎥/일)		
				총 유입	일30mm 이하	일30mm 초과
하늘 I	34.03	66.3	285.7	782.9	711.0	5,960.5
하늘 II	24.55	66.1	205.4	526.7	509.5	4,132.2
하늘 III	68.13	60.1	520.0	1,424.9	1,309.4	10,225.0
하늘 IV	47.74	68.6	414.7	1,136.2	1,032.7	8,584.1
하늘 V	50.94	64.3	333.5	913.8	833.7	6,795.1
하늘 VI	23.04	69.3	201.9	553.0	498.9	3,633.0
하늘 VII	23.37	62.5	184.9	506.6	465.5	3,657.1
하늘 VIII	23.31	79.8	205.1	561.9	510.9	3,959.7
저수지	8.0	-	-	-	-	-
계	303.11	-	2,351.2	6,441.5	5,871.5	46,946.8

8.9 저수지 내용적(사업시행 전후)

수위 (EL.m)	시 행 전 (A)			시 행 후 (B)		내용적증감 (B-A)
	표고별면적 (㎡)	내용적 (㎥)	누가내용적 (㎥, A)	내용적 (㎥)	누가내용적 (㎥, B)	
279.0	-	0	0	0	0	-
279.2 (바닥고)	-	0	0	0	0	-
280.0	250	250	250	250	250	-
281.0	1,000	1,000	1,250	1,490	1,740	490
282.0	2,650	2,650	3,900	2,827	4,567	667
282.3 (사수위)	5,200	5,200	9,100	5,909	10,457	1,375
283.0	14,050	14,050	23,150	15,571	26,047	2,897
284.0	26,700	26,700	49,850	26,946	52,993	3,143
285.0	35,100	35,100	84,950	33,618	86,612	1,662
286.0	42,700	42,700	127,650	43,980	130,591	2,941
287.0	51,125	51,125	178,775	50,775	181,367	2,592
288.0	58,575	58,575	237,350	57,815	239,182	1,832
289.0	66,000	66,000	303,350	65,555	304,736	1,386
290.0	73,250	73,250	376,600	73,153	377,889	1,289
290.3 (만수위)	78,475	78,475	455,075	78,421	456,310	1,235
291.0	83,725	83,725	538,800	83,725	540,035	1,235
291.3 (홍수위)	88,252	88,252	627,325	88,525	628,560	1,235
292.0	-	-	-	-	-	-
293.0	-	-	-	-	-	-
293.2 (제정고)	-	-	-	-	-	-

주) 시행 후 내용적은 침강지 설치 용적과 침강지 준설을 반영한 결과임

8.10 수질예측결과 데이터

8.10.1 수질모형 HSPF

```

RUN
GLOBAL
  UCI Created by WinHSPF for Hanul
  START      2011/01/01 00:00  END      2019/10/02 23:00
  RUN INTERP  OUTPUT LEVELS  1  0
  RESUME     0 RUN           1          UNITS   1
END GLOBAL

FILES
<FILE> <UN#>***<----FILE NAME----->
MESSU   24  Hanul.ech
        91  Hanul.out
WDM1    25  Hanul.wdm
WDM2    26  271.wdm
BINO    92  Hanul.hbn
END FILES

OPN SEQUENCE
  INGRP           INDELT 01:00
  PERLND         101
  PERLND         102
  PERLND         103
  PERLND         104
  PERLND         105
  PERLND         106
  IMPLND         101
  RCHRES         5
  RCHRES         4
  RCHRES         3
  RCHRES         2
  RCHRES         6
  RCHRES         1
  RCHRES         7
  RCHRES         8
  RCHRES         9
  END INGRP
END OPN SEQUENCE

PERLND
  ACTIVITY
  *** <PLS >
  *** x - x ATMP SNOW PWAT SED PST PWG PQAL MSTL PEST NITR PHOS TRAC ***
  101 106 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0
  END ACTIVITY

  PRINT-INFO
  *** < PLS>
  *** x - x ATMP SNOW PWAT SED PST PWG PQAL MSTL PEST NITR PHOS TRAC
  101 106 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 9
  END PRINT-INFO

  BINARY-INFO
  *** < PLS>
  *** x - x ATMP SNOW PWAT SED PST PWG PQAL MSTL PEST NITR PHOS TRAC
  101 106 4 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 Engl Metr Engl Metr
  *** x - x in out
  101 Urban 1 1 0 0 92 0
  102 Forest Land 1 1 0 0 92 0
  103 Bare Land 1 1 0 0 92 0
  104 Wetland 1 1 0 0 92 0
  105 Water 1 1 0 0 92 0
  106 Agricultural Land 1 1 0 0 92 0
  END GEN-INFO

  ATEMP-DAT
  *** <PLS > ELDAT AIRTEMP
  *** x - x (ft) (deg F)
  101 106 0. 32.
  END ATEMP-DAT

  ICE-FLAG
  *** <PLS > Ice-
  *** x - x flag
  101 106 1
  END ICE-FLAG

  SNOW-FLAGS
  *** <PLS >
  *** x - x SNOP VKM
  101 106 0 0

```

```

END SNOW-FLAGS

SNOW-PARM1
*** < PLS>      LAT      MELEV      SHADE      SNOWCF      COVIND      KMELT      TBASE
*** x - x      degrees  (ft)        0.3         1.2         (in)        (in/d.F)   (F)
101 106        36.        800.        0.3         1.2         10.         0.3         32.
END SNOW-PARM1

SNOW-PARM2
*** < PLS>      RDSCN      TSNOW      SNOEVP      CCFACT      MWATER      MGMELT
*** x - x      (deg F)   (deg F)   (deg F)   (deg F)   (in/day)   (in/day)
101 106        0.2        32.         0.1         2.          0.03        0.01
END SNOW-PARM2

PWAT-PARM1
*** < PLS>      Flags
*** x - x      CSNO RTOP UZFG VCS VUZ VNN VIFW VIRC VLE IFFC HWT IRRG IFRD
101 106        1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0
END PWAT-PARM1

PWAT-PARM2
*** < PLS>      FOREST      LZSN      INFILT      LSUR      SLSUR      KVARY      AGWRC
*** x - x      (in)        (in/hr)   (ft)        (ft)        (1/in)    (1/day)
101          0.          6.         0.21        150.        0.2191    0.5        0.999
102          1.          6.5        0.21        150.        0.2191    0.5        0.999
103          0.          6.5        0.21        150.        0.2191    0.5        0.999
104          1.          6.5        0.21        150.        0.2191    0.5        0.999
105          0.          4.         0.21        150.        0.2191    0.5        0.999
106          0.          6.         0.21        150.        0.2191    0.5        0.999
END PWAT-PARM2

PWAT-PARM3
*** < PLS>      PETMAX      PETMIN      INFEXP      INFILD      DEEPFR      BASETP      AGWETP
*** x - x      (deg F)   (deg F)   (deg F)   (deg F)   (deg F)   (deg F)
101 106        40.        35.         2.          2.          0.1         0.1         0.1
END PWAT-PARM3

PWAT-PARM4
*** < PLS>      CEPSC      UZSN      NSUR      INTFW      IRC      LZETP
*** x - x      (in)        (in)        (in)        (1/day)   (1/day)
101 106        0.1        1.128       0.2         0.9         0.55        0.
END PWAT-PARM4

PWAT-STATE1
*** < PLS>      PWATER state variables (in)
*** x - x      CEPS      SURS      UZS      IFWS      LZS      AGWS      GWVS
101 106        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          0.05 0.05 0.05 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.05 0.05 0.05
102          0.08 0.08 0.08 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.08 0.08 0.08
103          0.1 0.1 0.1 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.1 0.1 0.1
104 106      0.05 0.05 0.05 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.05 0.05 0.05
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
101 106      0.2 0.2 0.3 0.3 0.5 0.5 0.5 0.5 0.3 0.3 0.2 0.2
END MON-LZETPARM

PSTEMP-PARM1
*** < PLS>      Flags for section PSTEMP
*** x - x      SLTV ULTV LGTV TSOP
101 106        0 0 0 1
END PSTEMP-PARM1

PSTEMP-PARM2
*** < PLS>      ASLT      BSLT      ULTP1      ULTP2      LGTP1      LGTP2
*** x - x      (deg F)  (deg F)  (deg F)  (deg F)  (deg F)  (deg F)
101 106        60        0.8       60         0.8       70         0
END PSTEMP-PARM2

PWT-PARM1
*** < PLS>      Flags for section PWTGAS
*** x - x      IDV ICV GDV GVC
101 106        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)
101 106        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
101 106      13. 12. 11. 10. 9. 8. 7. 8. 9. 10. 11. 12.
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
101 106 13. 12. 11. 10. 9. 8. 7. 8. 9. 10. 11. 12.
END MON-GRNDDOX

NQUALS
*** <PLS >
*** x - x NQUAL
101 106 4
END NQUALS

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 106NH3+NH4 LBS 0 0 0 1 0 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 0.011 0. 0. 0.003 0.005 45. 0. 0.
102 0.01 0. 0. 0.006 0.350 45. 0. 0.
103 0.011 0. 0. 0.006 0.350 45. 0. 0.
104 106 0.122 0. 0. 0.017 0.085 45. 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 .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
102 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
103 .00340.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
104 106 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 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 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
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 1060.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
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
101 106 0.2 0.2 0.18 0.13 0.1 0.1 0.08 0.16 0.07 0.09 0.15 0.16
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
101 106 0.2 0.2 0.18 0.13 0.1 0.1 0.05 0.2 0.05 0.07 0.1 0.15
END MON-GRND-CONC

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 106NO3 LBS 0 0 0 1 0 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 0.25 0. 0. 0.068 0.17 7. 0. 0.
102 1.4 0. 0. 0.106 0.53 7. 0. 0.
103 0.25 0. 0. 0.08 0.4 7. 0. 0.
104 106 0.45 0. 0. 0.338 1.69 7. 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 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
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 0.0130.0150.0160.0180.0180.0180.0180.0180.0180.0160.0150.013
104 106 0.09 0.12 0.15 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.18 0.15 0.12 0.09
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 0.09 0.11 0.12 0.13 0.13 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.09
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 60.36 0.48 0.6 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.6 0.48 0.36
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
101 106 12.5 10.9 10.1 9.8 10.1 10.0 10.6 5.3 10.8 11.0 11.7 11.9
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
101 106 12.5 10.9 10.1 9.8 10.1 10.0 10.6 5.3 10.8 11.0 11.7 11.9
END MON-GRND-CONC

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 106ORTHO P LBS 0 0 0 1 0 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
101 0.017 0. 0. 0.0042 0.014 5. 0. 0.
102 0.38 0. 0. 0.042 0.14 5. 0. 0.
103 0.017 0. 0. 0.0042 0.014 5. 0. 0.
104 106 0.04 0. 0. 0.028 0.070 5. 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 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
102 0.0030.0030.0050.007 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.010.0050.003
103 .00330.0040.0050.0120.0120.0120.0120.0120.0080.004.0033
104 106 0.01 0.01 0.01 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.01 0.01 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 0.0040.0050.0070.0150.0150.0150.0150.0150.0110.0050.004
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 1060.0510.0540.0580.0690.0690.0690.0690.0690.0580.0540.051
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
101 106 0.13 0.08 0.1 0.15 0.11 0.08 0.13 0.11 0.15 0.13 0.11 0.1
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
101 106 0.13 0.08 0.1 0.15 0.11 0.08 0.13 0.11 0.15 0.13 0.11 0.1
END MON-GRND-CONC

QUAL-PROPS
*** <PLS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW VPFS QSO VQO QIFW VIQC QAGW VAQC
101 106BOD LBS 0 0 0 1 0 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
101 1 0 0 0.7 5.1 2 0 0
102 5 0 0 0.36 1.8 2 0 0
103 1 0 0 0.042 0.21 2 0 0
104 106 3 0 0 0.7 5.1 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 0.18 0.18 0.18 0.24 0.24 0.24 0.28 0.28 0.28 0.28 0.18 0.18
102 0.41 0.41 0.41 0.65 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 0.28 0.18 0.18
104 106 0.6 0.6 0.6 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.6 0.6 0.6
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 1.6 1.6 1.6 2. 2. 2.4 2.4 2.4 2.4 1.6 1.6
102 6. 6. 8. 12. 12. 12. 9.6 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
104 106 9. 9. 9. 12. 12. 12. 12. 12. 9. 9. 9.
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
101 106 18.6 19.8 22.2 24.6 27 30.6 36 30.6 25.8 21.6 18.6 16.2
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
101 106 3.1 3.3 3.7 4.1 4.5 5.1 6. 5.1 4.3 3.6 3.1 2.7
END MON-GRND-CONC

END PERLND

IMPLND
ACTIVITY
*** <ILS > Active Sections
*** x - x ATMP SNOW IWAT SLD IWG IQAL
101 1 1 1 0 1 1
END ACTIVITY

PRINT-INFO
*** <ILS > ***** Print-flags ***** PIVL PYR
*** x - x ATMP SNOW IWAT SLD IWG IQAL *****
101 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 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 Urban 1 1 0 0 92 0
END GEN-INFO

ATEMP-DAT
*** <ILS > ELDAT AIRTEMP
*** x - x (ft) (deg F)
101 0. 32.
END ATEMP-DAT

SNOW-PARM1
*** <ILS> LAT MELEV SHADE SNOWCF COVIND KMELT TBASE
*** x - x degrees (ft) (in) (in/d.F) (F)
101 36. 800. 0.3 1.2 10. 0.3 32.
END SNOW-PARM1

IWAT-PARM1
*** <ILS > Flags
*** x - x CSNO RTOP VRS VNN RTLI
101 1 0 0 0 0
END IWAT-PARM1

IWAT-PARM2
*** <ILS > LRSUR SLSUR NSUR RETSC
*** x - x (ft) (in)
101 150. 0.2191 0.05 0.1
END IWAT-PARM2

IWAT-PARM3
*** <ILS > PETMAX PETMIN
*** x - x (deg F) (deg F)
101 40. 35.
END IWAT-PARM3

IWAT-STATE1
*** <ILS > IWATER state variables (inches)
*** x - x RETS SURS
101 0.01 0.01
END IWAT-STATE1

IWT-PARM1
*** <ILS > Flags for section IWTGAS
*** x - x WTFV CSNO
101 0 0
END IWT-PARM1

IWT-PARM2
*** Second group of IWTGAS parms
*** <ILS > ELEV AWTF BWTF
*** x - x (ft) (deg F) (deg F/F)
101 120. 32. 0.5
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 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 0.55 0.55 0.65 0.75 0.9 1.1 1.2 1.1 1.0 0.65 0.65 0.6
END MON-BWTF

NQUALS
*** <ILS >
*** x - x NQUAL
101 4
END NQUALS

QUAL-PROPS
*** <ILS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW QSO VQO
101 NH3+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 1. 0. 0.17 1.7 45.
END QUAL-INPUT

QUAL-PROPS
*** <ILS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW QSO VQO
101 NO3 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 0.45 0. 0.0169 0.169 0.5
END QUAL-INPUT

QUAL-PROPS
*** <ILS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW QSO VQO
101 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 0.04 0. 0.001 0.035 15.
END QUAL-INPUT

QUAL-PROPS
*** <ILS > Identifiers and Flags
*** x - x QUALID QTID QSD VPFW QSO VQO
101 BOD 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 3. 0. 0.0279 0.544 1.
END QUAL-INPUT

END IMPLND

RCHRES
ACTIVITY
*** RCHRES Active sections
*** x - x HYFG ADFG CNFG HTFG SDFG GQFG OXFG NUFG PKFG PHFG
1 9 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 9 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 9 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 9                1 1 91 0 0 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 9 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. 0.26 74. 6. 0.1 0.01
2 0. 2. 0.39 115. 6. 0.1 0.01
3 0. 3. 0.52 213. 6. 0.1 0.01
4 0. 4. 0.62 518. 6. 0.1 0.01
5 0. 5. 0.59 337. 6. 0.1 0.01
6 0. 6. 0.53 247. 6. 0.1 0.01
7 0. 7. 0.44 150. 6. 0.1 0.01
8 0. 8. 0.41 135. 6. 0.1 0.01
9 0. 9. 0.35 802. 6. 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 9 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

ADCALC-DATA
*** RCHRES Data for section ADCALC
*** x - x CRRAT VOL (ac-ft)
1 9 1.7 100.
END ADCALC-DATA

HT-BED-FLAGS
*** RCHRES Bed Heat Conductance Flags
*** x - x BDFG TGFG TSTP
1 9 1 3 55
END HT-BED-FLAGS

HEAT-PARM
*** RCHRES ELEV ELDAT CFSAXE KATRAD KCOND KEVAP
*** x - x (ft) (ft)
1 9 123. 2. 0.77 9. 8. 1.98
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 9 0.33 59. 30. 1.7
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 9 36 37 45 55 63 68 73 86 77 63 50 41
END MON-HT-TGRND

HEAT-INIT
*** RCHRES TW AIRTMP
*** x - x (deg F) (deg F)
1 9 40. 34.
END HEAT-INIT

BENTH-FLAG
*** RCHRES Benthic release flag
*** x - x BENF
1 9 1
END BENTH-FLAG

OX-FLAGS
*** RCHRES Oxygen flags
*** x - x REAM
1 9 3
END OX-FLAGS

OX-GENPARG
*** RCHRES KBOD20 TCBOD KODSET SUPSAT
*** x - x /hr ft/hr
1 9 0.003 1.047 0. 1.5
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
1 9 30. 1.047 1.22 0.001 0.001 2.82
END OX-BENPARG

OX-CFOREA

```

```

*** RCHRES Reaeration correction coefficient
*** x - x CFOREA
1 9 0.8
END OX-CFOREA

OX-REAPARM
*** RCHRES TCGINV REAK EXPRED EXPREV
*** x - x /hr
1 9 1.047 0.538 -1.673 0.969
END OX-REAPARM

OX-INIT
*** RCHRES DOX BOD SATDO
*** x - x mg/l mg/l mg/l
1 9 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 9 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 9 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 9 0.0 0.0 0.05 0.05 0.001
END NUT-BENPARM

NUT-NITDENIT
*** RCHRES KTAM20 KNO220 TCNIT KNO320 TC DEN DENOX
*** x - x /hr /hr /hr /hr mg/l
1 9 0.02 0.05 1.047 0.2 1.045 3.
END NUT-NITDENIT

NUT-DINIT
*** RCHRES NO3 TAM NO2 PO4
*** x - x mg/l mg/l mg/l mg/l
1 9 4. 0.1 0. 0.05 7.
END NUT-DINIT

PLNK-FLAGS
*** RCHRES Plankton flags
*** x - x PHYF ZOO BALF SDLT AMRF DECF NSFG ZFOO BNP
1 9 1 0 0 0 0 1 1 2 0
END PLNK-FLAGS

PLNK-AD-FLAGS
*** Atmospheric Deposition Flags
*** RCHRES ORN ORP ORC
*** x - x <F><C> <F><C> <F><C>
1 9 0 0 0 0 0
END PLNK-AD-FLAGS

PLNK-PARM1
***RC HRES RATCLP NONREF LITSED ALNPR EXTB MALGR PARADF
*** x - x l/mg.ft /ft /hr
1 9 2 0.7 0. 0.5 0.3 0.3 1.
END PLNK-PARM1

PLNK-PARM2
***RC HRES CMLLT CMMN CMMNP CMMPP TALGRH TALGRL TALGRM
*** x - x ly/min mg/l mg/l mg/l deg F deg F deg F
1 9 0.01 0.005 0.005 0.015 95. 32. 59.
END PLNK-PARM2

PLNK-PARM3
*** RCHRES ALR20 ALDH ALDL OXALD NALDH PALDH
*** x - x /hr /hr /hr /hr mg/l mg/l
1 9 0.001 0.01 0.001 0.03 0.001 0.001
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 9 0.10 2.5 50 70 0 0
END PHYTO-PARM

BENAL-PARM
***RC HRES MBAL CFBALR CFBALG MINBAL CAMPR FRAVL NMAXFX
*** x - x mg/m2 mg/m2 mg/m2 mg/l mg/l mg/l
1 9 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 mg/l
1 9 0.5 0.03 2500. 0.5 0.1 0.5

```

```

END PLNK-INIT
END RCHRES
FTABLES
FTABLE      5
rows cols   ***
 8      4
depth      area  volume  outflow1 ***
 0.        0.22   0.       0.
 0.04     0.22   0.01    0.02
 0.37     0.28   0.09    1.11
 0.46     0.29   0.12    1.62
 0.58     0.88   0.22    2.25
 0.69     0.92   0.32    4.19
 11.85    4.55   30.79   2821.78
 23.      8.17   101.74  13931.21
END FTABLE  5

FTABLE      4
rows cols   ***
 8      4
depth      area  volume  outflow1 ***
 0.        0.22   0.       0.
 0.04     0.22   0.01    0.02
 0.37     0.28   0.09    1.11
 0.46     0.29   0.12    1.62
 0.58     0.88   0.22    2.25
 0.69     0.92   0.32    4.19
 11.85    4.55   30.79   2821.78
 23.      8.17   101.74  13931.21
END FTABLE  4

FTABLE      3
rows cols   ***
 8      4
depth      area  volume  outflow1 ***
 0.        1.62   0.       0.
 0.07     1.65   0.11    0.62
 0.67     1.93   1.18    28.69
 0.83     2.01   1.51    41.67
 1.04     6.06   2.76    55.97
 1.25     6.25   4.04    103.49
 21.5     25.09  321.23  57871.05
 41.74    43.92  1019.68 271640.25
END FTABLE  3

FTABLE      2
rows cols   ***
 8      4
depth      area  volume  outflow1 ***
 0.        3.18   0.       0.
 0.09     3.23   0.29    1.01
 0.91     3.68   3.13    46.49
 1.14     3.81   3.98    67.46
 1.42     11.5   7.21    89.38
 1.71     11.82  10.53   164.73
 29.33    42.61  762.13  84581.6
 56.95    73.4   2364.25 385923.03
END FTABLE  2

FTABLE      6
rows cols   ***
 8      4
depth      area  volume  outflow1 ***
 0.        0.23   0.       0.
 0.04     0.24   0.01    0.06
 0.36     0.29   0.09    2.85
 0.45     0.31   0.12    4.15
 0.57     0.94   0.23    5.77
 0.68     0.98   0.33    10.76
 11.66    4.88   32.52   7285.36
 22.63    8.79   107.57  36016.78
END FTABLE  6

FTABLE      1
rows cols   ***
 8      4
depth      area  volume  outflow1 ***
 0.        1.68   0.       0.
 0.12     1.7   0.2     0.86
 1.2      1.91   2.16    39.75
 1.5      1.97   2.74    57.66
 1.88     5.93   4.94    75.6
 2.25     6.07   7.19    139.
 38.67    19.96  481.21  66611.
 75.09    33.85  1461.18 296134.75
END FTABLE  1

FTABLE      7
rows cols   ***
 8      4
depth      area  volume  outflow1 ***

```

```

0.      1.68      0.      0.
0.12   1.7      0.2     0.86
1.2    1.91     2.16    39.75
1.5    1.97     2.74    57.66
1.88   5.93     4.94    75.6
2.25   6.07     7.19    139.
38.67  19.96    481.21  66611.
75.09  33.85    1461.18 296134.75
END FTABLE 7

FTABLE 8
rows cols      ***
8 4
depth  area  volume  outflow1 ***
0.      1.68      0.      0.
0.12   1.7      0.2     0.86
1.2    1.91     2.16    39.75
1.5    1.97     2.74    57.66
1.88   5.93     4.94    75.6
2.25   6.07     7.19    139.
38.67  19.96    481.21  66611.
75.09  33.85    1461.18 296134.75
END FTABLE 8

FTABLE 9
rows cols      ***
8 4
depth  area  volume  outflow1 ***
0.      1.68      0.      0.
0.12   1.7      0.2     0.86
1.2    1.91     2.16    39.75
1.5    1.97     2.74    57.66
1.88   5.93     4.94    75.6
2.25   6.07     7.19    139.
38.67  19.96    481.21  66611.
75.09  33.85    1461.18 296134.75
END FTABLE 9
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 279
WDM2 201 PREC METR SAME PERLND 101 106 EXTNL PREC
WDM2 203 ATEM METR SAME PERLND 101 106 EXTNL GATMP
WDM2 207 DEWP METR SAME PERLND 101 106 EXTNL DTMPG
WDM2 204 WIND METR SAME PERLND 101 106 EXTNL WINMOV
WDM2 205 SOLR METR SAME PERLND 101 106 EXTNL SOLRAD
WDM2 206 PEVT METR SAME PERLND 101 106 EXTNL PETINP
*** Met Seg 279
WDM2 201 PREC METR SAME IMPLND 101 EXTNL PREC
WDM2 203 ATEM METR SAME IMPLND 101 EXTNL GATMP
WDM2 207 DEWP METR SAME IMPLND 101 EXTNL DTMPG
WDM2 204 WIND METR SAME IMPLND 101 EXTNL WINMOV
WDM2 205 SOLR METR SAME IMPLND 101 EXTNL SOLRAD
WDM2 206 PEVT METR SAME IMPLND 101 EXTNL PETINP
*** Met Seg 279
WDM2 201 PREC METR SAME RCHRES 1 9 EXTNL PREC
WDM2 203 ATEM METR SAME RCHRES 1 9 EXTNL GATMP
WDM2 207 DEWP METR SAME RCHRES 1 9 EXTNL DEWTMPG
WDM2 204 WIND METR SAME RCHRES 1 9 EXTNL WIND
WDM2 205 SOLR METR SAME RCHRES 1 9 EXTNL SOLRAD
WDM2 208 CLOU METR SAME RCHRES 1 9 EXTNL CLOUD
END EXT SOURCES

SCHEMATIC
<-Volume-> <--Area--> <-Volume-> <ML#> *** <sb>
<Name> x <-factor-> <Name> x *** x x
PERLND 101 0.31 RCHRES 5 2
IMPLND 101 0.31 RCHRES 5 1
PERLND 104 5.15 RCHRES 5 2
PERLND 106 16.83 RCHRES 5 2
PERLND 102 91.00 RCHRES 5 2
PERLND 105 3.51 RCHRES 5 2
PERLND 101 2.11 RCHRES 4 2
IMPLND 101 2.11 RCHRES 4 1
PERLND 104 5.10 RCHRES 4 2
PERLND 106 19.90 RCHRES 4 2
PERLND 102 25.50 RCHRES 4 2
PERLND 105 1.69 RCHRES 4 2
PERLND 101 6.02 RCHRES 3 2
IMPLND 101 6.02 RCHRES 3 1
PERLND 104 25.76 RCHRES 3 2
PERLND 106 49.65 RCHRES 3 2
PERLND 102 64.31 RCHRES 3 2
PERLND 105 4.69 RCHRES 3 2
PERLND 101 2.01 RCHRES 2 2
IMPLND 101 2.01 RCHRES 2 1
PERLND 104 4.04 RCHRES 2 2
PERLND 106 24.03 RCHRES 2 2
PERLND 102 74.44 RCHRES 2 2
PERLND 105 3.29 RCHRES 2 2
PERLND 101 0.65 RCHRES 6 2
IMPLND 101 0.65 RCHRES 6 1

```

PERLND	104	2.89	RCHRES	6	2
PERLND	106	24.74	RCHRES	6	2
PERLND	102	22.49	RCHRES	6	2
PERLND	105	1.59	RCHRES	6	2
PERLND	101	4.22	RCHRES	1	2
IMPLND	101	4.22	RCHRES	1	1
PERLND	104	11.16	RCHRES	1	2
PERLND	106	21.94	RCHRES	1	2
PERLND	102	34.97	RCHRES	1	2
PERLND	103	1.08	RCHRES	1	2
PERLND	105	5.97	RCHRES	1	2
PERLND	101	0.50	RCHRES	7	2
IMPLND	101	0.50	RCHRES	7	1
PERLND	104	2.47	RCHRES	7	2
PERLND	106	12.73	RCHRES	7	2
PERLND	102	37.27	RCHRES	7	2
PERLND	105	1.62	RCHRES	7	2
PERLND	101	0.87	RCHRES	8	2
IMPLND	101	0.87	RCHRES	8	1
PERLND	104	0.57	RCHRES	8	2
PERLND	106	8.04	RCHRES	8	2
PERLND	102	39.93	RCHRES	8	2
PERLND	105	1.56	RCHRES	8	2
PERLND	101	0.92	RCHRES	9	2
IMPLND	101	0.92	RCHRES	9	1
PERLND	104	4.77	RCHRES	9	2
PERLND	106	1.52	RCHRES	9	2
PERLND	102	8.41	RCHRES	9	2
PERLND	103	0.10	RCHRES	9	2
PERLND	105	1.14	RCHRES	9	2
RCHRES	5		RCHRES	6	3
RCHRES	4		RCHRES	6	3
RCHRES	3		RCHRES	6	3
RCHRES	2		RCHRES	6	3
RCHRES	6		RCHRES	9	3
RCHRES	1		RCHRES	9	3
RCHRES	7		RCHRES	9	3
RCHRES	8		RCHRES	9	3
END SCHEMATIC					
EXT TARGETS					
<-Volume-> <-Grp> <-Member-><-Mult-->Tran <-Volume-> <Member> Tsys Aggr Amd ***					
<Name>	x	<Name>	x x<-factor->strg	<Name>	x <Name>qf tem strg strg***
RCHRES	1	HYDR RO		AVER WDM1	1001 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	OXR DOX 1 1		WDM1	1002 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	OXR BOD 1 1		WDM1	1003 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	NUTRX DNUST 1 1		WDM1	1004 DNUST1 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	NUTRX DNUST 2 1		WDM1	1005 DNUST2 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	NUTRX DNUST 4 1		WDM1	1006 DNUST4 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	PLANK PKST4 1 1		WDM1	1007 PKST41 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	PLANK PKST4 2 1		WDM1	1008 PKST42 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	PLANK PHYCLA 1 1		WDM1	1009 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	PLANK PKST3 1 1		WDM1	1010 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	PLANK PKST3 2 1		WDM1	1011 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	PLANK PKST3 3 1		WDM1	1012 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	PLANK PKST3 4 1		WDM1	1013 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	PLANK PKST3 5 1		WDM1	1014 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	PLANK PKST3 6 1		WDM1	1015 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	PLANK PHYTO 1 1		WDM1	1016 PHYTO 1 METR AGGR REPL
RCHRES	1	HTRCH TW 1 1		WDM1	1017 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	HYDR RO		AVER WDM1	2001 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	OXR DOX 1 1		WDM1	2002 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	OXR BOD 1 1		WDM1	2003 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	NUTRX DNUST 1 1		WDM1	2004 DNUST1 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	NUTRX DNUST 2 1		WDM1	2005 DNUST2 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	NUTRX DNUST 4 1		WDM1	2006 DNUST4 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK PKST4 1 1		WDM1	2007 PKST41 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK PKST4 2 1		WDM1	2008 PKST42 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK PHYCLA 1 1		WDM1	2009 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK PKST3 1 1		WDM1	2010 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK PKST3 2 1		WDM1	2011 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK PKST3 3 1		WDM1	2012 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK PKST3 4 1		WDM1	2013 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK PKST3 5 1		WDM1	2014 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK PKST3 6 1		WDM1	2015 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	PLANK PHYTO 1 1		WDM1	2016 PHYTO 1 METR AGGR REPL
RCHRES	2	HTRCH TW 1 1		WDM1	2017 TW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	HYDR RO		AVER WDM1	3001 FLOW 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	OXR DOX 1 1		WDM1	3002 DOX 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	OXR BOD 1 1		WDM1	3003 BOD 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	NUTRX DNUST 1 1		WDM1	3004 DNUST1 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	NUTRX DNUST 2 1		WDM1	3005 DNUST2 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	NUTRX DNUST 4 1		WDM1	3006 DNUST4 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK PKST4 1 1		WDM1	3007 PKST41 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK PKST4 2 1		WDM1	3008 PKST42 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK PHYCLA 1 1		WDM1	3009 PHYCLA 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK PKST3 1 1		WDM1	3010 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK PKST3 2 1		WDM1	3011 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK PKST3 3 1		WDM1	3012 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK PKST3 4 1		WDM1	3013 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK PKST3 5 1		WDM1	3014 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK PKST3 6 1		WDM1	3015 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	PLANK PHYTO 1 1		WDM1	3016 PHYTO 1 METR AGGR REPL
RCHRES	3	HTRCH TW 1 1		WDM1	3017 TW 1 METR AGGR REPL


```

RCHRES 9 PLANK PKST3 1 1 WDM1 9010 PKST31 1 METR AGGR REPL
RCHRES 9 PLANK PKST3 2 1 WDM1 9011 PKST32 1 METR AGGR REPL
RCHRES 9 PLANK PKST3 3 1 WDM1 9012 PKST33 1 METR AGGR REPL
RCHRES 9 PLANK PKST3 4 1 WDM1 9013 PKST34 1 METR AGGR REPL
RCHRES 9 PLANK PKST3 5 1 WDM1 9014 PKST35 1 METR AGGR REPL
RCHRES 9 PLANK PKST3 6 1 WDM1 9015 PKST36 1 METR AGGR REPL
RCHRES 9 PLANK PHYTO 1 1 WDM1 9016 PHYTO 1 METR AGGR REPL
RCHRES 9 HTRCH TW 1 1 WDM1 9017 TW 1 METR 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 PWTGAS POHT RCHRES INFLOW IHEAT
  PERLND PEST POPST 1 RCHRES INFLOW IQAL
  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 POUAL POUAL 1 RCHRES INFLOW NUIF1 2
  PERLND POUAL POUAL 2 RCHRES INFLOW NUIF1 1
  PERLND POUAL POUAL 3 RCHRES INFLOW NUIF1 4
  PERLND POUAL POUAL 4 0.4 RCHRES INFLOW OXIF 2
  PERLND POUAL POUAL 4 0.048 RCHRES INFLOW PKIF 3
  PERLND POUAL POUAL 4 0.0023 RCHRES INFLOW PKIF 4
  PERLND POUAL POUAL 4 0.301 RCHRES INFLOW PKIF 5
  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 IWTGAS SOHT RCHRES INFLOW IHEAT
  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 IQUAL SOQUAL 1 RCHRES INFLOW NUIF1 2
  IMPLND IQUAL SOQUAL 2 RCHRES INFLOW NUIF1 1
  IMPLND IQUAL SOQUAL 3 RCHRES INFLOW NUIF1 4
  IMPLND IQUAL SOQUAL 4 0.4 RCHRES INFLOW OXIF 2
  IMPLND IQUAL SOQUAL 4 0.048 RCHRES INFLOW PKIF 3
  IMPLND IQUAL SOQUAL 4 0.0023 RCHRES INFLOW PKIF 4
  IMPLND IQUAL SOQUAL 4 0.301 RCHRES INFLOW PKIF 5
  END MASS-LINK 1

  MASS-LINK 3
  <-Volume-> <-Grp> <-Member-><--Mult--> <-Target vols> <-Grp> <-Member-> ***
  <Name> <Name> x x<-factor-> <Name> <Name> x x ***
  RCHRES ROFLOW RCHRES INFLOW
  END MASS-LINK 3
END MASS-LINK

END RUN

```

8.10.2 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
Hanul reservoir
-----
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
* IS_SEDZLJ: SEDZLJ SEDIMENT DYNAMICS: 0-NOT USED, 1-USE (READ SEDFLUME FILES)
* ISDIVEX: 1 FOR WRITING EXTERNAL MODE DIVERGENCE TO SCREEN
* ISNEGH:  1 FOR SEARCHING FOR NEGATIVE DEPTHS AND WRITING TO SCREEN
* ISDIAG:  -1 TO ENABLE EFDC DIAGNOSTICS FILES, 0 TO GLOBALLY DISABLE
*          (OLD VARIABLE-ISMMC)
* ISBAL:   1 FOR ACTIVATING MASS, MOMENTUM AND ENERGY BALANCES AND
*          WRITING RESULTS TO FILE BAL.OUT
* IS2TIM:  0 FOR USING 3 TIME LEVELS,
*          1 FOR 2 TIME LEVEL, EXPLICIT MOMENTUM SOLUTION
*          2 FOR 2 TIME LEVEL, IMPLICIT MOMENTUM SOLUTION
* ISHOW:   1 TO SHOW PUV&S ON SCREEN, SEE INSTRUCTIONS FOR FILE show.inp
* ISTIMING:1 TO EVALUATE PROCEDURE SIMULATION TIMES
*
C2 ISRESTI ISRESTO ISRESTR IS_SEDZLJ ISLOG ISDIVEX ISNEGH ISMMC ISBAL IS2TIM ISHOW ISTIMING
    0      -1      0      0      0      0      0      0      0      1      1      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 CONJUGATE GRADIENT SOLUTION - NO SCALING
*          9 CONJUGATE GRADIENT SOLUTION - SCALE BY MINIMUM DIAGONAL
*          99 CONJUGATE GRADIENT SOLUTION - SCALE TO NORMAL FORM
*          9999 NEW RED-BLACK ORDERED SOR FOR 2TL ONLY
*
* 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 (DSSLIC)
* 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  ITERM  IRVEC  RPADJ  RSQMADJ  NRAMPUP  ITERHPM  IDRYCK  ISDSOLV  FILT
    1.8 1E-06  500    9    1.8 1E-16  1000    1    10    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      2      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      1      0      0      -99    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
      1      1      0      0      0      0      0      0      1      1 !TURB 0
      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0 !SAL  1
      1      4      0      0      0      0      0      0      1      1 !TEM  2
      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0 !DYE  3
      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0 !SFL  4
      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0 !TOX  5
      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0 !SED  6
      0      0      0      0      0      0      0      0      0      0 !SND  7

```

```

1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 !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
366 10800 0 0 10 4 0 0 267840 1 6
-----
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
*
C8 TCON TBEGIN TREF CORIOLIS ISCORV ISCCA ISCFL ISCFLM DTSSFAC
86400 366 86400 8.934E-05 0 0 1 0 0
-----
C9 SPACE-RELATED AND SMOOTHING PARAMETERS
*
* KC: NUMBER OF VERTICAL LAYERS
* 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 KC IC JC LC LVC ISCO NDM LDM ISMASK ISPGNS NSHMAX NSBMAX WSMH WSMB
1 58 31 719 717 1 1 717 0 0 0 0 0.03125 0.03125
-----
C10 LAYER THICKNESS IN VERTICAL
*
* K: LAYER NUMBER, K=1,KC
* DZC: DIMENSIONLESS LAYER THICKNESS (THICKNESSES MUST SUM TO 1.0)
*
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: ADJUCTMENT 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: ADJUCTMENT 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
1 1 1 0 0 1 .1 0 1 .25 .3 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 1 .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
* ISAVBMX: SET TO 1 TO ACTIVATE MAX VISC AND DIFF OF AVMX AND ABMX (DS-INTL)
* ISFAVB: SET TO 1 TO SQRT FILTER AVO AND ABO
* ICHKCOUR: 0 - NO COURANT NUMBER DIAGNOSTICS
* 1 - WRITE COURANT NUMBER DIAGNOSTICS TO CFLMAX.OUT
*
C12 AHO AHD AVO ABO AVMX ABMX VISMUD AVCON ZBRWALL ISAVBMX ISFAVB ICHKCOUR
1.0 0.1 0.00001 1E-09 0.1 1E-09 0 1 0 0 1 1
-----
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)
* QQMIN: MINIMUM TURBULENT INTENSITY SQUARED
* QQLMIN: MINIMUM TURBULENT INTENSITY SQUARED * LENGTH-SCALE
* DMLMIN: MINIMUM DIMENSIONLESS LENGTH SCALE
*
C13 VKC CTURB1 CTURB2 CTE1 CTE2 CTE3 QQMIN QQLMIN DMLMIN
.4 16.6 10.1 1.8 1.33 .53 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 BL IMPACTS (WAVEBL.INP), 2-FOR BL & CURRENT IMPACTS (WAVE.INP)
 * 3-FOR INTERNALLY COMPUTED WIND WAVE BOUNDARY LAYER IMPACTS (DS)
 * 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	1	1	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
 * NPSERS: APPLY TIME SERIES FORCING NUMBER NPSERS
 * NPSERS1: APPLY TIME SERIES FORCING NUMBER NPSERS1 FOR 2ND SERIES (NPFORT.GE.1)
 * TPCOORDS: TANGENTIAL COORDINATE ALONG BOUNDARY (NPFORT.GE.1)
 *

C18	IPBS	JPBS	ISPBS	NPFORS	NPSERS

C19 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON WEST OPEN BOUNDARIES

*
 * IPBW: SEE CARD 18
 * JPBW:
 * ISPBW:
 * NPFORW:
 * NPSE: W:
 * TPCOORDW:

```

*
C19 IPBW  JPBW  ISPBW  NPFORW  NPSERW
-----
C20 PERIODIC FORCING (TIDAL) SURF ELEV OR PRESSURE ON EAST OPEN BOUNDARIES
*
* IPBE: SEE CARD 18
* JPBE:
* ISPBE:
* NPFORE:
* NPSERE:
* TPCOORDE:
*
C20 IPBE  JPBE  ISPBE  NPFORE  NPSERE
-----
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
-----
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 TOXICICANTS
* 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 SEDIMENT MASS BALANCE          ! JOHN & JI, 4/25/97
*
C22 NTOX  NSED  NSND  NCSER1  NCSER2  NCSER3  NCSER4  NCSER5  NCSER6  NCSER7  ISSBAL
      0      0      0      0      1      0      0      0      0      0      0
-----
C23 VELOCITY, VOLUMN SOURCE/SINK, FLOW CONTROL, AND WITHDRAWAL/RETURN DATA
*
* NVBS:  VEL BC (NOT USED)
* NUBW:  VEL BC (NOT USED)
* NUBE:  VEL BC (NOT USED)
* NVBN:  VEL BC (NOT USED)
* 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
* NQCTLT: 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 NVBS  NUBW  NUBE  NVBN  NQSIJ  NQJPIJ  NQSER  NQCTL  NQCTLT  NQWR  NQWRSR  ISDIQ
      0      0      0      0      2      0      2      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
* QSFACTOR: FRACTION OF TIME SERIES FLOW NQSERQ ASSIGNED TO THIS CELL
*
C24 IQS    JQS    QSSE    NQSMUL  NQSMFF  IQSERQ  ICSER1  ICSER2  ICSER3  ICSER4  ICSER5  ICSER6  ICSER7
QSFACTOR ! ID
      56     5  0.0000E+00    0    0    1    0    1    0    0    0    0    1.0000E+00
!! IHNS1
      3     11 0.0000E+00    0    0    2    0    0    0    0    0    0    -1.0000E+00
!! IHNSOUT
-----
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 !! IHNS1
      0        0        0        0 !! IHNS2
-----
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
      !! IHNS1
      !! IHNSOUT
-----
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
* ISDJ: 1 WRITE DIAGNOSTIS TO JPLOG__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  ISDJ  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 WITHDAWAL-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
*            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
*
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
*             = 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)
* ANGWRFMD: 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(SED)
* 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
* ISEVDW: 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
* 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 ISEVW ISNDVW  KB ISDTXBUG
-----
C36a SEDIMENT INITIALIZATION/BED SHEAR STRESS REPRESENTATION OPTIONS
*  DATA REQUIRED IF ISTRAN(6) OR ISTRAN(7) <> 0
*
* ISBEDSTR:  0 USE HYDRODYNAMIC MODEL STRESS FOR SEDIMENT TRANSPORT
*            1 SEPARATE GRAIN STRESS FROM TOTAL IN COH AND NONCOH COMPONENTS
*            2 SEPARATE GRAIN STRESS FROM TOTAL APPLY TO COH AND NONCOH SEDS
*            3 USE INDEPENDENT LOG LAW ROUGHNESS HEIGHT FOR SEDIMENT TRANSPORT
*            READ FROM FILE SEDROUGH.INP*
* ISBDFUF:  1 CORRECT GRAIN STRESS PARTITIONING FOR NONUNIFORM FLOW EFFECTS
* 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, FULL ROUGH = 100.
* VISMUDST:  KINEMATIC VISCOSITY TO USE IN DETERMINING COHESIVE GRAIN STRESS
*
C36a ISBEDSTR ISBDFUF COEFTSBL VISMUDST
-----
C36b SEDIMENT INITIALIZATION AND WATER COLUMN/BED REPRESENTATION OPTIONS
*  DATA REQUIRED IF ISTRAN(6) OR ISTRAN(7) <> 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
* IALTYP:  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 NONCOHESIVE RESUSPENSION TO ACCOUNT FOR COHESIVE EFFECTS
*            USING MULTIPLICATION FACTOR: EXP(-COEHEFF*FRACTION COHESIVE)
*            2 MODIFY NONCOHESIVE CRITICAL STRESS TO ACCOUNT FOR COHESIVE
*            EFFECTS USING MULTIPLICATION FACTOR:
*            1+(COEHEFF2-1)*(1-EXP(-COEHEFF*FRACTION COHESIVE))
* HBEDAL:  ACTIVE ARMORING LAYER THICKNESS
* IALSTUP:  COHESIVE EFFECTS COEFFICIENT
*
C36b ISEDAL ISNDAL IALTYP 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
*            KBT(I,J)=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), EXP(-DELT/SEDVDRT)
*            > 0 CONSOLIDATE OVER TIME TO SEDVDRM
*            = 0 CONSOLIDATE INSTANTANEOUSLY TO SEDVDRM (0.0>=SEDVDRT<=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=KO*EXP((E-EO)/EK)
*           1 FOR HYD COND/(1+VOID RATIO),K', FUNCTION K'=KO'*EXP((E-EO)/EK)
* BMECH1: REFERENCE EFFECTIVE STRESS/WATER SPECIFIC WEIGHT, SEO (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 SE=SEO*EXP(-(E-EO)/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')=(KO OR KO')*EXP((E-EO)/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 WSED=WSEDO*( (SED/SEDSN)**SEXP )
* 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
*
C39 SEDO SEDBO SDEN SSG WSEDO MORPHD SEXP TAUD ISEDSOR
-----
C40 COHESIVE SEDIMENT PARAMETER SET 2 REPEAT DATA LINE NSED TIMES
* DATA REQUIRED IF NSED>0, EVEN IF ISTRAN(6) = 0
*
* IWRSR: 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,CSEDTAUB,CSEDTAUB
*       FUNCTION ARGUMENSTS ARE (BDENBED,IWRSR)
*       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
*       >= 99 SITE SPECIFIC
* IWRSR: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
*          IWRSR=2,3
* COSEDHID: COHESIVE SEDIMENT RESUSPENSION HIDING FACTOR TO REDUCE COHESIVE
*           RESUSPENSION BY FACTOR = (COHESIVE FRACTION OF SEDIMENT)**COSEDHID
*
C40 IWRSR IWRSR 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)
* ISNSCOR: (Not Used)

```

```

*
C41 SNDO  SNDBO  SDEN  SSG  SNDDIA  WSND0  SNDN  SEXP  TAUD  ISNSCOR
-----
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
* 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)
* 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)
* DPDIFTOX: DEPTH IN BED OVER WHICH PARTICLE MIXING IS ACTIVE (m)
*
C44 NTOXN ISTOC VOLTOX RMOULTX RKTOXP SKTOXP DIFTOX DIFTOXS PDIFTOX DPDIFTOX
-----
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
* ITXPARW: EQUAL 1 FOR SOLIDS DEPENDENT PARTITIONING (WC) GIVEN BY
*          TOXPAR=PARO*(CSED**CONPAR)
* TOXPARW: WATER COLUMN PARO (ITXPARW=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
*          EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (LITERS/MG)
* CONPARW: EXPONENT IN TOXPAR=PARO*(CSED**CONPARW) IF ITXPARW=1
* ITXPARB: EQUAL 1 FOR SOLIDS DEPENDENT PARTITIONING (BED)
* TOXPARB: SEDIMENT BED PARO (ITXPARB=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
*          EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (LITERS/MG)
* CONPARB: EXPONENT IN TOXPAR=PARO*(CSED**CONPARB) IF ITXPARB=1
*          1      0.8770  -0.943      0.025
C45 NTOXN NSEDN ITXPARW TOXPARW CONPARW ITXPARB TOXPARB 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 STPOCW (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 FORM fpocw.inp
*          4 FUNTIONAL 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 FUNTIONAL SPECIFICATION OF TIME AND SPATIALLY VARYING
*          FPOC IN BED
* STDOCWC: CONSTANT WATER COLUMN DOC (ISTDOCW=0)
* STPOCW:  CONSTANT WATER COLUMN POC (ISTPOCW=0)
* STDOCB:  CONSTANT BED DOC (ISTDOCB=0)
* STPOCB:  CONSTANT BED POC (ISTPOCB=0)
*
C45A ISTDOCW ISTPOCW ISTDOCB ISTPOCB STDOCWC STPOCW 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 TOXPART=PARO*(CSED**CONPAR)
*   TOXPART: WATER COLUMN PARO (ITXPART=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
*   EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (liters/mg)
*   CONPARW: EXPONENT IN TOXPART=PARO*(CSED**CONPARW) IF ITPART=1
*   ITPARTB: CONVENTION FOLLOWS ITPARTW (BED)
*   TOXPARTB: SEDIMENT BED PARO (ITPARTB=1) OR EQUIL TOX CON PART COEFF BETWEEN
*   EACH TOXIC IN WATER AND ASSOCIATED SEDIMENT PHASES (liters/mg)
*   CONPARTB: EXPONENT IN TOXPART=PARO*(CSED**CONPARTB) IF ITPARTB=1
*   1      0.8770  -0.943      0.025
C45B NTOXN  NOC ITPARTW TOXPARTW CONPARTW ITPARTB TOXPARTB CONPARTB *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-NSD: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SED CLASSES 1,NSD
*   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-NSD: FRACTION OF OC ASSOCIATED WITH SED CLASSES 1,NSD
*   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
*   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      RKDYE  NCBS  NCBW  NCBE  NCBN
      1  -0.7  0.000E+00  0.000E+00  0  0  0  0

```

```

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
*   NSFSERS: 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

```

```

C47  IBBS  JBBS  NTSCRS  NSSERS  NTSERS  NDSERS  NSFSERS  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 CONCENTRATION
*   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 ASSIMATED 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
- * NCSERA: ID OF TIME SERIES PROVIDING DATA

C66B ITPCDA ICDA JCDA ICCDA JCCDA 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
- * NWPDP: 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<K<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 0 450 1 1000000 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

```

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 .1524 86400

```

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 CONTOURING IN
*           HORIZONTAL PLANE
* IPPHY:  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 IPPHY
      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
* IVPHY:  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 IVPHY
      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      1      0      0      0      0 !SAL
      0      1      0      0      0      0 !TEM
      0      1      0      0      0      0 !DYE
      0      1      0      0      0      0 !SFL
      0      1      0      0      0      0 !TOX
      0      1      0      0      0      0 !SED
      0      1      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      0      0
-----
C78 MORE CONTROLS FOR VERTICAL PLANE VELOCITY VECTOR PLOTTING
*
* ISCEVPV: SECTION NUMBER
* NIJVPV:  NUMBER IS CELLS OR I,J PAIRS IN SECTION
* ANGVPV:  CCW POSITIVE ANGLE FROM EAST TO SECTION NORMAL
* SEC ID:  CHARACTER FORMAT SECTION TITLE
*
C78 ISECVPV NIJVPV ANGVPV 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 ASCI INTEGER FORMAT FILES, JS3DVAR.LE.2  SEE|
*         1 TO WRITE TO 3D ASCI 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 GEFDC.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  88      1  132      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: I 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: STOPING 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 86400 0

C89 SAMPLING DEPTHS FOR EXTRACTING INST VERTICAL SCALAR FIELD PROFILES

*
* MMDVSFP: MTH SAMPLING DEPTH
* DMSFP: SAMPLING DEPTH BELOW SURFACE, IN METERS
*

C89 MMDVSFP DMVSFP

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

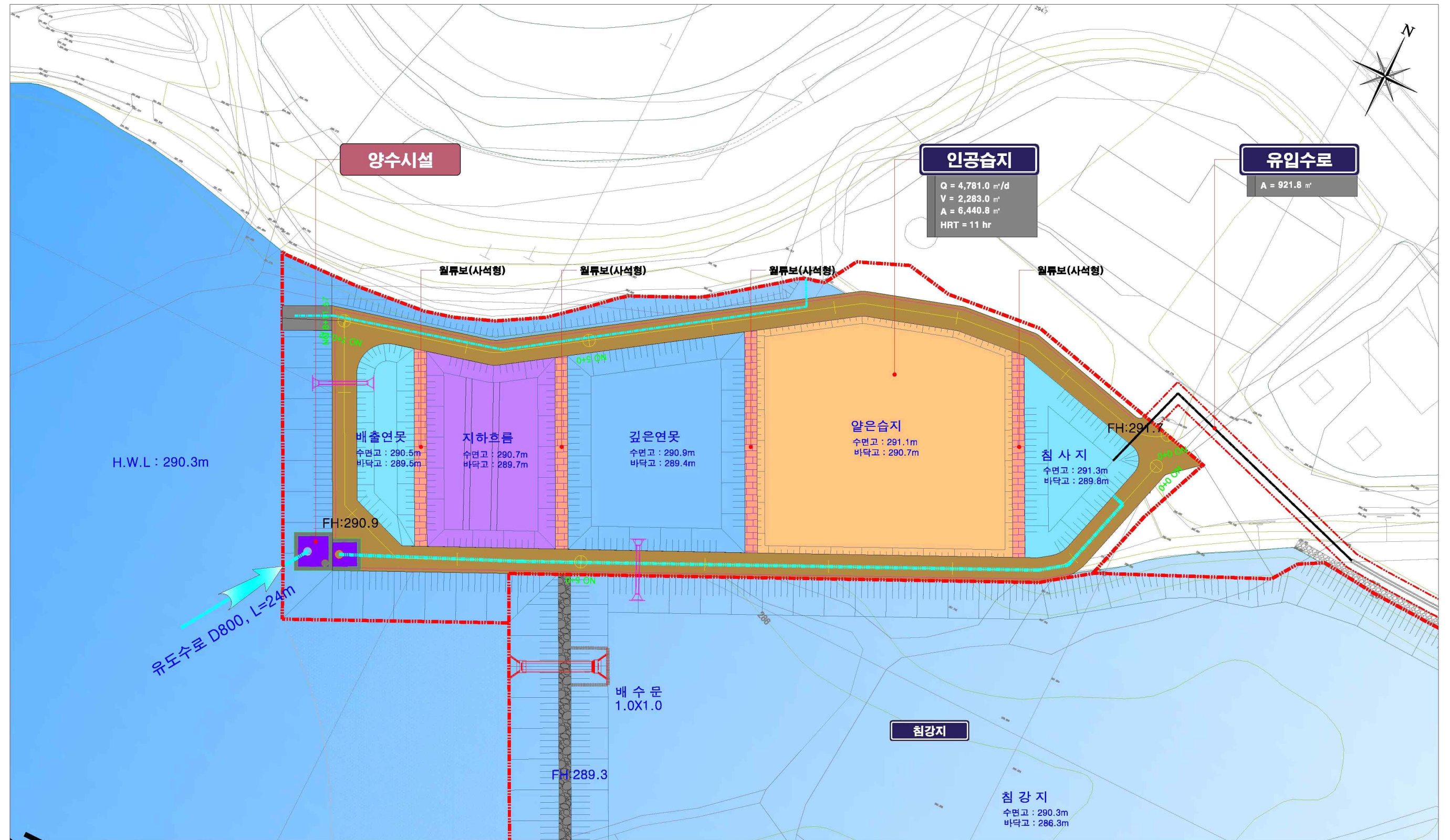
8.11 시설별 기본계획도



 한국농어촌공사 2019년 농업용수 수질개선사업 기본조사	부 서	지 구						건설분야	토 목		종합 계획도 도 면 명 도 면 번호 001
	사업단계	공 구	-					도면축척	S=1:1,000		
								매 중			
	개정번호	2019.11. 날짜	세부설계 내용	작성 자	검 토 자	승 인 자	일련번호				

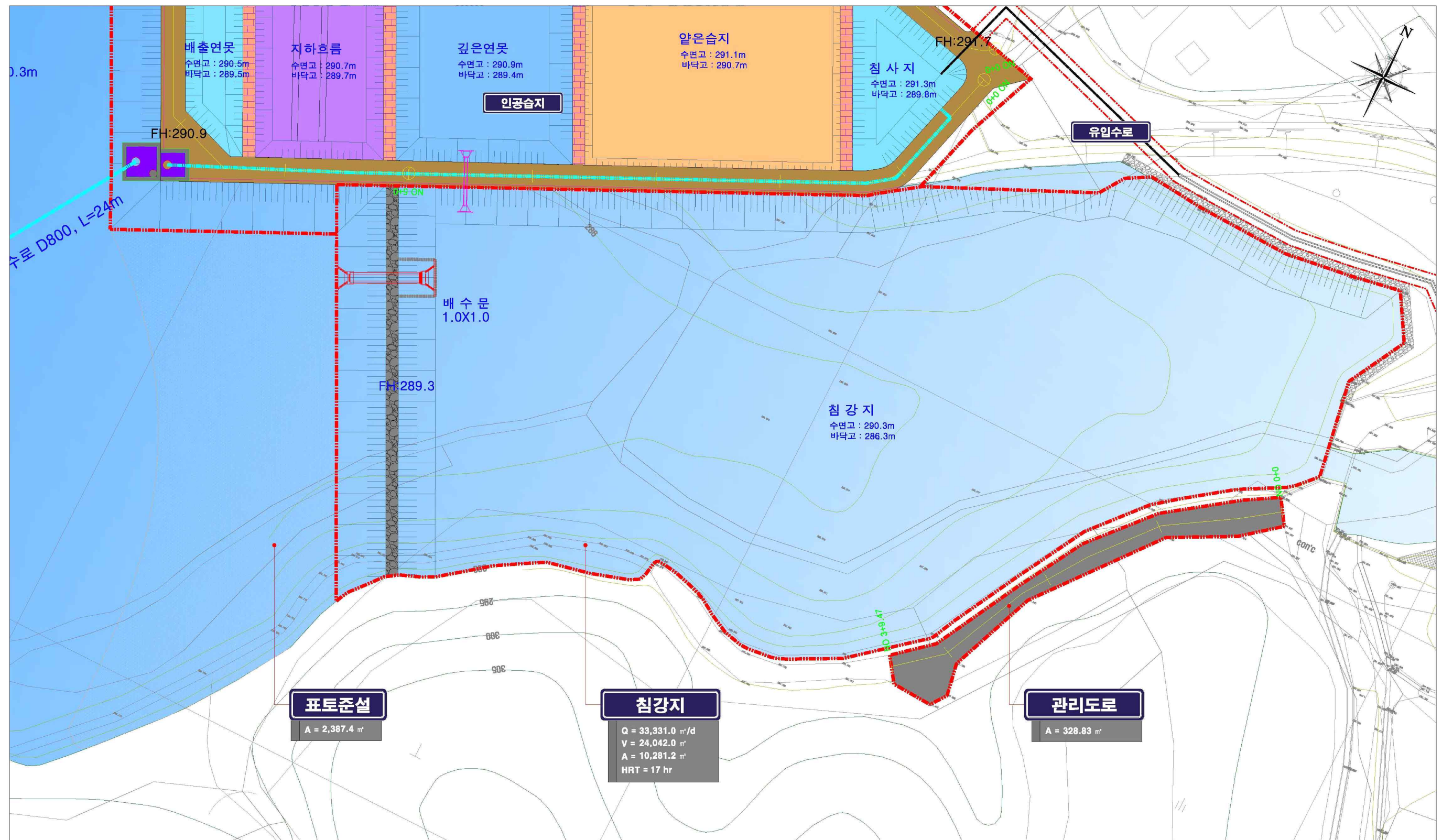
계 획 평 면 도 (1) (조합형습지)

S=1:300



계 획 평 면 도 (2) (침강지)

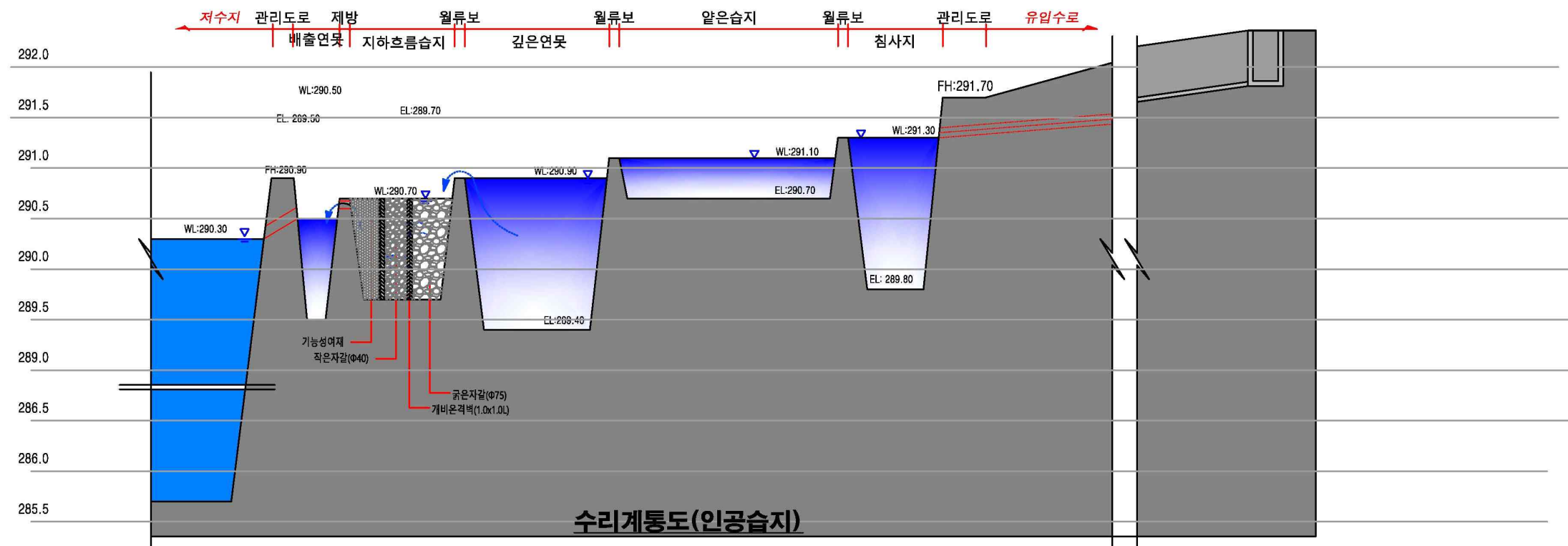
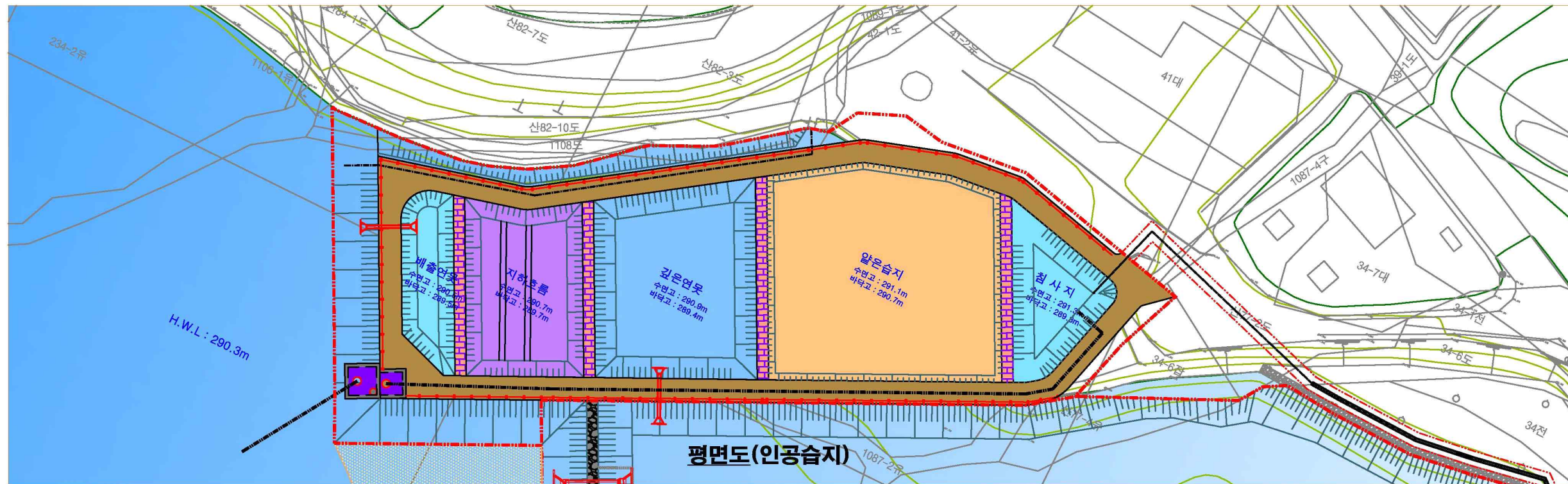
S=1:300



한국농어촌공사 2019년 농업용수 수질개선사업 기본조사	부 서	지 구						건설분야	토 목	도 면 명	계 획 평 면 도 (2) (침강지)	
	사업단계	공 구	-					도면축척	S=1:300			도면번호
								매 중				
	개정번호	2019.11.	날짜	세부설계	내용	작성 자	검 토 자	승 인 자	일련번호	003		

수 리 계 통 도(조합형습지)

S=1:500(V)
1:25(H)

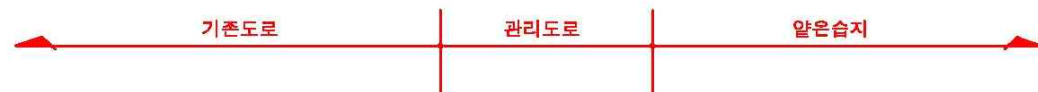
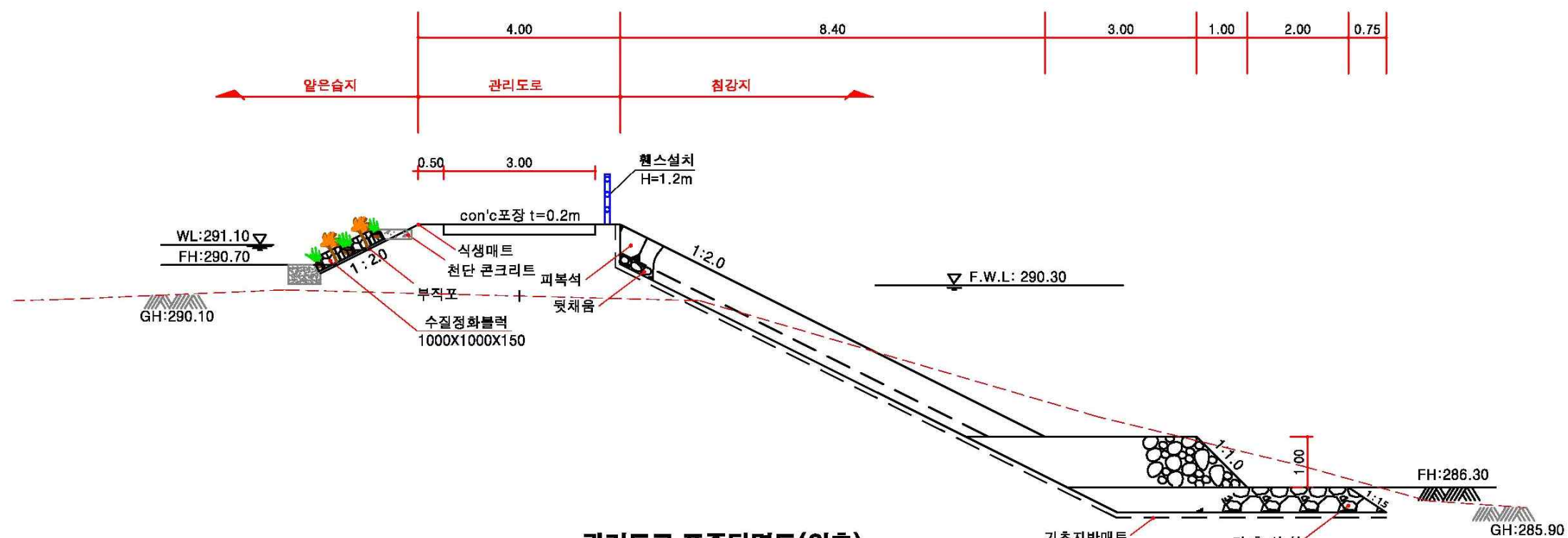


수리계통도(인공습지)

<p>한국농어촌공사 2019년 농업용수 수질개선사업 기본조사</p>	부 서	지 구						건설분야	토 목	도 면 명	수 리 계 통 도(조합형습지)	
	사업단계	공 구	-					도면축척	S=1:500(V), 1:25(H)			도면번호
	개정번호	2019.11. 날짜	세부설계 내용	작성자	검토자	승인자	매 중 일련번호	006				

관리도로 표준단면도

S=1:50

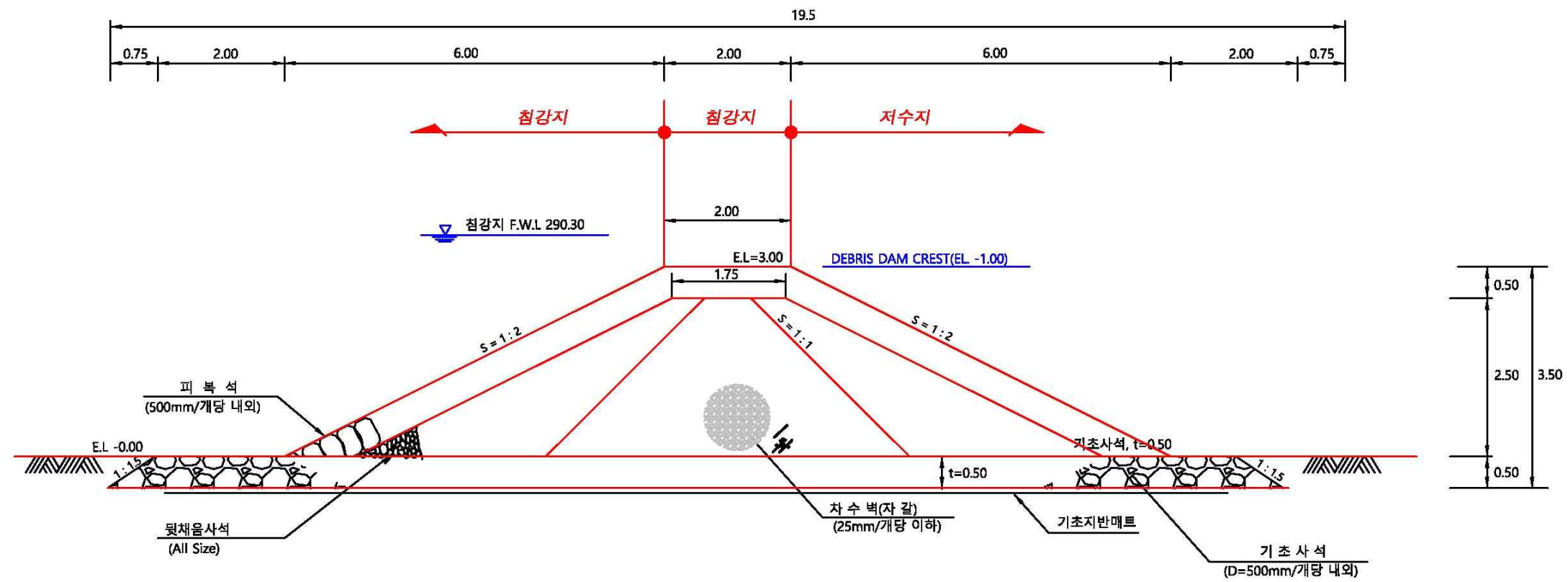


KF 한국농어촌공사
2019년 농업용수 수질개선사업 기본조사

부서	지구	공구	-					건설분야	토목	도면명	관리도로 표준단면도
사업단계	기본설계	공구	-					도면축척	S=1:50		
				세부설계	작성	검토	승인	매중		도면번호	007
				내용	작성	검토	승인	일련번호			

침강지 표준단면도

S=1:40



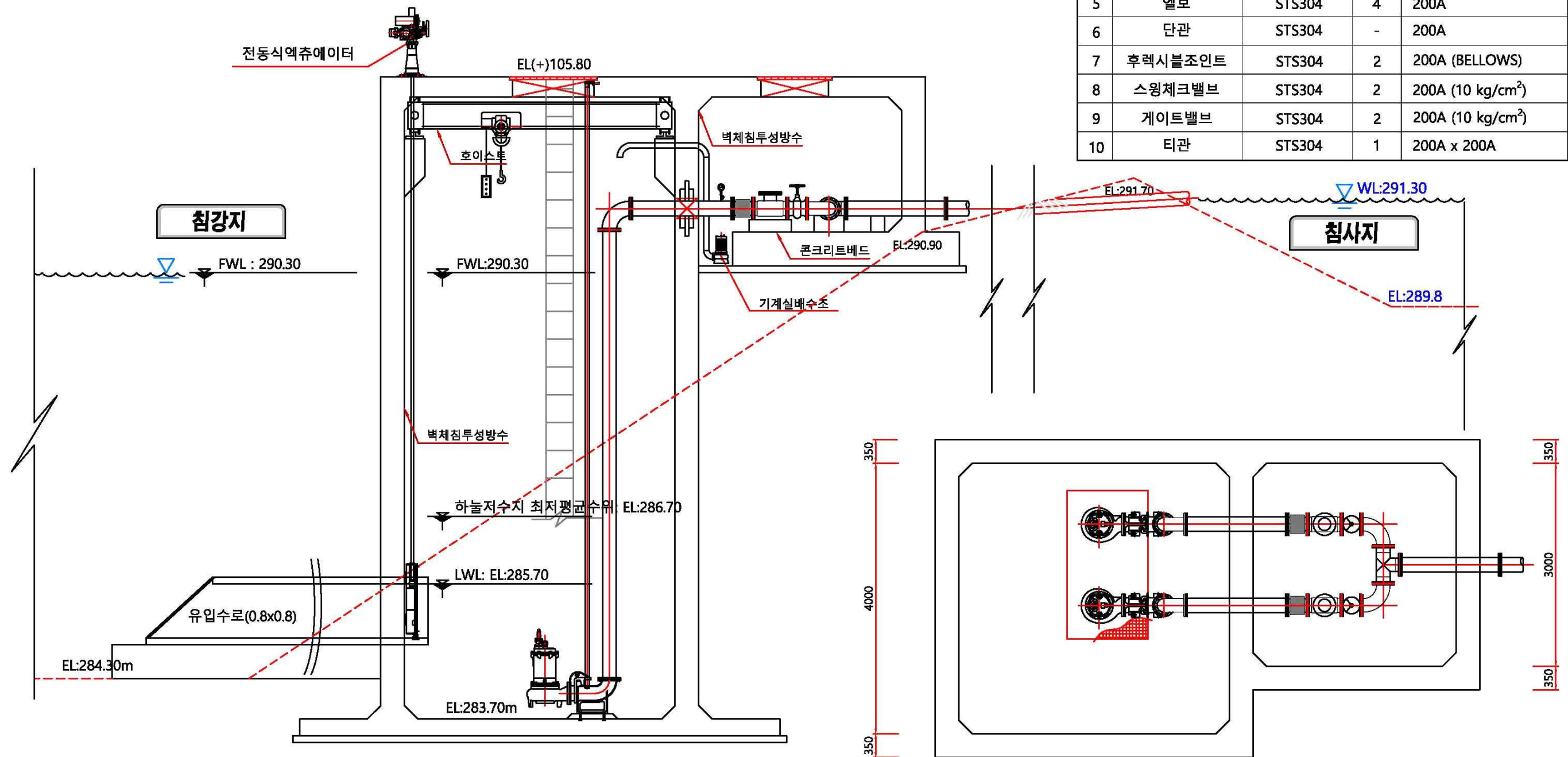
KFN 한국농어촌공사
2019년 농업용수 수질개선사업 기본조사

부서	지구	구						건설분야	토목	도면명	침강지 표준단면도
사업단계	기본설계	공구	-					도면축척	S=1:20		
개칭번호	2019.11.	날짜	세부설계	내용	작성자	검토자	승인자	매중	일련번호	도면번호	011

양수시설 상세도

S=1:30

NO	PART NAME	MATERIAL	Q'TY	REMARKS
1	배수펌프	-	2	11kW (15Hp) x 380V x 200A
2	가이드 파이프	STS304	-	50A
3	토출 파이프	STS304	-	200A
4	압력게이지	-	2	0~15 kgf/cm ²
5	엘보	STS304	4	200A
6	단관	STS304	-	200A
7	후렉시블조인트	STS304	2	200A (BELLOWS)
8	스윙체크밸브	STS304	2	200A (10 kg/cm ²)
9	게이트밸브	STS304	2	200A (10 kg/cm ²)
10	티관	STS304	1	200A x 200A



KFE 한국농어촌공사
2019년 농업용수 수질개선사업 기본조사

부 서 : 사업단계
지 구 : 공 구
기 본 설 계 : 공 구 -

2019.11.11
세부설계
작성자 : 김도자
검토자 : 김도자
승인자 : 김도자

건설분야 : 토 목
도면축척 : S=1:30
도면명 : 양수시설 상세도
도면번호 : 013

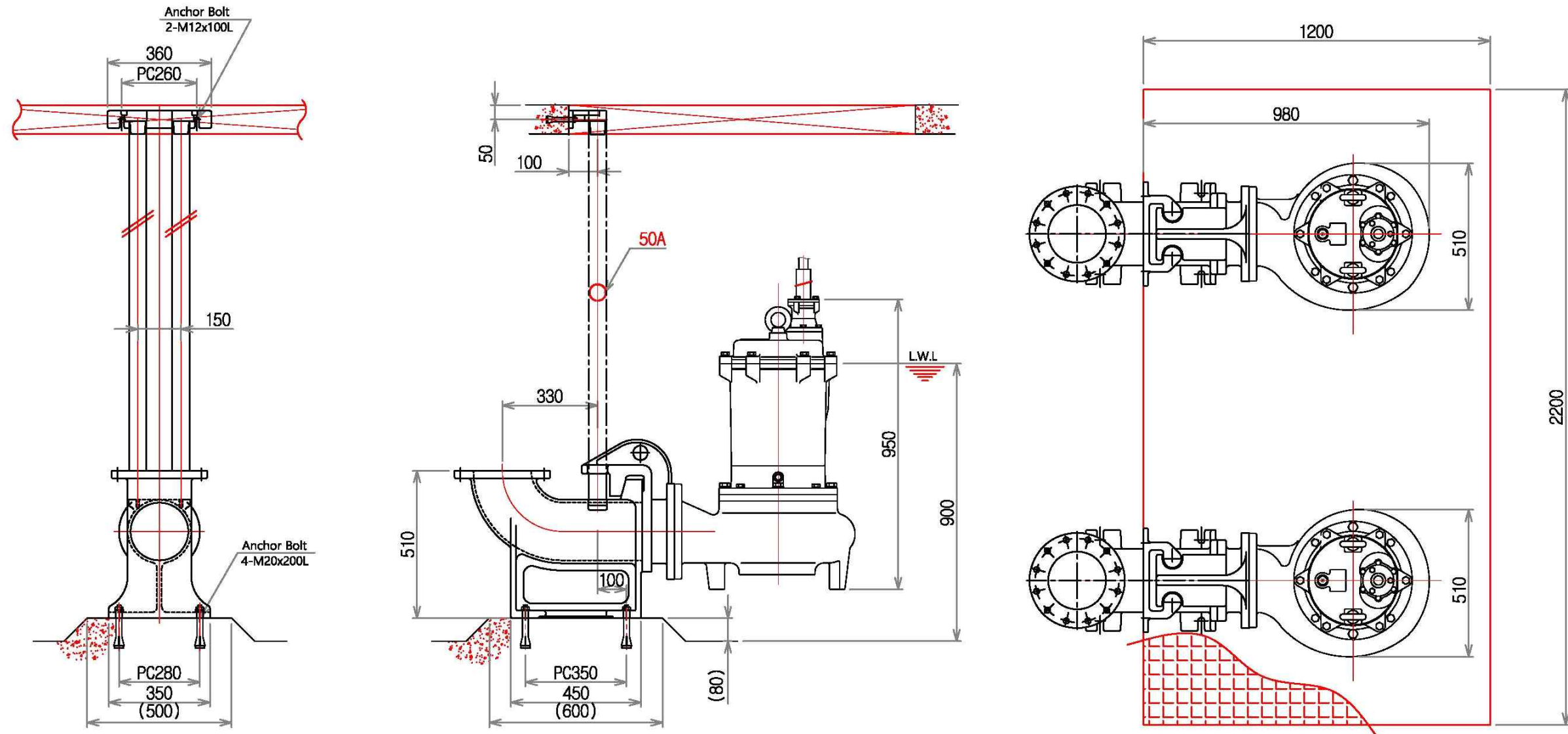
펌프 상세도

S=1:8

NOTE

본 기본계획에 적용된 시설은 각 기능을 대표하는 시설로써 실시계획시 대상지에서의 적용성을 검토하여 지방규정에 부합하는 동등기능 이상의 제품 또는 구조로 변경할 수 있다.

* 펌프사양 : 200mm x 11kW(15HP) x 380V



펌프 상세도(11kW)
S=1:8

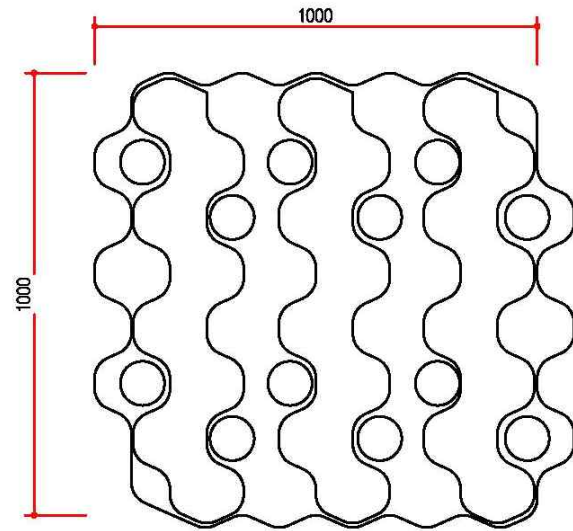
부서	지구	구분	기타	건설분야	토목	도면명	펌프상세도
사업단계	공구	-	-	도면축척	S=1:8	도면번호	
개정번호	2019.11. 날짜	세부설계 내용	작성자	검토자	승인자	일련번호	014

수질정화블록상세도

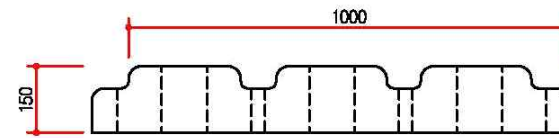
S=NONE

NOTE

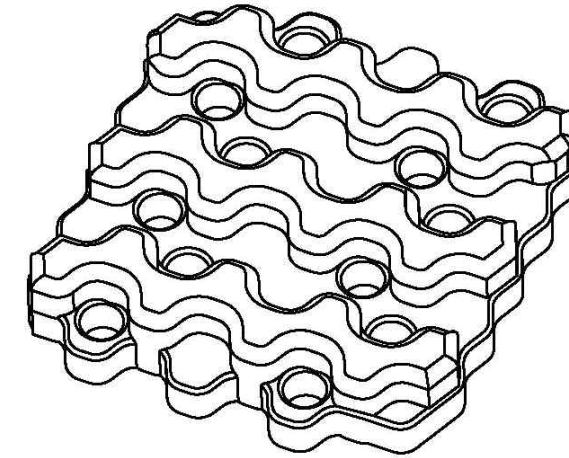
본 기본계획에 적용된 시설은 각 기능을 대표하는 시설로써 실시계획시 대상지에서의 적용성을 검토하여 시방규정에 부합하는 동등기능 이상의 제품 또는 구조로 변경할 수 있다.



평면도

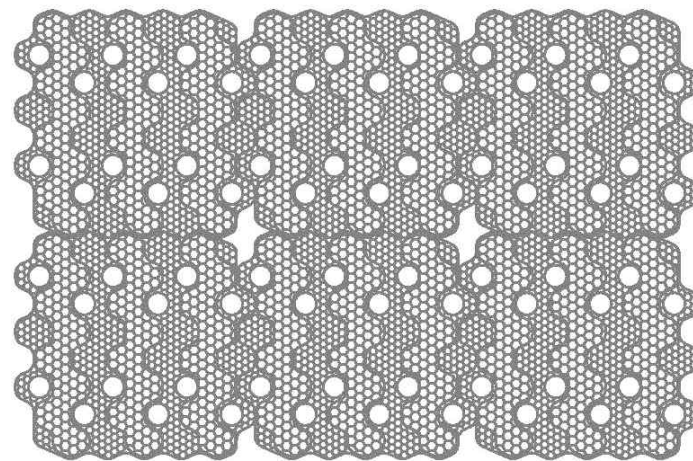


정면도

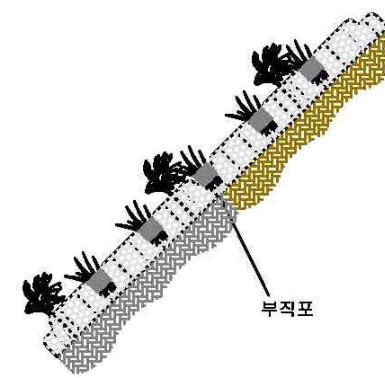


입체도

품명	규격 (mm)	단위	수량
이엠에코 바이오후우정 A형	1,000x1,000x150	m ²	1EA



조립도

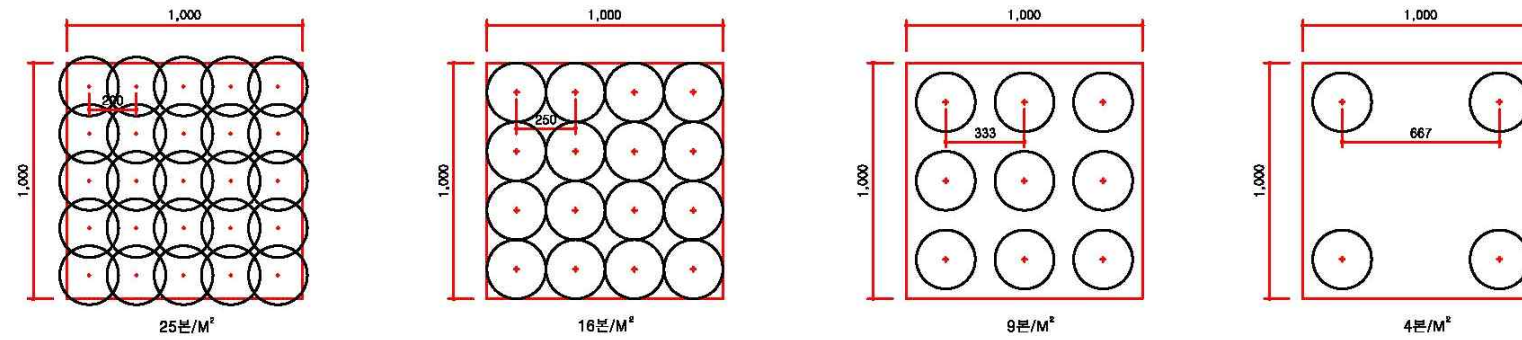


시공예시도

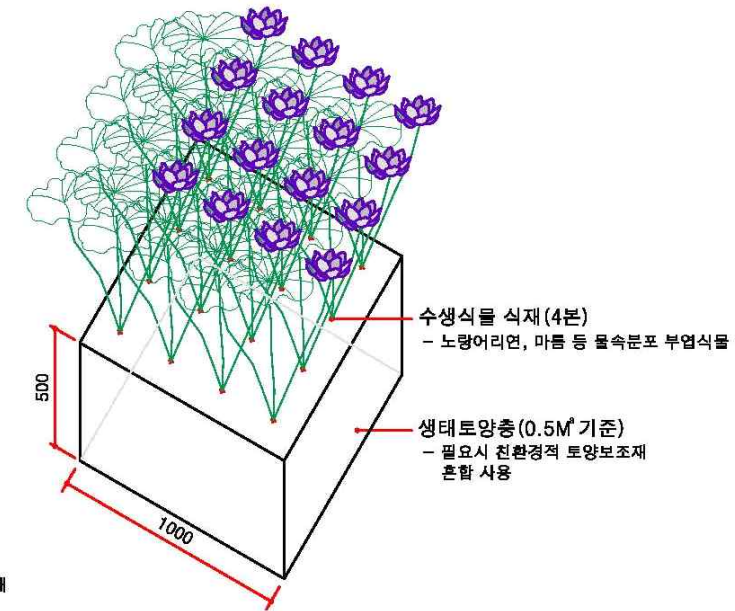
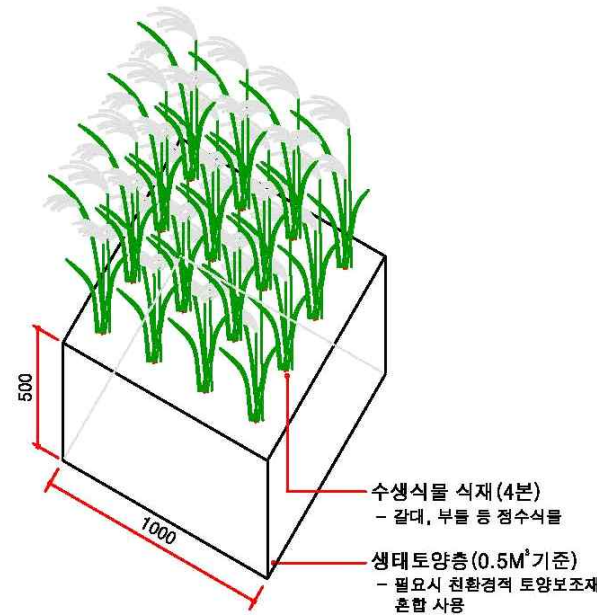
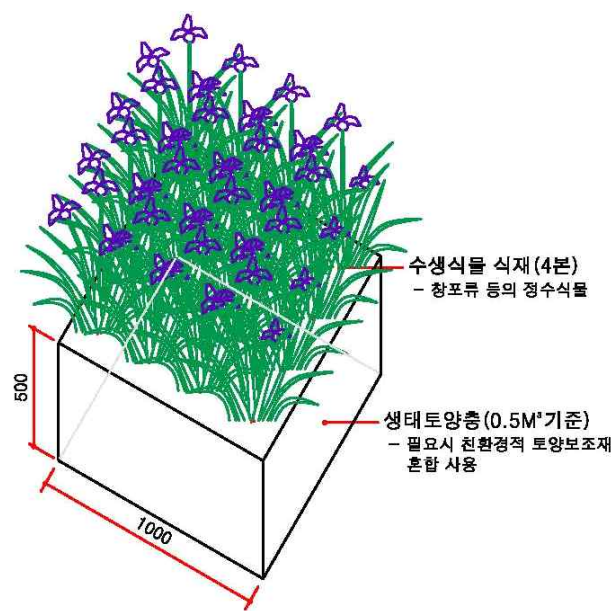
부서	지구	구	구	-						건설분야	토목	도면명	수질정화블록상세도
사업단계	기본설계	공	구	-						도면축척	S=NONE	도면번호	015
개정번호	2019.11. 날짜	세부설계 내용			작성	검토	승인			매중			
					작성	검토	승인			일련번호			

수질정화식물 상세도

S=1:15



① 수질정화식물 상세도
SCALE : 1/15



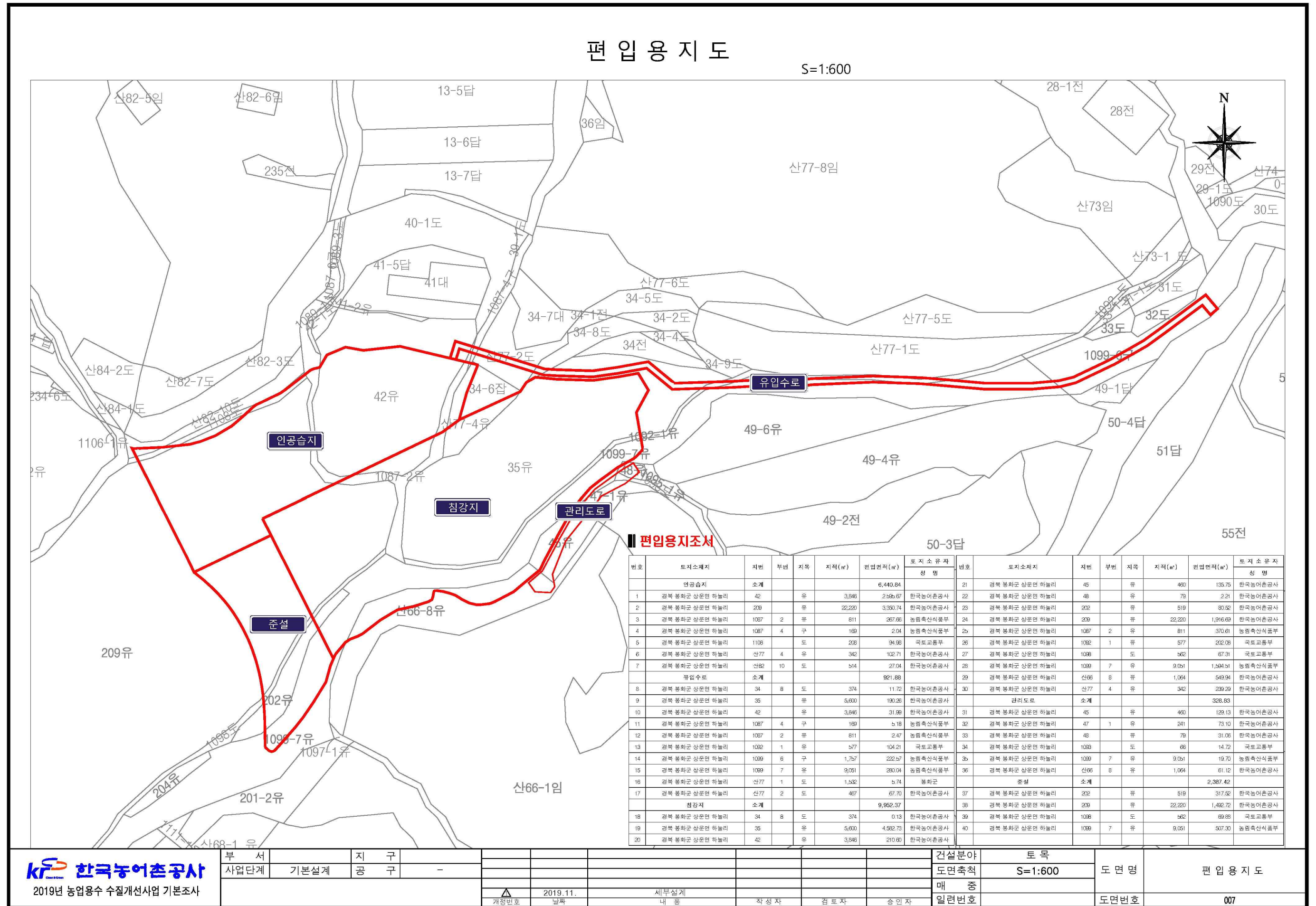
* NOTE : 수질정화식물 식재 일반사항

- 식재식물은 수질정화 효과가 있는 수생식물을 선정하며, 식물의 공급, 관리의 용이성, 지역자생여부 등을 고려하여 갈대, 줄, 미나리, 고마리, 달부리를 등 현지 자생 수종을 식재한다.
- 식재시 식물의 간격은 이입종의 침입과 초기의 안정적인 정착을 고려하여 m²당 4본을 식재한다.
- 급회 기본계획에는 조경수의 식재계획을 포함하지 않는다.

② 수질정화식물 상세도
SCALE : 1/15

부서	지구	공구	-	건설분야	토목	도면명	수질정화식물 상세도
사업단계	기본설계	공구	-	도면축척	S=1:15		
개정번호	2019.11. 날짜	세부설계 내용	작성	검토	승인	도면번호	016

8.12 시설별 편입용지도 및 조서



8.13 중간보고회 및 기술검토회 결과

8.13.1 중간보고회('19.10.23.) 결과

NO	자문의견	조치결과	비고
1 (자문)	◦계획평면도상 인공습지의 수체흐름에 사수역이 발생할 것으로 판단되어 인공습지의 2열배치 같은 수정이 필요	◦조합형인공습지의 얇은습지와 깊은연못 등 지별 사수역이 발생을 최소화하도록 시설모양을 변경하였음	반영
2 (자문)	◦자연습지처럼 얇은습지와 깊은연못의 모양을 디자인 고려 요청	◦얇은습지와 깊은연못의 수질정화기능을 위한 체류시간 확보에 우선을 둠	반영
3 (자문)	◦저수지 만수위와 배출연못 수면고의 차이가 0.1m로 0.3m이상 수두차이가 나도록 계획하고 인공습지의 단계별 (침사지→얇은습지→깊은연못→얇은습지→깊은연못→지하흐름)로 0.2m의 수두차이가 필요	◦하늘저수지 만수위(EL.290.3m)을 기준으로 배출연못 수면고를 290.8m로 0.5m의 수두차이를 두고 각 단계별 (침사지→얇은습지→깊은연못→얇은습지→깊은연못→지하흐름)로 0.2m의 수두차로 계획함	반영
4 (자문)	◦단계별 월류부	◦단계별 월류보를 웨어의 기능과 유지관리를 위한 접근이 가능하도록 징검다리형식으로 설치함	반영
5 (자문)	◦양수시설의 용도를 명확히 제시 바람	◦강우시 30mm미만의 하천 유입수는 보를 통하여 조합형인공습지로 유입되며 30mm이상은 보 전동에 따라 침강지로 유입시키고 가뭄시에 조합형인공습지의 식물을 보호하기 위하여 양수시설을 통해 침강지내 수체를 인공습지로 펌핑함	반영
6 (자문)	◦깊은연못의 경우 비상배출구 설치 필요	◦인공습지내의 깊은연못마다 비상배출구를 설치하겠음	반영
7 (자문)	◦배출연못의 기능적 측면을 고려하여 배출연못의 수면적과 깊이를 축소하는 것이 필요	◦배출연못의 기능적 측면을 고려하여 수심은 1.5m로 하였으며 수면적은 축소하여 계획함	반영
8 (자문)	◦퇴적물 준설의 경우 수질개선사업으로 반영할 수 없으므로 유지관리등 내용적 확보사업으로 제외필요	◦본 과업은 수질개선사업으로 퇴적물 준설의 경우와 수질개선사업으로 반영이 어려워 계획에서 제외함	반영

NO	자문의견	조 치 결 과	비고
9 (자문)	<ul style="list-style-type: none"> ◦수질예측결과 T-N과 T-P의 모의 결과에서 18/9/1에 갑자기 증가하는 이유는 무엇인가 설명 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ◦최근 10년간의 강수량을 평균했을 때 2018년도가 가장 유사하여 2018년도를 모의하였으며, 2018년 8월 30~31일에 약 80mm이상의 강우가 발생했고, 오염원의 저수지 유입에 따라 높아진 것으로 판단 	반영

8.13.2 기술검토회('19.11.26) 결과

위 원	검 토 의 견	조 치 결 과	비 고
이 병 준	<p>◦물순환장치가 용출저감에 어떻게 작용하는지? 저수지 퇴적물이 많을 시 수질악화 영향이 있어 준설하는 것이 좋을 것으로 판단됨</p>	<p>▷ 물순환장치 및 산소공급장치가 저수지의 심수층을 호기상태로 유지하여 혐기상태보다 영양염류의 용출률을 저감시킴</p> <p>▷ 농업용수수질개선사업에서 퇴적물준설은 수질개선사업으로 인정이 되지 않으므로 이후 내용적 확보사업으로 적용 가능함</p>	일 부 영
	<p>◦표토준설 시 오염된 퇴적물 처리는 어떻게 하는지?</p>	<p>▷ 표토준설전에 토양오염과 퇴적물 오염평가기준을 검토하여 기준을 하회한다면 유용성토로 활용이 가능하며 오염 기준을 초과한다면 퇴적물 정밀조사를 하여 처리여부를 판단하여야 함</p>	반 영
	<p>◦침강지 운영관리시 수위 조절 장치 설치 여부를 확인하고 싶음.</p>	<p>▷ 침강지에는 수위조절장치는 설치하지 않으나 비상시를 대비하여 수문을 설치함</p>	반 영
	<p>◦침강지 유입부에 웅덩이를 설치하면 홍수시에도 부유물질과 토사가 침전 효율이 증가할 수 있음</p>	<p>▷ 침강지에 충분한 내용적을 확보하여 유입부에 웅덩이나 보조침강지를 설치하지는 않음</p>	미 반 영
	<p>◦마을이 위치하고 있어 상류대책이 필요 - 「2020년 하수도정비기본계획(변경)」에 하늘저수지 상류에 마을하수도시설을 반영하고 국고보조를 받기 위하여 노력하고 있음. - 그러나 하늘저수지 상류에는 63가구 거주하며 마을하수도의 시설규모 30㎥/일정도이나 시설규모가 50㎥/일 이상이면 국고보조율이 증가하여 시설규모를 고민하고 있음</p>	<p>▷ 비점오염원에 가깝게 비점오염저감시설(수질개선시설)을 설치하는 것이 효율적이나 한국농어촌공사의 관리대상은 저수지를 중심으로 토지소유 및 관리를 하고 있어 지자체와 협의가 필요한 상류대책 수립이 쉽지 않아 호내대책을 수립함</p> <p>-봉화군에서 하늘저수지 상류부에 마을하수도시설을 설치하기 위하여 국고보조를 받기위해 노력하고 있음</p> <p>-하늘저수지 상류유역에 63가구가 거주하여 시설규모에 제한이 있음</p>	일 부 영

위원	검 토 의 견	조 치 결 과	비 고
노경환	◦부댐형침강지라는 용어를 사용하지 않았으면 함	▷ 부댐형침강지를 침강지로 사용함	반 영
	◦물순환장치에 산소공급장치를 추가 하였으면 함	▷ 물순환장치는 표수층의 순환정도만 이루어지므로 심수층에 산소공급장치를 설치하여 용존산소 공급으로 퇴적물의 영양염류 용출을 저감시킬 수 있음	반 영
	◦퇴적물 준설을 위한 퇴적물 분석시 적절한 지역에서 채취해서 분석하여 폐기물 처리가 되지 않도록 하여야 함	▷ 준설전에 퇴적물분석을 실시하며 적절한 위치에서 오염도가 낮은 지역의 퇴적물을 분석하는 것이 좋음	반 영
김영득	◦소유역 1,2,3,4,5,6이 유입하천을 중심으로 침강지로 유입되므로 중유역 개념으로 하나로 통일하는 것이 적절할 것 같음	▷ 소유역 1,2,3,4,5,6,7,8로 세부적으로 나누어 유출량 모형 DIROM과 수질 예측모형(HSPF)를 수행하여 하나로 통일한다면 수질모델링을 다시 수행하여야 함으로 기존 소유역 구분으로 제시하는 것이 적절함	미반영
	◦소유역2와 3에서 오염발생량이 높으므로 저수지유입부가 아닌 소유역2와 3유역 말단부에 수질정화시설 설치를 고려하는 것이 좋음	▷ 비점오염원에 가깝게 비점오염저감 시설(수질개선시설)을 설치하는 것이 효율적이나 한국농어촌공사의 관리대상은 저수지를 중심으로 토지소유 및 관리를 하고 있어 지자체와 협의가 필요한 상류대책 수립이 쉽지 않아 호내대책을 수립함	반 영
	◦유지관리를 위한 CCTV와 인공습지 유입부와 유출부에 유량계를 설치비용을 사업비에 반영 필요	▷ 유지관리를 위한 CCTV와 인공습지 유입부와 유출부에 유량계를 설치 계획을 수립함	반 영
	◦퇴적물 준설에 따른 폐기물 처리비용이 필요하다면 사업비에 반영되어야 함	▷ 퇴적물 조사결과 퇴적물 항목별 오염평가기준을 상회한다면 추가 정밀 조사를 하여 폐기물로 처리하여야함	반 영

구분	검 토 의 견	조 치 결 과	비 고
이 창 현	◦ 지하흐름습지의 상부에 식재를 고려하고 있는데 식재를 하지 않는 것이 좋을 것 같음	▷ 지하흐름습지의 상부에 식재를 하지 않아 유지관리시에 지하 여재에 영향을 미치지 않도록 계획함	반 영
	◦ 인공습지 주변으로 관리도로와 얇은습지와 깊은연못사이의 사면구배가 적절한지 수리계통도를 검토시는 경사구배가 높은 것 같음	▷ 인공습지 주변으로 순환 관리도로를 설치하고 인공습지를 중심으로 사면구배를 고려하여 공사시와 운영시에 문제가 발생하지 않도록 설계하며 축척을 고려한 수리계통도를 제시함	반 영
	◦ 용지매입지역이 있다면 용지매입비를 사업비에 반영하여야 함	▷ 하늘저수지의 취입수로부에 일부 사유지가 있어 용지매입이 필요하여 사업비에 추가함	반 영
최 은 석	◦ 인공습지 주변으로 관리도로를 설치하지만 인공습지 남측(배출연못)에도 관리도로를 설치하여 순환관리가 되도록 반영 필요	▷ 인공습지 주변으로 순환 관리도로를 설치함	반 영
	◦ 취입수로의 경우 개수로 설치 필요	▷ 취입수로의 경우 덮개가 있는 개수로로 설치함	
	◦ 인공습지 주변의 주민 협의가 필요	▷ 하늘저수지 북측에 주민이 거주하므로 전략환경영향평가시에 주민협의를 실시함	
예 창 완	◦ 인공습지 북측에 민가가 위치하고 건축업을 하시는 분이 기존 농어촌공사 소유부지에 건축자재와 장비를 주차하고 있어 민원의 소지가 있으므로 인공습지 위치를 남측으로 이동하였으면 함	▷ 북측에 3가구가 거주하고 있어 민원의 소지가 있으므로 인공습지 위치를 남측으로 이동하여 설계함	반 영
	◦ 만수위와 성토재(토양성분)을 고려 인공습지의 배출연못, 지하흐름습지, 얇은습지, 깊은연못의 바닥고 및 사면구배를 적절히 반영 필요	▷ 만수위를 고려하여 배출연못, 지하흐름습지, 얇은습지 및 깊은연못의 바닥고를 적절하게 계획함	반 영

8.14 전략환경영향평가 협의내용 반영결과통보서

8.14.1 전략 및 소규모 환경영향평가 협의내용

II. 협의내용	전략 및 소규모 환경영향평가 협의내용																																																
<p>1. 총괄</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 사업은 농업용수의 수질개선을 위해 저수지에 인공습지, 침강지 등을 설치하고자 하는 것으로 평가서 및 협의내용을 반영하여 환경에 미치는 부정적인 영향을 최소화하여야 함 ○ 금회 수질개천사업의 효과성과 지속성을 확보하기 위해서는, 장기적 관점에서 수질악화의 근본적 오염원을 차단·제거·관리하는 것에 초점을 둔 후의 대책이 병행될 수 있도록 관계기관과 지속적으로 협력하여야 함 ○ 사업시행으로 인근 지역주민 등의 생활환경에 피해가 발생하거나 발생 우려가 있을 경우에는 해당 지역주민 및 이해관계자의 의견을 반영하여 적절한 피해방지 및 민원대해를 강구하여야 함 	<p>1. 계획요</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 협의근거: 「농어촌정비법」 제8조에 따른 농업생산기반 정비사업 기본계획 ※ (소규모) 「국토계획법」 제6조제4호에 따른 농림지역(7,500㎡ 이상) 등에서 시행되는 사업 ○ 계획수립기관(사업시행자): 농림축산식품부(한국농어촌공사) ○ 사업기간: 착공 후 3~4년 이내 ○ 계획내용 																																																
<p>2. 세부 협의내용</p> <p>가. 자연생태환경(동·식물상 등)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 현지·문헌조사시 사업지구 인근에서 다수의 법정보호종이 확인된 바, 발견시 즉시 공사를 중지하고 적절한 보호대책을 수립·시행하여야 함 - 공사시 이동 및 서식피해가 최소화될 수 있도록 저감방안(번식기 및 야간공사 지양, 저소음 장비 사용 등) 마련·시행 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>고구지구</th> <th>남창지구</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>위치</td> <td>인천 강화군 교동면 고구리 일원</td> <td>인천 강화군 교동면 남창리 일원</td> </tr> <tr> <td>면적</td> <td>59,217㎡(농림지역)</td> <td>45,951㎡(계획관리지역)</td> </tr> <tr> <td>시설계획</td> <td>조합형 인공습지 1개소(20,223㎡), 준설구역 2개소(38,994㎡), 펌프시설</td> <td>조합형 인공습지 1개소(27,905㎡), 준설구역 1개소(18,046㎡), 펌프시설</td> </tr> <tr> <td>구분</td> <td>축산지구</td> <td>잠룡지구</td> </tr> <tr> <td>위치</td> <td>충남 아산시 선장면 축산리 일원</td> <td>충남 서산시 음암면 부산리 일원</td> </tr> <tr> <td>면적</td> <td>22,407㎡(농림지역)</td> <td>41,124㎡(보전관리·농림지역)</td> </tr> <tr> <td>시설계획</td> <td>인공습지 1개소(9,102㎡), 침강지 1개소(13,305㎡), 취입보 1개소, 양수시설, 마름제기</td> <td>조합형 인공습지 1개소(25,934㎡), 인공습지 1개소(7,748㎡), 준설(7,442㎡), 취입보 2개소, 양수시설, 마름제기,</td> </tr> <tr> <td>구분</td> <td>장곡지구</td> <td>하늘지구</td> </tr> <tr> <td>위치</td> <td>충남 홍성군 장곡면 죽전리 일원</td> <td>경북 봉화군 상운면 하늘리 일원</td> </tr> <tr> <td>면적</td> <td>31,349㎡(보전관리·농림지역)</td> <td>20,031.3㎡(보전관리지역)</td> </tr> <tr> <td>시설계획</td> <td>인공습지 2개소(22,372㎡), 침강지 1개소(8,977㎡), 취입보 2개소, 양수시설, 마름제기, 인분용화시설</td> <td>인공습지 1개소(2,362.7㎡), 침강지 1개소(10,281.2㎡), 취입보 1개소, 양수시설, 준설구역 1개소(2,387.4㎡)</td> </tr> <tr> <td>구분</td> <td>장림지구</td> <td></td> </tr> <tr> <td>위치</td> <td>경북 구미시 해평면 장림리 일원</td> <td>- (조형형 인공습지) 식생물 이용한 지표 흐름형과 여재를 이용한 지하흐름형 습지의 조합</td> </tr> <tr> <td>면적</td> <td>52,821.4㎡(농림지역)</td> <td>- (인공습지) 식생물 이용한 지표흐름형</td> </tr> <tr> <td>시설계획</td> <td>조합형 인공습지 1개소(16,377.8㎡), 침강지 3개소(22,531.7㎡), 취입보 1개소, 양수시설, 준설구역 3개소(13,911.9㎡), 오존산화장치</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	구분	고구지구	남창지구	위치	인천 강화군 교동면 고구리 일원	인천 강화군 교동면 남창리 일원	면적	59,217㎡(농림지역)	45,951㎡(계획관리지역)	시설계획	조합형 인공습지 1개소(20,223㎡), 준설구역 2개소(38,994㎡), 펌프시설	조합형 인공습지 1개소(27,905㎡), 준설구역 1개소(18,046㎡), 펌프시설	구분	축산지구	잠룡지구	위치	충남 아산시 선장면 축산리 일원	충남 서산시 음암면 부산리 일원	면적	22,407㎡(농림지역)	41,124㎡(보전관리·농림지역)	시설계획	인공습지 1개소(9,102㎡), 침강지 1개소(13,305㎡), 취입보 1개소, 양수시설, 마름제기	조합형 인공습지 1개소(25,934㎡), 인공습지 1개소(7,748㎡), 준설(7,442㎡), 취입보 2개소, 양수시설, 마름제기,	구분	장곡지구	하늘지구	위치	충남 홍성군 장곡면 죽전리 일원	경북 봉화군 상운면 하늘리 일원	면적	31,349㎡(보전관리·농림지역)	20,031.3㎡(보전관리지역)	시설계획	인공습지 2개소(22,372㎡), 침강지 1개소(8,977㎡), 취입보 2개소, 양수시설, 마름제기, 인분용화시설	인공습지 1개소(2,362.7㎡), 침강지 1개소(10,281.2㎡), 취입보 1개소, 양수시설, 준설구역 1개소(2,387.4㎡)	구분	장림지구		위치	경북 구미시 해평면 장림리 일원	- (조형형 인공습지) 식생물 이용한 지표 흐름형과 여재를 이용한 지하흐름형 습지의 조합	면적	52,821.4㎡(농림지역)	- (인공습지) 식생물 이용한 지표흐름형	시설계획	조합형 인공습지 1개소(16,377.8㎡), 침강지 3개소(22,531.7㎡), 취입보 1개소, 양수시설, 준설구역 3개소(13,911.9㎡), 오존산화장치	
구분	고구지구	남창지구																																															
위치	인천 강화군 교동면 고구리 일원	인천 강화군 교동면 남창리 일원																																															
면적	59,217㎡(농림지역)	45,951㎡(계획관리지역)																																															
시설계획	조합형 인공습지 1개소(20,223㎡), 준설구역 2개소(38,994㎡), 펌프시설	조합형 인공습지 1개소(27,905㎡), 준설구역 1개소(18,046㎡), 펌프시설																																															
구분	축산지구	잠룡지구																																															
위치	충남 아산시 선장면 축산리 일원	충남 서산시 음암면 부산리 일원																																															
면적	22,407㎡(농림지역)	41,124㎡(보전관리·농림지역)																																															
시설계획	인공습지 1개소(9,102㎡), 침강지 1개소(13,305㎡), 취입보 1개소, 양수시설, 마름제기	조합형 인공습지 1개소(25,934㎡), 인공습지 1개소(7,748㎡), 준설(7,442㎡), 취입보 2개소, 양수시설, 마름제기,																																															
구분	장곡지구	하늘지구																																															
위치	충남 홍성군 장곡면 죽전리 일원	경북 봉화군 상운면 하늘리 일원																																															
면적	31,349㎡(보전관리·농림지역)	20,031.3㎡(보전관리지역)																																															
시설계획	인공습지 2개소(22,372㎡), 침강지 1개소(8,977㎡), 취입보 2개소, 양수시설, 마름제기, 인분용화시설	인공습지 1개소(2,362.7㎡), 침강지 1개소(10,281.2㎡), 취입보 1개소, 양수시설, 준설구역 1개소(2,387.4㎡)																																															
구분	장림지구																																																
위치	경북 구미시 해평면 장림리 일원	- (조형형 인공습지) 식생물 이용한 지표 흐름형과 여재를 이용한 지하흐름형 습지의 조합																																															
면적	52,821.4㎡(농림지역)	- (인공습지) 식생물 이용한 지표흐름형																																															
시설계획	조합형 인공습지 1개소(16,377.8㎡), 침강지 3개소(22,531.7㎡), 취입보 1개소, 양수시설, 준설구역 3개소(13,911.9㎡), 오존산화장치																																																
<p>나. 수질</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 인공습지는 수질정화기능 뿐만 아니라, 다양한 생물서식처 역할을 할 수 있도록 생태적 조성방안을 강구하여야 함 - 식재수종은 수질정화능력, 생물다양성, 지역자생수종, 경관 등을 종합적으로 고려하여 선정 ○ 공사시 토사유출로 인한 하류수계 영향 최소화를 위해 우기시에는 공사를 지양하고, 격정 저감대책(침사지, 오탁방지막 설치 등)을 강구·시행하여야 함 																																																	

<p>III. 행정사항</p> <p>가. 승인기관</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 「환경영향평가법」 제46조제2항에 따라 사업계획에 협의내용 반영여부를 확인하고, 환경관련 사업계획 승인내용을 시행규칙 별지 제4호서식에 따라 승인일로부터 30일 이내에 환경부에 통보하여야 함 ○ 법 제49조의 규정에 따라 사업자가 협의내용을 이행하였는지 여부를 확인하여야 하며, 해당 사업의 준공검사를 하려는 경우에는 협의내용의 이행여부를 확인하고 그 결과를 통보하여야 함 - 같은법 시행령 제56조 및 같은법 시행규칙 제22조 규정에 따라 협의 내용의 이행 여부 확인결과를 다음해 1월31일까지 관할 유역(지방) 환경청에 통보 ○ 법 제49조의 규정에 따라 사업자가 협의내용을 이행하지 아니한 때에는 그 이행에 필요한 조치를 명하거나 공사중지 명령을 하고 그 내용을 통보하는 등 사업자를 관리감독하여야 함 ○ 동 사업은 「자연환경보전법」 제46조제2항제1호의 규정에 의한 생태계 보전협력금 부과대상(개발면적 3만㎡ 이상)에 해당하므로, 같은법 제47조 제1항의 규정에 따라 사업의 인·허가 등을 한 날부터 20일 이내에 사업자, 사업내용 등을 관할 시·도지사에게 통보하여야 함(육산지구, 하남지구 제외) <p>나. 사업시행자</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 법 제46조에 따라 환경영향평가 협의내용을 사업계획에 반영하고, 법 제49조제1항에 따라 사업계획에 반영된 협의내용을 이행하여야 함 ○ 법 제48조에 따라 사업을 착공 또는 준공하거나 3개월 이상 공사를 중지 하려는 경우 승인기관 및 관할 유역(지방)환경청에 이를 통보하여야 함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공습지의 수질개선 효과가 감소되거나 감퇴되지 않도록 수문학적, 생태적 환경 조건 변화 등에 대응 및 관리가 가능한 유지관리계획을 마련하여야 함 - 유입수 수질, 유입수량, 체류시간, 식재 식물종, 식재 밀도, 수심 등과 관련하여 유지관리 매뉴얼을 작성 - 월별, 계절별, 강수량 등의 환경조건 변화에 대응 및 관리가 가능하도록 적정 유지관리방안 수립 및 이행 ○ 사업시행 후 주기적으로 수질 모니터링을 실시하고, 목표수질(호소 생활 환경기준 IV등급)을 초과할 경우, 추가적인 수질개선대책을 수립·시행 하여야 함 ○ 동 사업은 사업시행 전후 추가적인 오염원 증가가 없는 사업으로, 총량 관리계획상 부하량을 할당받지 않아도 되는 사업임(육산지구, 하남지구, 참림지구에 한함) <p>다. 대기질(소음진동 포함)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 사업지구 인근에 다수의 정온시설이 위치하고 있는 바, 공사시 비산 먼지 및 소음 등으로 인한 환경영향이 최소화되도록 적정 저감방안을 수립·시행하여야 함 - 재물·세차시설 설치, 주기적인 살수, 주간작업 실시, 공사차량 덮개 사용 및 운행속도 제한(20km/h 이하) 등 - 소음예측결과가 환경목표기준을 초과하는 정온시설의 경우, 공사시 소음모니터링을 실시하고, 주민 협의 등을 통해 가설방음판넬 등 설치 ○ 준설토는 가급적 적치되지 않도록 관리하여야 하며, 불가피한 경우 주거시설과 충분히 이격된 곳을 적치장으로 활용하고, 비산먼지 등이 발생하지 않도록 비닐 포설 등을 실시하여야 함 <p>라. 친환경적 자원순환</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 공사가 발생하는 각종 폐기물은 폐기물 관련 법령에 따라 적정 처리 하여야 함
--	---

8.14.2 전략환경영향평가 협의내용 반영결과통보서

고 구 등 7 개 지 구 농 업 용 수 수 질 개 선 사 업
전 략 및 소 규 모 환 경 영 향 평 가
 - 협의내용 반영결과(조치결과·조치계획) 통보서 -

2020. 05



1. 사업개요

가. 사업명 : 고구 등 7개지구 농업용수 수질개선사업

나. 사업장 위치 : ① 고구지구 : 인천광역시 강화군 교동면 고구리 일원
 ② 난정지구 : 인천광역시 강화군 교동면 난정리 일원
 ③ 죽산지구 : 충청남도 아산시 선장면 죽산리 일원
 ④ 잠흥지구 : 충청남도 서산시 음암면 부산리 일원
 ⑤ 장곡지구 : 충청남도 홍성군 장곡면 죽전리 일원
 ⑥ 하눌지구 : 경상북도 봉화군 상운면 하눌리 일원
 ⑦ 창림지구 : 경상북도 구미시 해평면 창림리 일원

다. 사업시행자(전화번호) : 한국농어촌공사 (전화번호 : 061-338-5712)

라. 착공예정일(준공예정일) : 2020. 06 (착공 후 3년~4년 이내)

마. 승인기관명 : 농림축산식품부

2. 사업계획등 (승인)내용

구분	협의 내용	사업계획(승인) 내용		협의내용 반영서류	비고
		시행방법	시행시기		
1. 총괄					
	본 사업은 농업용수의 수질개선을 위해 저수지에 인공습지, 침강지 등을 설치하고자 하는 것으로 평가서 및 협의내용을 반영하여 환경에 미치는 부정적인 영향을 최소화하여야 함	평가서 및 협의내용에 제시된 환경영향 저감방안을 사업계획에 반영하여 환경에 미치는 부정적인 영향을 최소화 할 것임		공사시 운영시	
	금회 수질개선사업의 효과성과 지속성을 확보하기 위해서는, 장기적 관점에서 수질악화의 근본적 오염원을 차단·제거·관리하는 것에 초점을 두 호외 대책이 병행될 수 있도록 관계기관과 지속적으로 협력하여야 함	호외 대책이 병행될 수 있도록 관계기관과 지속적으로 협력하여, 수질 오염원을 차단·제거·관리하겠음		공사시 운영시	
	사업시행으로 인근 지역주민 등의 생활환경에 피해가 발생하거나 발생 우려가 있을 경우에는 해당 지역주민 및 이해관계자의 의견을 반영하여 적절한 피해방지 및 민원대책을 강구하여야 함	사업시행으로 인해 인근 지역주민 등의 생활환경에 피해가 발생하거나 발생 우려가 있을 경우 해당 지역주민 등의 의견을 반영하여 적절한 피해방지 및 민원대책을 강구하겠음		공사시 운영시	

- 2 -

구분	협의 내용	사업계획(승인) 내용		협의내용 반영서류	비고
		시행방법	시행시기		
2. 세부 협의내용					
가. 자연생태환경 (동·식물상 등)	현자·문헌조사시 사업지구 인근에서 다수의 법정 보호종이 확인된 바, 발견시 즉시 공사를 중지하고 적절한 보호대책을 수립·시행하여야 함 - 공사시 이동 및 서식피해가 최소화될 수 있도록 저감방안(번식기 및 야간공사 지양, 지소음 장비 사용 등) 마련·시행	사업 시행 중 현지에서 법정보호종의 출현 및 서식이 확인될 경우 관계기관 및 전문가와 협의하여 서식공간, 이동경로 등을 보전할 수 있는 방안을 강구하여 시행하겠음 - 법정보호종의 번식기 및 산란시기 등은 가급적 피하여 공사시기를 탄력적으로 조정하여 시행하겠음		공사시 공사시	별첨 1
나. 수질	인공습지는 수질정화기능 뿐만 아니라, 다양한 생물서식처 역할을 할 수 있도록 생태적 조성 방안을 강구하여야 함 - 식재수종은 수질정화능력, 생물다양성, 지역자생수종, 경관 등을 종합적으로 고려하여 선정	인공습지 조성시 수질정화능력이 우수한 수종을 선택하였으며, 다양한 생물서식처 역할을 할 수 있도록 조성할 것임 - 식재수종은 수질정화능력, 경관 등을 고려하여 노랑꽃향포, 꽃향포, 갈대 등을 선정하였음		공사시 공사시	
	공사시 토사유출로 인한 하류수계 영향 최소화를 위해 우기시에는 공사를 지양하고, 적정 저감대책(침사지, 오막방지막 설치 등)을 강구·시행하여야 함	토공사는 가급적 우기를 피하여 시행할 것이며, 침사지, 오막방지막 등을 설치하여 토사유출을 방지할 것임		공사시	
	인공습지의 수질개선 효과가 감소되지 않도록 수문학적, 생태적 환경조건 변화 등에 대응 및 관리가 가능한 유지관리계획을 마련하여야 함 - 유입수 수질, 유입수량, 체류시간, 식재 식물종, 식재 밀도, 수심 등과 관련하여 유지관리 매뉴얼을 작성 - 월별, 계절별, 강수량 등의 환경조건 변화에 대응 및 관리가 가능하도록 적정 유지관리 방안 수립 및 이행	인공습지는 정기적으로 점검사항에 대한 체크리스트를 작성하여 유지관리 하겠음 - 유지관리 매뉴얼을 작성하여 유입수 수질, 유입수량, 체류시간 등을 관리하겠음 - 환경조건 변화에 대응 및 관리가 가능하도록 적정 유지관리방안을 수립하여 이행하겠음		운영시 운영시 운영시	

- 3 -

구분	협의내용	사업계획(승인) 내용		협의내용 반영서류	비고
		시행방법	시행시기		
	<ul style="list-style-type: none"> 사업시행 후 주기적으로 수질 모니터링을 실시하고, 목표수질(호소 생활환경기준 IV등급)을 초과할 경우, 추가적인 수질개선대책을 수립·시행하여야 함 동 사업은 사업시행 전·후 추가적인 오염원 증가가 없는 사업으로, 총량관리계획상 부하량을 할당 받지 않아도 되는 사업임(죽산지구, 하늘지구, 청림지구에 한함) 	<ul style="list-style-type: none"> 주기적으로 수질 모니터링을 실시하여 관리할 것이며, 목표수질기준을 초과할 경우, 원인을 파악하여 필요시 추가적인 저감대책을 마련하겠음 - 연 4회 수질측정망에 의한 저수지 수질조사 - 시설 준공 후 4년 시점부터는 별도의 효과검증을 위한 모니터링을 실시 - 목표수질 미달성시 KRC 수질보전대책 사업으로 조치 	운영시		
다. 대기질 (소음·진동 포함)	<ul style="list-style-type: none"> 사업지구 인근에 다수의 정온시설이 위치하고 있는 바, 공사시 비산먼지 및 소음 등으로 인한 환경영향이 최소화되도록 적정 저감방안을 수립·시행하여야 함 - 세균·세차시설 설치, 주기적인 살수, 주간작업 실시, 공사차량 덮개 사용 및 운행속도 제한(20km/h 이하) 등 - 소음예측결과가 환경목표기준을 초과하는 정온시설의 경우, 공사시 소음모니터링을 실시하고, 주민 협의 등을 통해 가설방음판넬 등 설치 - 준설도는 가급적 적치되지 않도록 관리하여야 하며, 불가피한 경우 주거시설과 충분히 이격된 곳을 적치장으로 활용하고, 비산먼지 등이 발생하지 않도록 비닐 포설 등을 실시하여야 함 	<ul style="list-style-type: none"> 공사시 살수시설 및 세균시설, 저소음·저진동 장비사용 등을 통해 비산먼지 및 소음 등으로 인한 환경영향이 최소화되도록 할 것임 - 세균·세차시설 설치, 주기적인 살수, 주간작업 실시, 공사차량 덮개 사용 및 운행속도 제한(20km/h 이하) 등을 시행할 것임 - 공사시 환경목표기준을 초과하는 정온시설의 경우, 주민과 협의 등을 통해 소음모니터링, 가설방음판넬 설치 등을 시행할 것임 - 준설도는 적치가 불가피한 경우 주거시설과 충분히 이격된 곳을 적치장으로 활용하겠으며, 적치시 비닐덮개 포설 등 실시하겠음 	공사시 공사시 공사시	별첨 2	
라. 친환경적 자원순환	<ul style="list-style-type: none"> 공사시 발생하는 각종 폐기물은 폐기를 관련 법령에 따라 적정 처리하여야 함 	<ul style="list-style-type: none"> 공사시 발생하는 폐기물은 관련 법령에 따라 적정 보관·처리토록 할 것임 	공사시		

구분	협의내용	사업계획(승인) 내용		협의내용 반영서류	비고
		시행방법	시행시기		
3. 행정사항					
가. 승인기관	<ul style="list-style-type: none"> 「환경영향평가법」 제46조제2항에 따라 사업계획에 협의내용 반영여부를 확인하고, 환경관련 사업계획 승인내용을 시행규칙 별지 제4호 서식에 따라 승인일로부터 30일 이내에 환경부에 통보하여야 함 법 제49조의 규정에 따라 사업자가 협의내용을 이행하였는지 여부를 확인하여야 하며, 해당 사업의 준공검사를 하려는 경우에는 협의내용의 이행여부를 확인하고 그 결과를 통보하여야 함 - 같은법 시행령 제56조 및 같은법 시행규칙 제22조 규정에 따라 협의내용의 이행 여부 확인결과를 다음해 1월31일까지 관할 구역(지방)환경청에 통보 법 제49조의 규정에 따라 사업자가 협의내용을 이행하지 아니한 때에는 그 이행에 필요한 조치를 명하거나 공사중지 명령을 하고 그 내용을 통보하는 등 사업자를 관리·감독하여야 함 동 사업은 「자연환경보전법」 제46조제2항제1호의 규정에 의한 생태계보전협력금 부과대상(개발면적 3만㎡ 이상)에 해당하므로, 같은법 제47조제1항의 규정에 따라 사업의 인·허가 등을 한 날부터 20일 이내에 사업자, 사업내용 등을 관할 시·도지사에게 통보하여야 함(죽산지구, 하늘지구 제외) 	<ul style="list-style-type: none"> 사업계획에 협의내용이 반영되었는지의 여부를 확인하였으며, 환경관련 사업계획 승인내용을 시행규칙 별지 제4호 서식에 따라 승인일로부터 30일 이내에 환경부에 통보하겠음 법 제49조의 규정에 따라 사업자가 협의내용을 이행하였는지 여부를 확인하여야 하며, 해당 사업의 준공검사를 하려는 경우에는 협의내용의 이행여부를 확인하고 그 결과를 통보하겠음 - 같은법 시행령 제56조 및 같은법 시행규칙 제22조 규정에 따라 협의내용의 이행 여부 확인결과를 다음해 1월31일까지 관할 구역(지방)환경청에 통보하겠음 법 제49조의 규정에 따라 사업자가 협의내용을 이행하지 아니한 때에는 그 이행에 필요한 조치를 명하거나 공사중지 명령을 하고 그 내용을 통보하는 등 사업자를 관리·감독하겠음 동 사업은 「자연환경보전법」 제46조제2항제1호의 규정에 의한 생태계보전협력금 부과대상(개발면적 3만㎡ 이상)에 해당하므로, 같은법 제47조제1항의 규정에 따라 사업의 인·허가 등을 한 날부터 20일 이내에 사업자, 사업내용 등을 관할 시·도지사에게 통보하겠음(죽산지구, 하늘지구 제외) 			

구분	협 의 내 용	사업계획(승인) 내용		협의내용 반영서류	비 고
		시행방법	시행시기		
나. 사업시행자	법 제46조에 따라 환경영향평가 협의내용을 사업계획에 반영하고, 법 제49조제1항에 따라 사업계획에 반영된 협의내용을 이행하여야 함	법 제46조에 따라 환경영향평가 협의내용을 사업계획에 반영하고, 법 제49조제1항에 따라 사업계획에 반영된 협의내용을 이행하겠음			
	법 제48조에 따라 사업을 착공 또는 준공하거나 3개월 이상 공사를 중지하려는 경우 승인기관 및 관할 구역(지방)환경청에 이를 통보하여야 함	법 제48조에 따라 사업을 착공 또는 준공하거나 3개월 이상 공사를 중지하려는 경우 승인기관 및 관할 구역(지방)환경청에 이를 통보하겠음			

3. 참고사항

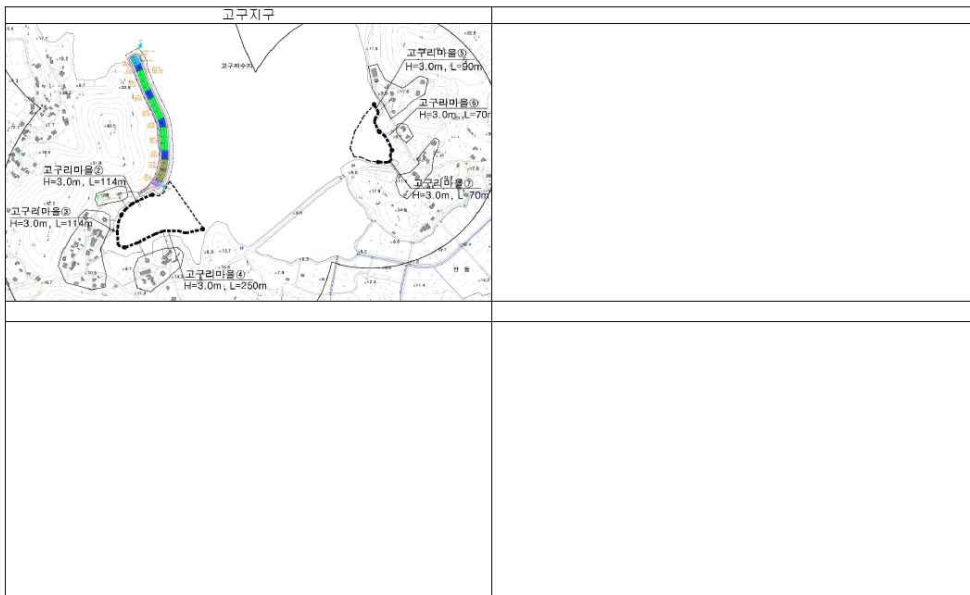
- 고구지구, 난정지구, 잠흥지구, 장곡지구, 창림지구는 「자연환경보전법」 제46조제2항제1호 및 제47조제1항에 따른 생태계보전협력금의 부과대상임
- 제47조 및 동법 시행규칙 제35조에 따른 생태계보전협력금 부과대상사업임을 통보함

구분	고구지구	난정지구	죽산지구	잠흥지구	장곡지구	하늘지구	창림지구
생태계보전협력금 대상여부	○	○	×	○	○	×	○
통보일	2020.06.30	2020.06.30	-	2020.06.30	2020.06.30	-	2020.06.30
대상기관	경기도	경기도	-	충청남도	충청남도	-	경상북도

【#별첨 1】 법정보호종 영향에 대한 저감대책

고구지구	난정지구	죽산지구	잠흥지구	창림지구
<ul style="list-style-type: none"> 법정보호종 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 문헌조사시 : 저어새, 황조롱이, 구렁이, 큰기러기, 개리 등 - 현지조사시 : 저어새 저감방안 <ul style="list-style-type: none"> - 야간공정 지양 - 저소음·저진동 공법, 장비사용 - 오락방지막 등 조기 설치하여 영향 최소화 법정보호종 발견시 보호대책 <ul style="list-style-type: none"> - 법정보호종의 출현 및 서식이 확인 될 경우 관계기관 및 전문가와 협의 하여 서식공간, 이동경로 등을 보전 할 수 있는 방안을 강구하여 시행 - 겨울철새(큰기러기, 도래)의 도래시기 에 공사 시 출현여부 모니터링 실시 	<ul style="list-style-type: none"> 법정보호종 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 문헌조사시 : 저어새, 황조롱이, 구렁이, 큰기러기, 개리 등 - 현지조사시 : 저어새, 황조롱이, 뿔꿩이, 구렁이 저감방안 <ul style="list-style-type: none"> - 야간공정 지양 - 저소음·저진동 공법, 장비사용 - 오락방지막 등 조기 설치하여 영향 최소화 법정보호종 발견시 보호대책 <ul style="list-style-type: none"> - 법정보호종의 출현 및 서식이 확인 될 경우 관계기관 및 전문가와 협의 하여 서식공간, 이동경로 등을 보전 할 수 있는 방안을 강구하여 시행 - 맹종이 대비 침입방지물타리 설치, 포획용 트랩설치 후 서식지에 이주 	<ul style="list-style-type: none"> 법정보호종 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 문헌조사시 : 숲, 원앙, 새호리기, 황조롱이, 수원황개구리, 금개구리 등 - 현지조사시 : 숲, 황조롱이 저감방안 <ul style="list-style-type: none"> - 야간공정 지양 - 저소음·저진동 공법, 장비사용 - 오락방지막 등 조기 설치하여 영향 최소화 법정보호종 발견시 보호대책 <ul style="list-style-type: none"> - 법정보호종의 출현 및 서식이 확인 될 경우 관계기관 및 전문가와 협의 하여 서식공간, 이동경로 등을 보전 할 수 있는 방안을 강구하여 시행 	<ul style="list-style-type: none"> 법정보호종 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 문헌조사시 : 수달, 숲, 큰기러기, 황조롱이, 원앙, 새호리기 등 - 현지조사시 : 황조롱이 저감방안 <ul style="list-style-type: none"> - 야간공정 지양 - 저소음·저진동 공법, 장비사용 - 오락방지막 등 조기 설치하여 영향 최소화 법정보호종 발견시 보호대책 <ul style="list-style-type: none"> - 법정보호종의 출현 및 서식이 확인 될 경우 관계기관 및 전문가와 협의 하여 서식공간, 이동경로 등을 보전 할 수 있는 방안을 강구하여 시행 	-
<ul style="list-style-type: none"> 법정보호종 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 문헌조사시 : 숲, 원앙, 새호리기, 황조롱이, 황새, 흰목물떼새, 참매 등 - 현지조사시 : 숲, 원앙, 황조롱이 저감방안 <ul style="list-style-type: none"> - 야간공정 지양 - 저소음·저진동 공법, 장비사용 - 오락방지막 등 조기 설치하여 영향 최소화 법정보호종 발견시 보호대책 <ul style="list-style-type: none"> - 법정보호종의 출현 및 서식이 확인 될 경우 관계기관 및 전문가와 협의 하여 서식공간, 이동경로 등을 보전 할 수 있는 방안을 강구하여 시행 	<ul style="list-style-type: none"> 법정보호종 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 문헌조사시 : 수달, 숲, 달비, 원앙, 분매, 황조롱이 등 - 현지조사시 : 새호리기 저감방안 <ul style="list-style-type: none"> - 야간공정 지양 - 저소음·저진동 공법, 장비사용 - 오락방지막 등 조기 설치하여 영향 최소화 법정보호종 발견시 보호대책 <ul style="list-style-type: none"> - 법정보호종의 출현 및 서식이 확인 될 경우 관계기관 및 전문가와 협의 하여 서식공간, 이동경로 등을 보전 할 수 있는 방안을 강구하여 시행 	<ul style="list-style-type: none"> 법정보호종 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 문헌조사시 : 숲, 수달, 큰기러기, 큰고니, 원앙, 솔부엉이 등 - 현지조사시 : 수달 저감방안 <ul style="list-style-type: none"> - 야간공정 지양 - 저소음·저진동 공법, 장비사용 - 오락방지막 등 조기 설치하여 영향 최소화 법정보호종 발견시 보호대책 <ul style="list-style-type: none"> - 법정보호종의 출현 및 서식이 확인 될 경우 관계기관 및 전문가와 협의 하여 서식공간, 이동경로 등을 보전 할 수 있는 방안을 강구하여 시행 	-	-

【#별첨 2】 가설방음판넬 설치 위치도



8.15 펌프 및 가동보 견적서

견 적 서

your no.1 water solutions

NO. : HJ2019-HY-1220-01

발행일 : 2019년 12월 20일

(주)신화엔지니어링 귀하

TEL : 070-7600-1655 FAX : 031-342-2942

수신 : _____

영업본부 & 공 장:

경기도 화성시 팔탄면 시청로 1020-20

TEL) 031.457.1965~8 FAX) 031.457.1969

PROJECT : 하늘.창림지구 농업용수수질개선사업 기본조사

—금
사전구매이십만 원 整
₩49,200,000 (VAT 별도)

품 명 및 사 양	수량	단위	단가	금액	비고
[하늘지구]					
1. 수중모터펌프, 200HJDE-11					
- 200mm x 3.3m ³ /min x 5m x 11kW x 380V	2	EA	11,100,000	22,200,000	
- 자동탈착장치(200mm, GC200) 포함					
- 모니터링유니트(모터권선, 누수, 베어링감지센서) 포함					
[창림지구]					
2. 수중모터펌프, 250HJDE-11					
- 250mm x 5.8m ³ /min x 5m x 11kW x 380V	2	EA	13,500,000	27,000,000	
- 자동탈착장치(250mm, GC200) 포함					
- 모니터링유니트(모터권선, 누수, 베어링감지센서) 포함					
* 비고					
1. 부가세 별도, 설치비 제외					
2. 펌프재질: 임펠러 SSC13, 축 STS410, 케이싱 GC200					
합 계				49,200,000	

상기 견적에 대한 문의는 아래 담당자에게 연락하여 주시기 바랍니다.

※ 첨부 1. 견적서 용지 부

*** 조 건**

1. 견적 유효 기간 : 견적후 3 개월
2. 납품기간 : 발주후 3 개월
3. 품질보증 기간 : 납품 후 1 년
4. 결제조건 : 귀사 정기 결제
5. 납품조건 : 현장야차도
6. 담당자 : 오혜영 차장 (M.P 010-6336-6233)

e-mail : ohy@hajie.com

HJIE 취급물품

1. Booster pump & panel
2. 소방펌프, 일반 원심펌프
3. 심정용 수중모터펌프, 상수도 In-Line 가압장치
4. 오배수용 수중모터펌프, 고양정 배수펌프
5. 수중 축류/사류 펌프
6. 2,000mm 시험설비 보유, 3.3kV 1,000kW 설비 보유

양식A-801-02

HJIE Ind.Co.,Ltd

A4(210x297)

