

연구개발사업계획(안) 제안서

연구과제명	부산 사하구 구평동 악취 원인 분석을 위한 모델링 및 악취 저감방안 수립		
연구기간	2025 년 2 월 ~ 2025 년 11 월(10 개월)		
연구비	50,000천원		
연구사업 구분	연구분야 및 세부연구분야(해당사항 1군데 ■표)		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input type="checkbox"/> 정책연구 <input checked="" type="checkbox"/> 조사연구 <input type="checkbox"/> 기술개발연구 <input type="checkbox"/> 산학협력연구 (해당사항 1군데 ■표)	<input type="checkbox"/> 물리화학적 처리 <input type="checkbox"/> 생물학적 처리 <input type="checkbox"/> 악취 처리 및 재이용 <input type="checkbox"/> 하수처리 시스템 <input type="checkbox"/> 질소 및 인 제거 <input type="checkbox"/> 하폐수 처리 기타 <input type="checkbox"/> 축산폐수 처리 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 악분리 <input type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input type="checkbox"/> 수질관리기타 <input type="checkbox"/> 기타
	자연환경분야	폐기물관리	대기관리
	<input type="checkbox"/> 환경정책 <input type="checkbox"/> 생활환경 <input type="checkbox"/> 건강위해성 <input type="checkbox"/> 생태관리 <input type="checkbox"/> 환경오염사고대비 <input type="checkbox"/> 소음관리 <input type="checkbox"/> 청정기술개발 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 매립 및 침출수 처리 <input type="checkbox"/> 슬러지 처리 <input type="checkbox"/> 소각 및 열분해 <input type="checkbox"/> 재활용 및 자원화 <input type="checkbox"/> 음식물 쓰레기 처리 <input type="checkbox"/> 폐기물 관리 기타	<input type="checkbox"/> 대기오염측정 및 관리 <input checked="" type="checkbox"/> 대기오염모델링,위해도 <input type="checkbox"/> 대기오염 처리기술 <input type="checkbox"/> VOCs 및 악취 처리 <input type="checkbox"/> 기타
	토양지하수오염	기후변화대응분야	기타환경분야
	<input type="checkbox"/> 오염토양처리관리 <input type="checkbox"/> 폐광토양오염,지하수처리 <input type="checkbox"/> 지하수 환경관리 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 온실가스배출량산정 <input type="checkbox"/> 온실가스배출량감축연구 <input type="checkbox"/> 배출권거래 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 기타
연구의 목적 및 필요성	<p>○ 연구 배경 및 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 부산 사하구 구평동 대규모 제강사업장(YK스틸㈜) 주변으로 대규모 아파트단지(약 1700세대)가 입주하면서 제강로 등에서 발생하는 악취, 분진(비산먼지) 등에 대한 지속적인 민원 제기 - 우리 청에서 배출시설 등에 대한 점검(악취 시료채취 등)을 지속적으로 실시 중이나 민원 발생 당시 악취 등의 발생원에 대한 즉각적 확인 및 대응이 어려운 실정 - '27년 사업장(YK스틸㈜) 이전까지 지속적 환경 민원 제기 예상 - 민원 총 164건 접수(악취 112건, 비산먼지 21건, 소음 20건, 매연 5건, 기타 6건)외 구술민원 신고 다수('21.12.~'24.8.) - 구평동 일대 사업장 관리기관 간 악취관리 현황 및 데이터가 공유되지 않아 악취 현황 파악 어려움 		

	<p>○ 연구의 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> - YK스틸(주) 주변으로 대규모 아파트단지(약 1700세대)에 영향을 주는 악취 발생 실태, 원인 파악 및 해결 방안 수립 - 대규모 주거지역에 미치는 환경 피해 최소화 및 민원 해소
주요 연구내용	<p>○ 연구 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사업장 인근 주거지역의 지속적 집단 환경 민원 해결을 위한 연구 필요 - 인근 대형사업장인 YK스틸(주)은 '27년 이전을 목표로 하고 있으므로 환경 개선 조기 이행을 위한 집중 연구 필요 <p>○ 연구의 추진 전략 및 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> - 민원발생지역 인근 악취 등 오염물질에 대한 실태확인 및 주요 원인물질(지정악취물질 등) 분석 - 주요 악취 배출사업장 내부 및 부지경계 악취 발생 지점(시설) 확인 및 원인 파악 후 시설 개선 등 악취 저감 방안 제시 <p>○ 주요 연구 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 대규모 주거단지 인근 사업장(감천항 등 포함)에서 유발 가능성이 있는 배경악취 실태 파악 및 해결방법 모색(지정악취물질을 표지로 활용 하여 악취발생원인 파악 등) - 각 관계기관(환경청·사하구청)에서 운영*하는 악취관리시스템 및 측정 현황 연계 체계 구축 및 기관 간 협업 방안 강구 <ul style="list-style-type: none"> * (환경청) 대기측정차량, 대기측정망 운영 / (사하구) 환경통합관제센터 운영 - YK스틸(주) 및 인근 주요 악취배출시설 배출구, 인근 아파트단지 악취 분석결과 및 기상상황(풍향,풍속) 분석을 통한 데이터 수집, 오염 물질 확산 모델링 - 직접영향지역 대형사업장인 YK스틸(주) 원료(고철) 반입, 제강, 압연 공정 내 주요 악취 배출시설 파악 및 악취 원인 분석을 통한 최적 방지시설 개선 등 공정 내 악취 저감 최적방안 수립(활성탄 투입, 여과집진시설 여과포 개선, 연료투입량 조절 등) <p>○ 연구결과의 기대 및 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 악취 문제 해결을 위한 기술적 요소 제시를 통해 사업장 환경 개선 유도 - 해당 연구결과에 기반한 잠재적 환경 민원 능동적 대처 - 해당 연구과제 행정기관(낙동강유역환경청, 부산 사하구청) 및 민간 단체(구평동환경대책위원회)에 공유 및 악취 저감 협력 체계 구축
주요 연구내용에 대한 국내외 기술현황	<p>○ 국내외 선행연구 및 동향 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - 악취발생원 추적시스템 개발 및 적용(2018. 이순환(부산대학교)) - 사상구 악취중점배출사업장의 악취발생 원인 규명 및 저감방안 연구(2014. 서용수(부경대학교))

연구성과 활용방안	○ 연구 성과 지표 및 목표				
	<table><tr><td>성과 지표 및 목표</td></tr><tr><td>1. 부산 사하구 구평동 환경문제 해결 근거 및 해결책 제시</td></tr><tr><td>2. 쾌적한 생활 환경 조성 및 기업·주민 상생</td></tr><tr><td>3. 주거지 인근 사업장 악취 관리 및 민원 대응 방안 제시</td></tr></table>		성과 지표 및 목표	1. 부산 사하구 구평동 환경문제 해결 근거 및 해결책 제시	2. 쾌적한 생활 환경 조성 및 기업·주민 상생
성과 지표 및 목표					
1. 부산 사하구 구평동 환경문제 해결 근거 및 해결책 제시					
2. 쾌적한 생활 환경 조성 및 기업·주민 상생					
3. 주거지 인근 사업장 악취 관리 및 민원 대응 방안 제시					
	○ 연구 성과 활용내용(계획)				
	<table><tr><td>2. 활용내용(계획)</td></tr><tr><td>3. -(사업장) 악취 발생 저감 대책 수립 및 안정적 악취 제거</td></tr><tr><td>4. -(행정기관) 연구결과를 적극 활용한 사업장 지도·관리 강화</td></tr><tr><td>5. -(주민) 지역 환경 문제 해결에 직접적 참여를 통한 쾌적한 주민 생활 환경 조성</td></tr></table>		2. 활용내용(계획)	3. -(사업장) 악취 발생 저감 대책 수립 및 안정적 악취 제거	4. -(행정기관) 연구결과를 적극 활용한 사업장 지도·관리 강화
2. 활용내용(계획)					
3. -(사업장) 악취 발생 저감 대책 수립 및 안정적 악취 제거					
4. -(행정기관) 연구결과를 적극 활용한 사업장 지도·관리 강화					
5. -(주민) 지역 환경 문제 해결에 직접적 참여를 통한 쾌적한 주민 생활 환경 조성					
주요 키워드 (3개 이상)	한글	악취, 민원, 저감			
	영문	Odor, Civil petition, Reduction			

연구개발사업계획(안) 제안서

연구과제명	부산지역 플라스틱 발생 실태조사 및 관리전략 연구		
연구기간	2025 년 2 월 ~ 2025 년 11 월(10 개월)		
연구비	50,000천원		
연구사업 구분	연구분야 및 세부연구분야(해당사항 1군데 ■표)		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input type="checkbox"/> 정책연구 <input checked="" type="checkbox"/> 조사연구 <input type="checkbox"/> 기술개발연구 <input type="checkbox"/> 산학연협력연구 (해당사항 1군데 ■표)	<input type="checkbox"/> 물리화학적 처리 <input type="checkbox"/> 생물학적 처리 <input type="checkbox"/> 막처리 및 재이용 <input type="checkbox"/> 하수처리 시스템 <input type="checkbox"/> 질소 및 인 제거 <input type="checkbox"/> 하폐수 처리 기타 <input type="checkbox"/> 축산폐수 처리 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 막분리 <input type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input type="checkbox"/> 수질관리기타 <input type="checkbox"/> 기타
	자연환경분야	폐기물관리	대기관리
	<input type="checkbox"/> 환경정책 <input type="checkbox"/> 생활환경 <input type="checkbox"/> 건강위해성 <input type="checkbox"/> 생태관리 <input type="checkbox"/> 환경오염사고대비 <input type="checkbox"/> 소음관리 <input type="checkbox"/> 청정기술개발 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 매립 및 침출수 처리 <input type="checkbox"/> 슬러지 처리 <input type="checkbox"/> 소각 및 열분해 <input checked="" type="checkbox"/> 재활용 및 자원화 <input type="checkbox"/> 음식물 쓰레기 처리 <input type="checkbox"/> 폐기물 관리 기타	<input type="checkbox"/> 대기오염측정 및 관리 <input type="checkbox"/> 대기오염모델링,위해도 <input type="checkbox"/> 대기오염 처리기술 <input type="checkbox"/> VOCs 및 악취 처리 <input type="checkbox"/> 기타
	토양지하수오염	기후변화대응분야	기타환경분야
	<input type="checkbox"/> 오염토양처리관리 <input type="checkbox"/> 폐광토양오염,지하수처리 <input type="checkbox"/> 지하수 환경관리 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 온실가스배출량산정 <input type="checkbox"/> 온실가스배출량감축연구 <input type="checkbox"/> 배출권거래 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 기타
연구의 목적 및 필요성	<p>○ 연구 배경 및 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기후위기 시대, 온실가스 배출 및 생태계 교란 등 지구환경오염 주범으로 지목된 플라스틱 폐기물의 발생이 지속되고 있어, 脫플라스틱 및 순환경제로의 전환 대책이 필요한 시점임 - 부산시는 Post-플라스틱 국제협약('24.11~12월) 시대의 선도적 도시로서 자원순환 시스템(자원순환 클러스터 및 자원에너지 회수단지 조성 등) 도입을 적극적으로 추진 중임에 따라 지역내 체계적인 플라스틱 전주기(life-cycle) 분석을 통하여 효율적인 폐플라스틱의 순환경제 정책적 분석과 관리전략 도출이 시급히 필요 		

<p>연구의 목적 및 필요성 (계속)</p>	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 부산시 폐플라스틱 재활용을 위한 추진 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;">자원순환(post-플라스틱) 클러스터 조성</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">실증</td><td>물질재활용(시·군·구 기반 로봇선별 등)</td></tr> <tr> <td>시설</td><td>화학재활용(열분해 유화가스화 등)</td></tr> <tr> <td>진흥</td><td>R&D기획, 기술 인·검증,</td></tr> <tr> <td>시설</td><td>산학캠퍼스 DB 구축 창업지원 등</td></tr> </table> <p style="text-align: right;">▶ '24.9.현재 타당성 재조사 시행중</p> </div> <div style="width: 45%; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;">자원에너지회수단지 조성</p> <p>'자원순환 클러스터' 연계 재활용 산업시설 설치기술개발·실증 부지확보</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재활용 부산기업 발굴 육성 <p style="text-align: right;">▶ '24.9.현재 타당성조사 용역 중</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px 0;"> </div> <div style="width: 45%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">부산 업사이클센터 건립</p> <p>업사이클 교육·전시·체험, 제품제작, 스타트업기업 지원 등</p> <p style="text-align: right;">▶ '24.9.현재 실시설계 용역 중</p> </div> <div style="width: 45%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">서부산권 광역 생활자원회수센터 건립</p> <p>공공수거·처리 재활용품 물량 확보</p> <p style="text-align: right;">▶ '24.9.현재 타당성조사 용역 중</p> </div> </div> <p>○ 연구의 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> - 부산지역 내 플라스틱 다량 발생원, 발생량 등 실태조사로, 부산지역 자원순환 클러스터 및 자원에너지 회수단지 조성 시, 입주 업체(시설)의 지속적인 폐플라스틱 자원화를 위하여 폐플라스틱의 원활한 물량 공급 등을 위한 물질흐름 분석 기초자료 마련으로 자원순환 클러스터 성공의 중요한 역할을 하고자 함 - 아울러, 고품질원료(폐플라스틱)의 양·질 관리에 필요한 발생~수거~처리 연계의 관리 시스템 등 전략 및 방안 마련 	실증	물질재활용(시·군·구 기반 로봇선별 등)	시설	화학재활용(열분해 유화가스화 등)	진흥	R&D기획, 기술 인·검증,	시설	산학캠퍼스 DB 구축 창업지원 등
실증	물질재활용(시·군·구 기반 로봇선별 등)								
시설	화학재활용(열분해 유화가스화 등)								
진흥	R&D기획, 기술 인·검증,								
시설	산학캠퍼스 DB 구축 창업지원 등								
<p>주요 연구내용</p>	<p>○ 연구 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> - 부산지역 내 공공수거영역 및 플라스틱 주요 다량 발생원(마트, 시장, 아파트 및 편의점 등)별 사용, 폐기 및 재활용 실태조사(4계절적 발생량 변동 조사과정 포함)를 통하여 문제점 분석 및 발생량 추이 예측, 개선점을 도출을 통한 향후 자원순환 클러스터 운영에 필요한 충분하고도 안정적인 물량 확보방안 마련을 위한 기초자료 확보 - 시대변화에 따른 부산시에 맞는 폐플라스틱의 분리·수거·관리 시스템 등 전략 및 방안 제시 <p>○ 연구의 추진 전략 및 방법</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 부산지역 플라스틱 발생 실태조사 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>부산지역의 공공수거영역 및 플라스틱 다량발생원*선정 및 발생량 현황조사</p> <p style="font-size: small;">* 다량발생원: 마트, 시장, 아파트(일정세대 이상) 및 편의점 등</p> </div> <div style="width: 35%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>생활쓰레기 중 중량제쓰레기 봉투 내 재활용 가능한 폐플라스틱 발생량 조사</p> </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>부산시 플라스틱 소재별 생산업체 현황 및 플라스틱 재활용 산업 동향 조사</p> </div> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>○ 플라스틱 재활용 산업 및 기술 동향에 따른 폐플라스틱 안정적 공급을 위한 물량 확보 체계방안 제시</p> <p>○ 부산시만의 폐플라스틱 분리·수거·관리 시스템 등 전략 및 방안 제시</p> </div>								

<p>주요 연구내용 (계속)</p>	<p>○ 주요 연구 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공공수거영역 및 플라스틱 주요 다량 발생원 도출 및 사용, 폐기 및 재활용 발생량의 계절별 실태조사 - 플라스틱 재활용 산업 및 기술 동향에 따른 자원순환 클러스터 운영에 필요한 예측 플라스틱의 안정적인 물량 확보방안 및 관리체계 개선 방안 제언 - 실태조사 자료 분석을 통한 부산시만의 폐플라스틱 분리·수거·관리 시스템 등 전략 방안 및 정책 제시 <p>○ 연구결과의 기대 및 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 부산지역내 플라스틱 발생 및 재활용 실태조사를 통해 변화 추이 파악하여 부산시 폐플라스틱 정책 방향 및 순환경제 전환 대책사업 등에 반영 - 폐플라스틱의 발생량 및 다량 발생지역, 처리 등의 흐름 분석으로, 자원순환 클러스터 및 자원에너지 회수단지에 폐플라스틱의 원활한 공급체계 마련으로 향후 클러스터 성공에 중요한 역할 - 시대변화에 따른 부산시만의 폐플라스틱 분리·수거·관리 시스템 등 전략적 정책 제시로 관리체계 개선
<p>주요 연구내용에 대한 국내외 기술현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 부산광역시 제2차 자원순환 시행계획('23)에 따라 자원순환(post-플라스틱) 클러스터 조성 사업에 대한 개요 및 추진 전략은 도출되었으나 세부적인 폐플라스틱 공급체계 구축 및 기술 도입 등에 대한 근거 자료는 연구된 바 없음 - 부산지역의 재활용품목 배출단계 처리현황 등은 조사된 바 있으나 플라스틱을 대상으로 전주기 조사한 사례는 없으며, 플라스틱 관리 전략을 연구한 사례※에서는 국내외 전반적인 플라스틱 사용 현황 및 전망을 분석하였으나 부산지역을 대상으로 한 세부 조사결과가 향후 자원순환(post-플라스틱) 클러스터 및 자원에너지 회수단지 운영에 미치는 영향이 크므로 심도있는 연구결과 도출이 필요함 <p>* 순환경제로의 전환을 위한 플라스틱 관리전략 연구(KEI, 2019)</p>

연구성과 활용방안	○ 연구 성과지표 및 목표	
	성과 지표 및 목표	
	1. 부산지역의 플라스틱 발생 실태조사에 따른 품목별, 소재별, 계절별 폐플라스틱 발생량 등 산정 및 물질의 흐름 파악	
	2. 폐플라스틱의 재활용 기술에 따른 분리배출 및 관리체계 개선 전략 및 방안 제안	
	○ 연구성과 활용내용(계획)	
	활용내용(계획)	
	- 부산시 탈플라스틱 정책 수립 반영	
	- 폐플라스틱 분리배출 및 관리체계 개선	
	- 자원순환 클러스터 및 자원에너지 회수단지로의 폐플라스틱 공급체계 마련으로 원활하고 다양한 업체 입주 유도	
주요 키워드 (3개 이상)	한글	플라스틱, 자원순환, 관리
	영문	Plastic, Resource circulation, Management

연구개발사업계획(안) 제안서

연구과제명	부산시 도심 소하천 수질개선을 위한 태양광 이용 수질정화 기술개발		
연구기간	2025 년 2 월 ~ 2025 년 11 월(10 개월)		
연구비	50,000천원		
연구사업 구분	연구분야 및 세부연구분야(해당사항 1군데 ■표)		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input type="checkbox"/> 정책연구 <input type="checkbox"/> 조사연구 <input checked="" type="checkbox"/> 기술개발연구 <input type="checkbox"/> 산학협력연구 (해당사항 1군데 ■표)	<input type="checkbox"/> 물리화학적 처리 <input type="checkbox"/> 생물학적 처리 <input type="checkbox"/> 막처리 및 재이용 <input type="checkbox"/> 하수처리 시스템 <input type="checkbox"/> 질소 및 인 제거 <input type="checkbox"/> 하폐수 처리 기타 <input type="checkbox"/> 축산폐수 처리 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 막분리 <input type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망 <input type="checkbox"/> 기타	<input checked="" type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input type="checkbox"/> 수질관리기타 <input type="checkbox"/> 기타
	자연환경분야	폐기물관리	대기관리
	<input type="checkbox"/> 환경정책 <input type="checkbox"/> 생활환경 <input type="checkbox"/> 건강위해성 <input type="checkbox"/> 생태관리 <input type="checkbox"/> 환경오염사고대비 <input type="checkbox"/> 소음관리 <input type="checkbox"/> 청정기술개발 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 매립 및 침출수 처리 <input type="checkbox"/> 슬러지 처리 <input type="checkbox"/> 소각 및 열분해 <input type="checkbox"/> 재활용 및 자원화 <input type="checkbox"/> 음식물 쓰레기 처리 <input type="checkbox"/> 폐기물 관리 기타	<input type="checkbox"/> 대기오염측정 및 관리 <input type="checkbox"/> 대기오염모델링,위해도 <input type="checkbox"/> 대기오염 처리기술 <input type="checkbox"/> VOCs 및 악취 처리 <input type="checkbox"/> 기타
	토양지하수오염	기후변화대응분야	기타환경분야
	<input type="checkbox"/> 오염토양처리관리 <input type="checkbox"/> 폐광토양오염,지하수처리 <input type="checkbox"/> 지하수 환경관리 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 온실가스배출량산정 <input type="checkbox"/> 온실가스배출량감축연구 <input type="checkbox"/> 배출권거래 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 기타
연구의 목적 및 필요성	<p>○ 연구 배경</p> <ul style="list-style-type: none"> - 부산지역 하천은 낙동강을 포함한 국가하천 4개소와 수영강, 온천천 등 지방하천 45개, 소하천 61개가 있음. 부산의 도심하천은 평소 하천으로 생활오수가 유입되고, 강우 시에는 도로변의 각종 오염원이 하천으로 유입되어 수질악화와 악취발생으로 시민들에게 고통과 불쾌감을 주고 있는 상황임 - 이에 부산시에서는 분류식 하수관거 사업을 시행하여 가시적인 성과를 올리고 있으나 아직 많은 소규모 도심하천은 생활하수 유입으로 인한 수질 악화 및 악취문제를 발생시키고 있음 		

연구의 목적 및
필요성
(계속)



<그림 1. 부산도심하천 위치도>

- 도심하천 중 부산천, 동천, 호계천, 남천, 괴정천은 최하위 등급의 수질을 나타내고 있으며, 삼락천과 학장천의 경우 낙동강 원수를 가져와 수질이 보통으로 나오고 수영강 또한 낙동강물을 가져와서 수질을 유지하는 상황임

○ 연구 필요성

- 2040년 부산도시기본계획에 따르면 도시 미관과 시민생활 환경개선을 위해 2004년부터 하천생태복원사업을 지속적으로 추진하고 있으며 그 중요성이 더욱 커질 것으로 전망함
- 현재 BOD 3등급 이상 지점수는 총 35개로 60% 이상이 좋음으로 분류되고 있으나 일부는 여전히 수질악화로 인한 악취문제가 발생되고 있음을 지적함
- 도심 주요하천의 생태하천 조성을 통해 쾌적한 친수공간 확충 및 도시환경 개선의 필요성을 강조하고 있음



우동천



부전천

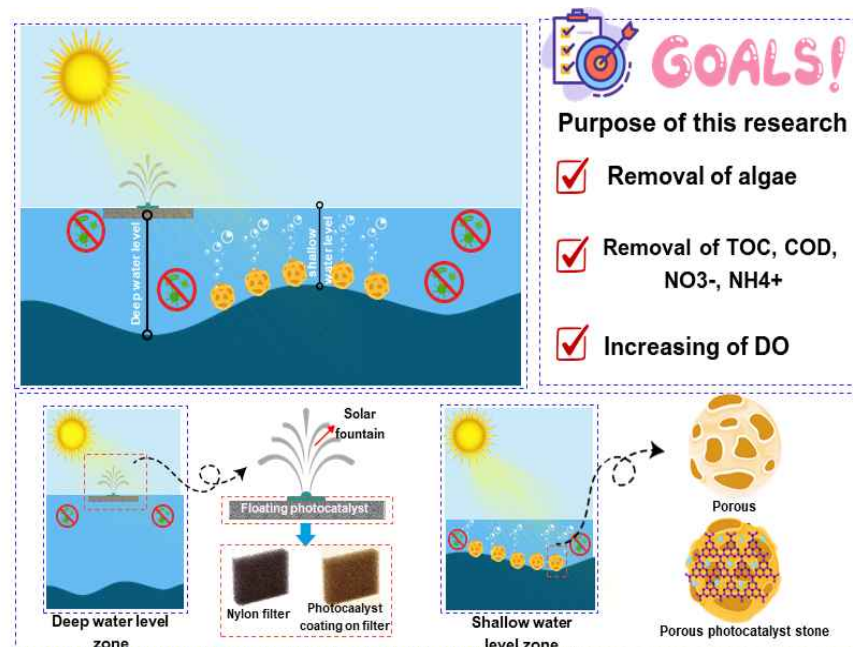
- 쾌적한 친수공간 조성을 위해서는 수질을 개선하고 악취를 없애는 것이 필수적이며 이를 위한 연구개발이 필요한 상황임

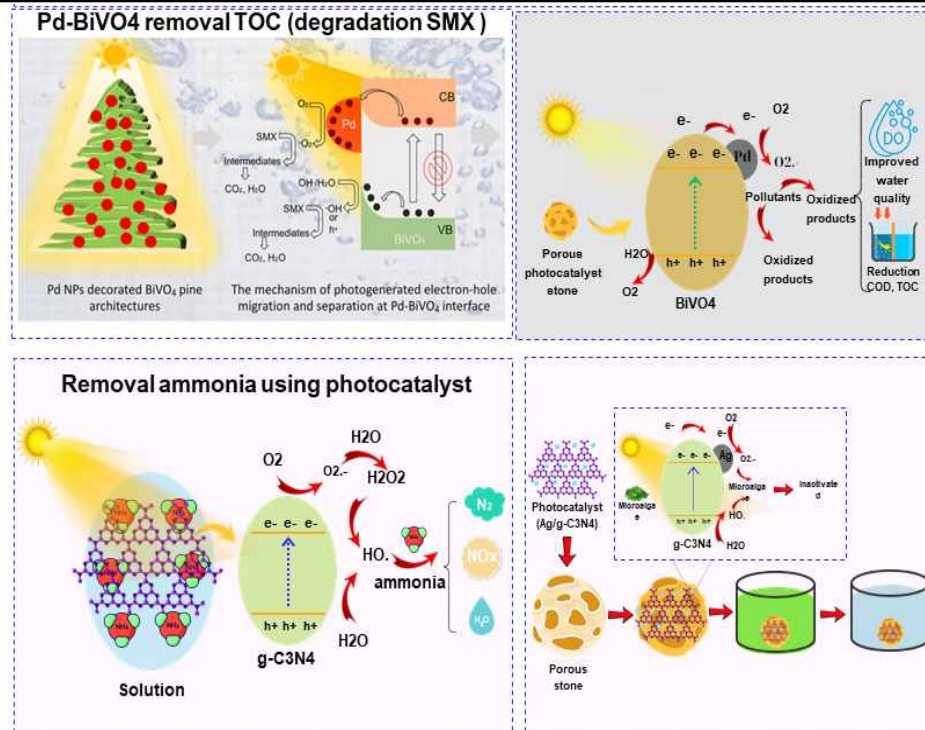
연구의 목적 및
필요성
(계속)

- 소하천의 녹조 및 유기물질 제거는 생태계 교란방지, 주위 수계 오염방지, 시민들의 편의증진을 위해 반드시 필요함
- 이에 본 연구에서는 광촉매 필터를 설치하여 경제적인 비용(수층교반 방법 대비 40% 절감)으로 녹조와 유기물질을 제거하고 경관효과까지 얻을 수 있는 친환경적인 수질정화 공법을 개발하여 보급하고자 함

○ 연구의 목적(지역 특화 연구과제)

- 오염된 도심하천의 수질개선을 통한 쾌적한 친수공간을 조성하여 시민의 거주환경 개선
- 태양광을 이용한 복합광촉매 코팅 패널 및 자연석(rock)을 통해 TOC 저감 및 용존산소 증대
- 용존산소를 높여 악취발생 차단 및 수질개선 달성
- 광촉매 패널 및 광촉매 코팅 자연석을 설치 시 녹조 발생 원천 차단: 아나베나, 오실라토리아 번식 원천 차단
- 본 수질개선 방안은 외부동력이 없이 태양광만으로 작동하기 때문에 에너지 소모가 없는 저탄소 수질개선 방안임
- 설치 후 최소 6개월간 광반응성을 유지할 수 있도록 효과적인 코팅 방안 개발 및 교체 시 재생과정을 간단히 하여 재활용률 제고
- 수심이 깊은 곳은 부양성 광촉매 필터를 설치하고 수심이 낮은 곳은 자연석이나 다공석에 광촉매를 코팅하여 바닥에 설치함
- 광촉매 필터 및 광촉매 코팅 다공석 제조 후 소하천과 동일한 조건에서 파일럿 규모로 수질개선 효과 측정을 실시함

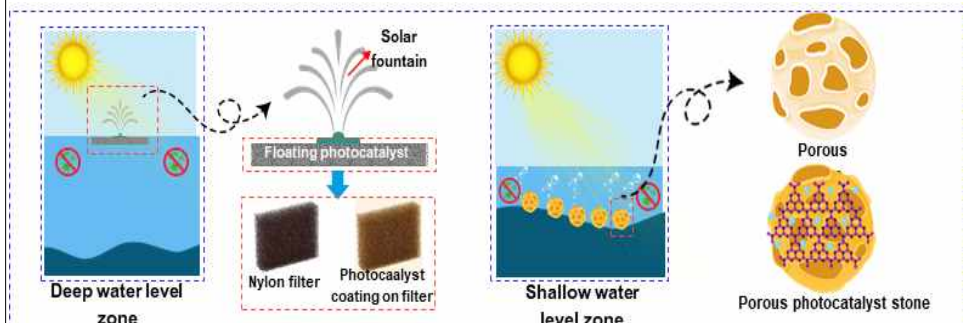




<그림 2. 연구 개념도>

○ 주요 연구 내용

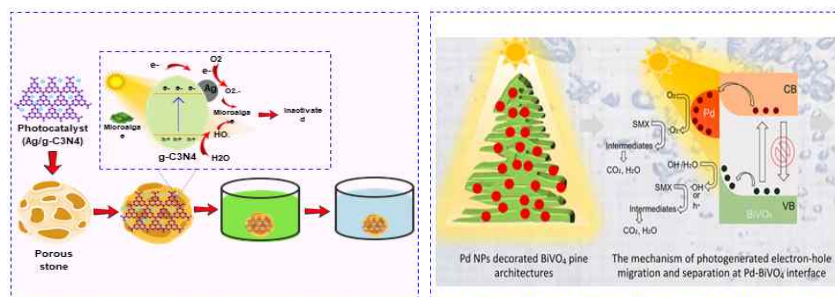
1) 다공성 광촉매 필터 및 다공석을 이용한 소형 수질개선편장치 제작



- 부유성 광촉매 본체는 실외실험용으로는 100×100×10cm (가로, 세로, 두께)로 제작하고 실내실험용으로는 50×50×10cm로 제작
- 수심이 낮은 소하천의 경우 하수처리 과정에서 담체로 쓰이는 다공석을 이용하여 광촉매를 코팅한 후 수질개선 연구에 사용함

2) 다공성 광촉매 필터의 성능측정

- 1단계: 녹조제거 및 TOC 제거효율 평가



< 그림 3. 광촉매에 의한 녹조 및 TOC 제거 메커니즘>

	<ul style="list-style-type: none"> - 제조된 광촉매 필터를 이용하여 녹조발생 시 흙냄새와 악취를 일으키는 남조류(아나베나, 오실라토리아)에 대한 제거능력을 평가할 것임(100L: 실내용; 200L 실외용 인공수조 설치). 부산 소재 소하천에서 시료를 채취한 후 실험실에서 미세조류를 배양하거나 한국미세조류은행으로부터 남조류를 구입한 다음 각 <u>미세조류의 성장특성</u>(오실라토리아: 초여름 발생, 17도; 아나베나: 여름발생, 30도)에 맞추어 실험환경을 조성하여 제거실험 실시하겠음. 수조에 사용되는 물은 소하천 수질분석을 한 후 최대한 동일하게 인공적으로 제조하여 사용하겠음(수온, 전도도, 음이온, 양이온, pH, 탁도, 부유물질) - 냄새물질(지오스민, 2-MIB), 독성물질(마이크로시스틴, 아나톡신-a)의 발생여부 및 제거효율은 수질공정시험법에 따라 분석하겠음 - TOC의 경우 오염된 소하천의 평균 TOC 농도를 기준으로 제거효율을 측정하고 분석은 공동실습센터에 구비된 TOC 분석기를 이용하겠음
<p>주요 연구내용 (계속)</p>	<p>○ 2단계: 광촉매 필터 설치를 통한 수중 DO 증가 및 악취저감</p> <div data-bbox="550 817 1236 1366" data-label="Diagram"> </div> <p>< 그림 4. BiVO4 계열 광촉매를 이용한 수중 DO 증가 개념도 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 광촉매에 의한 수중에서의 산화/환원반응을 통해 산소를 생산할 수 있는데 필수 조건으로 산화반응이 일어나야 함. 물의 산화반응은 제한인자로 많은 에너지가 필요하기 때문에 광촉매에 의한 물의 산화반응은 지극히 제한적임. 이때 물속에 유기물질(녹조, TOC)이 존재할 경우 광촉매는 이들 유기물질을 산화시키고 동시에 환원반응을 일으켜 산소를 발생시키게 됨 - 따라서, 산소발생과 산화에 의한 유기물질 제거는 동시에 발생하게 되며 수중의 유기물질 오염도가 높을수록 더욱 많은 양의 산소가 생성이 됨 - 녹조제거 및 TOC 제거 실험과 동일하게 인공수조를 제작한 후 여기에 광촉매 필터를 설치하여 인공수조에 포함된 녹조 및 TOC의 농도에 따른 산소 생산능력을 측정하겠음 - 오염된 소하천 시료를 채취하여 공동실험센터에서 악취분석을 한 후

<p>주요 연구내용 (계속)</p>	<p>이 시료를 이용하여 광촉매 투입에 따른 악취저감 효과를 분석하겠음</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기초 실험은 실험실 내의 인공광을 이용한 실험을 통해 산소생산 및 악취 제거능력이 파악되면 외부에 인공수조를 설치하여 태양광 아래에서의 산소생산 및 악취 제거실험을 실시(계절별 특성 그리고 태양광의 일조조건 등을 고려하여 최적 설치 및 운영방안을 마련하겠음) <p>○ 3단계: 광촉매 필터 제조 및 성능개량 후 현장 적용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제작된 필터 현장 설치 <ul style="list-style-type: none"> ■ 제작된 필터는 부산광역시 온천천 혹은 수영강 상류에 설치하여 녹조제거를 포함한 수질개선 효과를 지속적으로 모니터링하겠음 (본 연구에서는 녹조, TOC, DO 증가효과를 통한 악취제거에 역량을 집중하도록 하겠음) ■ 설치 장소 섭외는 부산광역시 하천관리과 및 해당 구청과 협의하여 진행하겠음 <p>○ 연구결과의 기대 및 파급효과</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 환경 복원: 수질 개선은 생태계 회복을 촉진하여 다양한 수생 생물의 서식지를 제공함 2. 주민 건강 증진: 악취와 오염이 감소함에 따라 호흡기 질환 및 기타 건강 문제의 발생이 줄어들어 주민의 건강이 향상됨 3. 도시 이미지 개선: 청정 하천은 부산의 도시 이미지를 개선하고, 관광 및 여가 활동을 촉진하여 관광객 유치에 기여함 4. 경제적 이점: 하천 주변의 상업 및 레크리에이션 활동이 활성화되어 지역 경제에 긍정적인 영향을 줄 수 있음 5. 사회적 인식 변화: 수질 개선과 환경 보호에 대한 주민의 관심이 증가하여 지역 사회의 환경 의식이 높아짐 <p>6. 고성능 광촉매 소재 국산화</p> <p>국내 광촉매 재료 시장은 아직은 미미하며 국내에서 유통되고 있는 광촉매 재료는 일본, 독일 등이 지배하며 국내는 대부분 수입제품에 의존하고 있는 실정임. 국내 광촉매 재료 시장은 분말과 분산재료 정도의 시장만 형성되어 있으며 광촉매 원료 시장은 수십 톤 정도로 일본에 비해 극히 미미한 수준임. 광촉매 산업은 일본이 가장 발달하였으며 1000여개 이상의 광촉매 업체가 활동하고 있고, 나노 TiO₂를 생산하는 업체만 9개 이상으로 전세계 광촉매 시장을 선도하고 있음. 광촉매 시장은 향후 더욱 커질 것으로 예측되고 있으며 최소한 국내 광촉매 소요량 만큼은 자체 생산할 필요가 있다고 판단됨</p> <p>7. 신 시장 창출, 일자리 창출, 수입 대체 효과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 고성능의 저렴한 광촉매 생산이 가능하다면 광촉매를 이용한 환경
-------------------------	---

	<p>정화사업 시장이 새로이 형성이 되어 환경분야 일자리가 크게 상승할 수 있음. 환경부 자료를 토대로 판단하면 2030년에는 광촉매 관련 제품 시장은 전체 친환경 제품 시장(200조) 대비 20%에 이를 것으로 예상되어 신규 일자리 창출에 크게 공헌할 것으로 판단됨</p>
<p>주요 연구내용에 대한 국내외 기술현황</p>	<p>○ 국내외 선행연구 및 동향 기술</p> <p>1) 하천 및 저수지 녹조제거</p> <ul style="list-style-type: none"> - 물순환 장치 <ul style="list-style-type: none"> · 종류: 산기식, 간헐식, 대류식 · 활용: 국내외 많은 호소에서 녹조 및 수질관리 목적으로 설치 및 운영 중 · 효과: 성층 파괴, 표층 수온 감소, 표층 유속 발생, 심층 산소 공급을 통한 저층 혐기화 방지 및 인, 철, 망간 등의 용출 억제, 표층부 녹조를 수심이 깊은 곳으로 유도하여 성장 저해 · 특징: 수생태계에 대한 영향이 작으나, 성층이 형성되지 않는 수심이 얇은 호소에서는 효과가 적음. 대형 호소나 하천에 설치 시 다수의 장치가 필요하여 경제성에 한계 존재 - 조류 제거선 <ul style="list-style-type: none"> · 종류: 수상녹조제거장치, 유압식 녹조제거장치 · 활용: 국내 호소 및 하천에서 녹조 대응을 위해 적용 중 · 효과: 녹조 집중 발생지역의 녹조를 직접 수거 및 수면 밖으로 제거 · 특징: 수상녹조제거장치는 녹조를 응집, 부상시키는 친환경수처리제 등과 함께 사용하여 수거 효율 증대, 약품비 및 인건비 높은 편(인력 운영), 유압식 녹조제거장치는 물과 함께 퍼올린 녹조를 여과포로 여과하는 방식 - 수류확산 및 수면포기 장치 <ul style="list-style-type: none"> · 종류: 수류확산 장치, 수면포기기 · 활용: 국내 호소 및 하천 등의 녹조띠 분산 및 저감 목적으로 활용 · 효과: 물리적 흐름을 활용, 특정 구간에 집적된 녹조띠를 교란하고 밀어냄으로써 흐름이 있는 곳으로 이동시킴 · 특징: 녹조 자체의 저감효과보다는 집적을 막고 분산시키는 효과 <p>2) 광촉매 활용 오염물질 저감 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> · 종류: 분말식, 필터식 · 활용: 소규모 고도처리공정에서 강력한 OH 라디칼을 이용한 난분해성 유기물질제거, 대기 중에 존재하는 VOCs, 악취물질 등의 분해에 사용. 물 분해 수소제조 및 이산화탄소 전환과 같은 에너지 분야 응용에 활용 · 효과: 대기 중 오염물질 제거는 이미 상용화가 완료된 상황이고 수질 오염물질 제거는 실험실 및 파일럿 수준의 연구가 지속적으로

	<p>추진되고 있음</p> <p>· 특징: 대기 중에서는 광촉매의 반응이 신속히 일어나지만 수중에서는 물의 산화저항력으로 인해 반응이 느리며 분말상태의 광촉매의 경우 반응 후 후처리가 필요하므로 지지체에 광촉매를 코팅하는 기술이 지속적으로 연구되고 있음</p>																	
연구성과 활용방안	<p>○ 연구 성과 지표 및 목표</p> <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">성과 지표 및 목표</th></tr></thead><tbody><tr><td>1.</td><td>녹조 발생 억제, TOC 제거, 용존산소 증대를 통해 도심 소하천 수질개선 및 악취제거</td></tr><tr><td>2.</td><td>친수공간 확보를 통한 시민만족도 제고 및 저탄소 기술 적용을 통한 탄소발생 억제효과 도출</td></tr><tr><td>3.</td><td>국내특허 출원 1건, 수자원공사와 후속연구 추진을 통한 사업화 추진, 부산광역시 하천관리 정책 제언</td></tr><tr><td>4.</td><td>광촉매 필터 녹조제거율 평가(300W 제논램프 6시간 기준): 2.7x10⁵ cells/mL/g(광촉매): 녹조대발생을 막기 위해 제시한 제거율 기준치를 충족하여야함</td></tr><tr><td>5.</td><td>광촉매 필터 TOC 제거율: 2 mg/L/g(광촉매)/(300W 제논램프 6시간 기준)</td></tr><tr><td>6.</td><td>용존산소 증가율: 1 mg/L/g(광촉매)/(300W 제논램프 6시간 기준)</td></tr><tr><td>7.</td><td>광촉매 제품의 유효성능기간(교환주기): 1회/연</td></tr></tbody></table>		성과 지표 및 목표		1.	녹조 발생 억제, TOC 제거, 용존산소 증대를 통해 도심 소하천 수질개선 및 악취제거	2.	친수공간 확보를 통한 시민만족도 제고 및 저탄소 기술 적용을 통한 탄소발생 억제효과 도출	3.	국내특허 출원 1건, 수자원공사와 후속연구 추진을 통한 사업화 추진, 부산광역시 하천관리 정책 제언	4.	광촉매 필터 녹조제거율 평가(300W 제논램프 6시간 기준): 2.7x10 ⁵ cells/mL/g(광촉매): 녹조대발생을 막기 위해 제시한 제거율 기준치를 충족하여야함	5.	광촉매 필터 TOC 제거율: 2 mg/L/g(광촉매)/(300W 제논램프 6시간 기준)	6.	용존산소 증가율: 1 mg/L/g(광촉매)/(300W 제논램프 6시간 기준)	7.	광촉매 제품의 유효성능기간(교환주기): 1회/연
	성과 지표 및 목표																	
	1.	녹조 발생 억제, TOC 제거, 용존산소 증대를 통해 도심 소하천 수질개선 및 악취제거																
	2.	친수공간 확보를 통한 시민만족도 제고 및 저탄소 기술 적용을 통한 탄소발생 억제효과 도출																
3.	국내특허 출원 1건, 수자원공사와 후속연구 추진을 통한 사업화 추진, 부산광역시 하천관리 정책 제언																	
4.	광촉매 필터 녹조제거율 평가(300W 제논램프 6시간 기준): 2.7x10 ⁵ cells/mL/g(광촉매): 녹조대발생을 막기 위해 제시한 제거율 기준치를 충족하여야함																	
5.	광촉매 필터 TOC 제거율: 2 mg/L/g(광촉매)/(300W 제논램프 6시간 기준)																	
6.	용존산소 증가율: 1 mg/L/g(광촉매)/(300W 제논램프 6시간 기준)																	
7.	광촉매 제품의 유효성능기간(교환주기): 1회/연																	
	<p>○ 연구 성과 활용내용(계획)</p> <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">활용내용(계획)</th></tr></thead><tbody><tr><td>- 활용 주체:</td><td>부산광역시 하천관리과, 수자원공사, 한국환경공단, 조경용 연못 관리 민간단체</td></tr><tr><td>- 활용대상 지역:</td><td>부산광역시 도심소하천, 저수지, 공공기관 연못, 민간시설 소규모 연못</td></tr><tr><td>- 활용가능 기간:</td><td>태양광이 존재하는 기간에는 광반응성이 유지되므로 연중 활용이 가능함</td></tr></tbody></table>		활용내용(계획)		- 활용 주체:	부산광역시 하천관리과, 수자원공사, 한국환경공단, 조경용 연못 관리 민간단체	- 활용대상 지역:	부산광역시 도심소하천, 저수지, 공공기관 연못, 민간시설 소규모 연못	- 활용가능 기간:	태양광이 존재하는 기간에는 광반응성이 유지되므로 연중 활용이 가능함								
활용내용(계획)																		
- 활용 주체:	부산광역시 하천관리과, 수자원공사, 한국환경공단, 조경용 연못 관리 민간단체																	
- 활용대상 지역:	부산광역시 도심소하천, 저수지, 공공기관 연못, 민간시설 소규모 연못																	
- 활용가능 기간:	태양광이 존재하는 기간에는 광반응성이 유지되므로 연중 활용이 가능함																	
주요 키워드 (3개 이상)	한글	부산 도심 소하천, 녹조, 총유기탄소, 악취, 광촉매																
	영문	Busan city stream, green microalgae, TOC, odor, photocatalyst																

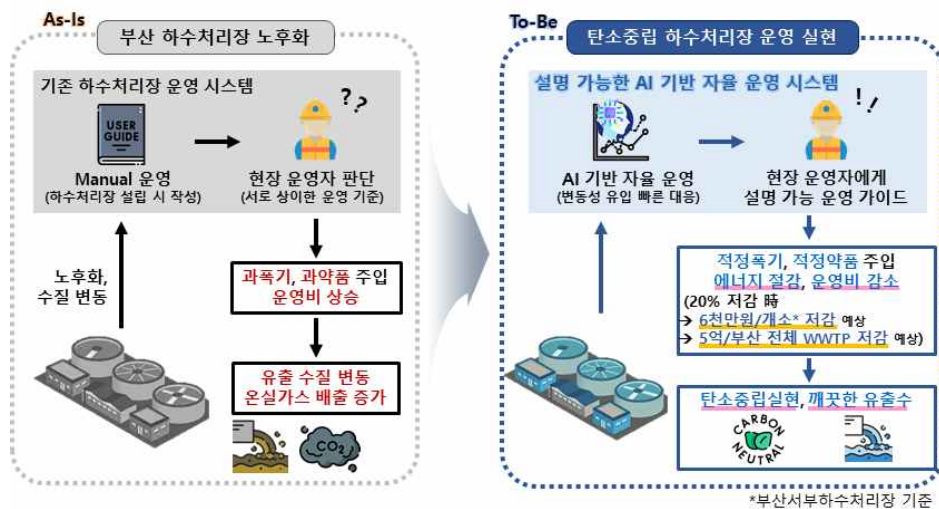
연구개발사업계획(안) 제안서

연구과제명	부산시 하수처리장의 탄소중립 실현을 위한 설명 가능한 AI 기반 자율 운영 시스템 개발		
연구기간	2025 년 2 월 ~ 2025 년 11 월 (10 개월)		
연구비	30,000 천원		
연구사업 구분	연구분야 및 세부연구분야(해당사항 1군데 ■표)		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input type="checkbox"/> 정책연구 <input type="checkbox"/> 조사연구 <input checked="" type="checkbox"/> 기술개발연구 <input type="checkbox"/> 산학연협력연구 (해당사항 1군데 ■표)	<input type="checkbox"/> 물리화학적 처리 <input type="checkbox"/> 생물학적 처리 <input type="checkbox"/> 막처리 및 재이용 <input checked="" type="checkbox"/> 하수처리 시스템 <input type="checkbox"/> 질소 및 인 제거 <input type="checkbox"/> 하폐수 처리 기타 <input type="checkbox"/> 축산폐수 처리 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 막분리 <input type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input type="checkbox"/> 수질관리기타 <input type="checkbox"/> 기타
	자연환경분야	폐기물관리	대기관리
	<input type="checkbox"/> 환경정책 <input type="checkbox"/> 생활환경 <input type="checkbox"/> 건강위해성 <input type="checkbox"/> 생태관리 <input type="checkbox"/> 환경오염사고대비 <input type="checkbox"/> 소음관리 <input type="checkbox"/> 청정기술개발 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 매립 및 침출수 처리 <input type="checkbox"/> 슬러지 처리 <input type="checkbox"/> 소각 및 열분해 <input type="checkbox"/> 재활용 및 자원화 <input type="checkbox"/> 음식물 쓰레기 처리 <input type="checkbox"/> 폐기물 관리 기타	<input type="checkbox"/> 대기오염측정 및 관리 <input type="checkbox"/> 대기오염모델링,위해도 <input type="checkbox"/> 대기오염 처리기술 <input type="checkbox"/> VOCs 및 악취 처리 <input type="checkbox"/> 기타
	토양지하수오염	기후변화대응분야	기타환경분야
	<input type="checkbox"/> 오염토양처리관리 <input type="checkbox"/> 폐광토양오염,지하수처리 <input type="checkbox"/> 지하수 환경관리 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 온실가스배출량산정 <input type="checkbox"/> 온실가스배출량감축연구 <input type="checkbox"/> 배출권거래 <input type="checkbox"/> 기타	<input type="checkbox"/> 기타
	○ 연구 배경 및 필요성 - 부산시 하수처리장 운영 효율화의 필요성 • 부산시 하수도정비기본계획에 따른 공공하수처리시설 에너지 자립화 추진 계획에 에너지 자립화, 에너지 소비감축이 포함되어 있음. • 하수처리시설의 경우 대부분 노후화되어 운영되고 있어 운영 시스템적으로 미흡한 점이 다수 존재함 (비효율적 전력/약품 사용 및 관리, 운전자 경험에 따른 공정 운영으로 방류수 수준의 비일관성). • 부산시 하수처리장 처리수의 바다 방류 시 안정적 처리를 통한 바다 생태계 보호 및 연안 환경 유지를 위한 환경적 운영 강화 및 효율화가 필요함. • 이에 따라, 부산시 맞춤형 친환경성 탄소중립 물관리 (에너지 자립화, 에너지 소비 감축 20% 이상, 약품 사용 최소화) 체계로의 전환을 위한 스마트 지능화에 관한 연구가 필요한 실정임.		

○ 연구의 목적

- 부산시 지역 특화 맞춤형 탄소중립 하수처리장 운영의 실현

- 안정적 수질 유지, 에너지 및 약품 소비감축을 목적 (그림 1)으로 하는 인공지능 기반 운영 원천 기술을 개발하고, 부산시 하수처리장에 적용할 수 있는 솔루션 개발을 통해 부산시 지역 특화 탄소중립 하수처리장 운영을 실현하는 것이 목적임.
- 이를 통해 20% 이상 운영비 절감 (적정 폭기, 적정 약품 투입 등)으로 연간 6천만 원/1개소 이상의 운영비 저감 (부산서부하수처리장 (15,000m³/day 처리)기준) 및 온실가스 배출 저감을 통한 탄소중립 실현을 달성하고자 함.



<그림 1. 탄소중립 하수처리장 운영 실현을 위한 설명 가능한 AI 기반 운영 시스템 개발>

주요 연구내용

○ 연구 목표

- 탄소중립 하수처리장을 위한 설명 가능한 자율 운영 시스템 개발

- 탄소중립 하수처리장을 위해 자율 운영을 위한 강화학습 (Reinforcement learning)과 환경학적 메커니즘 설명을 위한 설명 가능 AI (Explainable AI)를 결합한 자율 운영 시스템 (Explainable autonomous AI agents) 개발을 목표로 함.

- 인공지능 기반 시스템의 부산시 하수처리장 대상 적용 확산

- 탄소중립을 위한 자율 운영 시스템을 부산시 하수처리장 데이터를 기반하여 각 하수처리장에 적용 연구하는 것을 연구 목표로 하며, 이는 국내 물 산업으로 확산할 수 있음.

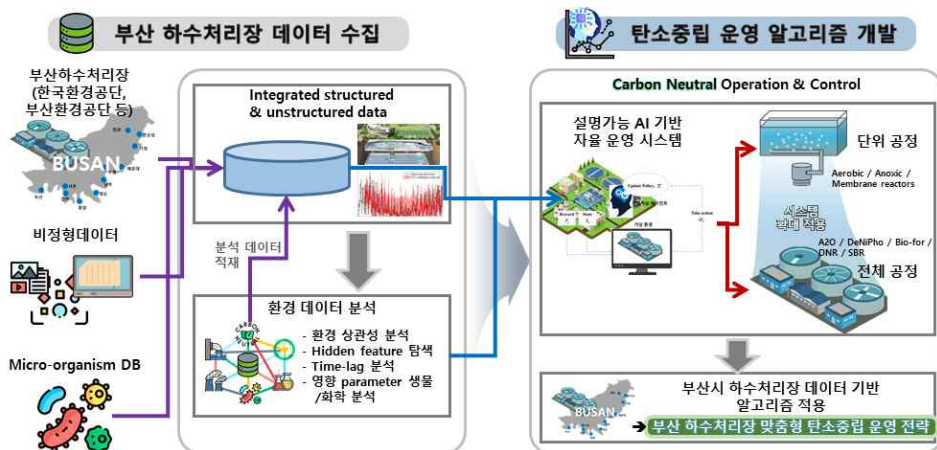
○ 연구의 추진 전략 및 방법

- 부산시 하수처리장 운영 데이터 수집

- 한국환경공단 및 부산환경공단(협의 진행 예정)과 연계한 부산시 공공하수처리시설 및 특수 산업단지 폐수처리장의 유입/유출 수질(정형 빅데이터) 및 공정 제어 운영 비정형 빅데이터를 수집

- 부산시 하수처리장 맞춤형 탄소중립 운영 알고리즘 개발 및 적용

- 탄소중립 실현을 위한 설명 가능 AI와 강화학습을 결합한 자율 운영 시스템(Explainable autonomous AI agents)을 개발하여 일부 공정에서 전체 공정으로 연구 확대를 하고, 부산시 하수처리장 데이터를 활용한 알고리즘 적용을 수행



<그림 2. 부산시 하수처리장 탄소중립 운영 시스템 추진 전략 및 방법>

○ 주요 연구내용

- 유입 및 공정 데이터에 따른 유출, 에너지/약품 사용량 모델링 및 시나리오 생성

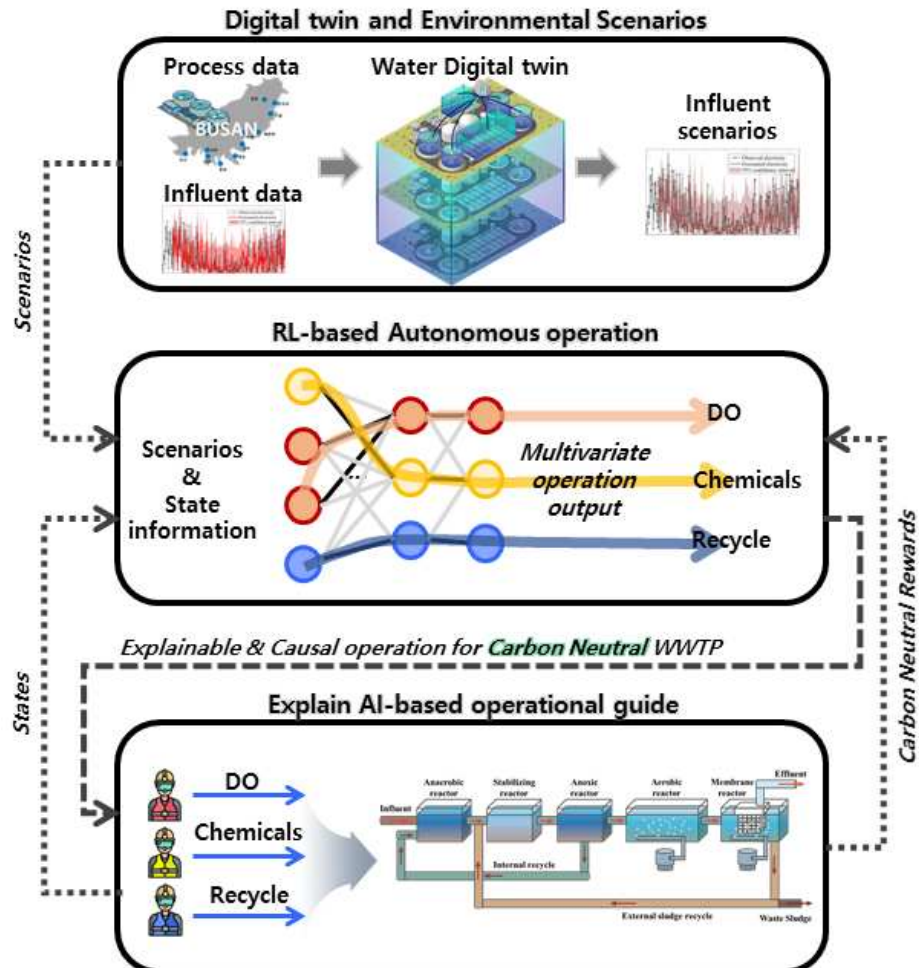
- 다양한 유입수 및 운전 빅데이터로부터 대상 하수처리장의 환경/운영 메커니즘을 반영할 수 있는 모델링과 보정을 수행하여 대상 공정의 Digital Twin을 구축 (단위공정-전체 공정으로의 점진 확대)
- 수집한 정형 (유입/유출 수질) 및 비정형 (공정 운영 및 제어) 데이터로 여러 가지 상황을 반영할 수 있는 유입 및 운영 시나리오를 생성하여 대상 공정의 동적 메커니즘을 반영

- 설명 가능 AI를 이용한 탄소중립 운영 알고리즘 개발

- 더욱 깨끗한 유출 수질로 개선하고 에너지 사용량을 줄일 수 있는 탄소중립 사회 구현을 위하여 설명 가능 AI와 강화학습 기반의 탄소중립 운영 시스템을 개발
- 탄소중립 운영 알고리즘은 유출 수질과 에너지/약품 사용량을 개선하는 것을 목적함수로 하여, 대상 공정의 조작 운전 변수 (용존 산소 농도, 반송, 외부 탄소원, 응집제 투입량 등)를 최적화하여 탄

소 중립적 운영 목표 (온실가스 배출 저감)를 달성

- 강화학습 인공지능 기반 운영 시스템의 탄소 중립적 운영법을 공정 운영자가 이해하고 신뢰할 수 있도록, Explainable AI를 이용한 환경/생물/화학적 원인-결과를 설명하는 알고리즘 개발



<그림 3. 설명 가능 AI 기반 탄소중립 운영 시스템 구조>

○ 연구 결과의 기대 및 파급효과

- **환경적 효과:** 기존 하수처리장 운영 방식을 개선한 탄소중립 운영 솔루션은 하천/해양으로의 더욱 깨끗한 방류수 유출을 가능케 할 뿐만 아니라 에너지/약품 소비량을 줄일 수 있어, 강화되고 있는 해양/환경 법적 규제에 부합하는 솔루션을 제공할 수 있음.
- **경제적 효과:** 본 연구의 환경과 AI가 융합된 원천 기술은 부산시 융합 인재 육성과 환경 산업 솔루션-컨설팅을 위한 고용 창출로의 기술 경제적 부가가치가 높아, 부산시 기술 경제 활성화에 파급효과가 있음.
- **사회적 효과:** 탄소중립 운영 솔루션의 기술은 하폐수처리장 뿐만 아니라 낙동강 유역 상수처리/관망/물 환경 전주기로의 확대 적용을 통해 지자체 시민의 안전한 물 이용 보장에 기여할 수 있음.

주요 연구내용에 대한 국내외 기술현황	<div>○ 국내외 선행연구 및 동향 기술</div> <div>- 국내외 기술현황</div> <div>· 기존 강화학습을 이용한 하수처리장 대상 최적화 연구들 (2020~2023)의 경우 최적화 대상 공정 변수가 1~2개에 한계가 있음.</div> <div>· 기존 AI 기반 하수처리장 최적화는 알고리즘 기반의 최적화 결과를 이용하여 역으로 입력 데이터를 확인하며, 알고리즘의 결정 이유를 추정해서 해석하는데 한계가 있음.</div> <div>- 설명 가능 자율 운영 시스템의 차별성</div> <div>· ① 3개 이상의 공정 변수를 graph 기법으로 연결한 다중 에이전트 시스템을 활용하여 다변수 동시 최적화를 하여 혁신적임에 차별성이 있음.</div> <div>· ② 다중 에이전트 시스템이 최적화 결정을 내리게 된 환경/생물/화학적 원인-결과를 Explainable AI를 기반으로 설명하여 믿을 수 있고 현실성 있는 최적화를 하는데 차별성이 있음.</div>																	
연구성과 활용방안	<div>○ 연구 성과 지표 및 목표</div> <table><tr><th colspan="2">성과 지표 및 목표</th></tr><tr><td>1. 부산시 지역 현안 환경문제 (수질 개선)의 개선 효과 SWOT 분석</td><td>· 개발한 탄소중립 운영시스템의 부산시 하수처리장에 도입 시 부산시 연안 수질 개선 효과의 SWOT 분석</td></tr><tr><td>2. 탄소중립 운영시스템 도입 시 수질 및 에너지 소비 감축 평가</td><td>· 설명 가능 AI 기반 탄소중립 운영시스템 도입 시 예상되는 수질 개선 및 에너지/약품 소비감축률 (20% 이상) 평가</td></tr><tr><td>3.1. 탄소중립 운영시스템을 통한 부산시 하수도정비기본계획 제안</td><td>· 실질적으로 적용할 수 있는 탄소중립 운영시스템을 통해 하수도 정비기본계획은 세부 전략 제안</td></tr><tr><td>3.2. 특허 출원</td><td>· 연구 결과를 바탕으로 특허 출원 목표 (SCIE 급 논문 게재 목표)</td></tr></table> <div>○ 연구성과 활용내용(계획)</div> <table><tr><th colspan="2">활용내용(계획)</th></tr><tr><td colspan="2">- 설명 가능 AI 기반 탄소중립 운영시스템의 솔루션 배포</td></tr><tr><td colspan="2">· 한국환경공단/부산환경공단(협의 진행 예정)과 협업하여 부산시 하수처리장에 설명 가능 AI 기반 탄소중립 운영시스템의 실증화 및 Backend 시스템 모듈화를 통한 기존 운영시스템으로의 솔루션 배포</td></tr></table>		성과 지표 및 목표		1. 부산시 지역 현안 환경문제 (수질 개선)의 개선 효과 SWOT 분석	· 개발한 탄소중립 운영시스템의 부산시 하수처리장에 도입 시 부산시 연안 수질 개선 효과의 SWOT 분석	2. 탄소중립 운영시스템 도입 시 수질 및 에너지 소비 감축 평가	· 설명 가능 AI 기반 탄소중립 운영시스템 도입 시 예상되는 수질 개선 및 에너지/약품 소비감축률 (20% 이상) 평가	3.1. 탄소중립 운영시스템을 통한 부산시 하수도정비기본계획 제안	· 실질적으로 적용할 수 있는 탄소중립 운영시스템을 통해 하수도 정비기본계획은 세부 전략 제안	3.2. 특허 출원	· 연구 결과를 바탕으로 특허 출원 목표 (SCIE 급 논문 게재 목표)	활용내용(계획)		- 설명 가능 AI 기반 탄소중립 운영시스템의 솔루션 배포		· 한국환경공단/부산환경공단(협의 진행 예정)과 협업하여 부산시 하수처리장에 설명 가능 AI 기반 탄소중립 운영시스템의 실증화 및 Backend 시스템 모듈화를 통한 기존 운영시스템으로의 솔루션 배포	
성과 지표 및 목표																		
1. 부산시 지역 현안 환경문제 (수질 개선)의 개선 효과 SWOT 분석	· 개발한 탄소중립 운영시스템의 부산시 하수처리장에 도입 시 부산시 연안 수질 개선 효과의 SWOT 분석																	
2. 탄소중립 운영시스템 도입 시 수질 및 에너지 소비 감축 평가	· 설명 가능 AI 기반 탄소중립 운영시스템 도입 시 예상되는 수질 개선 및 에너지/약품 소비감축률 (20% 이상) 평가																	
3.1. 탄소중립 운영시스템을 통한 부산시 하수도정비기본계획 제안	· 실질적으로 적용할 수 있는 탄소중립 운영시스템을 통해 하수도 정비기본계획은 세부 전략 제안																	
3.2. 특허 출원	· 연구 결과를 바탕으로 특허 출원 목표 (SCIE 급 논문 게재 목표)																	
활용내용(계획)																		
- 설명 가능 AI 기반 탄소중립 운영시스템의 솔루션 배포																		
· 한국환경공단/부산환경공단(협의 진행 예정)과 협업하여 부산시 하수처리장에 설명 가능 AI 기반 탄소중립 운영시스템의 실증화 및 Backend 시스템 모듈화를 통한 기존 운영시스템으로의 솔루션 배포																		
주요 키워드 (3개 이상)	한글	탄소중립, 하수처리장, 설명가능인공지능, 강화학습,																
	영문	Carbon neutrality, Wastewater treatment plant, Explainable artificial intelligence, Reinforcement learning																