

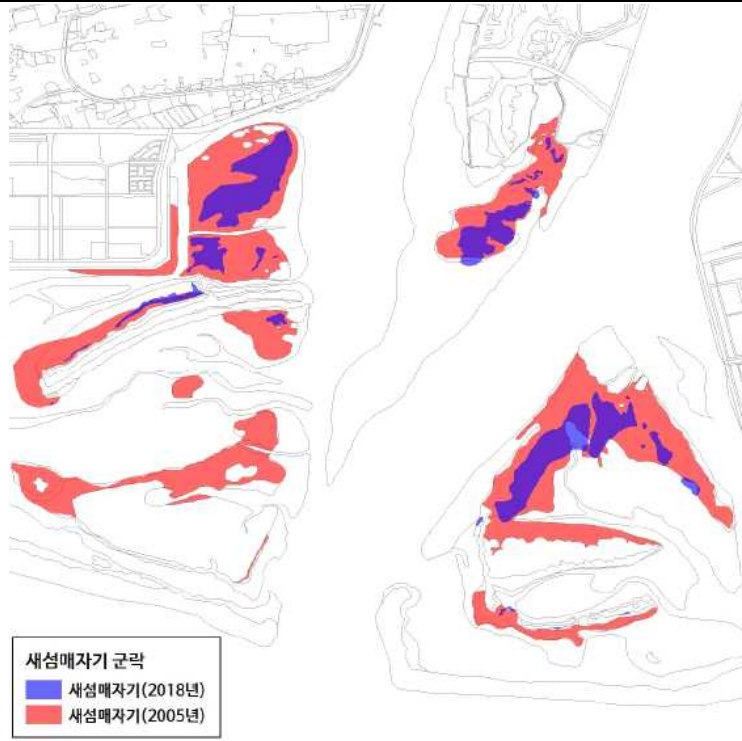
연구과제명	물순환 선도도시를 위한 부산 온천천 유역 시범설계		
연구기간	2019년 3월 ~ 2019년 12월(10개월)		
연구비	20,000천원		
과제분류	연구분야 및 세부연구분야		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input checked="" type="checkbox"/> 정책연구 <input type="checkbox"/> 조사연구 <input type="checkbox"/> 기술개발연구 <input type="checkbox"/> 산학연연구	<input type="checkbox"/> 물리·화학적 처리 <input 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"/> 막분리 <input type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망	<input type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input checked="" type="checkbox"/> 수질관리기타
	자연환경분야	폐기물관리	대기관리
	<input type="checkbox"/> 환경정책 <input type="checkbox"/> 생활환경 <input type="checkbox"/> 건강위해성 <input type="checkbox"/> 생태관리 <input type="checkbox"/> 환경오염 사고대비 <input type="checkbox"/> 소음관리 <input type="checkbox"/> 청정기술개발	<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
	토양지하수오염	기타환경분야	기후변화대응분야
	<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
연구의 목적 및 필요성	<p>○ 연구의 배경 및 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경부는 물순환선도도시 시범사업을 통하여 대전, 광주, 울산, 김해, 안동을 선정</li> <li>- 광주 200억, 김해 150억 등의 국비를 확보하여 도시재생사업을 추진</li> <li>- 2단계 사업 진입이 어려울 경우, 관련 사업에서 부산시 소외 가능성 고조</li> </ul> <p>○ 연구의 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경부 물순환 선도도시 사업은 환경부 주요추진과제로서, 2단계 사업에는 부산시도 참여할 수 있는 여건 마련이 필요</li> <li>- 부산시 관내 도시하천유역을 대상으로 시범설계를 시행함으로써 물순환 선도도시 참여를 위한 기초연구실적 확보</li> </ul>		

<p><b>연구의 목적 및 필요성 (계속)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내외 선행연구 동향 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경부 물순환 선도도시 사업은 2017년부터 5개 도시에서 추진 중 (현재 실시설계 작업 중)</li> <li>- 명확한 지침 마련의 부재로 일부 혼선이 있으나, 차츰 설계 방향이 정립되어 가고 있는 추세</li> <li>- 부산발전연구원에서는 부산지역 자연적 물순환 회복을 위한 제도 개선 방안을 수립하였으나, 실무적인 시범설계는 미진한 실정</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>주요 연구내용</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구의 목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물순환 선도도시 참여를 위한 부산시 관내 도심하천유역 물순환 개선 시범설계</li> </ul> </li> <li>○ 연구의 추진 전략 및 방법 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물순환 선도도시 관련 부산시 주요 연구성과 수집·분석</li> <li>- 현재 물순환 선도도시 사업을 시행 중인 5개 시범도시 설계 현황 수집·분석</li> <li>- 부산시 관내 도심하천유역 대상 물순환개선 시범설계</li> </ul> </li> <li>○ 주요 연구 내용 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 부산시 관련 현황 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 관련 전문가 면담을 통하여 현재 부산시의 물순환 선도도시 추진 준비 상황 진단</li> <li>· 관련 세미나 2회 개최</li> </ul> </li> <li>- 시범도시 설계 사례 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 포럼 참여 및 환경부 담당 공무원 면담을 통하여 현재 물순환 선도도시 추진 현황 파악</li> <li>· 기본 및 실시 설계 방향 파악</li> </ul> </li> <li>- 온천천 유역 물순환 시범설계 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 부산발전연구원 등 관련 기관의 물순환 모니터링 자료 확보</li> <li>· EPA-SWMM을 이용한 온천천 모델 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 다른 연구과제 등을 통하여 기 구축된 모델 적용 가능</li> </ul> </li> <li>· 토양 및 토지이용특성을 고려한 물순환시설 설치가능지역 식별</li> <li>· 모델을 이용하여 다양한 물순환 시설 설치에 따른 물순환 개선 효과 파악 <ul style="list-style-type: none"> <li>※ Bio-retention cells, rain gardens, infiltration trenches, vegetative swales, porous pavements 등</li> </ul> </li> <li>· 비용-편익을 고려하여 온천천 특정 배수분구를 대상으로 물순환시설 시설총량 시범 결정</li> <li>· 기후변화 적응을 위한 물순환 목표(안) 시범 설정 <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 다양한 기후변화 시나리오에 따른 미래 강우유출수 증가량을 상쇄할 수 있는 물순환시설 목표량 시범 설정</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

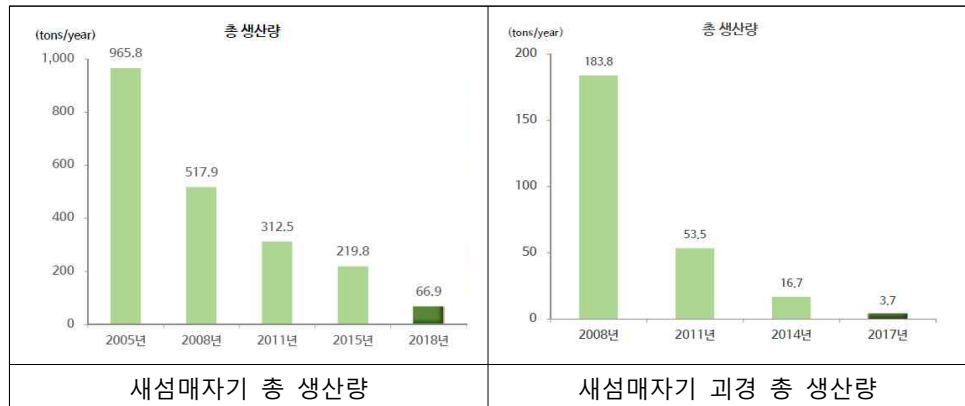
주요 연구내용 (계속)	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 연구결과의 기대효과 및 파급효과<ul style="list-style-type: none"><li>- 왜곡된 물순환 흐름 개선</li><li>- 도심 침수와 가뭄 등 기후변화 적응능력 강화</li><li>- 빗물 유출 저감을 통한 도심하천 수질개선과 수생태 건강성 회복에도 기여</li><li>- 국비 확보에 따른 도시재생사업 추진에 따른 경제 활성화 동력 마련</li></ul></li></ul>										
연구성과 활용방안	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 연구 성과 지표 및 목표<table><tr><th>성과 지표</th><th>성과 목표(정량적 기재)</th></tr><tr><td>한국연구재단 등재지</td><td>1건</td></tr></table></li><li>○ 연구 성과 활용내용(계획)<table><tr><th>활용내용(계획)</th><th>활용기관</th><th>활용가능기간/대상</th></tr><tr><td>물순환 선도도시 참여 추진</td><td>부산시</td><td>2020년 이후</td></tr></table></li></ul>	성과 지표	성과 목표(정량적 기재)	한국연구재단 등재지	1건	활용내용(계획)	활용기관	활용가능기간/대상	물순환 선도도시 참여 추진	부산시	2020년 이후
성과 지표	성과 목표(정량적 기재)										
한국연구재단 등재지	1건										
활용내용(계획)	활용기관	활용가능기간/대상									
물순환 선도도시 참여 추진	부산시	2020년 이후									

연구과제명	낙동강하구 고니류의 섭식압에 대한 먹이 식물 성장 연구																																					
연구기간	2019년 3월 ~ 2019년 12월(10개월)																																					
연구비	25,000천원																																					
과제분류	연구분야 및 세부연구분야																																					
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리																																			
	<input type="checkbox"/> 환경정책 <input checked="" type="checkbox"/> 조사연구 <input type="checkbox"/> 현안기술개발 <input type="checkbox"/> 산학연협력연구	<input type="checkbox"/> 막분리 <input type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망	<input type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input type="checkbox"/> 수질관리기타																																			
	자연환경분야	폐기물관리	대기관리																																			
	<input type="checkbox"/> 환경정책 <input type="checkbox"/> 생활환경 <input type="checkbox"/> 건강위해성 <input checked="" type="checkbox"/> 생태관리 <input type="checkbox"/> 환경오염사고대비 <input type="checkbox"/> 소음관리 <input type="checkbox"/> 청정기술개발	<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																																			
	토양지하수오염	기타환경분야	기후변화대응분야																																			
<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																																				
연구의 목적 및 필요성	- 낙동강하구 대표 겨울철새인 고니류의 개체수가 감소하고 있어 이에 대한 대책 마련 필요																																					
	<div><div><p>연차별 누적개체수</p><table><caption>연차별 누적개체수 (개체)</caption><thead><tr><th>연차</th><th>개체수</th></tr></thead><tbody><tr><td>1차년</td><td>4,500</td></tr><tr><td>3차년</td><td>5,000</td></tr><tr><td>5차년</td><td>4,000</td></tr><tr><td>7차년</td><td>5,500</td></tr><tr><td>9차년</td><td>8,000</td></tr><tr><td>11차년</td><td>9,000</td></tr><tr><td>13차년</td><td>4,000</td></tr><tr><td>15차년</td><td>4,374</td></tr></tbody></table></div><div><p>연차별 최대개체수</p><table><caption>연차별 최대개체수 (개체)</caption><thead><tr><th>연차</th><th>개체수</th></tr></thead><tbody><tr><td>1차년</td><td>2,500</td></tr><tr><td>3차년</td><td>2,000</td></tr><tr><td>5차년</td><td>1,500</td></tr><tr><td>7차년</td><td>1,000</td></tr><tr><td>9차년</td><td>3,500</td></tr><tr><td>11차년</td><td>4,000</td></tr><tr><td>13차년</td><td>1,500</td></tr><tr><td>15차년</td><td>1,638</td></tr></tbody></table></div></div> <p>· 고니류는 먹이식물 중 새섬매자기를 주요 먹이원으로 활용하고 있으나, 고니류 대부분이 을숙도 남단에 집중적으로 서식함으로 먹이식물(새섬매자기)군락이 쇠퇴하고 있어 먹이식물과 고니류의 섭식압 관계 규명 연구로 먹이식물 군락을 적정하게 관리함과 동시에 고니류가 을숙도 전반에 고르게 서식할 수 있는 관리 방안 계획 수립 필요</p>			연차	개체수	1차년	4,500	3차년	5,000	5차년	4,000	7차년	5,500	9차년	8,000	11차년	9,000	13차년	4,000	15차년	4,374	연차	개체수	1차년	2,500	3차년	2,000	5차년	1,500	7차년	1,000	9차년	3,500	11차년	4,000	13차년	1,500	15차년
연차	개체수																																					
1차년	4,500																																					
3차년	5,000																																					
5차년	4,000																																					
7차년	5,500																																					
9차년	8,000																																					
11차년	9,000																																					
13차년	4,000																																					
15차년	4,374																																					
연차	개체수																																					
1차년	2,500																																					
3차년	2,000																																					
5차년	1,500																																					
7차년	1,000																																					
9차년	3,500																																					
11차년	4,000																																					
13차년	1,500																																					
15차년	1,638																																					

연구의 목적 및  
필요성  
(계속)



(새섬매자기 군락지 현황)



(자료 : 낙동강생태계모니터링 15차 자료)

- 낙동강하구 겨울철새들의 지속적인 관리와 현명한 이용을 위한 매뉴얼 마련 필요
- 먹이식물(새섬매자기)의 성장과 관련된 고니류 섭식압의 정도를 케이스 연구(인공 메조코즘(mesocosm), 폐쇄생태계)을 통하여 고니류의 섭식압과 식물성장의 상호관계를 규명함으로 효율적인 철새도래지의 관리체계를 마련하고자 함

주요 연구내용

■ 주요 연구 내용

○ 인공 메조코즘(mesocosm) 연구(실험실 실험)

- 확보된 새섬매자기 괴경을 통한 인공적인 섭식압 정도 설정 후 실험실 케이스 연구를 통한 겨울철새(큰고니)의 섭식압 정도에 따른 먹이식물 성장 변화 연구

주요 연구내용 (계속)	<p>※ 낙동강하구 분포 검증된 먹이식물(새섬매자기) 과경 확보 조건, 동일종이라도 다른 지역 분포 식물 불가(중요한 요소임)</p> <p>○ 고니류와 직접적인 관계 조사연구(현장 실험)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 먹이식물(새섬매자기)의 섭식압 한계를 파악하여 일정량 섭식 후 고 니류로부터 보호 방안 제시(을숙도 일원 현장)</li><li>⇒ 외국의 사례를 보면 기러기의 경우 먹이식물 분포지에서 식물의 60% 이상 섭식하지 않고 다른 곳을 이용하여 먹이식물이 완전 파괴되지 않게 유지하는 사례가 있음</li><li>- 다른 먹이원을 이용하여 주요서식지 외 서식지로 고니류를 이동 시켜 개체수를 유지할 수 있는 방안 제시</li></ul>																									
연구성과 활용방안	<p>○ 연구 성과 지표 및 목표</p> <table><tr><th>성과 지표</th><th>성과 목표(정량적 기재)</th></tr><tr><td>겨울철 월동기 철새보호 및 서식지 개선 사업</td><td>환경부/문화재청 예산확보 1건 이상 (겨울철새 보호 및 서식지 개선)</td></tr><tr><td>국내 학회지 게재</td><td>1건 이상</td></tr></table> <p>○ 연구 성과 활용내용(계획)</p> <table><tr><th>활용내용(계획)</th><th>활용기관</th><th>활용가능기간 /대상</th></tr><tr><td>낙동강하구의 겨울철새 월동기 대체 먹이원 공급 방법 활용</td><td>낙동강관리본부</td><td>2019년 이후 동절기</td></tr><tr><td>낙동강하구의 겨울철새 월동지(서식지) 관리계획 수립 자료 활용</td><td>낙동강관리본부 /낙동강유역환경청</td><td>2019년 이후 / 낙동강하구 전체</td></tr><tr><td>낙동강하구 철새도래지 내 서식지 개선 및 먹이식물 증식 연구 추진</td><td>낙동강관리본부 /부산녹색환경 지원센터</td><td>2020년 연구 지원</td></tr><tr><td>낙동강하구 환경보전을 위한 홍보 및 교육자료로 활용</td><td>낙동강하구에코 센터</td><td>2019년 연구 이후 계속 / 일반시민</td></tr></table> <table><tr><td>과제담당부서</td><td>낙동강하구에코센터 전시교육팀</td></tr><tr><td>과제 담당자(감독원)</td><td>이원호 (051-209-2054)</td></tr></table>	성과 지표	성과 목표(정량적 기재)	겨울철 월동기 철새보호 및 서식지 개선 사업	환경부/문화재청 예산확보 1건 이상 (겨울철새 보호 및 서식지 개선)	국내 학회지 게재	1건 이상	활용내용(계획)	활용기관	활용가능기간 /대상	낙동강하구의 겨울철새 월동기 대체 먹이원 공급 방법 활용	낙동강관리본부	2019년 이후 동절기	낙동강하구의 겨울철새 월동지(서식지) 관리계획 수립 자료 활용	낙동강관리본부 /낙동강유역환경청	2019년 이후 / 낙동강하구 전체	낙동강하구 철새도래지 내 서식지 개선 및 먹이식물 증식 연구 추진	낙동강관리본부 /부산녹색환경 지원센터	2020년 연구 지원	낙동강하구 환경보전을 위한 홍보 및 교육자료로 활용	낙동강하구에코 센터	2019년 연구 이후 계속 / 일반시민	과제담당부서	낙동강하구에코센터 전시교육팀	과제 담당자(감독원)	이원호 (051-209-2054)
성과 지표	성과 목표(정량적 기재)																									
겨울철 월동기 철새보호 및 서식지 개선 사업	환경부/문화재청 예산확보 1건 이상 (겨울철새 보호 및 서식지 개선)																									
국내 학회지 게재	1건 이상																									
활용내용(계획)	활용기관	활용가능기간 /대상																								
낙동강하구의 겨울철새 월동기 대체 먹이원 공급 방법 활용	낙동강관리본부	2019년 이후 동절기																								
낙동강하구의 겨울철새 월동지(서식지) 관리계획 수립 자료 활용	낙동강관리본부 /낙동강유역환경청	2019년 이후 / 낙동강하구 전체																								
낙동강하구 철새도래지 내 서식지 개선 및 먹이식물 증식 연구 추진	낙동강관리본부 /부산녹색환경 지원센터	2020년 연구 지원																								
낙동강하구 환경보전을 위한 홍보 및 교육자료로 활용	낙동강하구에코 센터	2019년 연구 이후 계속 / 일반시민																								
과제담당부서	낙동강하구에코센터 전시교육팀																									
과제 담당자(감독원)	이원호 (051-209-2054)																									

연구과제명	부산지역 안경렌즈 연마가공폐수내 마이크로플라스틱과 발암성 VOCs의 배출특성 및 광분해 연구		
연구기간	2019년 3월 ~ 2019년 12월(10개월)		
연구비	30,000천원		
과제분류	연구분야 및 세부연구분야		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input type="checkbox"/> 정책연구 <input type="checkbox"/> 조사연구 <input checked="" type="checkbox"/> 기술개발연구 <input type="checkbox"/> 산학연연구	<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 checked="" type="checkbox"/> 하폐수 처리 기타 <input type="checkbox"/> 축산폐수 처리	<input type="checkbox"/> 막분리 <input type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망	<input type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input type="checkbox"/> 수질관리기타
	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"/> 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
	토양지하수오염	기타환경분야	기후변화대응분야
	<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
연구의 목적 및 필요성	<p><b>1. 연구의 배경 및 필요성</b></p> <p>○ <b>안경연마폐수는 심각한 위해성에 반해 규제사각지대 → 대책 마련 시급</b></p> <p>- 안경용 렌즈 가공 시 광택 및 연마, 착색 과정에서 연마가공폐수가 발생(렌즈 1개당 10L)하는데 1급발암물질과 미세플라스틱이 매우 높은 농도로 존재하지만 현행법상 아무런 처리나 규제 없이 하수도로 방류.</p> <p>- 전국적으로 14,000개 이상의 안경점에서 하루 약 5,600톤의 연마폐수가 발생하고, 부산시는 1,100개 안경점에서 약 870톤의 폐수가 발생하지만 관리 사각지대에 있음.</p> <p>○ <b>안경연마폐수 = 미세플라스틱, 발암물질 덩어리</b></p> <p>- 전 세계적으로 미세플라스틱문제가 심각한 사회, 환경문제로 대두되는 상황에서 안경연마폐수는 그 자체가 미세플라스틱 덩어리이기 때문에 수계에 배출되어 분해과정을 통해 생성되는 미세플라스틱보다 사안이 중대(그림 1).</p>		

연구의 목적 및  
필요성  
(계속)

- 안경렌즈 연마가공폐수의 유해성분 및 독성
    - 미세플라스틱: 매우 고농도이나 아직 정확한 자료가 없음(연마렌즈의 67~76%로 추정)
    - 특정수질유해물질: 디클로로메탄(1급 발암물질), 톨루엔, 페놀, 시안, 1,4-다이옥산, 포름알데히드 등 VOCs (volatile organic carbons) 성분
    - 중금속: 구리, 비소 등.
  - 미세플라스틱은 하수처리시설을 거쳐 강과 바다로 배출되면 생태계교란 뿐만 아니라 생물농축으로 인체에 심각한 악영향(진해만 굴 97%에서 미세플라스틱 검출)을 초래할 뿐만 아니라 광분해과정에서 메탄과 에틸렌 같은 온실가스를 발생시킴.
- **현행법상 규제대상이 아니고 환경부의 관리 가이드라인도 없음**
- 안경렌즈 연마가공폐수는 현재 ‘수질 및 수생태계 보전에 관한 법률’에 따라 폐수배출시설이 아닌 기타 수질오염원으로 분류되어, 규제대상이 아니기 때문에(시간당 100L 미만 배출시) 별도 처리 없이 바로 하수관을 통해 공공수역으로 방류되어 심각한 환경오염 유발.
  - 안경렌즈 종류와 사용빈도가 다양해졌음에도 불구하고, 안경연마폐수의 미세플라스틱 및 유해화학물질 함유 실태에 대해서는 2005년 국립환경과학원 조사이후 현재까지 한 번도 이루어지지 않음.
  - 2017년 환경부 국정감사에서 이에 대한 심각한 문제제기로 환경부가 연마폐수 발생 성상을 최초로 조사하였으나 개선방안이나 정부가이드라인 마련을 위한 후속작업은 전무함.
  - 연마폐수의 무단배출에 따라 하수관로의 폐색과 하수처리장을 통한 수계배출 문제가 심각하고, 특히 연마작업자가 가공과정에서 발암물질인 다양한 VOCs에 노출되고 있음에도 불구하고 이에 대한 기초조사도 없는 상황임. 즉, **안경연마폐수는 작업자의 건강문제와 공공환경문제라는 동시접근이 필요한 새로운 환경이슈임(그림 1).**

**안경연마과정에서 발생하는 폐수 (관리사각지대) → 실태조사 전무**

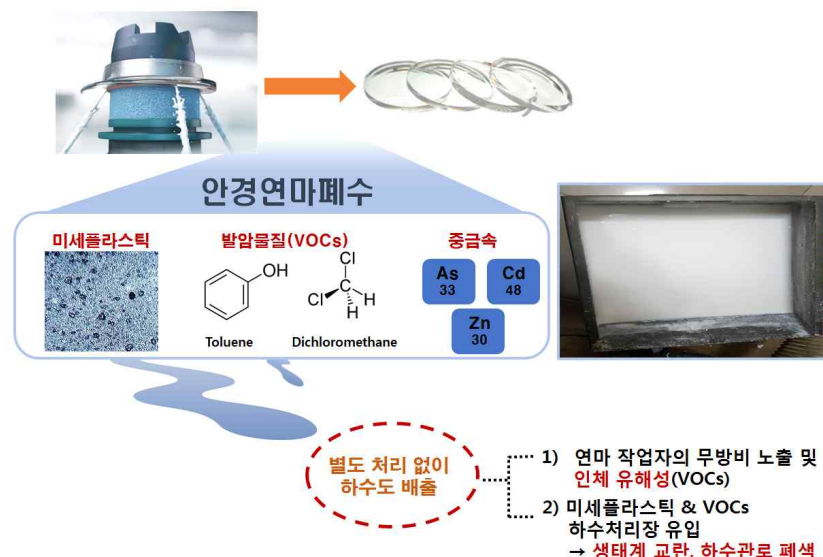


그림 1. 안경연마가공폐수 특성 및 환경위해성



연구의 목적 및  
필요성  
(계속)

○ 급증하는 부산지역 안경점 = 안경연마폐수는 부산지역

경제/생활 밀착형 환경 이슈

- 최근 극심한 경제불황과 내수경기 침체에도 불구하고 안경원은 꾸준히 늘고 있음(전국 14,196개소(2016년 9월)로 2014년 대비 60% 증가).
- 부산의 안경점은 서울, 경기지역 다음으로 많은 1,086개소이며 2008년 580개소와 비교하면 약 53% 급증함. 특히 인구수 기준으로는 전국 최고 수준으로, 안경점이 지역경제에서 중요한 생활밀접형 업종임.
- 따라서 연마폐수(안경제작 공장, 개별 안경점, 플라스틱 연마/제작 사업소 등 포함)는 최근 많은 우려가 대두되고 있는 미세플라스틱 오염원임에도 불구하고 사업특성상 규제사각지대였으나 향후 규제 및 관리 가이드라인 마련을 위해서도 선제적 연구가 절실히 요구됨.

→ 특히, 안경점 밀집&급증 지역인 부산에 대한 연마폐수 발생특성 파악 및 대책마련이 절실함.

2. 연구의 목적

- 안경연마폐수의 처리/관리 문제의 심각성이 높아지고 있는 상황에서 신규규제 및 정부/지자체의 관리 가이드라인 마련과 같은 선제적 대응을 위해 정확한 발생특성 및 유해성분의 개관적 근거 마련.
- 안경연마폐수는 중대한 미세플라스틱 발생원임과 동시에 발암성 VOCs가 높아 작업자의 건강문제와 배출에 따른 공공수역 환경오염문제(하수관로 폐색, 미세플라스틱 생물농축 등)에 대한 동시접근이 필요하고, 본 과제는 이를 위한 기초자료 제공을 목적으로 함.
- 특히 안경원발생 폐수의 위해성으로 인해 안경원 점주와 주변 주민 간 사회적 분쟁이 야기되고 있는 상황에서, 정확하고 객관적 실태파악을 통해 불필요한 소모적 논쟁을 최소화하고자 함.

3. 국내외 선행연구 동향 기술

- 전 세계적으로 미세플라스틱의 심각성에 대한 우려와 관련 기초연구는 활발히 진행되고 있으나, 안경연마폐수의 미세플라스틱 및 유해화학물질 함유 실태에 대해서는 2005년 국립환경과학원 최초 조사이후 후속조치는 전혀 없는 실정임.
- 대구안전생활실천시민연합(안실연)은 작년 8월 안경원에서 안경렌즈 연마 후 배출한 폐수에서 발암성 물질이 검출됨을 보고하였고 2017년 환경부의 실태조사 결과, 특정 수질유해물질이 검출된 것으로 확인됨(페놀과 디클로로메탄이 각각 1.89, 0.51mg/L가 검출되었으며, 이는 수질오염물질 배출허용기준 1, 0.2mg/L를 초과한 수치임).
- 이와 관련하여 규제 법률안과 정부차원의 근본적인 대책 마련이 요구되고 있으며 부산시에서도 안경연마폐수의 실태조사와 대안마련을 통한 선제적 대응이 필요.
- 미국은 매년 140억개의 렌즈를 사용하며, 20만 kg의 렌즈를 생산함. 연방수역법에 따라 Clackamas County's 하수도 시스템에 안경연마폐수를 배출한 회사에 대해 막대한 비용의 벌금을 부과하는 방식으로 규제되고 있음.
- 안경 연마과정 전·후 무게를 측정한 결과, 67~76% 감소하였으며 미세플라

<p><b>연구의 목적 및 필요성 (계속)</b></p>	<p>스틱이 포함된 연마 잔여물은 슬러지의 형태로 하수도로 배출됨(대구 안실연).</p> <p>- 안경 1조(렌즈 2개)를 가공하기 위해 보통 20L의 폐수가 발생하기 때문에, 현재 전국 14,196개 안경점에서 하루 약 2,800~5,600톤의 연마폐수가 배출되고 있으며 부산시는 1,086개 안경점에서 대략 434톤~869톤의 연마폐수가 발생하는 것으로 추정됨.</p> <p>- 안경연마폐수의 사회적 이슈화로 중소기업을 중심으로 안경점용 연마폐수 처리기 개발 및 상용화가 진행 중임.</p>
<p><b>주요 연구내용</b></p>	<p><b>1. 연구의 목표</b></p> <p>안경렌즈 연마가공폐수에 존재하는 미세플라스틱과 특정 수질유해화학물질(VOCs)의 정확한 발생특성 파악, 연마폐수내 미세플라스틱의 광분해에 따른 온실가스발생량 정량 및 하수처리공정 영향 조사(Biomethane Potential Test).</p> <p><b>2. 연구의 추진 전략 및 방법</b></p> <p>○ <b>안경 연마폐수의 정확한 이슈분석 및 연구내용/범위 도출</b></p> <p>- 안경연마 과정에서 발암성 VOCs에 작업자가 직접 노출되고 있기 때문에 인체 위해성을 최소화하기 위한 관리 가이드라인 필요. 이를 위해서는 폐수내 정확한 VOCs 종류 및 농도 분석이 필수적임.</p> <p>- 동시에 연마폐수의 하수도 배출은 하수관거폐색과 수계로 미세플라스틱의 대량방출을 유발하여 심각한 생태계교란 및 생물농축 초래.</p> <p>- 즉, 안경연마폐수는 작업자의 안전과 공공하수처리와 같은 도시시스템의 공통이슈임. 따라서 이와 같은 문제해결을 위해 3가지의 핵심 연구내용/범위를 도출함: 1)연마폐수내 정확한 VOCs 발생특성 파악, 2) 연마폐수내 미세플라스틱 발생특성파악, 3) 미세플라스틱의 광분해 평가(상세내용은 주요 연구내용 참조)</p> <p>○ <b>연구내용의 우선순위 도출 및 Con-current research를 통한 제한 기간내 목표달성</b></p> <p>○ <b>사전 구축 연구인프라 및 협력네트워크를 통해 제한된 연구비내 최대 성과 도출</b></p> <p>- 미세플라스틱과 VOCs 분석을 위해서는 많은 비용과 핵심분석 기자재가 필요한데, 제한된 연구비에서 목표달성을 위해 본 연구실에 이미 구축한 분석장비 활용과 대외협력 기관과 사전협의 완료.</p> <p>1) <b>기 구축 연구인프라 활용: VOCs, 미세플라스틱 광분해 평가</b></p> <p>- VOCs: 환경부 3개의 유사 국책과제를 통해 분석 인프라 구축 완료.</p> <p>2) <b>외부수혈 분석장비: 미세플라스틱 분석(성상, 입도)</b></p> <p>- 마이크로플라스틱분석: 기존 염색법을 대체할 고집적 적외선분광광도계를 활용하여 분석 계획(진주 세라믹연구원과 Spotlight 400 IR (2.5억) 또는</p>

주요 연구내용  
(계속)

- 부산시 상수도사업본부 수질연구소 장비 사용 계획).
- Spotlight 400 IR은 대면적 스캔이 가능하고 기존 Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) 장비로는 불가능한 1 $\mu$ m크기의 미세플라스틱까지 정성/정량 분석이 가능함.
- 마이크로플라스틱 입도분석: 협력기관의 particle size analyzer 통해 입도별 분석 가능.

### 3. 주요 연구 내용

#### 1) 안경렌즈 연마폐수내 유해화학물질 발생특성 조사(VOCs, 중금속)

- 부산지역 안경연마폐수(사업장 실패수)의 기본 수질항목(pH, COD, SS)분석: 폐수의 하수도 배출시 폐색문제 해결을 위해서 SS의 정확한 분석 필요 (기존 조사결과 진한 우윳빛 연마폐수의 COD와 SS는 각각 기준치의 3배, 31배 초과).
- 연마폐수내 발암성 VOCs의 배출 특성파악(종류, 농도, 배출원단위 등): 현재 既구축된 GC auto-sampler와 head space법으로 분석계획(디클로로메탄, 벤젠, 톨루엔, 1,4-dioxane 등)
- VOCs의 정확한 발생정보는 안경연마 작업자의 건강을 위해서도 필수적으로 제공되어야할 정보이고 여과, 증발법과 같은 연마폐수처리장치 개발 기업에도 해당정보 제공을 통해 VOCs 휘산을 최소화 할 수 있는 기술개발로 이어져야 함.
- 중금속: 안경연마폐수에서 다량 검출된 성분 위주(구리, 비소, 납) 분석.

#### 2) 안경렌즈 연마폐수내 마이크로플라스틱 발생특성 조사

- 마이크로플라스틱 배출 종류 및 농도 분석: 해상도와 정확성이 우수하고 분석시간이 짧은 Spotlight 400IR microscopy를 이용하여 입자들의 적외선분광스펙트럼을 분석함으로써 미세플라스틱 종류 및 농도 측정(기존 FT-IR로는 불가능한 1 $\mu$ m 수준의 정성분석 가능).
- 마이크로플라스틱 입도분석: particle size analyzer를 활용하여 입자 크기별 분포량을 측정하여 정확한 미세플라스틱 발생 특성 평가.

#### 3) 마이크로플라스틱 광분해에 따른 VOCs 및 온실가스발생량 평가

- Lab scale 밀폐반응조를 이용하여 가혹조건에서(10개월의 짧은 과제 기간을 고려) 마이크로플라스틱의 분해 특성평가(VOCs, 메탄가스 배출).
- 미세플라스틱은 수계에 노출 시 광분해되어 온실가스인 메탄가스와 에틸벤젠 등을 발생시키는 최근 보고가 있었으나(Royer et. al., 2018) 아직까지 이와 관련된 연구는 전무함. 따라서 본 연구결과는 부산시나 정부의 안경연마폐수 종합관리 가이드라인 마련을 위한 중요 근거로 활용될 수 있음.
- 평가방법: 광량조건에 따른 미세플라스틱의 분해 패턴 평가.

주요 연구내용  
(계속)



그림 2. 주요 연구내용 요약

#### 4. 연구결과의 기대효과 및 파급효과

##### 1) 환경적 기대효과

– 안경연마폐수는 심각한 유해성에도 불구하고 아무런 처리 없이 하수도로 배출되고 있어 미세플라스틱 배출에 따른 생태계교란 및 하수관로폐색, 발암성 VOCs 유출에 따른 환경오염을 유발하고 있음. 본 폐수는 현행 법규상 관리 사각지대일 뿐만 아니라 안경연마작업자가 발암성 VOCs에 그대로 노출되는 위험성으로 인해 관리방안마련이 절실. 따라서 본 연구 결과는 환경부나 부산시의 안경연마폐수(미세플라스틱) 종합관리대책마련에 중요 자료로 활용될 수 있고, 현장작업환경이나 생활환경 개선에 기여할 것임.

##### 2) 사회적 기대효과

– 환경시설종사자 뿐만 아니라 안경연마 작업자(안경점)도 그 유해성에 무방비하게 노출되어 심각한 신체손상 및 사회적 손실로 이어질 수 있음.

– 최근 1~2년 사이 안경연마폐수의 유해성에 대한 시민들의 관심이 증가하고 있으나 관련 정보가 절대적으로 부족함. 특히 안경원의 수가 꾸준히 증가하고 있는 부산시는 안경원 점주와 주변 주민 간 사회적 분쟁이 심화되고 있는 상황에서 본 연구는 불필요한 소모적 논쟁을 최소화할 수 있음(부산시 환경관리 로드맵의 기초자료로 활용 가능).

– 안경연마폐수의 처리/관리 문제의 심각성이 높아지고 있는 상황에서 신규규제 및 정부의 관리 가이드라인 제약을 위한 객관적 근거제시 가능  
→ 선제적 대응을 통해 정부의 관리망으로 편입 가능.

##### 3) 기술적 기대효과

– 현재까지 수중 미세플라스틱 분석은 주로 FT-IR로 이루어지고 있으나 크기 100 $\mu$ m이하의 마이크로플라스틱에 대해서는 측정결과가 전무함.

– 본 연구에서는 최대 1 $\mu$ m까지 측정이 가능한 고집적 Spotlight 400IR



연구과제명	부산지역 의료폐기물 조영제를 재활용한 방사선 차폐물 개발		
연구기간	2019년 3월 ~ 2019년 12월(10개월)		
연구비	25,000천원		
과제분류	연구분야 및 세부연구분야		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input type="checkbox"/> 정책연구 <input type="checkbox"/> 조사연구 <input checked="" type="checkbox"/> 기술개발연구 <input type="checkbox"/> 산학연연구	<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"/> 막분리 <input type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망	<input type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input type="checkbox"/> 수질관리기타
	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"/> 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 checked="" 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
	토양지하수오염	기타환경분야	기후변화대응분야
	<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
연구의 목적 및 필요성	<p>○ 연구의 배경 및 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 의료폐기물은 보건·의료기관, 동물병원, 시험·검사기관 등에서 배출되는 폐기물 중 인체에 감염 등 위해를 줄 우려가 있지만, 의료영상기기의 급속한 발달과 보급으로 영상검사를 받는 사람들의 수가 해마다 증가함에 따라 관련 폐기물 발생량도 증가 추세임</li> <li>- 2007년부터 2011년까지 실시한 방사선 검사 건수는 1억6000만 건에서 2억2000만 건으로 약 37% 증가(식품의약품안전처.2012)</li> <li>- CT(컴퓨터 단층촬영)검사는 600만건이며 이중 80%는 병소의 윤곽이나 형태를 나타내기 위해 조영제 사용(그림 1)</li> </ul>		

연구의 목적 및  
필요성  
(계속)

- 조영제는 컴퓨터단층촬영(CT), 자기공명영상(MRI) 등과 같은 진단 촬영시 음영을 조절하여 조직이나 혈관의 상태를 보다 명확하기 확인할 수 있도록 도와주는 전문의약품으로 국내 조영제 시장은 급속도로 증가하고 있음(그림 2)
- 조영제의 인체 주입 용량은 몸무게 1kg당 2ml이고 조영검사의 경우 환자의 몸무게에 따라 인체 주입용량이 결정되며, 검사 후 인체에 주입하고 남은 조영제들은 폐기처리되어 환경피해가 심각함



그림 1. 방사선 검사 건수

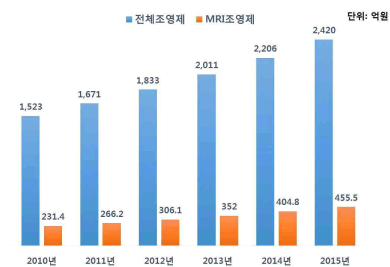


그림 2. 국내 조영제 시장 현황

- CT 조영검사가 증가할수록 폐기되는 조영제의 양도 늘어날 것으로 예상되어 폐기물 처리에 소요되는 사회적, 환경적 비용이 막대한 실정임
- 따라서 폐기되는 조영제를 활용한 친환경 기술개발이 요구되며, 조영제가 보유한 방사선 차폐의 성질을 이용하여 기존 고가의 납차폐체의 대체재로 재활용할 수 있는 친환경기술 개발이 필요함

○ 연구의 목적

- CT조영검사 후 폐기되는 의료폐기물 방사선 조영제를 이용하여 납차폐체를 대신 할 수 있는 친환경 방사선 차폐체 제작

○ 국내외 선행연구 동향 기술

- 기존 납차폐체를 대체할 연구는 수행되고 있으나, CT조영제를 이용한 친환경 자원재활용 차폐체 연구는 부족한 상황임

1) 바륨등을 사용한 무납 차폐체 개발연구

주석 34.1%, 안티몬 33.8%, 요오드 26.8%, Polyisoprene 5.3%를 혼합한 차폐체 제작(2010. 최태진 외 3인)

2) 조영제와 생리식염수 혼합물을 이용한 표면선량 감소에 관한연구 (2015. 고주성 외 3인)

3) 몬테카를로 시뮬레이션을 이용한 차폐체 원소 평가(2017. 김기정 외 1인)

## 주요 연구내용

### ○ 연구의 목표

- 1) 의료폐기물 조영제를 재활용한 친환경 차폐체 개발 기초 연구
- 2) CT조영제의 물성 분석
- 3) CT조영제의 X-선 차폐능력 평가
- 4) 진단용 X-선 차폐체 제작 및 성능 평가

### ○ 연구의 추진 전략 및 방법

- 1) CT조영제(부산대학교 병원 등)의 물성 분석
  - 자체 간이분석 후 공인기관의 검사 성적 확보
- 2) CT조영제의 X-선 차폐능력 평가
  - 물성 분석된 조영제를 바탕으로 각 농도별 방사선 차폐능력 평가 시험
- 3) 진단용 X-선 차폐체 제작 및 평가
  - 1차선 차폐체, 산란선 차폐체 제작 및 차폐능력을 공간선량계와 흡수선량계를 이용하여 평가
- 4) 방사선 방호의 목적으로 사용되는 선량인 등가선량과 장기의 조직 가중치를 적용한 유효선량을 산출

### ○ 주요 연구 내용

- 1) 국내 · 외 CT 조영제 폐기물 발생량 조사
- 2) CT조영제의 재활용 가능성 평가
  - 방사선 차폐물로서의 재활용 가능성 평가 및 활용 방안 제시
- 3) CT조영제의 물성 분석
  - 발생기관별 폐기되는 CT조영제의 물성 특성 분석
- 4) CT조영제의 X-선 차폐능력 평가
  - 운전 조건변화에 따른 성능 평가
- 5) 진단용 X-선 차폐체 제작 및 평가
  - 운전 조건변화에 따른 성능 평가

### ○ 연구결과의 기대효과 및 파급효과

- 1) 환경적 기대 효과
  - 폐기물 재활용에 따른 환경(수질, 대기분야 등)오염 예방과 의료기관내 CT검사실의 오염 예방
- 2) 경제적 기대 효과
  - 의료기관에서의 폐기물 처리 비용 절감
  - X-선 차폐체 대체품 개발에 따른 국가 경쟁력 강화
- 3) 사회적 기대 효과
  - X-선 차폐체 대체품 개발의 산업화 촉진 및 신규 고용시장 창출



연구성과  
활용방안

○ 연구 성과 지표 및 목표

성과 지표	성과 목표(정량적 기재)
특허 출원	출원 1건 이상
논문 게재	KCI 등재지 1편 이상

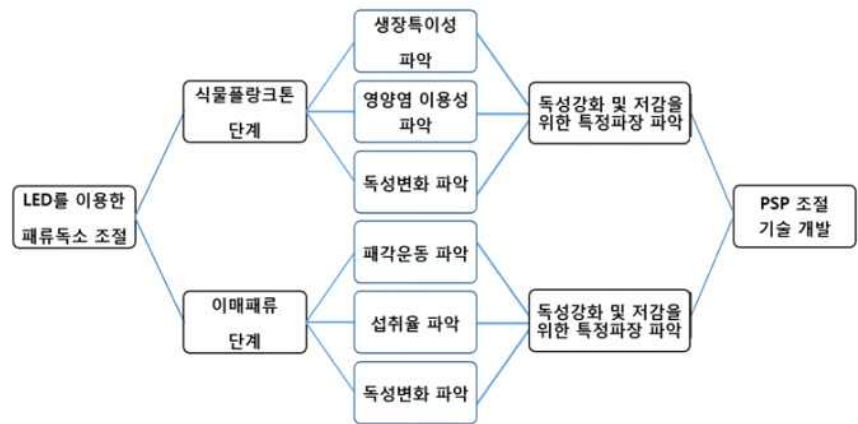
○ 연구 성과 활용내용(계획)

활용내용(계획)	활용기관	활용가능기간/대상
X-선 차폐체 개발 산업 적용	민간기관	반영구적
의료폐기물의 무상 수거	의료기관	반영구적

연구과제명	부산연안 마비성 패독(PSP) 조절을 위한 친환경적 발광다이오드 적용 기술 개발		
연구기간	2019년 3월 ~ 2019년 12월(10개월)		
연구비	30,000천원		
과제분류	연구분야 및 세부연구분야		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input type="checkbox"/> 정책연구 <input type="checkbox"/> 조사연구 <input checked="" type="checkbox"/> 기술개발연구 <input type="checkbox"/> 산학연연구	<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"/> 막분리 <input type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망	<input type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input type="checkbox"/> 수질관리기타
	자연환경분야	폐기물관리	대기관리
	<input type="checkbox"/> 환경정책 <input type="checkbox"/> 생활환경 <input checked="" type="checkbox"/> 건강위해성 <input type="checkbox"/> 생태관리 <input type="checkbox"/> 환경오염사고대비 <input type="checkbox"/> 소음관리 <input type="checkbox"/> 청정기술개발	<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
	토양지하수오염	기타환경분야	기후변화대응분야
	<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
연구의 목적 및 필요성	<p>○ 연구의 배경 및 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>부산 일원의 가덕도, 다대포등의 해역에 양식되거나 자생하는 이매패류는 매년 2월과 3월에 마비성 패독(Paralytic Shellfish Poisoning; PSP)이 발생하고, 4월부터는 규제치를 초과하여 해당어장에 대한 채취금지명령 및 시판된 제품의 판매중단, 회수 그리고 폐기 조치가 이루어지고 있음</li> <li>한반도는 고온다습한 아열대화 기후로 변화하고 있으며 이에 따른 식품안전에도 위험성이 높아지고 있음. 2040년대에 이르면 마비성 패독(PSP)의 검출지역도 기존의 남해안 일대에서 동서남해 전역으로 확대될 가능성이 있음. 따라서 지속가능한 수산자원의 측면 뿐만아니라 시민 건강 및 환경위생적 측면에서도 PSP 저감 방안 검토는 필수적임</li> <li>한편 우리나라에서 PSP 분석은 동물시험법(mouse bioassay)을 표준법으로 하고 있지만, 높은 검출한계, 동물실험에 대한 윤리적인 문제 및 정성적인 분석의 곤란 등으로 기기분석(post-column oxidation HPLC)을 통한 분석이 필요한 실정임</li> </ul>		

<p>연구의 목적 및 필요성 (계속)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HPLC을 통한 PSP 분석을 위해서는 21개 이성질체에 대한 표준물질이 필요하며, 일본의 경우 위생·보건상의 중요성을 바탕으로 국가에서 정밀도가 높은 고품질의 표준물질을 공급하는 체계를 구축하고 있음</li> <li>• 원활한 표준물질 공급을 위해서는 PSP 유발 원인종에 대한 독 생성 능력을 최대한 높일 수 있는 배양환경체계(수온, 조도 및 영양염 등)가 필요함. 하지만, 일차생산자의 가장 중요한 생장원인 중 하나인 빛의 파장에 대한 PSP 영향 유무에 대한 식견은 극히 부족한 상태임</li> </ul> <p>○ 연구의 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 연구는 친환경적이고 경제성이 우수한 발광다이오드(LED) 파장을 이용하여 마비성 패독(PSP)의 원인종(<i>Alexandrium tamarense</i>) 및 이매패류(담치)의 독 함량을 조절할 수 있는 가능성을 살펴보는 데 있음</li> <li>• 만약, 파장에 대한 PSP 증감 특이성을 알게 된다면, 대량배양에 응용하여 보다 표준물질의 고품질·대량생산에 기여할 수 있을 것으로 보임</li> </ul> <p>○ 국내외 선행연구 동향 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 와편모조류는 태양에너지를 이용하여 무기물을 유기물로 합성하는 광합성 작용을 하며, 부산물로 산소를 방출함. 광합성은 빛의 파장에 따라 영향을 받는 광합성 색소(chlorophyll, carotene, xanthophyll과 phycobiline 계열 등)에 의해 이루어짐. 최근 미세조류의 산업적인 이용을 위한 대량배양을 위해 발광다이오드(Light Emitting Diode; LED)를 이용한 생장장치(대량배양장치)가 보편화되고 있음.</li> <li>• 또한 마비성 패독의 원인종의 PSP와 환경인자와의 관련 내용은 국외 연구에서 다수 보고되어 있음. 하지만, 2차적인 부산물인 PSP와 같은 사회·보건학적 측면에서 LED 파장을 이용한 PSP의 저감 및 증대에 대한 조사 연구는 전무한 실정임.</li> </ul>
<p>주요 연구내용</p>	<p>○ 연구의 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LED 파장에 따른 마비성패독 원인 플랑크톤 <i>A. tamarense</i>의 독함량 변화 파악</li> <li>• LED 파장에 따른 이매패류 내의 PSP 함량 변화 파악</li> </ul> <p>○ 연구의 추진 전략 및 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LED를 이용한 마비성패독 원인 식물플랑크톤의 및 진주담치의 독함량 조절 기술 개발을 위하여 다음과 같은 접근 방법이 필요함</li> </ul>

주요 연구내용  
(계속)



○ 주요 연구 내용

1. LED 파장에 따른 마비성패독 원인 플랑크톤 *A. tamarense*의 독함량 변화 파악

1) LED 파장에 따른 *A. tamarense* 성장특이성 파악

- PSP를 발생시키는 식물플랑크톤은 성장률에 따라 체내 독성함량이 달라진다고 보고되어 있음. 만약 특정 파장에 성장속도가 촉진되거나 저해된다면 체내 독성함량의 변화가 나타나게 됨. 따라서 파장별 차후 실험의 기초자료를 위해선 PSP 원인종인 *A. tamarense*의 성장속도를 파악함

2) LED 파장에 따른 *A. tamarense* 질소 이용성 파악

- PSP는 주변해수의 영양염 농도에 따라 체내 독성함량이 달라짐. 파장별로 영양염 중 질소의 이용능력을 파악하고, 특정파장에서 질소원이 기본인 독성함량의 증감 원인을 파악할 예정

3) LED 파장에 따른 마비성패독 원인 플랑크톤 *A. tamarense*의 독함량독성변화 파악

- 파장에 따라 달라지는 *A. tamarense*의 PSP 함량 및 조성의 변화를 파악하고, 그 이유를 앞선 실험을 통하여 고찰함. 또한 식물플랑크톤 단계에서 독성 저감 또는 증대 방안을 모색함

2. LED 파장에 따른 이매패류 내의 PSP 변화양상 파악

1) LED 파장에 따른 진주담치 패각운동 변화 파악

- 부유물을 여과 섭취하는 이매패류는 해양 미세조류로부터 유래된 여러류의 식물성 독소를 축적하여 상위 포식자로 전달하는 생물이며, 여수율, 호흡율 등의 생리작용에 따라 패각운동이 달라짐. 따라서 파장에 따른 담치류의 패각운동의 변화를 알아봄

2) LED 파장에 따른 진주담치 여과율 파악

- 이매패류 독화는 원인생물의 밀도, 독 생산능력 및 이매패류의 여과율 등 다양한 환경 요인들에 따라 달라짐. 따라서 파장에 따라 PSP원인 생물

주요 연구내용 (계속)	<i>Alexandrium tamarense</i> 의 노출을 통하여 담치류의 여과율 변화를 파악함															
	<div>3) LED 파장에 따른 이매패류 내의 PSP 변화양상 파악</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>파장에 따라 여과율을 포함하는 패각운동의 변화로 발생하는 진주담치의 PSP를 파악하고, 진주담치 내의 PSP 저감 또는 증대 가능성을 살펴봄</li></ul></div> <div>○ 연구결과의 기대효과 및 파급효과</div> <div>1. 기술적 측면</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>모든 가시광선대의 파장을 구현할 수 있는 친환경적인 LED는 정밀 반도체 장비 검사 기구, 자동차 계기판 등의 전자 표시판, 산업기계 표시기 및 각종 교통안전 신호등에 널리 사용되고 있음. 최근에는 육상식물의 재배를 보다 효율적이게 하도록 이용되고 있음</li><li>해양에서 LED의 이용은 집어등 또는 선박의 조명을 LED로 대신하는 정도로 육상에서와 같이 생태계에 이용될 수 있는 LED의 기술은 미비한 실정. 본 연구에 따라 개발 되는 기술은 기존의 LED의 이용도를 높일 수 있게 함.</li></ul></div> <div>2. 식품 · 환경 보건 측면</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>매년 부산연안에 3월부터 마비성패독 발생 시 해양수산부와 식품의약품안전처에 의한 채취금지령 및 시중에 유통된 제품의 전량 회수 조치가 시행되고 있음. 그래서 본 연구개발은 이러한 시민 건강 및 식품 · 환경 보건 문제를 해결할 수 있는 가능성을 제시할 수 있을 것으로 생각됨.</li></ul></div> <div>3. 경제 · 산업적 측면</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>마비성 패독 발생은 해당어장에 대한 채취금지 명령 및 시판된 제품의 판매중단, 회수 그리고 폐기 조치로 수산경제에 영향을 주고 있음. 본 연구는 이러한 문제를 직 · 간접적으로 해결할 수 있는 초석을 다지게 해주며, 생물공학적 기법을 활용하여 산업 및 패독연구에 기초 자료로도 제공될 수 있을 것으로 기대 됨</li></ul></div>															
연구성과 활용방안	<div>○ 연구 성과 지표 및 목표</div> <table><tr><th>성과 지표</th><th>성과 목표(정량적 기재)</th></tr><tr><td>한국연구재단 등재지</td><td>1건</td></tr><tr><td>특허 출원</td><td>1건</td></tr></table> <div>○ 연구 성과 활용내용(계획)</div> <table><tr><th>활용내용(계획)</th><th>활용기관</th><th>활용가능기간/대상</th></tr><tr><td>PSP 분석을 위한 표준물질 제조</td><td>국립수산과학원</td><td>연구자</td></tr><tr><td>LED를 활용한 PSP저감방안</td><td>기업체</td><td>어업민</td></tr></table>	성과 지표	성과 목표(정량적 기재)	한국연구재단 등재지	1건	특허 출원	1건	활용내용(계획)	활용기관	활용가능기간/대상	PSP 분석을 위한 표준물질 제조	국립수산과학원	연구자	LED를 활용한 PSP저감방안	기업체	어업민
성과 지표	성과 목표(정량적 기재)															
한국연구재단 등재지	1건															
특허 출원	1건															
활용내용(계획)	활용기관	활용가능기간/대상														
PSP 분석을 위한 표준물질 제조	국립수산과학원	연구자														
LED를 활용한 PSP저감방안	기업체	어업민														

연구과제명	부산지역 패각과 해수를 활용하여 체내흡수율이 높은 칼슘제 생산 기술 개발		
연구기간	2019년 3월 ~ 2019년 12월(10개월)		
연구비	25,000천원		
과제분류	연구분야 및 세부연구분야		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input type="checkbox"/> 정책연구 <input type="checkbox"/> 조사연구 <input checked="" type="checkbox"/> 기술개발연구 <input type="checkbox"/> 산학연연구	<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"/> 막분리 <input type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망	<input type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input type="checkbox"/> 수질관리기타
	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"/> 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
	토양지하수오염	기타환경분야	기후변화대응분야
	<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
연구의 목적 및 필요성	<p>○ 연구의 배경 및 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2017년 기준 우리나라 천해양식어업의 패류 생산량은 39만 1천톤이며 이 양은 양식어업 총 생산량의 16.9%에 달함 (2017년 통계청 어업생산동향조사)</li> <li>- 국내에서 발생하는 각종 패각은 대부분 적기 미처리, 매립 또는 불법 적치되어 심각한 악취를 발생하고, 빗물에 씻긴 패각의 석회물질이 바다로 유입되어 해양오염을 유발함</li> <li>- 부산지역의 특성상 패각 발생량은 타 지역에 비해 높은 편이며, 주로 홍합, 조개, 바지락, 석화 등이 유입되어 유통량의 약 90%가 패각으로 발생함</li> <li>- 부산지역 제 1·2구 잠수기 수산업 협동조합 자료에 따르면 각</li> </ul>		

연구의 목적 및  
필요성  
(계속)

- 중 패류는 월평균 360 ton이 부산지역에 유입되며, 특히 석화는 성수기인 12~1월간 월 60 ton이 부산지역에 유입됨
- 환경부에서는 지난 2014년 패각의 재활용 범위를 확대하는 등 규제개선을 통한 해결방안을 모색하였으나, 실제 재활용 비율은 발생량의 10% 정도로 저조함
  - 현재 패각의 재활용 연구는 주로 토질 및 수질 개선제, 비료 및 사료, 건설재료, 식품 또는 의약품의 소재 등으로 활용하는 연구들이 진행됨
  - 패각의 주요성분은 칼슘이 93% 이상으로 가장 높고, 그 외 마그네슘, 실리카 등이 포함되어 있어 칼슘제로의 활용가능성이 매우 높음
  - 칼슘은 각종 질환의 예방을 위해 충분한 섭취가 필수적인 영양소임. 하지만 일반적으로 성인이 칼슘을 섭취하였을 때 약 30%만이 흡수됨
  - 이에 따라 성인 기준 하루 칼슘권장량인 700 mg를 채우기 위해서는 체내흡수율이 높은 칼슘제의 생산이 필요함. 칼슘의 체내흡수율을 높이는 성분은 마그네슘, 비타민D 등임
  - 해수 내에는 칼슘의 체내흡수율을 높이는 성분인 Mg이 약 1300 ppm 용존되어있고, 칼슘 또한 약 400 ppm이 용존되어있음
  - 최근, 가슴기 살균제 사건, 생리대 사건, 고혈압약 발암물질 사건 등 화학물질과 관련된 사건사고가 끊이지 않음에 따라 천연물 재료를 이용한 제품에 대한 관심이 높아지고 있는 추세임
  - 이에 해수와 패각을 이용하여 체내흡수율이 높은 칼슘제를 생산하고자 함

○ 연구의 목적

- 본 연구에서는 천연재료인 패각과 해수를 활용하여 생산단가가 낮고 체내흡수율이 높은 칼슘제를 생산하는 기술을 개발하고자함

○ 국내외 선행연구 동향 기술

- 현재까지 패각을 재활용하는 대부분의 연구는 패각을 분쇄하여 시멘트 골재나 건축자재로 이용하는 방향으로 진행되었고, 일부 패각을 흡착제나 충전제로 사용하여 토양이나 수질개선을 하는 연구가 있었음. 그러나 패각을 이용하여 칼슘제를 제조하는 연구는 거의 진행되지 않았음
- Kuo et al.(2013)은 굴 패각을 시멘트 골재로 사용하였음. 골재

<p>연구의 목적 및 필요성 (계속)</p>	<p>내 굴 패각 함량이 20% 이하이면 콘크리트의 압축강도가 감소되지 않았음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Luo et al.(2013)은 굴 패각을 bio-contact oxidation 탱크의 활성 충전제로 사용하여 하구의 수질개선을 도모하였음. COD, BOD, NH<sub>3</sub>-N의 제거효율이 80% 이상으로 높게 나타났음</li> <li>□ 옥영식 외(2010)는 굴 패각을 이용하여 토양내 Pb 및 Cd를 안정화하였음. 5wt%의 굴 패각을 처리한 결과 토양내 Pb 및 Cd 농도가 한국 기준치보다 낮아짐</li> <li>□ 정종현 외(2007)는 탈황 및 탈질 흡착제로서 굴 패각을 사용하였고, SO<sub>2</sub> 및 NO<sub>x</sub>의 제거활성을 조사하였음. 소성 등의 전처리를 거친 굴패각을 사용하였을 때, SO<sub>2</sub>의 제거활성 및 반응속도가 동일하게 처리된 석회석보다 높게 나타났음</li> <li>□ 김종오 외(2007)는 굴 패각을 소성가공하여 액상칼슘제를 추출하는 기초연구를 진행하였음. 소성온도가 높고 패각 분말의 입자크기가 작을수록 칼슘함량이 증가하였고, 소성된 패각의 양이온치환능력(CEC)이 30~60배까지 증가하는 것을 확인하였음</li> </ul>
<p>주요 연구내용</p>	<p>○ 연구의 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 연구는 해수와 패각을 활용하여 체내흡수율이 높은 칼슘제를 생산하기 위해 다음 세부 기술을 개발하는 것을 목표로 함</li> <li>□ 해수와 패각을 이용한 칼슘추출반응 최적화</li> <li>□ 입자크기, 순도, 마그네슘 함량이 조절된 체내흡수율이 높은 칼슘제 생성조건 규명</li> </ul> <p>○ 주요 연구 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 패각 전처리 및 선별 <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 패각 표면의 유기물과 세균을 효과적으로 세척하고 제거하는 과정이 반드시 필요함</li> <li>□ 패각을 건조하여 파·분쇄를 용이하게 함</li> <li>□ 패각으로부터 칼슘추출 효율을 높이기 위해서 패각의 표면적을 증가(입자크기 감소)시키는 것이 필요함. 다만, 파·분쇄에 소요되는 동력비가 크기 때문에 적절한 분쇄크기의 선정이 중요함</li> <li>□ 전처리가 완료된 패각을 종류별로 성분 분석하여 최종 생성물인 탄산칼슘과 구연산칼슘의 순도에 영향을 미칠 수 있는 인자를 확인함</li> </ul> </li> </ul>



주요 연구내용  
(계속)

■ 패각 소성

- 패각은 매우 안정적인 물질인 탄산칼슘으로 이루어져 있어 칼슘 추출 효율이 낮음
- 따라서 칼슘추출 효율을 높이기 위해 패각을 소성하여(1000 ℃) 이산화탄소와 분리하고, 산화칼슘의 형태로 전환이 필요함  

$$\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{heat (1000}^\circ\text{C)} \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$$
- 또한 소성과정을 통하여 패각에 존재하는 유기물질을 모두 제거하여 생산되는 제품의 순도를 높일 수 있음

■ 칼슘추출제 및 칼슘추출반응 최적화

- 해수를 칼슘추출제로 이용함  

$$\text{해수}(\text{l}) + \text{패각}(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{Ca}^{2+}$$
- 패각/해수 혼합비, 반응시간, 반응온도 등 다양한 인자가 패각으로부터 칼슘을 추출하는데 미치는 영향을 파악하고, 최적조건을 도출함
- 또한 칼슘추출제로 구연산나트륨, 구연산 등 식품·의약품에서 사용하는 용제를 선정할 수 있음

■ 탄산칼슘 및 구연산칼슘 생성

- 마그네슘 함유 칼슘추출액에 정제된 이산화탄소를 주입하여 탄산화반응을 통하여 수산화마그네슘이 포함된 탄산칼슘을 생성함
- 이산화탄소 주입속도, 반응시간, 반응온도, pH 등 다양한 실험변수에 따른 탄산칼슘 생성량을 측정하여 최적조건을 도출함
- 칼슘추출제로 구연산나트륨 또는 구연산을 사용하여 제조한 칼슘추출액으로부터 구연산칼슘 생성



그림. 탄산화기술의 개략도

주요 연구내용  
(계속)

■ 칼슘제의 고부가가치화

- 생성된 탄산칼슘 및 구연산칼슘의 순도를 측정하고, 식품·의약품 업계에 활용 가능한 고순도화 연구를 수행함
- 탄산칼슘은 일반적으로 입자크기가 작을수록 시장가치가 높으며, 이는 사용용도와 상관없이 동일함. 탄산칼슘 생성반응에서 온도, 이산화탄소 주입속도가 탄산칼슘의 입자형성에 미치는 영향이 매우 크며, 반응조건에 따라 입자크기는 크게 달라질 수 있음
- 입자크기, 순도, 마그네슘 함량이 조절된 체내흡수율이 높은 칼슘제 생성조건 규명

○ 연구의 추진 전략 및 방법

- 본 연구진은 2011년부터 탄산화반응에 의한 탄산칼슘 생성 및 이산화탄소 저장에 관한 다수의 국가 R&D 사업을 진행하면서 기술의 원리 규명, 공정 효율향상 방안, 경제성 향상 방안 등을 모색해 왔음
- 연구를 진행하는 동안 다양한 폐각의 지속적인 공급이 필요함. 부산지역의 특성상 다량의 폐각 폐기물이 발생할 것이고 이들을 폐기 처리해야 하므로 폐각의 공급은 원활할 것으로 예상됨
- 또한 부산지역은 해수공급에 있어 큰 이점이 있으며, 해수채취에 필요한 인력과 시간 소모를 최소화할 수 있음
- 본 연구진의 실험실에 다음 기기가 구비되어있어 본 연구를 효과적으로 진행할 수 있음
  - 입도분석기: 칼슘제(탄산칼슘) 입자크기 측정
  - 열중량분석기: 칼슘제(탄산칼슘) 순도 분석
  - 원자흡광광도계(AAS): 칼슘추출 및 탄산화효율 측정
  - 이온크로마토그래피(IC): 음이온 농도 분석
- 그리고 본 연구기관 종합실험실습관에 X선회절분석기(XRD)와 주사전자현미경(SEM-EDS)이 구비되어있어 생성된 칼슘제의 성분 및 형상을 즉시 확인할 수 있음
- 생산된 칼슘제는 시험검사기관에서 전문적인 심사를 통해 안전성·유효성·품질을 평가받을 것임

주요 연구내용  
(계속)

■ 연구추진일정

주요 연구 내용	추진일정(월)									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
패각 전처리 및 선별	○	○	○	○	○	○	○	○		
패각 소성	○	○	○	○	○	○	○	○		
칼슘추출제 및 칼슘추출반응 최적화		○	○	○	○					
탄산칼슘 및 구연산칼슘 생성				○	○	○				
칼슘제의 고부가가치화				○	○	○	○	○	○	○
식품 · 의약품 시험검사기관 평가의뢰									○	○

○ 연구결과의 기대효과 및 파급효과

■ 환경적 기대효과

- 현재 패각 처리의 번거로움으로 인해 불법투기 및 매립, 적치되는 패각이 증가하고 있고 환경문제가 심각함. 패각을 칼슘제 생산에 재활용함으로써 패각으로 인해 발생하는 악취, 수질오염 등의 문제 해결에 이바지할 수 있음

■ 경제적 기대효과

- 패각, 해수, 구연산나트륨 등과 같은 식용원료를 사용하고, 생산단가가 낮고 체내흡수율이 높은 칼슘제는 식품·의약품 시장에서 수요가 많고 안정적인 이익창출이 가능하리라고 예상함
- 의약품 시장에서 비타민, 미네랄, 칼슘제의 판매 점유율이 51%로 시장점유율 1위를 차지함. 본 연구의 결과물인 칼슘제는 시장수요가 높기 때문에 기술의 사업화 가능성이 매우 높음
- 최근 여러 가지 이슈 때문에 천연물 제품에 대한 관심이 증가하면서 천연물질로 만든 칼슘제는 국내·외 의약품 시장에서 수요가 매우 많을 것으로 예상됨

■ 사회적 기대효과

- 연구결과에 따라 특허등록, 기술이전, 사업화될 가능성이 매우 높음
- 본 연구는 패각의 활용적 측면에서 환경부 정책에 부합되며, 이에 따라 연구결과는 정부 산하기관의 기술 데이터로 활용될 수 있음
- 본 연구를 통해 무단으로 방치되는 패각을 재활용함으로써 지역미관 개선에 이바지할 것이며, 또한 지역 관광산업에도 좋은 영향을 줄 것임

연구성과  
활용방안

○ 연구 성과 지표 및 목표

성과 지표	단위	성과 목표 (정량적 기재)	설정기준	비고 (평가방법)
연구논문	건	1	SCI급 논문 투고	논문투고 관련 증명서
특허출원	건	1	국내특허 출원	특허출원서
칼슘제 생산	건	1	식품·의약품 시험검사기관 평가의뢰	평가의뢰서

○ 연구 성과 활용내용(계획)

활용내용(계획)	활용기관	활용가능기간/대상
국내·외 특허(PCT 포함) 등록	식품·의약품 관련 기업체	사업종료 후 2년 이내
기술소개서 작성	식품·의약품 관련 기업체	사업종료 후 2년 이내
기술이전	식품·의약품 관련 기업체	사업종료 후 3년 이내

연구과제명	부산시 청정원수 확보를 위한 강변여과수내 용존철과 미량오염물질의 과황산 이용 처리 기술 개발		
연구기간	2019년 3월 ~ 2019년 12월(10개월)		
연구비	25,000천원		
과제분류	연구분야 및 세부연구분야		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input type="checkbox"/> 정책연구 <input type="checkbox"/> 조사연구 <input checked="" type="checkbox"/> 기술개발연구 <input type="checkbox"/> 산학연연구	<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"/> 막분리 <input checked="" type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망	<input type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input type="checkbox"/> 수질관리기타
	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"/> 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
	토양지하수오염	기타환경분야	기후변화대응분야
	<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
연구의 목적 및 필요성	1. 연구의 배경 및 필요성 1.1. 부산광역시 대체 수자원 확보 방안 ○ 부산시 취수원 다변화 계획을 통한 청정원수 확보에 주력 ○ 하천수를 강변의 퇴적층에 통과시켜 물을 정수하는 강변여과 및 인공함양 기술을 포괄하는 대수층 함양관리(managed Aquifer Recharge, MAR) 기술은 저비용·대용량 원수 확보 기술임 ○ 강변여과수 및 인공함양수는 취수원 다변화 계획의 56%를 차지함 ○ 133만㎥/일의 원수 공급계획 중 68만㎥/일을 강변여과수를 통해 확보하고자 함  1.2. 강변여과수 및 인공함양수의 수질 문제 ○ 지질층에 존재하던 철광물의 용출로 인해 철이온 농도가 높음		

연구의 목적 및  
필요성  
(계속)

- 높은 철이온 농도는 취수정의 관정 막힘을 유발하여 유지비용을 높이며, 정수장의 수처리 부하를 높임 (현성필 등, 2013)
- 일부 미규제 미량오염물질은 여과되지 못하고 강변여과수에 잔류함
- 2014년 5월, 화명정수장의 과불화옥탄산(PFOA) 검출 농도는 97.10 ng/ℓ 으로, 미국 기준(70 ng/ℓ)을 넘음 (국립환경과학원, 2014)
- 낙동강 강변여과수의 과불화화합물(PFOA 등) 농도가 수돗물보다 최대 3배 이상 높음 (국립환경과학원, 2014)

1.3. 과황산 기반 산화 공정에 의한 미량오염물질 처리

- 강변여과수 및 인공함양수내 2가철 이온( $Fe^{II}$ )을 이용하여 과황산을 활성화시킴으로써 강력한 산화력을 가지는 황산라디칼을 생성할 수 있음 (Kim et al., 2018)
  - 화학반응식:  $Fe^{II} + S_2O_8^{2-} \rightarrow Fe^{III} + SO_4^{2-} + SO_4^{\bullet-}$
  - 2가철은 3가의 산화철로 침전되어 퇴적층에 잔류됨
- 황산라디칼은 난분해성 미량오염물질을 효과적으로 산화시켜 무해화함
- MAR과 결합된 2가철 및 미량오염물질을 동시에 처리할 수 있는 과황산 기반 산화공정 시스템임
- 하천수에 존재하는 자연유기물질(NOM)도 과황산을 활성화시켜 황산라디칼을 생성할 수 있기 때문에 과황산 기반 산화공정 시스템은 오존산화와 같은 다른 산화공정보다 경제적임

2. 연구의 목적

- 모래여과로 처리되지 못하는 강변여과수 및 인공함양수내 미량오염물질을 처리하고자 함
- 강변여과 및 인공함양에 의해 퇴적층으로부터 용출되는 2가철을 이용하는 과황산 산화공정을 개발하고자 함

<참고문헌>

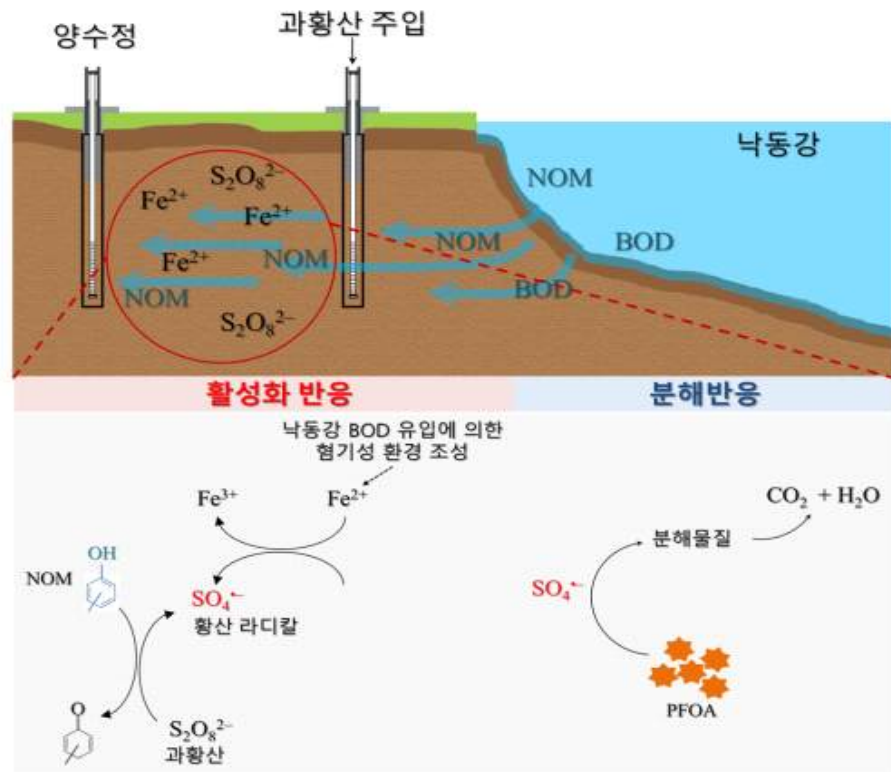
국립환경과학원, 2014, 수돗물 중 미규제 미량유해물질 관리방안 연구 (Ⅲ)  
 현성필, 문희선, 윤필선, 김보아, 하규철, 2013, 강변 여과 취수 지역 퇴적물의 철 화학종 추출 특성, 한국광물학회지, 26(2), 129-138.  
 Kim, C., Ahn, J. Y., Kim, T. Y., Shin, W. S., & Hwang, I., 2018, Activation of Persulfate by Nanosized Zero-Valent Iron (NZVI): Mechanisms and Transformation Products of NZVI. Environmental science & technology, 52(6), 3625-3633.

## 주요 연구내용

### 3. 연구의 목표

- 미량오염물질 처리를 위한 과황산 기반 고도산화 기술 개발
  - 낙동강 하천수내 NOM 특성 평가
  - 황산라디칼 생성 최적화를 위한 단위기술 개발
  - 미량오염물질 분해 특성 평가

#### <용존철과 미량오염물질의 과황산 이용처리 기술>



### 4. 연구의 추진 전략 및 방법

- 기존 과황산을 이용한 산화공정 수행 경험, 수계 NOM 및 철의 화학적 특성과 상화작용에 대한 연구 경험을 활용하여 연구의 완성도를 높임
- 낙동강변에서 MAR 수행 경험을 가진 학계·산업계 전문가와 주기적으로 자문 및 토론을 통해 연구방향을 보완함
- 정기적 연구 결과 발표 및 지도교수와의 연구결과 및 방향에 대한 정기적 토론을 수행함

### 5. 주요 연구 내용

#### 5.1. 낙동강 하천수내 NOM 특성 분석

##### 가. NOM의 분광학적 특성 분석

- 자외선 흡수 특성: Specific UV absorbance
- 형광 특성
  - Synchronous fluorescence emission
  - Fluorescence index
  - Humification index

주요 연구내용  
(계속)

- Peak T/Peak C ratio
- 3-D excitation emission spectra
- 나. NOM의 분자크기 분포 분석
  - High performance size exclusion chromatography

5.2. 퇴적층내 철광물의 화학종 평가

- 정성 및 정량 분석
  - X-ray diffraction (XRD)
  - X-ray absorption spectroscopy (XAS)
  - X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)
- 형상학적 특성 분석
  - Scanning electron microscopy(SEM)
  - BET surface area

5.2. 황산라디칼 생성 최적화를 위한 단위공정 개발

- 활성화제: 2가철, NOM, 대수층내 철광물
- 산화제: 과황산 (persulfate)

가. 활성화제에 의한 황산라디칼 생성능 평가

- 단일 활성화제와 과황산의 몰비에 따른 라디칼 생성능 평가
- 다중 활성화제에 의한 라디칼 생성능 평가

나. 라디칼 생성능에 근거한 단위공정 최적화

- 라디칼 생성율, 생성속도, 지속성 등을 평가하여 최적조건 도출

5.3. 미량오염물질 분해 특성 평가

- 미량오염물질: 과불화합물(PFOA), 이부프로펜(Ibuprofen)
- 활성화제: 2가철, NOM, 대수층내 철광물
- 산화제: 과황산 (persulfate)

가. 황산라디칼에 의한 미량오염물질 분해능 평가

- 활성화제:과황산:미량오염물질의 몰비에 따른 분해능
  - PFOA 및 이부프로펜의 분해능 및 분해효율 분석
  - PFOA 및 이부프로펜의 분해부산물 분석

나. 분해능에 근거한 공정 최적화

- 분해율, 분해속도, 분해부산물 등을 평가하여 최적 성능 조건 도출

5.4. 공정 적용 방안 제안

- 청정원수 확보를 위한 부산시 MAR 후보지역 적용 방안 제시

6. 연구결과의 기대효과 및 파급효과

- 청정원수 공급을 통한 부산시민에게 안전한 수돗물 제공
- 부산시민의 수돗물에 대한 불신 감소
- 하수처리 공정내 미량오염물질 처리 기술에 적용
- 환경기술의 신규 산업분야 창출



연구성과  
활용방안

○ 연구 성과 지표 및 목표

성과 지표	성과 목표(정량적 기재)
논문 게재	국내논문(한국연구재단 등재지): 1편 국외논문(SCIE 급): 1편
논문 발표	국내학회 발표: 2회

○ 연구 성과 활용내용(계획)

활용내용(계획)	활용기관	활용가능기간/대상
부산시 MAR 후보지 적용 방안 제시	부산시 상수도사업본부	과제 종료 후/공개
실험기준 정립	부산시 상수도사업본부	과제 종료 후/공개

연구과제명	부산시 공공하수처리시설 반류수 처리를 위한 아나목스 Pilot 공정 계절별 장기운전		
연구기간	2019년 3월 ~ 2019년 12월(10개월)		
연구비	총 연구비 55,000천원 (참여기업부담금 : 현금 20,000천원, 현물 10,000천원)		
과제분류	연구분야 및 세부연구분야		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input type="checkbox"/> 정책연구 <input type="checkbox"/> 조사연구 <input type="checkbox"/> 기술개발연구 <input checked="" type="checkbox"/> 산학연연구	<input type="checkbox"/> 물리화학적 처리 <input type="checkbox"/> 생물학적 처리 <input type="checkbox"/> 막처리 및 재이용 <input type="checkbox"/> 하수처리 시스템 <input checked="" type="checkbox"/> 질소 및 인 제거 <input type="checkbox"/> 하폐수 처리 기타 <input type="checkbox"/> 축산폐수 처리	<input type="checkbox"/> 막분리 <input type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망	<input type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input type="checkbox"/> 수질관리기타
	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"/> 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
	토양지하수오염	기타환경분야	기후변화대응분야
	<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
연구의 목적 및 필요성	<p>○ 연구의 배경 및 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 하수처리장 하수찌꺼기 이용 에너지화 확대 및 방류수 수질 강화에 대응하기 위해서는 혐기성 소화조의 탈수여액(반류수) 등 고농도 질소 함유 폐수의 처리기술 개발이 필요함</li> <li>- 질산화-탈질공정에 기반을 둔 전통적인 고농도 질소제거 기술은 과도한 산소와 외부탄소원 투입을 요구하므로 질소 처리 비용이 높아 개선이 필요함</li> <li>- 아나목스공정은 기존공정 대비 약 10배 이상의 처리부하에서도 안정적으로 질소 제거 가능하며, 산소공급비용 60% 절감 및 탄소원 비용 100% 절감 가능한 경제적인 공정임</li> </ul>		

<p>연구의 목적 및 필요성 (계속)</p>	<p>○ 연구의 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 반류수의 고농도 암모니아를 경제적이고 효율적으로 처리함으로써 안정적인 하수처리장 방류수 수질을 확보하기 위하여 아나목스공정에 기반을 둔 독자적인 고농도 질소처리 기술을 개발하고자 함</li> <li>- 2018년도 『부산시 공공하수처리시설 실패수 적용을 위한 아나목스 공정 PILOT 테스트 연구』로 반응조 운전방법 결과를 도출하였으나, 4계절을 포함하는 1년간의 장기운전을 통한 안정적인 아나목스 공정 운전 전략이 필요함에 따라 후속과제를 추진코자 함</li> </ul> <p>○ 국내외 선행연구 동향 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아나목스 공정은 처리 대상 폐수에 존재하는 암모니아의 50%를 아질산염으로 전환하기 위한 부분아질산화반응(PN)과 생산된 아질산염과 잔존하는 암모니아를 질소가스로 전환하기 위한 아나목스(Anammox)반응으로 구성되며, 두 반응을 효율적이고 안정적으로 유지하기 위한 운전기술의 개발을 핵심으로 함</li> <li>- 아나목스 공정은 PN과 Anammox 반응조를 개별적으로 구성하는 two-stage공정 또는 두 반응을 한 반응조에서 유도하는 single-stage공정으로 적용할 수 있음</li> <li>- 세계적으로는 아나목스 공정에 필요한 아질산성 질소 확보를 위해 요구되는 부분질산화 공정 시설 확장 및 운전 관리 문제, 부지 집약화 해결을 위해 두 공정이 결합된 single-stage 공정이 주로 설치되어 있음 (2단 반응조 12%, 1단 반응조 88%)</li> <li>- 성공적인 single-stage 아나목스 공정 안정화를 위하여, 암모니아산화 미생물의 활성화 및 아질산성질소산화 미생물의 억제를 동시에 달성하는 운영기술 개발, PN반응과 Anammox반응의 최적화를 위한 제어 전략을 경쟁적으로 개발하고 있음</li> </ul>
<p>주요 연구내용</p>	<p>○ 연구의 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4계절을 포함하는 1년간의 장기운전을 통하여 single-stage 아나목스 pilot공정(Single-stage deammonification (SSD))의 안정적인 운전 전략을 확보함</li> </ul> <p>○ 연구의 추진 전략 및 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 계절에 따른 반류수 온도 및 성상 변화에 대응하는 기술 개발</li> <li>- 전처리 기술과 SSD공정 기술을 개별적으로 평가하여 연계 추진</li> <li>- 반류수 성상 변화에 따른 전처리 공정의 선택적 운전전략 확보</li> <li>- 전처리 된 반류수의 성상에 따른 SSD의 제어운전 전략 확보</li> <li>- 계절별 미생물종 분포 및 우점종 파악</li> </ul>

주요 연구내용  
(계속)

- 주요 연구 내용
  - 계절에 따른 반류수 온도 및 성상 변화에 대응하는 기술 개발
    - 계절에 따른 반류수 온도 및 성상 변화 모니터링
  - 반류수 성상 변화에 따른 전처리 공정의 선택적 운전전략 도출
    - SS응집 전처리 공정의 선택적 적용성 평가
    - BOD제거 반응조의 HRT 조절 운전 효율 평가
    - BOD제거 반응조의 선택적 운영 적용성 평가
  - 전처리 반류수의 성상 변화에 따른 SSD제어운전 전략 확보
    - 계절별 온도 변화에 따른 질소제거 효율 평가
    - 센서 정보의 선택적 이용을 통한 제어운전 기법의 고도화
    - 고효율 저에너지 SSD 공정운전 매뉴얼 구축
    - 부분아질산화 및 아나모스 활성화도 측정법 표준화
  - 계절별 미생물종 분포 및 우점종 파악
    - NGS (Next Generation Sequencing)를 통한 계절별 미생물 군집 해석 및 우점종 파악

연구성과  
활용방안

- 연구결과의 기대효과 및 파급효과
  - 아나모스 공정의 계절별 장기운전에 따라 발생하는 문제 최소화
  - 아나모스기반 고농도 질소제거 공정의 독자적 운전기술 확보
  - 하수처리장 방류수 질소기준을 만족하는 처리수의 안정적 확보
  - 폭기/외부탄소원 비용 절감을 통한 하수처리비용의 획기적 절감
  - Single-stage 10 m<sup>3</sup>이상 대형화를 위한 식종 바이오매스 확보
  - 아나모스 기술의 전국적 확대를 통한 국내외 환경시장 창출
  - 아나모스 기술 기반 환경시장에 전문기술인력 일자리 창출
  - 아나모스 관련 최신회계기술을 습득한 우수 환경기술인력 양성
  - 국내외 탈암모니아 공정의 미생물분포와 비교 평가 가능

○ 연구 성과 지표 및 목표

성과 지표	성과 목표(정량적 기재)
질소제거효율	80% 이상
질소제거부하율	0.7 kg/m <sup>3</sup> /day 이상
특허출원	1건 이상

○ 연구 성과 활용내용(계획)

활용내용(계획)	활용기관	활용가능기간/대상
혐기성 소화조 탈리액 질소처리	부산시	부산환경공단/생활하수과
환경부 지자체 테스트 베드 사업 신청	부산시	사업 후 1년 이내

과제 담당부서	부산시 생활수질개선과
과제 담당자(감독원)	한명희 주무관(051-888-3766)

연구과제명	수질정화시스템 및 인공습지를 이용한 염공유수지 수질개선에 관한 연구		
연구기간	2019년 3월 ~ 2019년 12월(10개월)		
연구비	총 연구비 35,000천원 (참여기업부담금 : 현금 7,500천원, 현물 7,500천원)		
과제분류	연구분야 및 세부연구분야		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input type="checkbox"/> 정책연구 <input type="checkbox"/> 조사연구 <input type="checkbox"/> 기술개발연구 <input checked="" type="checkbox"/> 산학연연구	<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"/> 막분리 <input type="checkbox"/> 정수처리 및 수질관리 <input type="checkbox"/> 고도정수처리 <input type="checkbox"/> 상수관망	<input type="checkbox"/> 수질오염 <input type="checkbox"/> 수질모델 <input checked="" type="checkbox"/> 수질관리기타
	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"/> 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
	토양지하수오염	기타환경분야	기후변화대응분야
	<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
연구의 목적 및 필요성	<p>○ 연구의 배경 및 필요성</p> <p>- 부산시 사상구 감전동에 위치한 염공유수지에는 하천 수질개선 등을 위해 비점오염저감시설이 설치되어 운영 중에 있다.</p> <p>- 비점오염저감시설은 유입조, 저류조, 유지용수 펌프장, 인공습지 등으로 구성되어 있으며, 강우 시 초기 우수를 스크린을 거쳐 저류시킨 후 상등수를 인공습지로 유입·처리되고 하등수(침전수)는 부산환경공단 강변사업소로 이송·처리하고 있다.</p> <p>- 평상 시에는 인공습지의 유지용수로 염공유수지 유입수를 활용하고 있으나, 현재 염공유수지 유입수의 오염부하량이 높아 인공습지가 본래의 기능을 발휘하지 못하고 있다.</p>		

연구의 목적 및  
필요성  
(계속)



[그림 12] 염공유수지 비점오염 저감시설 조감도

- 이에 따라 인공습지는 인공습지 수질악화로 인한 악취와 인근 공업지역에서 발생하는 악취로 악취발생원으로 지목되고 있는 실정이다.
- 그러므로 **염공유수지의 수질 및 악취개선을 위해 우선 인공습지의 기능회복이 필요한** 것으로 판단되며, 이를 위한 수질정화시스템을 개발하기 위한 연구가 진행 중이다.
- 현재 진행 중인 연구는 상시 공급되는 인공습지 유지용수를 수질정화시스템을 통해 1차 처리하여 공급함으로써 인공습지가 본래의 기능을 발휘할 수 있도록 인공습지 유입수의 수질을 개선하는 것을 목적으로 한다.
- 그러나 현재 수행 중인 시스템 개발연구는 단기간으로 실제 시스템의 현장 내 운영기간이 3개월 이내로 짧기 때문에, 본 연구결과를 바탕으로 인공습지로의 유입수질 개선목표를 달성할 수 있을 것으로 기대되나, 인공습지의 기능회복 및 인공습지 기능회복에 따른 염공유수지의 수질개선 여부를 판단하기는 어려운 실정이다.
- 따라서 연구 중인 수질정화시스템의 장기운전을 통해 **인공습지의 기능회복 및 염공유수지의 수질개선 여부를 판단할 수 있도록 할** 필요가 있으며, 특히 갈수기의 시스템 운전자료를 포함한 장기간에 걸친 연구자료 확보가 필요한 것으로 판단된다.

○ 연구의 목적

- 본 연구의 궁극적인 목적은 **수질정화시스템 및 인공습지를 이용한 염공유수지의 수질개선**이다. 이를 위해 염공유수지 현장에서의 수질정화시스템 장기운전을 통해 인공습지로의 유입수질을 개선함으로써 인공습지의 기능을 회복하고, 인공습지를 통해 처리된 유지용수가 염공유수지로 배출되도록 함으로써 유수지의 수질을 개선하고자 한다.

연구의 목적 및  
필요성  
(계속)

○ 국내외 선행연구 동향 기술

- 비점오염저감시설과 관련하여 국내외에서 주로 활용되고 있는 기술은 초기우수 발생시에 저류 후 처리하는 시설이다.
- 비점오염저감시설은 크게 시설형 시설과 자연형 시설로 구분할 수 있는데, 토지이용의 특성, 유역특성, 지역사회의 수인기능성(불쾌감, 선호도 등), 유지관리의 용이성 및 비용의 적정성, 안정성 등을 고려하여 적절한 시설을 설치하여 운영하고 있다.
- 국내외에서 연구되고 있는 비점오염저감관련 기술들을 정리하면 다음과 같다.

구 분		시 설 개 요
시설형	여과형 시설	· 유량조절 및 침전을 위한 구조물과 여재구조물로 구성 · 유량조절 및 침전구조물에서 큰 협잡물과 대형 입자상물질 제거 후, 여재구조물에서 용존물 및 부유물 제거
	와류형 시설	· 유입수를 와류에 의한 원심력을 이용하여 입자상 물질의 급속 침전을 유도하는 시설 · 기름·그리스, 부유협잡물 등은 상부분리 수처리되고, 침전된 입자상 물질은 하부분리 수거처리 · 일반적으로 전처리시설에 적용
	스크린형 시설	· 스크린망의 여과·분리로 비교적 큰 부유물이나 쓰레기 등을 제거하는 시설 · 스크린 종류 : 고정스크린, 드럼스크린, 회전스크린 및 마이크로스트레이너 · 일반적으로 전처리시설에 적용
	응집·침전 처리형 시설	· 응집제를 사용하여 비점오염물질을 응집한 후 침강시설에서 고형물질을 침전·분리하여 부유물질 제거 · 약품투입부, 교반부, 응집부, 침전부의 공정으로 구성
	생물학적 처리형	· 전처리시설에서 토사 및 협잡물 등을 제거 후 미생물에 의해 colloid성, 용존성 유기물질을 제거 · 강우유출수의 비연속적 유입특성상 제한적으로 적용
자연형 시설	저류지 및 연못	· 강우유출수를 저류하여 침전 등에 의해 비점오염물질 저감 · 적용유형 : 유출부 소규모 연못, 이중목적 저류지, 연못형 저류지, 다단계 저류지, 소규모 저류지
	지하 저류조	· 우수저류시설을 지하에 설치, 지상부는 주차장 및 공원 등으로 이용할 수 있도록 구조화한 시설 · 기존 빗물펌프장 내 저류조를 우수유출수 처리를 위한 우수지로 활용하여 초기강우 오염부하 저감 방안으로 이용가능
	인공습지	· 침전, 여과, 흡착, 미생물분해, 식생식물에 의한 정화능력을 인위적으로 향상시켜 비점오염물질을 줄이는 시설 · 처리를 위한 얇은 늪지역을 만드는 기법으로 수질처리용량을 만족키 위해 소규모 영구연못 및 저류연장 공간으로 구성 · 적용유형: 얇은 습지, 연못/습지시스템, 소규모습지 등
	침투시설	· 강우유출수를 차집하여 불포화지층을 통해 지하로 침투시켜 토양의 여과·흡착작용으로 비점오염물질을 저감시키는 시설 · 적용유형: 침투도랑, 침투조, 침투저류지, 유공포장 등
	식생형 시설	· 토양의 여과·흡착 및 식물의 흡착작용으로 비점오염물질을 줄임과 동시에 동·식물 서식공간 제공을 통한 녹지경관기능 제공 · 적용유형: 식생여과대, 식생수로 등

## 주요 연구내용

### ○ 연구의 목표

- 본 연구의 최종목표는 『수질정화시스템 및 인공습지를 이용한 염공유수지의 수질 개선』이다.

### ○ 연구의 추진 전략 및 방법

- 본 연구목표를 달성하기 위해 인공습지의 기능회복이 우선되어야 하며, 이를 위해 수질정화시스템의 장기운전을 통한 인공습지로의 유입수질 개선이 필요하다.
- 본 연구수행을 위한 구체적인 추진전략 및 방법을 정리하면 다음과 같다.

추진전략	추진방법	세부목표
시스템의 장기 현장 운전을 통한 설계 및 운전최적화	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 시스템 장기 현장 운영</li> <li>· 시스템 최적 조업조건 확립 및 운전자료DB화</li> <li>· 시스템 성능평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· SS 저감효율 90%이상 (유입SS 55 mg/L기준)</li> <li>· T-P저감효율 75%이상 (유입T-P 0.2 mg/L기준)</li> </ul>
수질개선에 따른 인공습지의 기능복원	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인공습지의 수질 개선 여부 평가</li> <li>· 인공습지 주변 악취분석 및 개선여부 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· SS 저감효율 30%이상 (유입SS 15.5 mg/L기준)</li> <li>· T-N저감효율 30%이상 (유입T-N 8.7 mg/L기준)</li> <li>· T-P저감효율 33%이상 (유입T-P 0.1 mg/L기준)</li> <li>· BOD저감효율 70%이상 (유입BOD 24.2mg/L기준)</li> </ul>
수질정화시스템 및 인공습지를 이용한 염공유수지 수질개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수질정화시스템 경제성 평가</li> <li>· 염공유수지의 수질개선 가능성 평가</li> </ul>	염공유수지 수질개선을 위한 적정 시스템 규모 및 운영방안 도출

### ○ 주요 연구 내용

#### - 수질정화시스템 설계 및 운전 최적화

- ▶수질정화시스템의 염공유수지 현장 설치 및 운전
- ▶시스템의 최적 조업조건 확립 및 운전자료 DB화
- ▶갈수기 포함 장기 운전 및 수질분석 자료를 이용한 시스템 최적 설계변수 도출

#### - 수질정화시스템 성능평가

- ▶갈수기 포함 장기 운전결과를 바탕으로 한 시스템 성능평가

#### - 인공습지의 수질 및 악취 개선 여부 평가

- ▶수질분석자료(염공유수지유입수 처리 전·후, 인공습지) DB화
- ▶시스템 장기운전 전·후 인공습지 악취분석
- ▶시스템 장기운전 전·후 인공습지 수질 및 악취분석자료 비교

#### - 염공유수지 수질개선 가능성 평가 및 적정 운영방안 도출

- ▶수질정화시스템 경제성 평가 및 염공유수지 수질개선을 위한 적정 시스템 규모 제시
- ▶염공유수지 수질개선을 위한 적정 운영방안 도출 및 제시



연구성과  
활용방안

○ 연구결과의 기대효과 및 파급효과

- 염궁유수지 내 인공습지 수질개선 및 기능회복
- 인공습지 기능회복에 따른 악취저감
- 염궁유수지 수질개선
- 도심하천 수질정화시스템 적용에 따른 수질개선
- 비점오염저감시설로 활용
- 감전천 생태하천 복원이후 수질개선 시스템으로 활용

○ 연구 성과 지표 및 목표

- 성과지표에 이용한 각 항목별 기준은 염궁유수지 비점오염저감 시설 설계자료를 기준으로 하였다.

성과지표		성과목표(정량적 기재)
수질정화시스템 성능평가	SS	유입농도 55mg/L기준, 저감효율 90% 이상
	T-P	유입농도 0.2mg/L기준, 저감효율 75% 이상
인공습지 수질 개선 및 기능회복 <sup>1)</sup>	SS	유입농도 15.5mg/L기준, 저감효율 30% 이상
	T-N	유입농도 8.7mg/L기준, 저감효율 30% 이상
	T-P	유입농도 0.1mg/L기준, 저감효율 33% 이상
	BOD	유입농도 24.2mg/L기준, 저감효율 70% 이상
학술실적		학회 발표 1건 및 논문 게재 1건 이상

1) 염궁유수지 비점오염 저감시설 계획관련 7.6시간 저류 후 수질 기준임

○ 연구 성과 활용내용(계획)

활용내용(계획)	활용기관	활용가능기간/대상
도심하천 수질개선에 대한 기초연구자료 제공	지자체 수질관리 담당부서	5년/전국
도심하천 수질정화시스템으로 활용	지자체 수질관리 담당부서	5년/전국
비점오염 저감시설로 활용	지자체 수질관리 담당부서	5년/전국
상용화급 수질정화시스템 설계자료	참여기업	5년/전국
도심하천 수질정화시스템 및 비점오염 저감시설로의 사업화	참여기업	5년/전국

과제 담당부서	부산시 사상구청 환경위생과
과제 담당자(감독원)	노다지 주무관(051-310-4398)