

2025 승기천 수질 정화 및 악취, 슬러지 제거사업

최종보고서

2025.07.31

우리는 하천에게 두번째 생명을

지구는 우리에게 두번째 기회를

주관연구개발기관

주식회사 에코스루

최종보고서			보안등급		
			일반[●] / 보안[-]		
세부사업명	2025 승기천 수질 정화 및 악취, 슬러지 제거				
과제명	수질 정화 및 악취, 슬러지 제거				
주관연구개발기관 (특화지원기관1)	기관명	(주)에코스루	사업자등록번호	451-86-03169	
	주 소	인천광역시 연수구 갯벌로 169, 207A호 (송도동, 인천대학교, 이비즈센터)			
주관연구개발기관 (특화지원기관1) 책임자	대표자	장 철	휴대전화 (E-mail)	010-9805-9800 (jcvara@hanmail.net)	
	성명	장 철	직위	연구소장	
	연락처	직장전화	032-834-8400	휴대전화	010-9805-9800
		E-mail	jcvara@hanmail.net	국가연구자번호	12510970
기술핵심기관	인천대학교 연구소기업 (주)에코스루				

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2025 년 7 월 31일

주관연구개발기관 대표자 장 철

주관연구개발기관 책임자 장 철

인천광역시 연수구청장 귀하

<최종보고서 요약문>

사업명	2025년 인천 승기천 수질 정화 및 악취, 슬러지 제거	
과제명	수질정화 및 악취, 슬러지 제거	
연구개발기간	2025.05.07. ~ 2025.07.31. (약 3 개월간)	
수질 정화 & 악취 슬러지	최종 목표	인천 승기천의 수질 및 슬러지로 인해 발생한 악취를 ‘촉매약액제’ 투입으로 유기성 슬러지를 분해하여 절대량을 감소시킴으로써 슬러지 제거 및 악취저감을 통한 수질개선 가. 승기천 슬러지 처리에 관한 주요 발생원 악취 저감 나. 수질 및 슬러지 분해를 통한 오염 침전물의 유기물질 저감과 슬러지 절대량 감소에 대한 처리비용 감소
	전체 내용	<u>수질 정화 및 악취, 슬러지 제거에 대한 필요성</u> ➢ 인천 승기천 수질 및 슬러지의 의한 악취 민원의 지속적인 증가 ➢ 수질 정화 및 슬러지 제거를 통한 비용절감과 악취문제 해결방안 필요 ➢ 인천시 관할 인천 승기천에서의 pilot test의 성공적 수행으로부터 scale-up 실증화 플랜트에 적용 가능성을 확인 <u>기업(제품)의 경쟁력</u> ➢ 고도산화촉매 약액제를 적용하여 수질 정화 및 악취, 슬러지를 분해하는 근본적인 기술을 적용 ➢ 기존 승기천공정의 수정이나 변경을 최소화시킨 시스템적 기술 ➢ 수질 정화와 슬러지의 총량 감축과 악취 저감을 동시에 구현하는 바, 인천 승기천 비용절감에 기여할 수 있는 보급형 기술 <u>수질 정화 및 악취, 슬러지 제거 추진내용</u> ➢ 인천 승기천 현장 수질 정화 악취, 슬러지를 대상으로 악취와 슬러지 변화량 조사 ➢ 하천 수질에 영향을 주지 않는 고도산화촉매 약액제 시제품 제조 ➢ 현장 물질수지와 오염현황에 따른 정량적/정성적 최적의 약액반응공정 설계(안) 도출 ➢ 복합악취 90% 이상 저감 ➢ 슬러지 내 유기물 분해를 위한 무기화학 약품 투입에 따른 슬러지 성상변화 고찰 및 제거 변화량 조사 <u>사업화 전략</u> ➢ 실증화를 통한 기술의 완성도 향상: 기존 보유기술의 현장별 적용시험을 통하여 비용 편의적 완성도를 업그레이드 ➢ 관련 기관의 연계: 지방정부, 환경공단, 강소연구개발특구단 등 지역 기관과 핵심기술보유 기업, 기술평가를 위한 대학 등이 참여하여 사업의 시행착오를 최소화하고, 현장 실증적 개발사업이 되도록 구성 ➢ 향후, 공인기관 기술인증: 현장적용 기술에 대한 공인시험기관의 성적서를 발급받고, 기술인증을 확보할 수 있는 사전준비

수질정화 악취 & 슬러지 제거 활용계획 및 기대효과	사회적 ※ 민원 감소와 함께 지역 주민의 삶의 질 향상, 인근 부동산 가치 회복 등 지역사회에 긍정적 파급효과가 발생 ※ 도시재생과도 맞물린 시너지 효과증대 경제적 ※ 기존 하천 정화설비를 대체하지 않고도 단독 운용이 가능하여 예산 절감, 운영비 절감, 신속한 적용이 가능 ※ 향후 관련 기술의 수출 및 기술이전 유망 환경적 ※ 단기간 내에 BOD, SS, T-N, T-P, TOC 등 주요 수질지표를 국가 환경기준 '매우 좋음' 수준까지 도달시킴으로써, 수생태계 복원 가능성을 실증적 확보. ※ 슬러지의 자연적 분해 및 악취 저감은 장기적인 환경 부담을 줄이는 친환경적 해결방식
	➢ BOD (생화학적 산소요구량): 365.6 mg/L → 1.8~2.9 mg/L로 98% 이상 감소 ➢ SS (부유물질): 5,630 mg/L → 1.2~4.8 mg/L로 99% 이상 감소 ➢ T-N (총질소): 19.12 mg/L → 3.39 mg/L로 약 5.6배 저감 ➢ T-P (총인): 5.287 mg/L → 0.311 mg/L로 약 17배 저감 ➢ TOC (총유기탄소): 473.6 mg/L → 5.0~5.4 mg/L로 급감 ➢ 수로박스과 데크 주변에 쌓여 있던 약 60cm의 퇴적물이 약 20cm 미만으로 감소 ➢ 승기2교 하단 중앙부에 쌓여 있던 약 30cm의 퇴적물은 거의 소실

승기천 수질 개선 및 악취 슬러지 제거 사업	실증 성과 요약 (10주 적용 결과) ✓ 전 항목 환경부 보통 등급 이상 회복 ✓ BOD, SS 등 99% 이상 개선 ✓ T-N, T-P 약 80~90% 개선	기술 차별성 및 경쟁력 ✓ 고비용의 기계설비 없이 적용 가능 ✓ 광촉매 기반 라디칼 반응 ✓ 기존 생물학적 처리와 병행 가능 ✓ 환경 독성 최소화	무설비 수질 개선 솔루션 사용성 기술적 신뢰성 입증
	생태 및 사회적 효과 ✓ 악취 민원 감소 ✓ 퇴적 슬러지 제거 ✓ 비점오염원 저감 ✓ 지자체 수용 가능성 높음	확장성 및 정책도입 가능성 ✓ 승기천 전 구간 확대시 비용절감 ✓ 다기능 하천 등 확장 적용 필요 ✓ 공공수처리 정책 연계 가능 ✓ 국내외 수질개선 사업 진출	



목 차

1. 연구개발과제의 개요.....	1
2. 과업의 수행 과정 및 내용.....	6
3. 과업의 수행 결과 및 목표 달성 정도.....	17
4. 진행과정에 따른 일자별 현장사진.....	20

[별첨 A] (주)에코스루 사업자등록증

[별첨 B] (주)에코스루 연구소기업 등록증

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 추진배경과 혜택

- 인천 미추홀구에서 시작되어 남동구를 거쳐 흐르는 승기천은 수질악화 및 슬러지 퇴적증가로 극심한 악취로 인해 민원이 발생되고 있어, 본 과업을 통하여 안정적인 악취저감 및 악취 원인인 슬러지 제거가 가능한지 확인하고 승기천의 수질개선을 위한 최적의 처리방안을 찾고자 하는데 그 목적이 있음.
- 악취와 관련된 민원(2015년: 13,569건)은 지속적으로 증가하여 왔으며, 이는 주변지역권 내 부동산 가치하락을 비롯한 개인의 재산권에 대한 불만 요소로까지 확대되어 심각한 지역문제가 되어왔습니다.
- 이에 따른 지자체 및 관련기관의 악취관리는 우선적이고 필수적인 주요현안으로 부각되었으며, 최근에는 준설 및 하천공사 등, 상당한 예산투입이 불가피해졌고, 그 금액 수준 또한 가파르게 증가하고 있음.
- 하천의 수질정화과정은 화학처리 등 다양한 공정으로 구성되는 것이 일반적이지만, 아직까지는 하천에서의 원단위 산출자료가 부족함이 있어 하천 수질정화에 대한 설계 근거를 도출함에도 여전히 미흡할 수밖에 없는 실정임.
- 환경기초시설에 대한 최근의 수질공정은 다양한 기법이 혼합된 복합설계가 추세이기는 하나, 높은 비용, 운전의 난이도, 낮은 효율 등이 원활한 적용을 저해하는 요소로 작용하고 있음.
- 당사의 보유기술은 이론적인 분해성능은 우수하지만 현장별 배출성이 다양하므로 범용적인 처리 효율성에 한계를 보이기는 합니다만, 다수의 시범적용이나 현장실증화 사업을 통하여 설계표준화를 추구하고 있음. 이에 보급형 수질정화의 효율성을 증가시킬 수 있도록 꾸준한 데이터베이스의 구축도 병행되어야 함.
- 따라서 기존의 설비나 공정을 최대한 유지하면서 환경적으로 안전한 방법론이 필수적임. 이에 대한 대응기술로서 금번에 고도산화공정의 일부인 보급형 ‘촉매약액’을 활용하는 시범사업을 성공적으로 진행하게 되었음.
- (주)에코스루는 친환경 ‘광촉매 고분자 전해질’ 물질을 개발하여 환경복원 및 정화를 집중적으로 연구 개발하고 있으며, 2023년부터 인천 환경관리공단 악취제거 및 슬러지 저감 사업을 진행하고 있음. 이에 따른 성공적인 진행과 결과는 하수 슬러지와 악취로 인해 고통받아 온 하천 주변 지역주민들의 민원 발생요인을 제거하고 친환경적이고 자연적인 하천과 호수변의 여가생활을 돌려줄 수 있도록 지속적인 노력을 다하고 있음.



1-2. 사업의 목적 및 목표

목 적	당사가 개발한 ‘광촉매형 약액제’를 이용하여 <u>하천의 수질정화 및 슬러지와 악취를 저감</u> 함으로써 처리비용 절감과 환경민원을 저감 시킬 수 있는 바, 도시 환경기초시설의 원활한 운영을 촉진하고, 사업확장을 통한 매출증대와 고용창출에 기여하고자 함.
목 표	① 수질 정화 및 슬러지 처리에 관한 주요 발생원 악취 저감 (30% 이상) ② 슬러지 분해를 통한 오염 침전물의 유기물질 저감과 슬러지 절대량 감소에 의한 처리비용 감소

1-3. 국내외 관련 보유기술 및 특허 현황

- (주)에코스루의 핵심기술은 본 과업을 통해 광촉매물질에 의한 산화공정과 고분자 전해질을 사용하여 유기물을 분해하고 이로 인한 악취 제거에 탁월한 효과를 증명하고 있음.
- 국내 수처리 분야에서 활용되고 있는 관련 기술은 다음과 같음.

<광촉매 적용 분야 (폐수 및 정수처리 분야)>

기업명	특허명 및 내용
(주)미시간기술	이산화티타늄이 코팅된 광촉매/자외선을 이용한 AOP와 고농도의 오존을 동시에 이용한 가압오존산화 공정의 수처리 장치 및 방법
(주)삼안건설기술공사	유동상 코팅여재(3a)와 자외선램프를 이용하여 물속에 함유되어 있는 처리하기 힘든 유기물, THM, 잔류농약성분, 중금속성분 등을 제거하여 안정된 수질을 얻기 위한 수처리장치
(주)미래엔지니어링	Sol-gel법으로 고정화되어진 이산화티타늄(TiO ₂)을 광촉매로 사용하는 폐수처리시스템
(주)아름다운 세상	정수처리기에 광촉매 살균기를 이용하여 정수된 상태로 물을 공급하는 수처리장치
(주)이앤비코리아	수중의 오염물질을 광촉매반응에 의하여 정화하는 고도산화처리장치에 관한 것. 지지체(세라믹, 유리, 실리콘계드 구슬 등)에 광촉매를 코팅하여 스텐레스 등의 철망 케이스에 고정시키며, 고도산화처리장치의 상하단에 침전지를 설치하여 부유물질 제거 방법

- 광촉매의 수처리 분야에의 실용화는 여러가지 이유로 공기정화나 대기오염방지분야의 응용에 비하여 안타깝게도 진행이 미미한 실정임. 당사 기술과 노하우의 비교검토를 위해 수처리분야에서 활용되고 AOP(광촉매 산화 기술)을 이용한 유기물질처리와 같은 수처리기술과 관련된 선행연구를 확인해본 결과 ‘환경복원(Bio-remediation)’ 분야의 광촉매를 적용한 기술은 전무한 실정임.

□ 해외 주요 선진국의 수처리 분야에서 활용되고 있는 관련 특허는 다음과 같음.

<광촉매 적용 분야 (수질 분야)>

국가명	특허명
일본	광촉매 반응장치와 광촉매 고정 방법
	광촉매를 이용한 유기 염소 화합물의 제거와 빠른 분해 방법
	광촉매에 의한 브롬산의 분해방법 및 그 분해장치
	분말 활성탄과 광촉매에 의한 수의 정화 방법
	폐수처리시스템 (JP2000354863)
	폐수처리 방법 및 장치 (JP10337579)
미국	다공성 티타늄2산화물 막과 효율적인 산화제를 이용한 유기화합물의 광촉매 산화
호주	PET (Phoslock)
	수중 영양분과 오염물질 관리를 위한 수처리 기술과 솔루션 제공

- 1967년 당시 일본 도쿄대학의 후지시마(당시 대학원생)교수가 산화티타늄 분말이 빛과 반응하여 물을 수소와 산소로 분해하는 현상을 우연히 발견하였고 이것이 오늘날까지 광촉매에 관련한 많은 연구개발로 이어지고 있음.
- 이 결과 광촉매는 실생활과 여러 산업분야에 광범위하게 적용되고 있고 유럽과 일본의 광촉매 시장은 근년 들어 매년 각각 50% 및 30% 정도의 신장율을 보이고 있으며 일본은 2024년의 경우 시장규모가 약 4,000억원 수준으로 추산되고 있음. 그러나 한국과 마찬가지로 '환경복원(Bio-remediation)'에 적용한 기술은 아직 개발되었다는 정보를 확인하지 못함. 미국과 호주도 관련 기술과 적용에 대한 사례를 확인할 수 없었음.

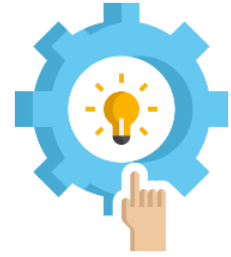
환경복원(Bio-remediation)이란?

미생물, 식물, 균류(곰팡이류) 등의 생물체를 이용하여 오염된 토양, 지하수, 하천, 해양 등의 환경을 정화하는 기술로 오염물질을 생물학적으로 분해하거나 무해한 물질로 전환함으로써, 자연 상태로 복원되도록 돕는 친환경적인 처리 방법.



1-4. 본 과업에 적용된 기술

- 기술의 주요 원리는 광촉매 산화기술 중 자외선(400nm이하) 외 가시광선(400nm~800nm)에서도 Band Gap 이상의 광에너지에서 반응할 수 있는 액상 촉매산화물질 제조기술임.
- 이는 다른 표현으로 광촉매(TiO₂) 반응 메커니즘으로서, 먼저 일정한 영역의 에너지(3.2eV 이상, 388nm 이하의 파장)가 가해지면 전자가 가전자대(Valence Band)에서 전도대(Conduction Band)로 여기됨. 이때 전도대에는 전자(e⁻)들이 형성되게 되고 가전자대에는 정공(h⁺)이 형성됨.
- 이렇게 형성된 전자(e⁻)와 정공(h⁺)은 강한 산화 또는 환원 작용에 의하여 OH Radical과 슈퍼 옥사이드 이온(O₂⁻) 등이 생성되어 유기물을 분해하고 용존산소(DO) 증가시키게 됨.

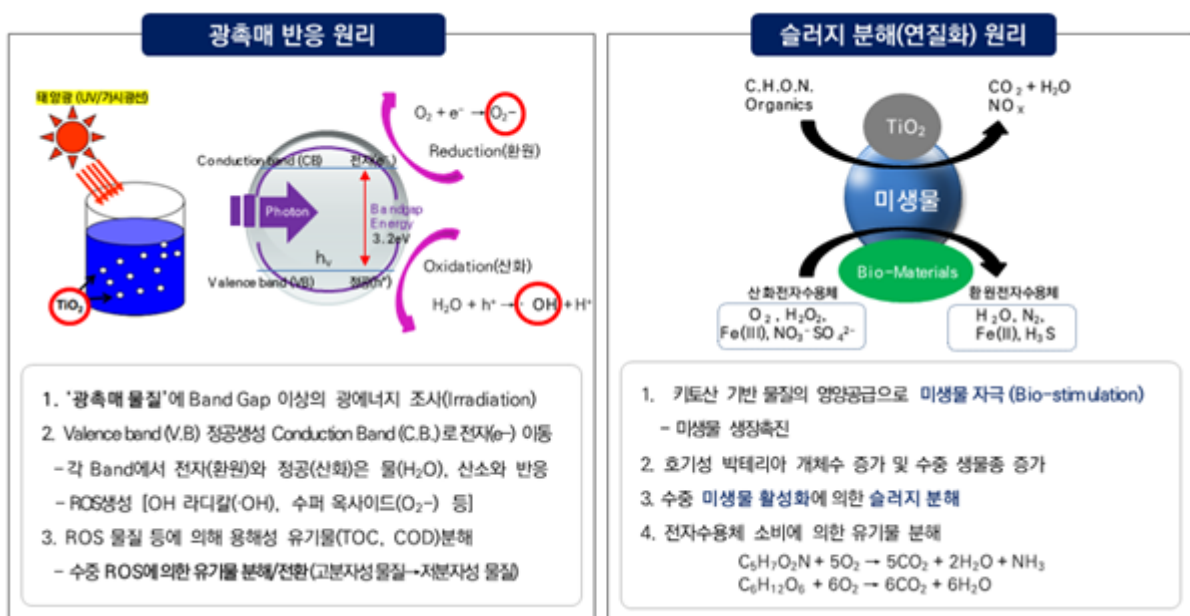


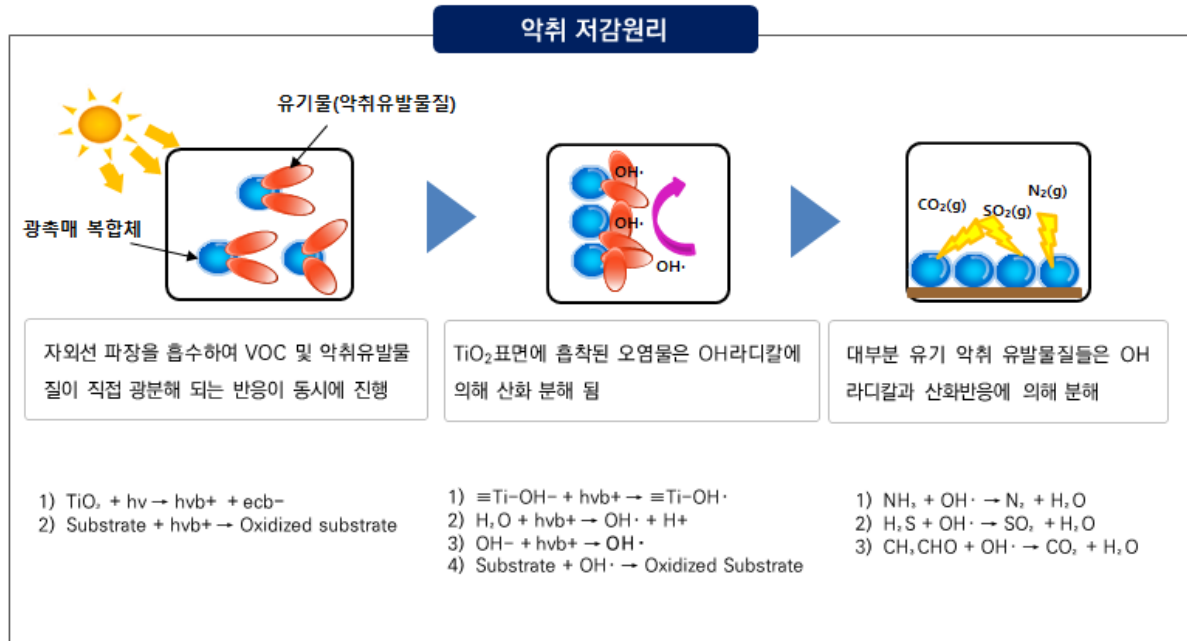
광촉매활성화를 통한 하수슬러지 분해 메카니즘

- TiO₂ 기반의 복합촉매는 빛 에너지에 의해 표면이 광활성화되며, 전자-정공 쌍이 생성되면서 수산화라디칼(OH·)이나 산소분자 이온(O₂⁻)과 같은 활성종을 형성시킴으로써 주변의 유기오염 물질을 분해할 수 있음.



- 광활성화된 화학종이나 고에너지 전자, 이온 등이 슬러지 저류조에 서식하는 박테리아의 성장을 촉진시켜 유기성 슬러지의 일부를 분해함으로써 건조슬러지의 절대량을 감소시키고, 이로부터 발생할 수 있는 악취의 강도를 저감하는 기술임.

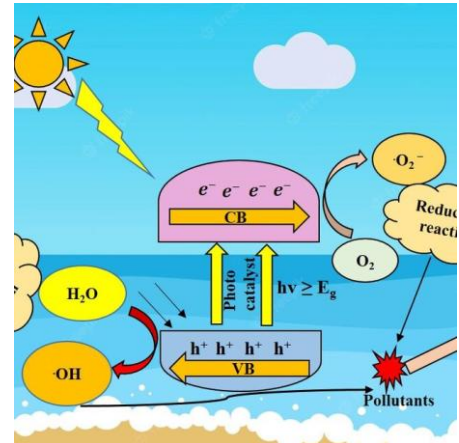




□ 이해를 돕기 위해 시각화한 우측의 그림은 광촉매 활성화를 통해 오염물질을 분해하는 메커니즘을 시각적으로 보여주고 있으며, 주로 반도체 광촉매(TiO₂등)를 기반으로 한 광화학 반응을 설명하고 있음.

□ 이 메커니즘은 빛(광자, $h\nu$)의 에너지를 이용해 광촉매 반도체에서 전자(e^-)와 정공(h^+)을 생성하고, 이로부터 강력한 산화제($\cdot OH$)와 환원제($\cdot O_2^-$)를 형성하여 수질 내 오염물질을 분해하는 과정을 보여줌.

□ 그림에 대한 대략적인 설명은 다음과 같음.



광원→에너지 제공	▶ 좌측 상단의 태양에서 나오는 빛 에너지($h\nu$)는 촉매에 입사되어 반응을 유도 (조건: $h\nu \geq E_g$ (E_g: 반도체의 밴드갭 에너지))
전자-정공 쌍 생성	▶ Photocatalyst (광촉매) 안에서 빛이 입사되면, 가전자대(VB)의 전자가 에너지를 받아 전도대(CB)로 전이 → 이때 전자(e^-)와 정공(h^+)이 생성 ▶ 그림 중앙에 이 이동이 수직 화살표로 표현
활성산소종 (ROS)생성	▶ 생성된 전자(e^-)는 CB에 존재하며, 주변의 산소(O_2)와 반응 → 초과산화이온 라디칼($\cdot O_2^-$) 형성, 이는 환원반응(Reducing Reaction)에 기여 ▶ 동시에, 정공(h^+)은 VB에 남아 있고, 주변의 물(H_2O) 또는 OH^- 이온과 반응 → 하이드록실 라디칼($\cdot OH$) 생성
오염물질 분해	▶ 생성된 OH 및 O_2는 강력한 산화·환원력을 가지며, Pollutants(오염물)와 반응하여 CO_2, H_2O 등 무해한 물질로 분해 ▶ 그림 하단의 Pollutants → 붉은 폭발 아이콘은 이 분해 반응을 상징적으로 표현

2. 과업의 수행 과정 및 내용

2-1. 현장개요

- 위치: 인천 승기천 內
- 과업구간: 약 6.4km의 하천 중 승기2교 인근 300m 구간

<승기천 內 과업수행 현장위치 및 과업 수행 전 현장사진>



2-2. 현장 약액제 투여 방안

- 현장적용 약액제: 당사가 개발한 친환경 약품 (용해100) - TiO₂ 외 무기약품)
- 10L 약품을 10배 및 15배 희석하여 하천에 투입함으로써 성능 및 경제성을 확보함(핵심 약제: 약 5-25 ppm).
- 슬러지저류조 약제 투입: '25년 5월 8일 - 7월 30일 (주 3회 투입)
- 약제농도는 수질 탁도와 슬러지량에 따라 가변적으로 설정하여 적용함.
- 살포방법
 - IBC TANK에 약제와 물을 희석 후 2인1조로 작업 인원을 구성하여 구역을 설정한 후 2개조로 나뉘어 하천에 투입함.
 - 고압살수기를 이용하여 분사할 수 있도록 수면 밑바닥과 수면 위 중간 약 2cm 정도에 맞추어 상류지점부터 고르게 살포하기 시작하여 승기2교 다리 내부(BOX) 각 열과 설정한 구역지에 약제와 물을 희석한 2톤 물량을 고르게 살포 작업을 다음의 일정에 따라 진행함.



Projects	과업 수행 (2개월공정-8주)										
	1주	2주	3주	4주	5주	6주	7주	8주	9주	10주	11주
1. Recipe											
120kg * 2회 / 주3회	→										
80kg * 1회 / 주3회	→										
40kg * 2회/주 * 2주		→									
16kg * 2회/주 * 3주			→								
8kg * 2회/주 * 1주							→				
4kg * 2회/주 * 1주								→			
2. Treat sum & Methods											
• 총살포량 600kg											
• 총 살포회수 17회											
• 고압 펌프 사용 최대한 표면에 가깝게 고르게 살포											
• 희석배수는 원물대비 10배수로 하되 되도록 전체 고르게 Treat 할수있는 적절량으로 희석											
3. 공정보고											
• 첫 측정시 착수 보고	●										
• 최종 8주차 이후 10주차 이내 최종 보고											●
● = 공정보고											

- 과업 착수 후 약 22차례의 약재를 투입하였으며, 매 작업마다 투입량과 업무현황을 다음과 같이 작업일지로 관리함.

작업일지

① 2025년 5월 18일

② 현장투입인원 : 5명 우동하, 간지영, 전현우, 이성민, 이창우

③ 작업 위치 : 승기2교 상류지역 부터 하류방향 300m구간, 선학중학교 부근 습지 2곳

④ 작업 내용 :

공일 2인 1조 작업인원 구성
 승기2교 1구간 ~ 4구간, 선학중학교 부근 습지 구간 나누고 TBM 후 작업 시작
 작업시간 : 오전 8시 ~ 오후 5시
 (승기2교 300m 구간)

1. 우천으로 인하여 승기2교 하천범람으로 인하여 하천슬러지 쓰레기가 데크다리쪽으로 유입됨.
- 데크다리 쓰레기 수거 및 살수정소 하였습니다.
2. 약제 20kg 물 980kg 배합 후 희석
- 1구간 1조 BOX 및 상류쪽 살포하였습니다.
3. 약제 20kg 물 980kg 배합 후 희석
- 2구간 2조 하류쪽 방향으로 살포하였습니다.
4. 약제 20kg 물 980kg 배합 후 희석
- 3구간 2조 하류쪽 방향으로 살포하였습니다.
5. 약제 20kg 물 980kg 배합 후 희석
- 4구간 2조 하류쪽 방향으로 살포하였습니다.

사용 약제 수량 : 80kg 8EA
 희석용 물 : 3,920kg
 (선학중학교 부근 습지 2곳)

1. 약제 20kg 물 580kg 배합 후 희석
 - 1조 현장으로 이동 후 현장이상 유무 확인
 - 우천으로 인한 쓰레기 발생 수거작업 실시
 - 습지 1,2 희석한 약제 살포하였습니다.

사용 약제 수량 : 20kg 2EA
 희석용 물 : 580kg

사용 약제 : 용해 100
 총 사용 약제 수량 : 100kg 10EA
 재고 약제 수량 : 24EA

위와 같이 작업 하였음을 확인 합니다.

현장대리인 : 우동하 (인)
 현장관리자 : 우동하 (인)

작업일지

① 2025년 6월 10일

② 현장투입인원 : 5명 우동하, 간지영, 전현우, 이성민, 이창우

③ 작업 위치 : 승기2교 상류지역 부터 하류방향 300m구간, 선학중학교 부근 습지 2곳

④ 작업 내용 :

공일 2인 1조 작업인원 구성
 승기2교 1구간 ~ 4구간, 선학중학교 부근 습지 구간 나누고 TBM 후 작업 시작
 작업시간 : 오전 8시 ~ 오후 5시
 (승기2교 300m 구간)

1. 승기2교 주변 정리
2. 약제 20kg 물 980kg 배합 후 희석
- 1구간 1조 BOX 및 상류쪽 살포하였습니다.
3. 약제 10kg 물 980kg 배합 후 희석
- 2구간 2조 하류쪽 방향으로 살포하였습니다.
4. 약제 10kg 물 980kg 배합 후 희석
- 3구간 2조 하류쪽 방향으로 살포하였습니다.
5. 약제 10kg 물 980kg 배합 후 희석
- 4구간 2조 하류쪽 방향으로 살포하였습니다.

사용 약제 수량 : 50kg 5EA
 희석용 물 : 3,920kg
 (선학중학교 부근 습지 2곳)

1. 약제 20kg 물 580kg 배합 후 희석
 - 1조 현장으로 이동 후 현장이상 유무 확인
 - 습지 1,2 희석한 약제 살포하였습니다.

사용 약제 수량 : 20kg 2EA
 희석용 물 : 580kg

사용 약제 : 용해 100
 총 사용 약제 수량 : 70kg 7EA
 재고 약제 수량 : 0EA
 추가약제 : 10EA
 추가약제재고 : 9EA

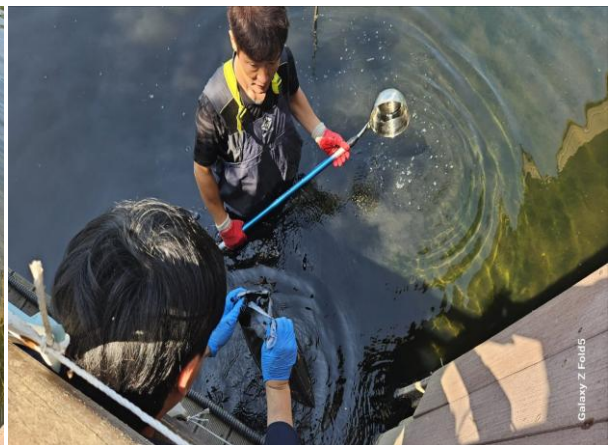
위와 같이 작업 하였음을 확인 합니다.

현장대리인 : 우동하 (인)
 현장관리자 : 우동하 (인)

2-3. 현장 악취 슬러지 및 하천수 채취와 시험성적결과

- 현장 슬러지 및 하천수 공간 악취시료 채취 (약액제 사용 전, 약액제 사용 중, 약액제 사용 후 각 1 회씩)

<시료채취 현장사진>



- 수질개선 작업 후에는 실제 수질이 지속적으로 양호한 상태로 유지되는지, 오염원이 재발성화되지

않았는지를 확인하기 위해 다양한 화학검사가 필수적임.

2-4. 수질검사 업체 소개

- 2001년 설립되어 환경 계측과 정화 분야에서 기술력과 전문성을 갖춘 중견 환경기업인 (주)혜성환경에서 과업진행과정에서 3차례의 수질 및 퇴적물에 대한 화학실험을 진행함.
- 동사의 전문분야는 다음과 같으며, 본 수행과업의 성과를 객관적으로 평가함.

영 향	요약 설명
오염물질 진단 및 분석	수질·대기·실내공기·악취·VOC 등 환경 오염 항목에 대한 계측 및 분석 서비스
정화 및 환경시설 운영	토양 및 지하수 정화, 폐수처리 약품 제조 및 공급, 폐기물 관련 분석
환경 관리 대행	자가측정 지원, 환경 영향 평가용역 수행 등

- 동사는 다음과 같이 작업결과를 공식적으로 제출함.


주식회사 혜성환경

(우) 14079 경기도 안양시 동안구 귀인로 79번길 35(호계동) / 전화 : 031) 473-3413 / 전송 : 031) 472-2996

문서번호 HS 제 WS 25(E)-601

시행일자 2025년 07월 18일

수신 (주)에코스루

참조 환경관리담당자

제목 시험성적서

선				지	
결				시	
점	일자			결	
수	번호			재	
처리과				공	
담당자				량	

1. 귀사의 무궁한 발전과 일익 번창하심을 기원합니다.

2. 불임과 같이 의뢰하신 시료에 대한 시험성적서를 제출하오니 업무에 참조바랍니다.

붙임 : 1. 시험성적서 끝.

주식회사 혜성환경
대표이사 장공례


승기 2교 하천수 - BOD 외 4항목 개선 현황 (2025.05.14 ⇨ 2025.06.11 ⇨ 2025.07.10)



(발급번호:HS 제W2505-1463)

시 험 성 적 서				
의뢰자	인천 연수구 선학동 일원, ㈜에코스루			
시료명	승기 2교 하천수			
분석항목	BOD 외 4항목			
시험의뢰일시	의뢰일	2025년 05월 14일	시험완료일시	2025년 05월 23일
	의뢰시간	12 : 50 ~ 13 : 40		
시 험 항 목	관련기준	시 험 결 과		비 고
BOD (mg/L)	-	365.6		
SS (mg/L)	-	5630.0		
T-N (mg/L)	-	19.120		
T-P (mg/L)	-	5.287		
TOC (mg/L)	-	473.6		
분석기간	05/14 ~ 05/23	분석기술인	명자연	의뢰인
		책임기술인	권혜원	의뢰인
상기 분석결과는 ㈜해성환경의 동의 없이 분쟁해결에 사용될 수 없으며 의뢰업체에서 제시한 시료 외에 시료 전체의 결과를 보증하지 않습니다.				
의뢰하신 시료의 시험결과를 위와 같이 통지합니다.				
2025 년 05 월 23 일 상 호 : (주)해성환경 소재지 및 : 경기도 안양시 동안구 귀인로 79번길 35(호계동) 연락처 : 031)473-3413 대표자 성명 : 장 공 레 (서명 또는 인)				



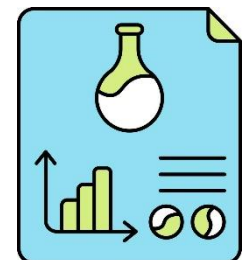
(발급번호:HS 제W2506-1101)

시 험 성 적 서				
의뢰자	인천 연수구 선학동 일원, ㈜에코스루			
시료명	승기 2교 하천수			
분석항목	BOD 외 4항목			
시험의뢰일시	의뢰일	2025년 06월 11일	시험완료일시	2025년 06월 17일
	의뢰시간	09 : 30 ~ 11 : 00		
시 험 항 목	관련기준	시 험 결 과		비 고
BOD (mg/L)	-	1.8		
SS (mg/L)	-	1.2		
T-N (mg/L)	-	5.067		
T-P (mg/L)	-	1.202		
TOC (mg/L)	-	5.0		
분석기간	06/11 ~ 06/17	분석기술인	명자연	의뢰인
		책임기술인	권혜원	의뢰인
상기 분석결과는 ㈜해성환경의 동의 없이 분쟁해결에 사용될 수 없으며 의뢰업체에서 제시한 시료 외에 시료 전체의 결과를 보증하지 않습니다.				
의뢰하신 시료의 시험결과를 위와 같이 통지합니다.				
2025 년 06 월 17 일 상 호 : (주)해성환경 소재지 및 : 경기도 안양시 동안구 귀인로 79번길 35(호계동) 연락처 : 031)473-3413 대표자 성명 : 장 공 레 (서명 또는 인)				



(발급번호:HS 제W2507-1001)

시 험 성 적 서				
의뢰자	인천 연수구 선학동 일원, ㈜에코스루			
시료명	승기 2교 하천수			
분석항목	BOD 외 4항목			
시험의뢰일시	의뢰일	2025년 07월 10일	시험완료일시	2025년 07월 16일
	의뢰시간	12 : 00 ~ 13 : 00		
시 험 항 목	관련기준	시 험 결 과		비 고
BOD (mg/L)	-	2.9		
SS (mg/L)	-	4.8		
T-N (mg/L)	-	3.390		
T-P (mg/L)	-	0.311		
TOC (mg/L)	-	5.4		
분석기간	07/10 ~ 07/16	분석기술인	명자연	의뢰인
		책임기술인	권혜원	의뢰인
상기 분석결과는 ㈜해성환경의 동의 없이 분쟁해결에 사용될 수 없으며 의뢰업체에서 제시한 시료 외에 시료 전체의 결과를 보증하지 않습니다.				
의뢰하신 시료의 시험결과를 위와 같이 통지합니다.				
2025 년 07 월 16 일 상 호 : (주)해성환경 소재지 및 : 경기도 안양시 동안구 귀인로 79번길 35(호계동) 연락처 : 031)473-3413 대표자 성명 : 장 공 레 (서명 또는 인)				



승기 2교 하부 하천 퇴적물 - 유기물함량 와 3항목 개선 현황 (2025.05.14 ⇨ 2025.06.11 ⇨ 2025.07.10)

 시 험 성 적 서				 시 험 성 적 서				 시 험 성 적 서			
의 회 자		인천광역시 연수구 갯벌로 169 (송도동), ㈜에코스루		의 회 자		인천광역시 연수구 갯벌로 169 (송도동), ㈜에코스루		의 회 자		인천광역시 연수구 갯벌로 169 (송도동), ㈜에코스루	
시 료 명		승기천 승기2교 하부 하천 퇴적물		시 료 명		승기천 승기2교 하부 하천 퇴적물		시 료 명		승기천 승기2교 하부 하천 퇴적물	
시 험 항 목		유기물함량 외 3항목		시 험 항 목		유기물함량 외 3항목		시 험 항 목		유기물함량 외 3항목	
시험 의뢰일시		2025년 05월 14일		시험 완료일시		2025년 05월 27일		시험 의뢰일시		2025년 07월 10일	
시험 항 목		시 험 결 과		비 고		시험 항 목		시 험 결 과		비 고	
유기물함량 (%)		4.77		폐기물공정시험기준		유기물함량 (%)		23.28		폐기물공정시험기준	
T-N (mg/L)		7.998		수질오염공정시험기준		T-N (mg/L)		10.948		수질오염공정시험기준	
T-P (mg/L)		2.831				T-P (mg/L)		1.065			
TOC (mg/L)		59.3				TOC (mg/L)		3.3			
		이 하 여 백				이 하 여 백				이 하 여 백	



선학중학교 앞 하천수 - BOD 외 4항목 개선 현황 (2025.05.14 ⇨ 2025.06.11 ⇨ 2025.07.10)

(발급번호:HS 제W2505-1464)

		시 험 성 적 서		
의 회 자	인천 연수구 선학동 일원, ㈜ 에코스루			
시 료 명	선학중학교 앞 하천수			
분 석 항 목	BOD 외 4항목			
시험의뢰일시	의 회 일	2025년 05월 14일	시험완료일시	2025년 05월 23일
	의뢰 시간	12 : 50 ~ 13 : 40		
시 험 항 목	관련기준	시 험 결 과		비 고
BOD (mg/L)	-	21.1		
SS (mg/L)	-	460.0		
T-N (mg/L)	-	8.541		
T-P (mg/L)	-	0.544		
TOC (mg/L)	-	24.9		
분 석 기 간	05/14 ~ 05/23	분석기 술 인	명 자 연	책임기 술 인
		책임기 술 인	권 해 원	
상기 분석결과는 ㈜해성환경의 동의 없이 분정해결에 사용될 수 없으며 의뢰업체에서 제시한 시료 외에 시료 전체의 결과를 보증하지 않습니다.				
의뢰하신 시료의 시험결과를 위와 같이 통지합니다.				
2025 년 05 월 23 일				
상 호 : (주)해성환경				
소재 지 및 : 경기도 안양시 동안구 귀인로 79번길 35(호계동)				
연 락 처 : 031)473-3413				
대표자 성명 : 장 공 레 (서명 또는 인)				

(발급번호:HS 제W2506-1102)

		시 험 성 적 서		
의 회 자	인천 연수구 선학동 일원, ㈜ 에코스루			
시 료 명	선학중학교 앞 하천수			
분 석 항 목	BOD 외 4항목			
시험의뢰일시	의 회 일	2025년 06월 11일	시험완료일시	2025년 06월 17일
	의뢰 시간	09 : 30 ~ 11 : 00		
시 험 항 목	관련기준	시 험 결 과		비 고
BOD (mg/L)	-	24.8		
SS (mg/L)	-	46.7		
T-N (mg/L)	-	2.542		
T-P (mg/L)	-	0.084		
TOC (mg/L)	-	19.4		
분 석 기 간	06/11 ~ 06/17	분석기술인	명 자 연	책임기술인
상기 분석결과는 ㈜해성환경의 동의 없이 분정해결에 사용될 수 없으며 의뢰업체에서 제시한 시료 외에 시		책 임 기 술 인	권 해 원	의뢰자
전체의 결과를 보증하지 않습니다.				
의뢰하신 시료의 시험결과를 위와 같이 통지합니다.				
2025 년 06 월 17 일				
상 호 : (주)해성환경				
소 재 지 및 : 경기도 안양시 동안구 귀인로 79번길 35(호계동)				
연 락 처 : 031)473-3413				
대표자 성명 : 장 공 레 (서명 또는 인)				

(발급번호:HS 제W2507-1002)

		시 험 성 적 서			
의 회 자	인천 연수구 선학동 일원, ㈜ 에코스루				
시 료 명	선학중학교 앞 하천수				
분 석 항 목	BOD 외 4항목				
시험의뢰일시	의 회 일	2025년 07월 10일		시험완료일시	2025년 07월 16일
	의뢰 시간	12 : 00 ~ 13 : 00			
시 험 항 목	관련기준	시 험 결 과			비 고
BOD (mg/L)	-	21.3			
SS (mg/L)	-	77.0			
T-N (mg/L)	-	12.105			
T-P (mg/L)	-	1.027			
TOC (mg/L)	-	20.3			
분 석 기 간	07/10 ~ 07/16	분석기술인	명 자 연 		
		책임 기술인	권 해 원 		
상기 분석결과는 ㈜해성환경의 동의 없이 분정해결에 사용될 수 없으며 의뢰업체에서 제시한 시료 외에 시료 전체의 결과를 보증하지 않습니다.					
의뢰하신 시료의 시험결과를 위와 같이 통지합니다.					
2025 년 07 월 16 일					
상 호 : (주)해성환경					
소재지 및 : 경기도 안양시 동안구 귀인로 79번길 35(호계동)					
연 락 처 : 031)473-3413					
대표자 성명 : 장 공 레 (서명 또는 인) 					



선학중학교 앞 하천수 퇴적물 - 유기물함량 와 3항목 개선 현황 (2025.05.14 ⇨ 2025.06.11 ⇨ 2025.07.10)

(HS WS 25(E)-415)

시 험 성 적 서			
의뢰자	인천광역시 연수구 갯벌로 169 (송도동), ㈜에코스루		
시료명	선학중학교 앞 하천 퇴적물		
시험항목	유기물함량 외 3항목		
시험의뢰일시	2025년 05월 14일	시험완료일시	2025년 05월 27일
시험항목	시 험 결 과		비 고
유기물함량 (%)	16.45		폐기물공정시험기준 수질오염공정시험기준
T-N (mg/L)	8.775		
T-P (mg/L)	0.624		
TOC (mg/L)	9.6		
이 하 여 백			
비고 : T-N, T-P, TOC의 분석은 시료를 폐기물공정시험기준에 따라 용출시험을 한 후 여과액을 이용하여, 수질오염공정시험기준 중 항목별 분석방법을 적용하여 분석함. - 용출시험 : 폐기물공정시험기준(ES 06150.e) - T-N, T-P, TOC 분석 수질오염공정시험기준(04363.0 외)			
분석기간	05/14 ~ 05/27	시험담당자	김 주 윤
		기술책임자	천 기 안
상기 분석결과는 ㈜해성환경의 동의 없이 분쟁해결에 사용될 수 없으며, 의뢰업체에서 제시한 시료 외에 시료전체의 결과를 보증하지 않습니다.			
의뢰하신 시료의 시험결과를 위와 같이 통지합니다.			
2025 년 05 월 27 일			
상 호 : (주)해성환경 소 재 지 : 경기도 안양시 동안구 귀인로 79번길35(호계동) 연 락 처 : 031) 473-3413 대표자 성 명 : 장 공 례 (서명 또는 인)			

(HS WS 25(E)-512)

시 험 성 적 서			
의뢰자	인천광역시 연수구 갯벌로 169 (송도동), ㈜에코스루		
시료명	선학중학교 앞 하천 퇴적물		
시험항목	유기물함량 외 3항목		
시험의뢰일시	2025년 06월 11일	시험완료일시	2025년 06월 20일
시험항목	시 험 결 과		비 고
유기물함량 (%)	20.49		폐기물공정시험기준 수질오염공정시험기준
T-N (mg/L)	9.874		
T-P (mg/L)	0.913		
TOC (mg/L)	4.1		
이 하 여 백			
비고 : T-N, T-P, TOC의 분석은 시료를 폐기물공정시험기준에 따라 용출시험을 한 후 여과액을 이용하여, 수질오염공정시험기준 중 항목별 분석방법을 적용하여 분석함. - 용출시험 : 폐기물공정시험기준(ES 06150.e) - T-N, T-P, TOC 분석 수질오염공정시험기준(04363.0 외)			
분석기간	06/11 ~ 06/23	시험담당자	김 주 윤
		기술책임자	천 기 안
상기 분석결과는 ㈜해성환경의 동의 없이 분쟁해결에 사용될 수 없으며, 의뢰업체에서 제시한 시료 외에 시료전체의 결과를 보증하지 않습니다.			
의뢰하신 시료의 시험결과를 위와 같이 통지합니다.			
2025 년 06 월 23 일			
상 호 : (주)해성환경 소 재 지 : 경기도 안양시 동안구 귀인로 79번길35(호계동) 연 락 처 : 031) 473-3413 대표자 성 명 : 장 공 례 (서명 또는 인)			

(HS WS 25(E)-601)

시 험 성 적 서			
의뢰자	인천광역시 연수구 갯벌로 169 (송도동), ㈜에코스루		
시료명	선학중학교 앞 하천 퇴적물		
시험항목	유기물함량 외 3항목		
시험의뢰일시	2025년 07월 10일	시험완료일시	2025년 07월 18일
시험항목	시 험 결 과		비 고
유기물함량 (%)	17.03		폐기물공정시험기준 수질오염공정시험기준
T-N (mg/L)	10.125		
T-P (mg/L)	1.534		
TOC (mg/L)	3.9		
이 하 여 백			
비고 : T-N, T-P, TOC의 분석은 시료를 폐기물공정시험기준에 따라 용출시험을 한 후 여과액을 이용하여, 수질오염공정시험기준 중 항목별 분석방법을 적용하여 분석함. - 용출시험 : 폐기물공정시험기준(ES 06150.e) - T-N, T-P, TOC 분석 수질오염공정시험기준(04363.0 외)			
분석기간	07/10 ~ 07/18	시험담당자	김 주 윤
		기술책임자	천 기 안
상기 분석결과는 ㈜해성환경의 동의 없이 분쟁해결에 사용될 수 없으며, 의뢰업체에서 제시한 시료 외에 시료전체의 결과를 보증하지 않습니다.			
의뢰하신 시료의 시험결과를 위와 같이 통지합니다.			
2025 년 07 월 18 일			
상 호 : (주)해성환경 소 재 지 : 경기도 안양시 동안구 귀인로 79번길35(호계동) 연 락 처 : 031) 473-3413 대표자 성 명 : 장 공 례 (서명 또는 인)			



□ 검사의 필요성과 목적은 다음과 같음.

항 목	요약 설명
목 적	수질 개선 효과 확인, 재오염 방지, 법적·행정 대응
필요성	과학적 근거 확보, 장기적 모니터링, 주민 민원 대응
진행 방식	수질·퇴적물 항목 분석, 단계적 및 반복적 검사 필요
활용처	환경영향 평가, 정책 보고서, 내부 품질관리, 인증자료

□ 수질개선을 확인하기 위하여 진행되는 시험의 주요 지표는 다음과 같음,

BOD

- 생화학적 산소 요구량(Biochemical Oxygen Demand)은 특정 온도에서 유산소 상태로 유기 물질을 분해하는 동안 박테리아 및 다른 미생물에 의해 소비되는 산소의 양을 나타냄.
- BOD는 폐수 유출이 수용수의 산소 농도에 미치는 단기적 영향을 측정하는 데 사용됩니다. BOD는 폐수의 영향을 받는 곳에서부터 배출물까지 다양한 위치에서 유기산소를 요구하는 부분을 대표하여 사용합니다. BOD는 폐수 처리의 효율성 및 효과성을 증가시키기 위해서 처리 플랜트 프로세스 모델에 사용될 수 있습니다.

<일반적인 BOD 수치 기준표 (환경부 기준)>

BOD (mg/L)	수질 등급	수질 상태 설명
0 ~ 1	매우 좋음 (Excellent)	청정수, 산속 계곡물 수준
1 ~ 3	좋음 (Good)	음용수 처리 전 단계, 일반 상수원 수준
3 ~ 5	보통 (Fair)	농촌 하천, 비교적 오염 적은 생활하천 수준
5 ~ 10	나쁨 (Poor)	생활하수 유입된 도시 하천 수준
10 이상	매우 나쁨 (Very Poor)	심각한 유기물 오염, 악취 발생 가능

SS

- Suspended Solids는 물속에 떠 있는 고형물 입자를 의미함. 즉, 물에 용해되지 않고, 부유 상태로 존재하는 고체 물질로서 흙, 모래, 유기물, 미생물 찌꺼기 등이 포함됨.
- SS수치가 높으면 수중 생물의 광합성 방해, 산소 부족 현상 유발, 슬러지 및 침전물 발생 증가, 필터 및 배관 막힘 등 수질오염에 직접적인 영향을 줌.

<일반적인 SS 수치 기준표 (환경부 기준)>

SS (mg/L)	수질 등급	수질 상태 설명
0 ~ 5	매우 좋음 (Excellent)	맑은 물, 정수 처리 전 수준
5 ~ 25	좋음 (Good)	상수원, 생활용수 가능
25 ~ 50	보통 (Fair)	생활하천, 농업용수 수준
50 ~ 100	나쁨 (Poor)	오염된 하천, 탁수 상태
100 이상	매우 나쁨 (Very Poor)	폐수 유입, 슬러지 포함 가능

T-N

- 수중에 존재하는 모든 형태의 질소화합물의 총량을 의미하는 수질 지표임. 질소는 생태계에 필수적인 영양소이지만, 과잉 존재 시 수질을 오염시키는 주요 원인임. 무기질소(암모니아성 질소, 아질산성 질소, 질산성 질소) + 유기질소 포함.

영 향	요약 설명
부영양화	조류(녹조) 폭발의 원인. 질소와 인의 과잉이 원인 중 하나
산소 고갈	조류 번식 → 죽은 조류 분해 → BOD 증가 → DO 감소
인체 위해	음용수 내 질산성 질소가 많을 경우 청색증(영아) 등 문제발생 가능
지표수/지하수 오염	농업용 비료, 축산분뇨 유입 등으로 질소성분 증가

<일반적인 T-N 수치 기준표 (환경부 기준)>

수질 등급	T-N 기준 (mg/L)	수질 상태 설명
I (매우 좋음)	≤ 0.2	상수원수 또는 자연형 생태하천 수준
II (좋음)	≤ 1.0	일반적인 상수원, 수생태계 건강
III (보통)	≤ 2.0	생활하천, 어업·농업용수 가능
IV (나쁨)	≤ 3.0	산업용수 또는 오염저감 대상 하천
V (매우 나쁨)	> 3.0	심각한 부영양화, 생태계 위험 수준

T-P

- 수중에 존재하는 모든 형태의 인(Phosphorus)을 포함한 총량을 말하며, 부영양화의 핵심 지표 중 하나임. 인산염, 유기인화합물 등을 모두 포함.

영 향	요약 설명
부영양화 유발	적은 양으로도 조류(藻類) 폭증을 유발할 수 있음
조류 성장 제한인자	대부분의 담수 생태계에서 인이 조류 성장을 제한
수질 악화 유발	조류 번식 → 부패 → 산소 고갈 → 악취 및 생물 폐사
정수처리 비용 증가	정수장에서 고도처리 필요, 슬러지 발생 증가

<일반적인 T-P 수치 기준표 (환경부 기준)>

수질 등급	T-P 기준 (mg/L)	설명
I (매우 좋음)	≤ 0.02	매우 청정, 부영양화 가능성 없음
II (좋음)	≤ 0.04	상수원 적합, 조류 번식 위험 낮음
III (보통)	≤ 0.10	생활하천 수준, 조류 번식 가능
IV (나쁨)	≤ 0.30	부영양화 우려, 조류 대량 발생 가능
V (매우 나쁨)	> 0.30	심각한 부영양화, 수질 개선 시급

부영양화란?

질소(N)와 인(P) 같은 영양염류가 수체에 과도하게 유입되어 조류(藻類, algae)와 수중식물의 급격한 번식을 유도하여— 용존산소 고갈, 수질악화, 생태계 교란이 발생하는 현상임.

영 향	요약 설명
조류 번식	녹조, 남조류(마이크로시스티스) 등 폭발적 증가
용존산소(DO) 고갈	조류 사멸 후 분해 시 산소 소비 → 어류 폐사
악취 및 수질저하	부패물질, 독성물질 발생 (Ex. Microcystin)
정수처리 비용 증가	고도처리 필요, 슬러지 증가
생태계 교란	투명도 하락, 수생식물 감소, 생물다양성 감소

TOC

- 총유기탄소 (TOC:Total Organic Carbon)는 수중에 존재하는 유기물을 구성하는 탄소의 총량이며, "물의 오염도"를 보여주는 대표적인 수질지표 중 하나입니다. 유기물의 종류에 관계없이 그 총량을 측정하는 방법으로는 과거 BOD (생물화학적 산소요구량: Biochemical Oxygen Demand), COD (화학적 산소요구량: Chemical Oxygen Demand), 과망간산칼륨소비량 시험과 같은 지표가 사용되어 왔습니다. 이 분석방법은 일정한 조건에서 미생물이나 산화제에 의해 분해되는 것을 측정하기 때문에, 조건에 맞지 않거나 유기물의 종류에 따라 검출율이 다르고, 측정 시간이 오래 걸리며, 무기화합물에 의해 간섭을 받는 등 수질지표로 사용하는데 있어 문제점을 지적 받아왔습니다.
- TOC 측정은 시료 속의 존재하는 물질에 방해를 받지 않고, 더 정확하게 수중에 존재하는 유기물 총량을 측정할 수 있기 때문에, 수돗물과 의약품의 수질 평가, 하천과 토양의 조사·연구, 공장의 배수 감시 등 널리 이용되고 있습니다.

<일반적인 TOC 수치 기준표 (환경부 기준)>

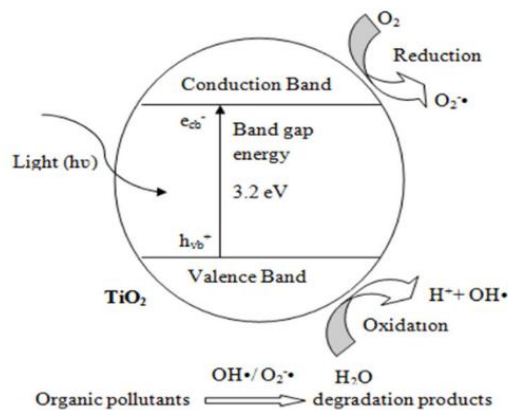
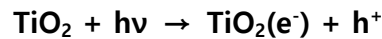
등급	TOC 기준 (mg/L)	수질 수준
I-A	≤ 2.0	양호 - 정수처리 후 음용 가능
I-B	≤ 3.0	보통 - 수질관리 필요 시작
II	≤ 4.0	약간 오염 - 수생태계 영향 가능
III	≤ 6.0	오염 - 생물다양성 감소 가능성
IV	≤ 8.0	매우 오염 - 정화조치 필수
V	> 8.0	양호 - 정수처리 후 음용 가능

3. 과업의 수행 결과 및 목표 달성 정도

3-1. 광촉매 활성화를 통한 하수 슬러지 분해 메커니즘의 성과

- TiO₂ 기반의 복합촉매는 빛 에너지에 의해 표면이 광활성화되며, 전자-정공 쌍이 생성되면서 수산화라디칼(OH·)이나 산소분자 이온(O₂·-)과 같은 활성종을 형성시켜 주변의 유기오염 물질을 분해하고 있음을 증명함.

<광촉매에 의한 활성종 생성 원리>



3-2. 목표달성정도

- 승기 2교에서 진행한 과업에 따른 “수질개선효과”는 다음과 같으며, 2달여만의 작업 후 상당한 수준의 개선 효과를 보이고 있음.

(단위: mg/L)

승기 2 교 하천수	지표설명	검사일자 25.05.14	생활환경기준 수질급수/환경부	검사일자 25.06.11	검사일자 25.07.10
BOD	생화학적산소요구량	365.6		1.8	2.9
SS	2mm 이하부유물총량	5630.0	6 급수이하 매우나쁨	1.2	4.8
T-N	부영양화지표 질소총량	19.120	6 급수이하 매우나쁨	5.067	3.390
T-P	부영양화지표인총량	5.287	6 급수이하 매우나쁨	1.202	0.311
TOC	유기물구성탄소총량	473.6	6 급수이하 매우나쁨	5.0	5.4

□ 분석결과와 효과에 대한 주요한 성과는 다음과 같음.

BOD	악성 생활하수의 경우 200~300mg 을 감안할 때 365.6mg 은 최악의 수질상태임. 짧은 Pilot Test 결과 1.8~2.9 로 급격히 수치가 낮아져 전과는 비교할 수 없는 수질개선 성과를 보임.
SS	최초 5630.0mg 의 수치는 거의 탁도 제로의 최악의 수치임. 짧은 Pilot Test 결과 1.2~4.8 로 급격히 수치가 낮아져 전과는 비교할 수 없는 수질개선 성과를 보임.
T-N	부영양화로 인한 수질저하, 녹조, 악취 및 하저 슬러지 생성의 주 원인임. 과업과정에서 검사된 수치에서 보듯이 Test 이후 5.6 배수의 저감이 이루어져 녹조, 악취 및 하저슬러지 발생 방지효과를 보이게 됨.
T-P	부영양화로 인한 수질저하, 녹조, 악취 및 하저 슬러지 생성의 주 원인. 수치에서 보듯이 Test 이후 17 배수의 저감이 이루어져 녹조, 악취 및 하저슬러지 발생 방지에 확실한 효과를 보이고 있음.
TOC	최초 473.6mg 의 수치는 최악의 수질 수치임. 짧은 Pilot Test 결과 5.0~5.4 로 급격히 수치가 낮아져 전과는 비교할 수 없는 수질 향상효과를 보이고 있음.

- 10주 정도의 짧은 Pilot Test 기간을 감안할 때 상기의 분석수치의 변화는 과업을 시작할 시점의 수치대비 비교 불가한 결과로 평가될 수 있음. 이는 특별한 수질 개선 장비의 투입 없이 당사의 용해100의 살포만으로 얻은 결과로서 타 수질개선 사례에서 찾기 어려운 성과임.
- 사업지역에서 거듭되던 주요 민원발생은 녹조, 악취 및 슬러지 발생에 대해, 그 원인인 T-N, T-P의 높은 지표가 현저한 저하됨에 따라 수질개선의 목적달성과 함께 민원감소라는 부수적인 성과를 보임.
- 과업일정 중간의 폭염 및 몇 차례의 폭우 등을 감안할 때 상기의 안정적인 결과는 기술의 탁월함 및 안정성을 부연해주는 성과임.
- 또한, 현재 과업을 진행한 300m 구간을 확장하여 승기천 전체 6.4km을 대상으로 수질개선 업무를 진행할 경우 개선효과는 더욱 명확해질 것으로 사료됨.



PURIFICATION



FILTRATION



RECYCLING

SETTLING
PROCESSBIOLOGICAL
TREATMENT

- 승기 2교에서 진행한 과업에 따른 “퇴적물 개선효과”는 다음과 같으며, 2달여만의 작업 후 수질개선과 함께 개선 효과를 보이고 있음.

(단위: mg/L)

승기 2 교 퇴적물	지표설명	검사일자 25.05.14	검사일자 25.06.11
유기물함량(%)	-	4.77	23.28
T-N	부영양화지표 질소총량	7.998	10.948
T-P	부영양화지표인총량	2.831	1.065
TOC	유기물구성탄소총량	59.3	3.3

- 분석결과와 효과에 대한 주요한 성과는 다음과 같음.

유기물함량(%)	오랜 시간 고착되어 쌓여 있던 슬러지 층이 하저 미생물을 자극하고, 이로 인해 활발히 분해되는 과정에서 일시적인 유기물의 함량상승을 보임에 따라 제품이 정상적인 기작반응이 진행됨이 증명됨. 유기물은 수중어류의 풍부한 먹이공급원으로 어류성장 및 개체수가 획기적으로 증가케 함으로써 자연스런 수생태계의 복원이 진행됨.
T-N	고착되어 있던 슬러지의 분해로 인한 유기물의 일시적 상승과 더불어 T-N 값도 같이 상승함. 이후 지속적인 수질정화 시행으로 슬러지 완전 제거 이후 T-N 값은 저하됨.
T-P	수질저하, 녹조, 악취 및 하저 슬러지 생성의 주된 원인임. 수치에서 보듯이 Test 이후 2.65 배수의 저감이 이루어져 녹조, 악취 및 하저슬러지 발생이 지속적으로 방지됨.
TOC	최초 59.3mg 함량의 매우 좋지 않은 슬러지 상태를 짧은 Pilot Test 결과 3.3 으로 급격히 수치가 낮아짐으로써 이전과는 비교할 수 없는 하저 슬러지 상태가 호전됨. 이러한 TOC 값의 저하로 수질향상, 녹조방지, 악취 및 슬러지 고착을 제거함과 동시에 자연 생태 순환이 복원됨.

- 퇴적물 개선 역시 10주 정도의 짧은 Pilot Test 기간을 감안할 때 과업을 시작할 시점대비 비교 불가한 결과로 평가될 수 있음, 이는 특별한 수질 개선 장비의 투입 없이 당사의 용해100의 살포만으로 얻은 결과로서 타 수질개선 사례에서 찾기 어려운 성과임.

4. 과업 현장사진

4-1. 진행과정에 따른 일자별 진행과정

□ 5월 8일 (승기2교) [1 주차]



□ 5월 14일 ~ 16일 (승기2교) [2 주차]



□ 5월 20일 (승기2교) [3 주차]



□ 5월 29일 ~ 30일 (승기2교) [4 주차]



□ 6월 16일 ~ 18일 (승기2교) [6 주차]



□ 6월 23일 (승기2교) [7 주차]



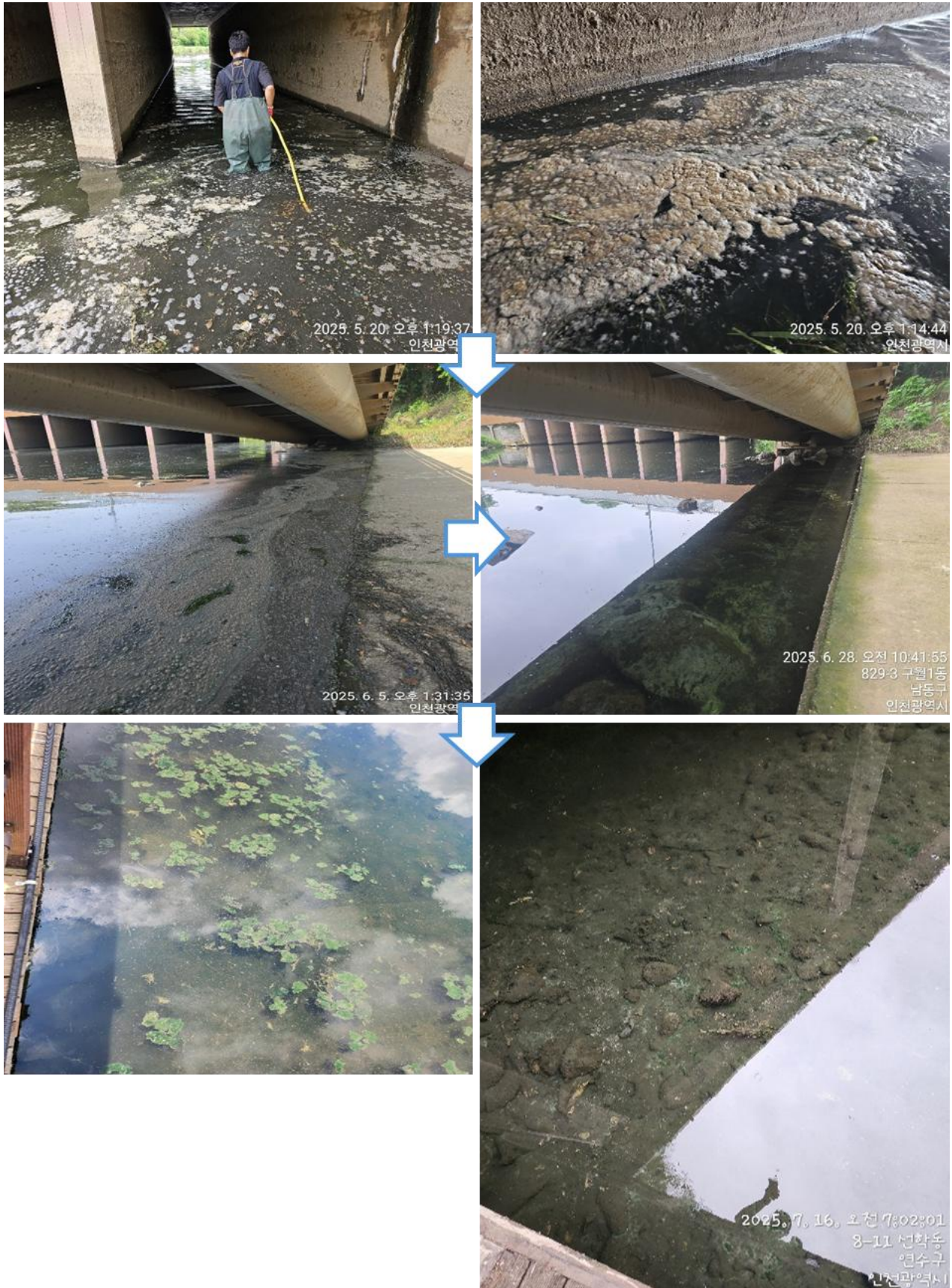
□ 6월 28일 ~ 30일 (승기2교) [8 주차]



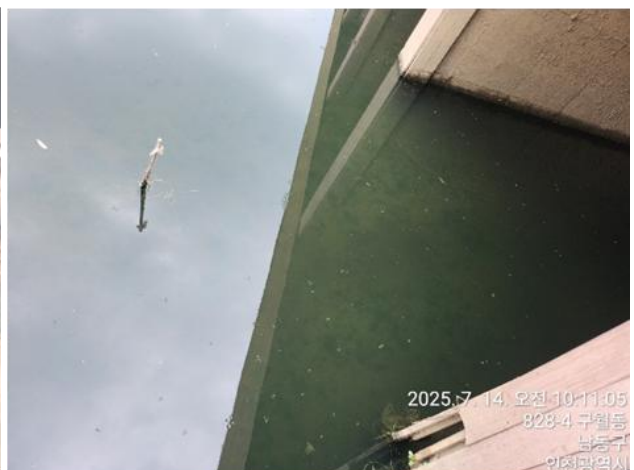
□ 7월 12일 (승기2교) [10 주차]



4-2. 10주간의 수질개선 변화과정



4-3. 과업진행 후 현장의 변화



5. 종합의견

- 2025년 승기천 수질 개선 시범사업은 국내 최초로 광촉매 기반 고도산화촉매 약액제를 활용하여 하천의 수질을 근본적으로 정화하고 악취 및 슬러지 문제를 획기적으로 개선한 성공적인 사례임.
- 당사에서 개발한 ‘용해100’ 촉매약액제는 단순한 약품이 아니라, 환경문제를 구조적으로 해결할 수 있는 고도기술 제품과 기술임. 해당 약제를 별도의 기계적 설비 없이도 현장 살포만으로 적용한 본 과업은, 기존 하천 정화 기술의 한계를 명확히 넘어서는 실증 데이터를 확보함.
- 기술성과 및 수질개선 효과를 정리하면 다음과 같음.
 - BOD (생화학적 산소요구량): 365.6 mg/L → 1.8~2.9 mg/L로 98% 이상 감소
 - SS (부유물질): 5.630 mg/L → 1.2~4.8 mg/L로 99% 이상 감소
 - T-N (총질소): 19.12 mg/L → 3.39 mg/L로 약 5.6배 저감
 - T-P (총인): 5.287 mg/L → 0.311 mg/L로 약 17배 저감
 - TOC (총유기탄소): 473.6 mg/L → 5.0~5.4 mg/L로 급감
- 이러한 극적인 수질개선은 약 10주라는 짧은 기간 내, 기계장비 없이 약제 살포만으로 달성한 결과로, 국내외 유사 사례와 비교할 때 독보적인 성과로 평가됨.
- 본 과업에서 악취감소와 관련된 검사를 시행하지는 못했으나, 악취문제 역시 과업시작 2주 후 90% 이상 소멸됨. 이는 과업지역을 정기적으로 산책을 하는 시민들의 의견을 수렴한 결과이기도 함.
- 퇴적물(슬러지) 개선효과
 - 퇴적물(슬러지)은 수로박스과 데크 주변에 쌓여 있던 약 60cm의 퇴적물이, 약 20Cm 미만으로 감소함.
 - 또한, 승기2교 하단 중앙부에 쌓여 있던 약 30cm의 퇴적물은 거의 소실되는 효과(이끼층까지 소실되어 바닥이 보이는 수준)를 보임으로써 슬러지 제거에도 확실한 효과를 보임.
- 기술적 차별성과 보급 가능성
 - TiO₂ 기반 광촉매 활성화 기술을 응용한 약액제를 적용
 - 산화력 강화, 유기물 분해력 우수, 정공-전자 쌍 생성 메커니즘을 통해 수질정화와 악취제거를 동시에 달성
 - 기존 하천 정화공정이나 구조물을 변경하지 않고도 현장 적용 가능 → 비용효율성과 범용성 탁월
 - 박테리아 활성 촉진 → 슬러지 감소 → 악취 차단이라는 연쇄적 효과 구조

- 본 과업의 성과를 통해 확인한 결과를 토대로 기대할 수 있는 효과와 발전방향에 대한 제안은 다음과 같음.

[기대효과]

환경적 측면	▶ 단기간 내에 BOD, SS, T-N, T-P, TOC 등 주요 수질지표를 국가 환경기준 '매우 좋음' 수준까지 도달시킴으로써, 수생태계 복원 가능성을 실증적 확보. ▶ 슬러지의 자연적 분해 및 악취 저감은 장기적인 환경 부담을 줄이는 친환경적 해결방식
사회적 측면	▶ 민원 감소와 함께 지역 주민의 삶의 질 향상, 인근 부동산 가치 회복 등 지역사회에 긍정적 파급효과가 발생 ▶ 도시재생과도 맞물린 시너지 효과증대
경제적 측면	▶ 기존 하천 정화설비를 대체하지 않고도 단독 운용이 가능하여 예산 절감, 운영비 절감, 신속한 적용이 가능 ▶ 향후 관련 기술의 수출 및 기술이전 유망

[발전방향 제안]

전구간 확대적용	▶ 현재 300m 시범구간을 넘어 승기천 전체 6.4km 로 확대 적용 시, 인천시 수계 전반의 생태복원 및 시민만족도 향상이 가능할 것으로 예상
공인기관검증 및 기술인증	▶ 실증 데이터 기반으로 KTR, KOLAS 등 공인기관의 시험성과 인증을 조속히 확보하여 지자체 공공조달과 환경부 인증을 통한 상용화 추진
다양한 수계적용 실증확대	▶ 승기천 외에도 도시 저류지, 농업용 저수지, 양식장, 호수 등에 단계별 적용하여 시장 확대 및 제품의 표준화, 모듈화 기반을 구축
글로벌진출 및 기술특허확장	▶ AOP 기반 Bio-remediation 분야의 선도기술로서, 일본, 동남아, 중동 등 수질문제가 심각한 국가를 대상으로 한 글로벌 진출 전략 수립

- 결론적으로 본 과업을 통해 당사는 자체 개발한 광촉매 기반 약액제가 실제 현장 수질 개선에 탁월한 효과가 있음을 실증적으로 입증함. 이는 단순한 시범사업의 성과를 넘어, 대한민국 수질 정화 기술의 새로운 패러다임을 제시하는 모범사례로 사료됨.
- 당사의 기술은 미래형 환경복원(AOP 기반 Bio-remediation)의 핵심 솔루션으로서, 국내외 수질관리 시장에서 전략적 파급력과 실용성을 동시에 갖춘 고부가가치 기술임이 확인되었고, 지속적인 현장 확대 적용과 공인기관 인증을 통해, 해당 기술은 국내는 물론 글로벌 수처리 산업에서도 강력한 경쟁력을 갖출 수 있을 것임.

승기천 수질개선 및 악취·슬러지 제거사업

실증 성과 요약 (10주 적용 결과)

- ✓ 전 항목 환경부 보통 등급 이상 회복
- ✓ BOD, SS 등 99% 이상 개선
- ✓ T-N, T-P 약 80~90% 개선

기술 차별성 및 경쟁력

- ✓ 고비용의 기계설비 없이 적용 가능
- ✓ 광촉매 기반 라디칼 반응
- ✓ 기존 생물학적 처리와 병행 가능
- ✓ 환경 독성 최소화

생태 및 사회적 효과

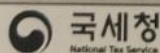
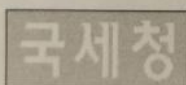
- ✓ 악취 민원 감소
- ✓ 퇴적 슬러지 제거
- ✓ 비점오염원 저감
- ✓ 지자체 수용 가능성 높음

확장성 및 정책도입 가능성

- ✓ 승기천 전 구간 확대시 비용절감
- ✓ 다기능 하천 등 확장 적용 필요
- ✓ 공공수처리 정책 연계 가능
- ✓ 국내외 수질개선 사업 진출

무설비 수질개선 솔루션으로서 사용성과 기술적 신뢰성 입증

nts.go.kr 국세청



제 1730호			
연구소기업 등록증			
기업명	(주)에코스루	사업자등록번호	451-86-03169
		법인등록번호	120111-1341677
대표자	장철		
주소	본사	인천광역시 연수구 갯벌로 169 E-biz센터 207A호 (송도동)	
	공장	-	
	연구소	-	
업종(생산품)	서비스업(환경연구용역)		
출자기관	기관명	출자지분	출자자산(항목)
	인천대기술지주(주)	10.00%	현금
	장철 외 3명	90.00%	현금
	합계	100%	
「연구개발특구의 육성에 관한 특별법」 제9조의3제2항, 같은 법 시행령 제13조제3항·제4항 및 같은 법 시행규칙 제4조제3항에 따라 위와 같이 연구소기업으로 등록하였음을 증명합니다.			
2023년 12월 19일			
과학기술정보통신부장관인			