

연구과제명	부산시 탄소 중립 및 대기오염물질 저감을 위한 식목정책 연구		
연구기간	2023 년 3 월 ~ 2023 년 11 월(9 개월)		
연구비	30,000 천원		
연구사업 구분	연구분야 및 세부연구분야(해당사항 1군데 ■표)		
	하폐수 처리	상수도 및 정수	수질관리
<input checked="" type="checkbox"/> 정책연구 <input 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 type="checkbox"/> 재활용 및 자원화 <input type="checkbox"/> 음식물 쓰레기 처리 <input type="checkbox"/> 폐기물 관리 기타	<input checked="" 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> <p>- 휘발성 유기화합물 (Volatile organic compounds, VOCs)은 대기 중 질소산화물 (NOx)과의 광화학산화반응을 통하여 지구 온난화 유발물질인 오존 (O₃) 및 초미세먼지 (PM_{2.5})를 생성함.</p> <p>- 보건환경연구원보 (2022)에서 발행한 오존경보제 운영결과 보고에 따르면 부산광역시의 경우, 대부분의 대기오염물질의 농도는 관련 정책의 실효성으로 인하여 꾸준히 낮아지고 있지만 오존농도는 2021년 기준 연평균 0.033 ppm으로 2018년 이후 지속적인 증가 추세를 보임.</p> <p>- 또한 일최고 오존의 장기추세는 2018년 이후 0.001 ppm/year 수준으로 증가하고 있는 것으로 나타나 지역적으로 오존 생성에 대한 관리가 절실히 요구됨.</p>		

연구의 목적 및
필요성
(계속)

- 특히 인체위해성 측면에서 오존과 초미세먼지는 우선적인 관리가 필요함.
- VOCs는 크게 인위적/자연적 휘발성 유기화합물 (AVOCs/BVOCs)로 구분되며 BVOCs는 주로 수목 및 식생에서 배출되고 전 지구적 관점에서 볼 때 AVOCs보다 BVOCs의 배출량이 더 많은 것으로 보고되고 있음.
- 게다가 선행 연구 결과에 따르면 BVOCs 중 일부 테르펜류는 AVOCs 보다 더 강력한 오존 전구체인 것으로 확인됨.
- 국내 산림면적은 약 629만ha, 임목축적이 약 1,038백만m³로 국토면적 대비 약 62.6%를 차지하며 OECD 회원국 중 산림을 4위에 해당하여 BVOCs 배출량이 많을 것으로 예상됨.
- 부산은 국토대비 산림을 45.4%이며 ha당 임목축적은 2015년 대비 17.3% 증가하여 국내 임목축적 증감률 1위에 해당함 ('20년 산림기본통계 기준).
- 부산시의 경우 도로이동오염원 및 비도로이동오염원의 NOx 배출량이 많아 가로수, 정원수, 공원수 같은 나무들에서 배출되는 BVOCs와 광화학반응을 통해 도심 내 오존 농도의 증가를 야기시킬 수 있음.
- 국내 가로수 조성 및 관리규정은 BVOCs와 같은 대기오염물질의 측면을 제외한 식재 위치, 시기, 관리 등 경관 위주의 항목으로 시행되고 있음.
- 국내 관련 연구 또한 AVOCs에 대한 연구가 주로 이루어지고 있으며 국가 대기오염물질 배출량 산정에 있어서도 BVOCs 배출량은 제외되고 있어 BVOCs에 대한 기초 자료의 구축이 절실히 요구되고 있음.
- 또한, 국내 산림의 온실가스 흡수량은 4,560만톤 (2018년)으로, 국가 배출량의 6.3%를 상쇄하고 있으나 감소 추세를 보임 (2021 산림청).
- 산림청은 2050 탄소중립 산림부문 추진전략을 통해 숲과 나무를 통한 탄소중립을 실현하고자 함.
- 신규 산림탄소흡수원을 확충하기 위하여 미세먼지 차단숲, 도시바람길숲, 실내·외 정원, 자녀안심 그린숲 등 도시숲 조성 확대 및 체계적 관리를 계획함.
- 탄소 중립을 위한 숲 조성 시 탄소흡수 능력과 BVOCs 배출량을 고려한 수종의 선택이 필수적임.

연구의 목적 및
필요성
(계속)

○ 연구의 목적

- 부산시의 식생 특히 대기오염물질 발생에 취약한 도심 내 수목을 정밀하게 조사하고 BVOCs를 적게 배출하는 수종을 선정하여 부산시의 대기환경 정책 및 탄소 중립에 이바지하고자 함.

- 향후 가로수, 정원수 및 공원수 등에 식재할 나무에 대하여 적절한 수종을 선정하고 제안함으로써 부산시의 오존 및 초미세먼지 농도 저감에 기여하고자 함.

- 자동차 연료의 변화 (전기차 및 수소차 등)에 따라 대기 중 질소산화물 농도가 낮아지는 상황에 따른 적절한 식목정책을 부산시에 제안하고자 함.

○ 국내외 선행연구 및 동향 기술

- 미국의 경우 약 10년 전 대부분의 지자체에서 수종에 따른 자연 VOCs 배출속도를 비교한 연구가 수행되어 식재시 오존 발생 최소화를 위한 수종 선정 가이드가 설정되어 있음.

- 부산시 휘발성 유기화합물 (VOCs) 저감 대책은 자동차, 유류 출하 및 저장시설, 주유소 등 AVOCs에 한하여 추진되고 있으며 자연적 배출원을 고려한 저감 대책은 없음

- 건국대학교 (2021)은 ‘서울시 오존 및 초미세먼지 감축을 위한 NVOC 관리정책 연구’를 통하여 서울시에 식재되어있는 가로수 수종에 따른 NVOCs 배출속도 및 구성 성분을 파악하고 적절한 가로수종을 서울시에 제안함. 이에 우리나라의 제 2의 도시인 부산에서도 관련 연구가 시급히 진행되어 시 정책에 반영되어야 함.

- 국립환경과학원 (2012)는 미국 국립대기연구소 (National Center for Atmospheric Research, NCAR)와 BVOCs 측정기술을 확보하고 오존 생성 기여도를 산정하는 공동연구를 수행함.

- 부산대학교 (2010)는 ‘연안도시지역 자연식생 VOCs 배출량이 오존 농도에 미치는 영향 수치 모델링’ 논문을 통해 부산지역 BVOCs가 오존 농도에 미치는 영향을 평가함

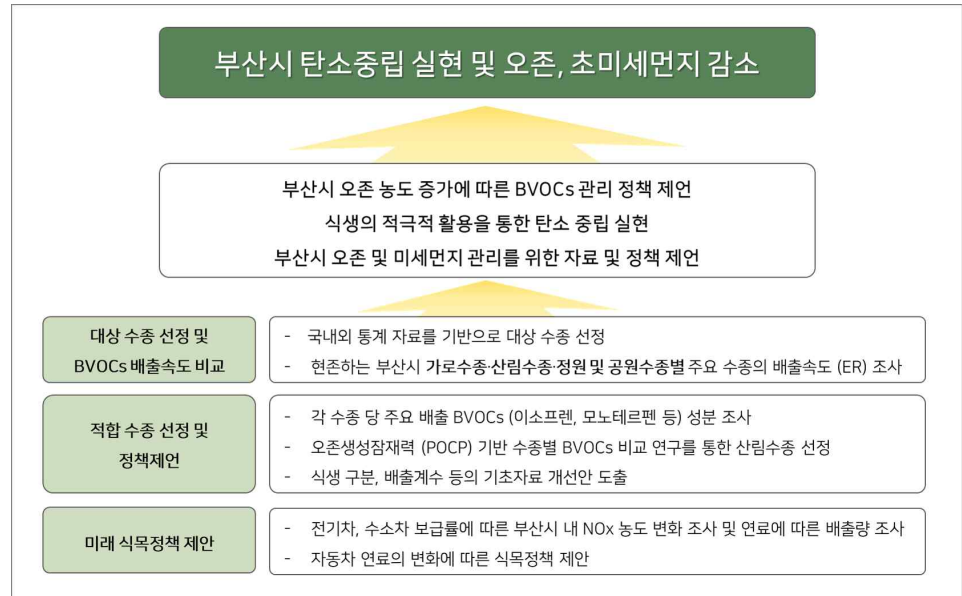
- 따라서, 본 연구팀(2021)에서는 ‘국내 주요 수종에서 배출되는 자연적 휘발성유기화합물의 배출특성 고찰’ 연구를 통하여 수종 및 환경에 따른 BVOCs의 배출속도 (ER: Emission Rate), 생성기작 및 영향인자 등 배출특성을 비교하고 현재 진행된 연구들의 한계점에 대하여 발표함.

주요 연구내용

○ 연구 목표

- 주요 수종의 BVOCs 배출량 비교를 통한 수종 선택 가이드라인 제시
- 현재 식재되어있는 수종들에 대한 관리 정책 제언
- 자동차 연료 변화를 대비한 부산시의 새로운 식목정책 제언

○ 연구의 추진 전략 및 방법



○ 주요 연구 내용

- 현존하는 부산시 가로수종별 BVOCs 배출속도 비교
 - 국내외 통계 자료를 기반으로 대상 수종 선정
 - 부산시 가로수 주요 수종인 왕벚나무 등 5종 이상에 대한 배출속도 (ER) 조사
 - 각 수종 당 주요 배출 BVOCs 성분 (이소프렌, 모노테르펜 등) 조사
 - 오존생성잠재력 (Photochemical Ozone Creation Potential) 기반 수종별 BVOCs 비교 연구를 통한 가로수종 선정 및 부산시에 제언
 - 국내외 선행연구 고찰 결과를 토대로 식생 구분, 배출계수 등의 기초자료 개선안 도출
- 현존하는 부산시 산림수종별 BVOCs 배출속도 비교
 - 국내외 통계 자료를 기반으로 대상 수종 선정
 - 부산시 산림 주요 수종 5종 이상에 대한 배출속도 (ER) 조사

<p>주요 연구내용 (계속)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 각 수종 당 주요 배출 BVOCs 성분 (이소프렌, 모노테르펜 등) 조사 - 오존생성잠재력 (Photochemical Ozone Creation Potential) 기반 수종별 BVOCs 비교 연구를 통한 산림수종 선정 및 부산시에 제안 - 국내외 선행연구 고찰 결과를 토대로 식생 구분, 배출계수 등의 기초자료 개선안 도출 <ul style="list-style-type: none"> ○ 현존하는 부산시 정원 및 공원수종별 BVOCs 배출속도 비교 - 국내외 통계 자료를 기반으로 대상 수종 선정 - 부산시 정원 및 공원수 주요 수종에 대한 배출속도 (ER) 조사 - 각 수종 당 주요 배출 BVOCs 성분 (이소프렌, 모노테르펜 등) 조사 - 오존생성잠재력 (Photochemical Ozone Creation Potential) 기반 수종별 BVOCs 비교 연구를 통한 정원 및 공원수종 선정 및 부산시에 제안 - 국내외 선행연구 고찰 결과를 토대로 식생구분, 배출계수 등의 기초자료 개선안 도출 <ul style="list-style-type: none"> ○ 자동차 연료의 변화에 따른 식목정책 제안 - 국내 전기차 및 수소차 보급률에 따른 부산시 내 NOx 농도 변화 조사 - 자동차 연료 (가솔린, 디젤, 전기 등)에 따른 NOx 배출량 조사 - 자동차 연료의 변화 (전기차)에 따른 적절한 식목정책 제안 <p>○ 연구결과의 기대 및 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수종별 BVOCs 기초자료 제시를 통한 적합 수종 선정 및 부산시 대기환경 수준 개선과 탄소 중립에 이바지 - 적합한 수종 선정으로 인한 2차 대기오염물질 (오존 및 초미세먼지) 발생량 최소화 - 최적의 수종 선정을 통한 부산시 내 가로수 등의 효율적인 식재 및 관리
--------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

