

Study Note

## 이산화탄소 포집·저장 기술 및 활용에 대한 디자인 고찰

윤 준\*,\*\* · 김진오\*\*

주식회사 한고연\*, 경희대학교 일반대학원 환경조경학과\*\*

### Patent Trend Analysis of Carbon Capture Storage Utilization

Yoon June\*,\*\* · Jin-Oh Kim\*\*

Hangoyon Co., Ltd.\*

Graduate School of Kyung Hee University\*\*

**요약:** 본 연구는 탄소 중립을 달성하기 위해서 공공시설의 이산화탄소포집기술을 상용화 및 보급할 필요성이 있으므로 공공환경에 적합한 시설물의 디자인 적용 가능성을 검토하는 것이 목적이다. 탄소포집 및 환경정화를 위한 공공시설물의 디자인 방향은 공기 중 탄소 포집 기술 활용, 탄소 포집 및 흡착 소재 활용, 탄소 저감 식재 활용으로 분류하여 수립하였다.

본 연구는 탄소 중립을 위해 공공공간에 기존의 공공시설물과 차별화된 디자인의 신개념 공공시설물 디자인을 개발하였다는 점에서 시사하는 바가 크다.

탄소 중립기술을 적용한 공공시설물은 시대에 부응하는 친환경 공공시설물로 공원, 도로 등 다양한 공간에 설치될 수 있고 시민들의 휴식 및 커뮤니티의 역할로 보급 및 활성화에 기여할 것으로 기대된다.

**주요어:** 이산화탄소 포집/저장/활용, 공공시설물, 친환경디자인

**Abstract:** In order to achieve carbon neutrality, it is necessary to commercialize and popularize carbon dioxide capture technology, so the purpose of this study is to put forward the design of public facilities suitable for public environment. In the design direction of public facilities for carbon capture and environmental purification, the application of carbon capture technology in air, the application of carbon capture and adsorption materials, and carbon reduction recycling are selected for development.

In order to achieve carbon neutrality, this study develops a new concept of public facility design which is different from the existing public facilities in public space. From this point of view, it has great enlightenment significance.

Public facilities adopting carbon-neutral technology are environmentally friendly public facilities that conform to the times, and can be installed in parks, roads and other spaces. With the rest of citizens and the role of communities, it is expected to contribute to popularization and activation.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> capture/storage/ utilization, Public Facilities, Eco-friendly

## I. 서론

### 1. 연구의 필요성 및 목적

이상기후 등 점점 가속화되는 지구 온난화에 대응하고자 국제사회가 온실가스 감축을 위해 다양한 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력의 일환으로 2015년 파리 협정을 통하여 전세계 많은 국가들이 다양한 정책 및 관련 기술을 발전시키고자 목표를 설정하였다. 우리나라 역시 국가 온실가스 배출량을 2030년까지 2018년 대비 40%를 감축하겠다는 국가 온실가스 감축 목표(Nationally Determined Contribution, NDC)를 제26차 UN 기후변화협약 당사국총회(COP26)에 제출하며 2050년까지 탄소 중립을 달성하겠다는 국가적 목표를 선언하였다.<sup>1)</sup>

온실가스 배출량에서 이산화탄소는 가장 큰 비중을 차지하고 있는 물질로, 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장기본법(이하 탄소중립기본법이라 칭한다)」에 따르면 탄소 중립이란 대기 중의 배출·방출 또는 누출되는 온실가스의 양에서 온실가스 흡수의 양을 상쇄한 순 배출량이 영(零)이 되는 상태를 말한다(제2조 제3호).<sup>2)</sup>

또한, 2050년까지 온실가스 감축 목표 달성을 위해 연료 효율 증대, 신재생 에너지 등과 더불어 이산화탄소 포집 및 저장(CCUS) 기술이 약 12%를 담당할 것으로 전망되고 있으며,<sup>3)</sup> 최근에는 완전한 탄소 중립을 달성하기 위해 특정 배출원이 아닌 대기 중 CO<sub>2</sub>를 직접 제거하는 이산화탄소제거(Carbon Dioxide Removal: CDR) 접근법이 주목받고 있다(IPCC, 2018).

우리나라에서도 2050년 NET-Zero를 목표로 한 탄소감축량 달성을 위해 이러한 CDR 접근법의 복합적 필요성이 '2050 탄소중립 시나리오(2021.10)'에 강조되고 있으며, 동 시나리오에서 CDR 방식의 기술 중 한 분류인 직접대기포집(DAC, Direct Air Capture) 기술을 활용한 탄소 중립 달성 전략이 제기되고 있다.

탄소 중립을 달성하는 데 필요한 DAC 탄소포집기술을 상용화하여 보급하기 위해서는 무엇보다 기존 공공공간 및 시설물을 대상으로 한 효율적 적용에 대

한 연구 및 기술개발이 필요하다. 그러나 대부분의 기존 연구에서는 주로 탄소포집기술에 대한 내용이 주를 이루고 있으며, 탄소 포집 기술의 실제적 활용 방안 등에 관한 연구는 매우 부족하다. 이에 본 연구에서는 공공공간 및 시설을 대상으로 DAC 탄소포집 기술의 활성화 및 상용화를 위한 방안을 제시하고자 한다.

### 2. 연구범위 및 방법

탄소포집기술이 적용된 공공시설물의 디자인을 개발하기 위해 국내외에 개발되고 있는 탄소포집 기술의 현황을 조사하고 탄소 포집 기술이 적용된 사례를 파악하였으며 이를 바탕으로 탄소포집기술이 적용된 공공시설물의 디자인 방향을 구상하고 공공시설물에 사용가능한 소재 및 형태에 대해 검토하였다.

## II. DAC 탄소포집 기술과 적용사례

### 1. DAC(Direct air capture) 탄소포집 기술의 정의

DAC(Direct Air Capture) 기술은 CDR(Carbon Dioxide Removal) 접근법의 한 방식으로 대기중의 CO<sub>2</sub>에 한정하여 일정 기간 다른 물질인 식생, 토양, 광물, 해양, 제품 등에 저장하여 제거한다는 기술을 의미한다. 이러한 CDR 접근법은 기후변화 완화 노력의 일환으로 소비 및 생산 패턴을 변경해야 하는 감축 활동 유형과 달리 대기 중 온실가스에 대한 감축 활동이므로 기존의 경제적 행동을 변경해야 하는 압박을 경감시켜줄 수 있다는 점과 기존의 감축 활동을 보완한다는 측면에서 장점이 있다.<sup>4)</sup>

이러한 CDR 접근법의 한 방식인 DAC 기술은 대기중의 이산화탄소를 직접 포집하여 고농도의 CO<sub>2</sub>로 저장하는 기술로서, 포집된 이산화탄소는 음료 제조

1) 환경부, 보도자료: 상향된 '2030 국가 온실가스 감축 목표(NDC)' 유엔기후변화협약 사무국에 제출, 2021.12.23; 탄소 중립기본법 시행령 제3조 제1항.

2) 법률 제18469호, 2021.9.24. 제정, 2022.3.25. 시행.

3) International Energy Agency (2016) 20 Years of Carbon Capture and Storage: Accelerating Future Deployment.

4) 송예원, 오채운, 직접 대기 탄소 포집·저장(DACCS) 기술에 대한 우리나라 R&D정책 방향성 연구 : DAC기술 중심으로, 한국기후변화학회, 2022.

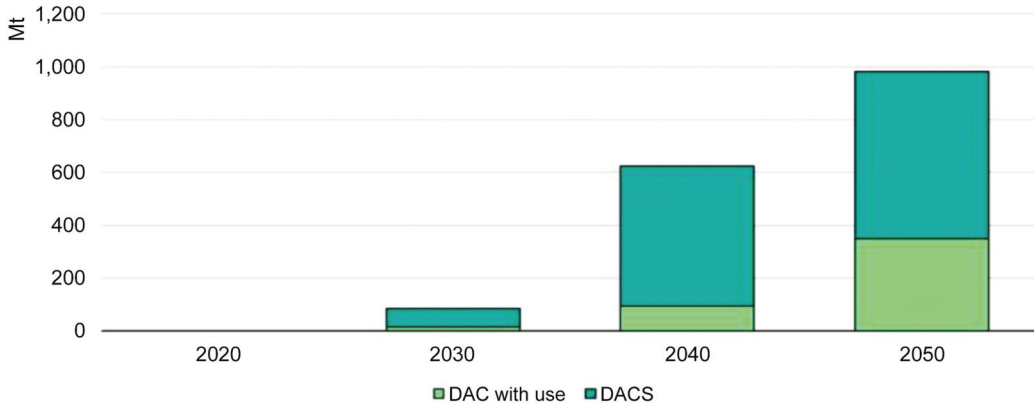


Figure 1. IDE, Direct Air Capture: A key technology for net zero, 2022

Table 1. Companies related to direct air capture tech

	Carbon Engineering	Climeworks	Global thermostat
Year of establishment	2009	2009	2010
Annual Carbon Capture (tCO <sub>2</sub> /yr)	~365	~1,000s	~1,000
Temperature required for absorbent regeneration	900°C	80~120°C	105~120°C
Collection cost (\$/tCO <sub>2</sub> )	-	500~600	-
a future plan	In collaboration with Oxy Low Carbon Venture, the company aims to capture 1 million tons of carbon per year by 2022	Target to capture 2 million tons of carbon per year by 2025	Goal of increasing capture through collaboration with Axon Mobile

Jeon Jong-yeop, Technology Trends and Industries of Direct Air Capture (DAC) among Carbon Capture Technologies, KOSEN Report, 2021

에 사용되는 탄산 또는 건자재, 합성항공유 제조를 위한 원료로 활용이 가능하다.

2050년까지 탄소중립 달성을 위해서는 직접 공기 포집 설비의 확대 필요성이 인정되고 있으며, 2022년 4월 IEA(??)에서는 탄소 중립을 위한 핵심기술로서 직접 공기 포집 방식(DAC)을 제시하는 보고서를 발간하기도 하였다.<sup>5)</sup>

## 2. DAC 기술의 국내외 연구동향 및 적용사례

산업의 공정 및 발전과정에서 배출되는 가스에는 약 10~25%의 이산화탄소가 포함되어 있으며 이점에 집중하여 높은 포집 효율 및 처리방식이 적용 가능한 CCUS(Carbon Capture, Utilization and Storage) 기술이 활용되고 있다. 그러나, DAC 기술은 대기 중 약 0.04%로 존재하는 극소량의 CO<sub>2</sub>를 포집하는 기

술이므로 기술개발시 상대적으로 높은 난이도와 비용이 투입된다. 2022년 IEA에서 발간한 보고서에 따르면 DAC 기술은 2030년까지 기술의 성숙도와 처리비용을 낮추는 기술을 고도화시키는 과정을 거쳐 2050년도에는 매우 높은 비중의 탄소처리량을 차지할 것으로 전망되고 있다.

현재 전 세계에서 대표적으로 DAC 방식의 상용화 기술개발에 투자하고 있는 회사는 Carbon Engineering, Climeworks, Global Thermostat 3개사가 있다.

DAC 기술의 핵심은 흡수제에 있다. 흡수제는 이산화탄소와 화학적, 물리적으로 결합하여 공기 중에서 이산화탄소를 제거하는 물질이다. 일반적으로 흡수

5) IDE, Direct Air Capture : A key technology for net zero, 2022.

제와 이산화탄소의 결합 반응은 발열반응으로 자발적으로 일어나고, 반대로 흡수제에서 이산화탄소를 떼어내는 반응은 흡열반응으로 열이나 다른 에너지를 가해주어야 한다. 일반적으로 DAC 기술은 흡수제의 CO<sub>2</sub> 흡착을 통한 대기 중 CO<sub>2</sub> 제거와 흡수제에서의 탈착을 통한 CO<sub>2</sub> 회수 및 저장으로 이루어진다. 흡수제에는 크게 용매 흡수제와 고체흡수제로 나뉘는데, Carbon Engineering은 용매 흡수제를 사용하고 있고 Climeworks와 Global Thermostat은 고체흡수제를 사용하여 이산화탄소를 포집한다. Carbon Engineering의 경우 용매 흡수제를 사용하기 때문에 이산화탄소를 회수하는 과정에서 900℃의 고온이 필요하지만, Climeworks와 Global Thermostat은 고체흡수제를 사용하기 때문에 약 100℃의 온도가 필요하다.<sup>6)</sup>

현재 우리나라에서는 개별 연구 기관뿐만 아니라 국가 차원에서 '한국 이산화탄소 포집 및 처리연구개발센터'를 중심으로 일반 CCS 기술을 연구해왔으며, 해외의 DAC(DACCS)기술에 대한 동향은 파악되고 있으나 DAC 기술을 우리나라에 도입하는 것에 대한 연구 및 기술개발은 충분히 이루어지지 않고 있다. 하지만 최근 DAC 기술의 필요성에 대한 검토가 시작하였으며 2050 탄소 중립 시나리오 최종안에 이러한 사항을 반영하기도 하였다.<sup>7)</sup>

국내에서는 DAC 방식의 상용화 기술개발을 진행하고 있는 대표적인 회사로 Lowcarbon 사가 있다.

Lowcarbon은 2016년 설립된 회사로 CCUS기술

기반 DAC설비 기술을 확보하고 있으며, 포집된 CO<sub>2</sub>를 정제한 후 소다회, 소다수, 세제 등으로 사용하거나 수소생산, 탈황설비의 탈황제로 활용하는 방식으로 포집된 CO<sub>2</sub>를 처리하는 기술을 보유하고 있다.

### III. 탄소포집기술을 활용한 공공시설물 디자인 개발

#### 1. 공공시설물의 지속가능성

공공시설물디자인(Public Facility and Product Design)은 공공공간에 설치되는 물건이나 시설의 디자인으로 주로 가로시설물, 도로시설물, 교통시설물, 관리시설물 등이 이에 해당한다.<sup>8)</sup> 공공시설물은 일관성이 있고 통합적인 디자인이 구현되어야 하며 사용자 중심의 편의성을 확보해야 한다. 또한 공간에 생명력을 불어넣어 도시 생활을 더욱 풍요롭게 하며 대중과 대중, 대중과 공간간의 소통을 증진해주는 역할을 한다.<sup>9)</sup>

공공시설물은 크게 교통시설물, 편의시설물, 공급

6) 전종엽, 탄소포집기술중 Direct air capture(DAC)관련 기술동향과 산업, KOSEN Report, 2021.  
 7) 송예원, 오재운, 직접대기탄소포집·저장(DACCS) 기술에 대한 우리나라 R&D정책 방향성연구 : DAC기술 중심으로, 한국기후변화학회, 2022.  
 8) 문화관광부, 디자인 문화원 설립 기본방향 연구, 2005, p. 12.  
 9) 신정현, 버스 쉼터 디자인을 위한 친환경 요소 적용에 관한 연구 : 강원도를 중심으로, 상지대학교 대학원 석사학위논문, 2012.

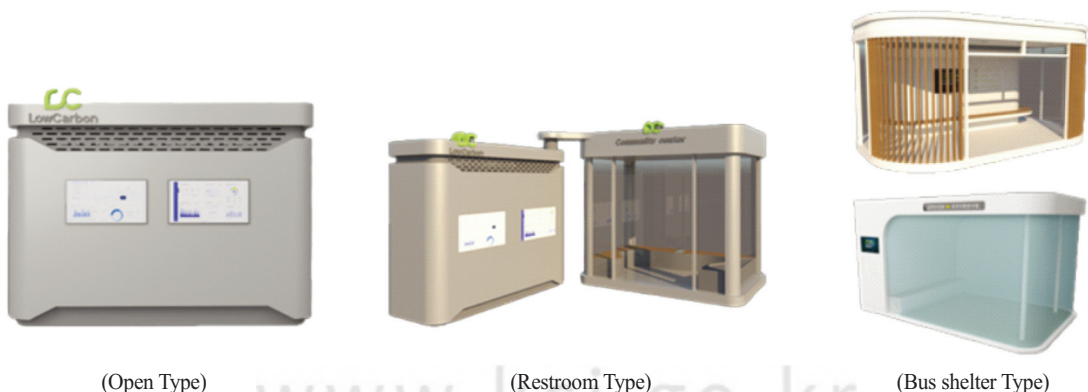


Figure 2. Commercialization technology of Lowcarbon (<http://www.lowcarbon.co.kr>)

Table 2. Classification of public facilities (Korean society of public design, www.publicdesign.or.kr)

Large categories	Medium categories	Small categories	Contents of categories
Public Facility and Product Design	Transportation facilities	Pedestrian facilities system	Pedestrian traffic lights, fences, bollards, guardrails, street signs, escalators, stops, bicycle stops, overpasses, underpasses, pedestrian guidance lights, streetlights, etc
		Transportation facility system	Traffic lights, traffic barriers, speed restraints, parking facilities, vehicles owned by public institutions, parking meters, etc
	Convenience facilities	Rest facilities system	Bench, Chair, Shelter, Outdoor Table Other
		Sanitary facilities system	Trash can, drinking fountain, ashtray, separate collection stand, toilet, washbasin, etc
		Sales facility system	Canteen, unmanned kiosk, vending machine, newsstand, lottery stand
	Supply facility	Management facility system	Manholes, utility poles, pedestrian lights, signal switches, power outlets, distribution boards, vents, post boxes, fire hydrants, disaster prevention facilities, crime prevention devices, identification devices, flag hoisting stands, etc
		Information facility system	Public phones and booths, information booths, windmeters, clock towers, temperature measuring stations, tourist information facilities, regional information maps, traffic information centers, traffic receivers, etc
		Administrative facilities system	Unmanned civil complaint handling machine, various furniture, uniforms, stationery, label, etc

시설물의 분류로 구분할 수 있다. 교통시설물은 보행 및 차량이동과 관련된 모든 공공시설물을 말하며 설치목적 및 기능에 따라 도로안전시설물과 이동보조시설물, 도로구조물로 분류된다. 편의시설물은 보행자의 편의 및 휴식에 관련된 모든 공공시설물을 말하며 설치목적 및 기능에 따라 휴게녹지시설과 위생시설, 판매시설로 분류된다. 공급시설물은 쾌적한 도시환경 구축에 필요한 공공서비스 공급과 관련된 모든 공공시설물을 말하며 관리의 주체 및 설치 목적에 따라 지하설비관련시설물, 지상설비관련시설물, 방재시설물, 통신시설물로 분류된다.<sup>10)</sup>

공공시설물은 인간을 위한 사회와 환경의 도구로서 유기적인 관계를 가지므로 인간을 위한 계획적이고 환경적인 측면에서 디자인되어야 하며, 인간과 환경의 매개 역할로서 이에 적합한 구성요소를 갖추어야 한다.<sup>11)</sup> 공공시설물이 갖추어야 할 기본적인 구성요소 여섯 가지를 살펴보면 Table 2<sup>12)</sup>와 같다. 공공시설물의 특성에 대하여 공공성, 기능성, 상징성, 조형성, 생태성, 안전성으로 구분할 수 있다.

그러나 본 연구의 공공시설물은 시설물 자체의 기

능뿐만 아니라 탄소포집 및 환경정화 기능을 충족할 수 있는 기능성을 가지고 있어야 하므로 Table 3과

Table 3. Components of public facilities (Korean society of public design, www.publicdesign.or.kr)

Categories	Characteristics
Publicity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept of service for the public</li> <li>• Multifaceted understanding of popular lifestyles</li> </ul>
Functionality	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increase usability through complexity and linkage of facilities</li> </ul>
Symbolism	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The expression of the city's culture and locality</li> <li>• Empowering City People with Homogeneity</li> </ul>
Formality	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Building a Unique City Image</li> <li>• Usability defects drive maximum efficiency</li> </ul>
Ecologicality	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The mediating role of nature and man</li> <li>• The role of efficient coordination of energy</li> </ul>
Safety	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stability of structure, location, and operation of the facility</li> <li>• Preparation for natural phenomena</li> </ul>

10) 인천광역시, 공공디자인가이드라인, 2009, p. 43.

11) 이양병, 공공시설물디자인 평가 방법론에 관한 연구, 조선대학교 대학원 박사학위논문, 2011.

12) 윤종영, 안혜신(2009), 공공디자인 행정론, p. 45.

Table 4. Components of Public Facilities with Carbon Capture Technology

Categories	Characteristics
Publicity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept of service for the public</li> <li>• Multifaceted understanding of popular lifestyles</li> </ul>
Functionality	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Increase usability through complexity and linkage of facilities</li> </ul>
Symbolism	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The expression of the city's culture and locality</li> <li>• Empowering City People with Homogeneity</li> </ul>
Formality	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Building a Unique City Image</li> <li>• Usability defects drive maximum efficiency</li> </ul>
Ecologicality	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The mediating role of nature and man</li> <li>• The role of efficient coordination of energy</li> </ul>
Safety	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stability of structure, location, and operation of the facility</li> <li>• Preparation for natural phenomena</li> </ul>
Eco-friendliness	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The use of eco-friendly materials</li> </ul>
Sustainability	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustainable design with durable materials and structures</li> <li>• Convenient maintenance considerations based on simplicity and combination</li> </ul>

Incheon Metropolitan City, Public Design Guidelines, 2009

같이 6가지 구성요소에 친환경성, 지속가능성의 요소를 추가한 디자인으로 다양한 기능을 갖출 수 있어야 한다.

**2. 탄소포집기술을 활용한 공공시설물 디자인 개발**

탄소포집기술은 현재 대형 공장과 같은 점오염원에 한정되어 주로 대규모 시설로 제안되고 연구되는 실정이며 일반 대중은 탄소포집기술의 이용이나 활용을 쉽게 체감하고 경험하지 못하고 있다. 이에 따라 탄소포집기술을 소규모화시켜 공공시설물로 개발한다면 다양한 장소에 배치하여 기술의 활용을 대중에게 알리고 실제 탄소 포집의 효과도 거둘 수 있을 것으로 기대된다.

탄소포집기술을 활용한 공공시설물의 디자인 개발 과정 모식도는 Table 5와 같다.

탄소포집기술을 활용한 공공시설물의 개념은 공기 중 탄소 포집 기술과 탄소 포집 자재 및 식재를 사용하여 탄소의 흡착 및 저감이 가능하도록 설계된다. 특히, 소규모 탄소포집시설과 공공시설물에 사용하고자는 기술로는 공기 중 탄소 포집 기술의 활용이 있는데 이는 주로 대규모 시설로 조성되고 있으나 공공시설물에서는 소규모로 활용하여 배출지점이 불명확한 도심지 내에서 탄소 저감에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서 구상하는 소규모 공기 중 탄소포집시설의 디자인과 개념은 Figure 3과 같다.

또한, 탄소 포집 및 흡착 소재, 식재를 활용하여 탄

Table 5. Development Process of Design of Public Facilities Using Carbon Capture Technology

<p>Step 1 (Investigation of matters related to carbon capture and technology development)</p>	Development of Carbon Capture Technology and Material Investigation and Application Plan
	Development of Modules and Purpose Customized Design Considering the Types and Utilization Characteristics of Public Facilities
<p>Step 2 (Connection of carbon capture and reduction technologies with modular facilities)</p>	Utilization of airborne carbon capture technology
	Utilization of carbon capture and adsorption materials
	Utilization of carbon-reduced planting
<p>Step 3 (Design development using carbon capture and reduction technology)</p>	Development of Public Facilities Modules Using Carbon Capture Technology

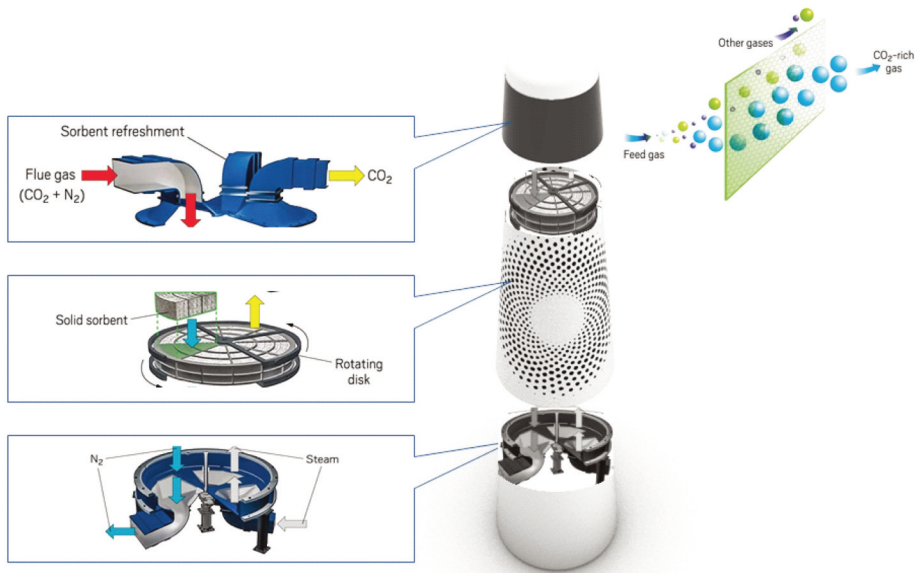


Figure 3. Concepts and Design of Small scale Carbon Capture Facilities

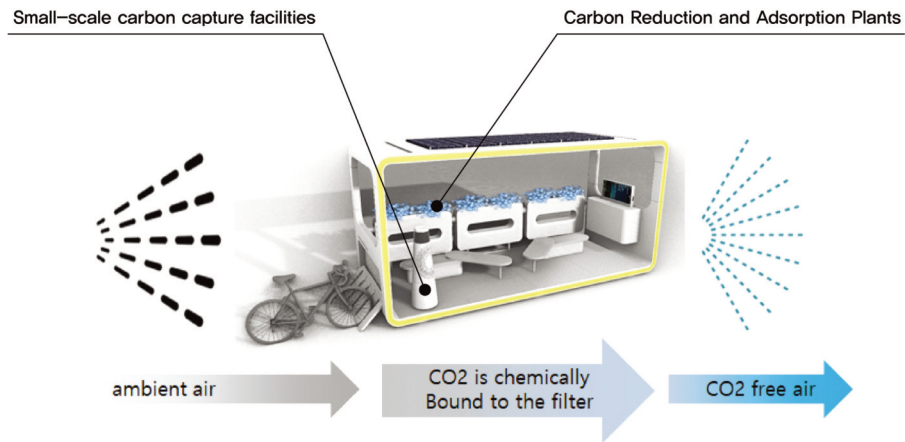


Figure 4. A Proposal for Design of Public Facilities Using Carbon Capture Technology

소 포집 및 저감에 도움을 주도록 시설의 구성 자재를 탄소를 흡착하거나 일부 제거할 수 있는 소재로 사용하고 탄소 저감에 효과적인 식재 또는, 블루 카본 식생이나 보다 높은 저감 효과를 위해 인공나무의 구성도 고려할 수 있다. 따라서, 본 연구에서 구상하는 탄소포집기술을 활용한 공공시설물의 디자인은 스마트 파크렛을 대상으로 할 경우 Figure 4와 같이 제시될 수 있다.

### 3. 기대효과

본 연구를 통해 기대할 수 있는 탄소포집기술 활용 공공시설물의 효과는 다양한 측면에서 나타날 수 있는데, 크게 기술적 측면, 경제·산업적 측면과 사회·문화적 측면으로 나눌 수 있다.

먼저 기술적 측면에서의 기대효과로는 산업 연계형 탄소포집기술에 국한된 국내 관련 기술 수준을 넘어 소규모 이용자 친화형 탄소포집기술을 활용한 미니공원의 개발과 기술 연구를 통해 연관 기술 분야를 선도할 수 있다. 또한, 제안된 디자인에 대한 검증 및

Table 6. Expected Effect of Public Facilities Using Carbon Capture Technology

Aspects of the expected	Contents
Technical aspect	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leading related technologies through development and technology research of mini parks using small-scale user-friendly carbon collection technology, away from the current status of related research limited to industrial-linked carbon collection technology</li> <li>- The proposed design is tested later and prototyping and pilot projects are attracted to accumulate know-how in public facilities using carbon capture technology suitable for domestic situations</li> <li>- To reduce carbon in the atmosphere and improve air quality through the creation of development forecast areas or urban areas</li> </ul>
Economic and industrial aspects	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creating a Domestic Related Market as a Small-Scale Carbon Reduction Structure in Response to the Government's Carbon Neutral Policy</li> <li>- Creating local jobs through the development and maintenance of carbon-neutral technologies and the operation of programs, etc</li> </ul>
Social and cultural aspects	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The structure can be utilized for multiple purposes by simultaneously performing the role of public goods and green areas</li> <li>- It is not limited to public spaces, but can be expanded and applied to areas where public facilities are needed using carbon capture technology</li> <li>- Smaller green areas in urban areas that lack parks or green areas can provide more dense green welfare when applied</li> </ul>

테스트과정을 거쳐 시제품 제작 및 시범사업을 유치하여 국내 실정에 맞는 탄소포집기술을 활용한 공공시설물 기술 노하우를 축적할 수 있다. 이를 통해 디자인된 공공시설물을 개발예상지나 도심지 중심으로 조성해 대기 중 탄소 저감을 수행하고 대기질 개선을 도모할 수 있다.

경제·산업적 측면에서의 기대효과로는 정부의 탄소 중립 정책에 대응하여 소규모 탄소 저감형 구조물로서 국내 관련 시장을 창출할 수 있으며 탄소중립 관련 기술의 개발과 유지관리 및 프로그램 운영 등을 통한 지역 일자리 창출을 기대할 수 있다.

마지막으로 사회·문화적 측면에서의 기대효과로는 본 연구에서 제안한 공공시설물이 공공재로서의 역할과 녹지로서의 역할을 동시에 수행하므로 다목적 구조물로 활용이 가능하다. 또한, 탄소포집기술을 활용한 공공시설물의 조성으로 이용자 만족도 증가와 도입 지역 이미지 개선 효과를 바탕으로 커뮤니티 활성화 기대할 수 있다. 공공공간에 국한되지 않고 탄소포집기술을 활용한 공공시설물이 필요한 지역을 대상으로 확대 적용이 가능하며 이를 통해 공원이자 녹지가 부족한 도심 내 소규모 녹지로 적용할 경우 보다 밀도 높은 녹색 혜택제공이 가능해 질 것으로 기대된다.

본 연구에서 검토한탄소포집기술을 활용한 공공시설물의 기대효과를 정리한 표는 Table 6과 같다.

#### IV. 결론

본 연구는 친환경 녹색성장의 대안으로 공공공간에 탄소포집이 가능한 공공시설물의 필요성을 제시하고 이에 적합한 차별화된 공공시설물의 디자인을 개발하는데 목적이 있다.

탄소포집 및 환경정화의 순환을 고려한 공공시설물의 디자인을 위한 콘셉트의 키워드는 공기 중 탄소포집 기술 활용, 탄소포집 및 흡착 소재 활용, 탄소저감 식재 활용이다.

공기 중 탄소포집 기술 활용을 위해 CO<sub>2</sub> 포집 인공트리 장치를 적용한다. DAC 기술이 적용된 저감 장치와 실시간 모니터링 시스템, 신재생에너지를 활용한 구조물로 구성되며 도시시설물로서의 외부 경관을 고려할 수 있다. 특히 CO<sub>2</sub> 포집 인공트리 장치의 적용은 교통량이 많은 교차로 및 톨게이트, 버스환승센터 등 차량 정체로 CO<sub>2</sub>의 배출 농도가 심한 지역, 장대터널 및 도심도 터널, 도심지 터널, 지하차도 주변, 유동인구가 많은 지하공간(지하역사 및 실내공간)에 CO<sub>2</sub> 포집 인공트리 장치의 설치가 용이하며, 이로 인한 교통에 영향을 받지 않는 도로변 지역, 기타 CO<sub>2</sub>의 농도가 심하고 장치의 설치가 필요하다고 판단되는 지역 등을 대상으로도 여건 및 교통량, 주변 지역의 기상조건과 오염 물질의 확산 등을 종합적으로

고려하여 결정한다.

다음으로 탄소포집 및 흡착 소재 활용은 폐콘크리트를 이용한 CO<sub>2</sub> 포집 및 재활용을 적용한다. 폐콘크리트는 지구온난화의 원인으로 지적되고 있는 CO<sub>2</sub> 포집에 매우 적합한 재료로 CO<sub>2</sub>를 안정한 형태로 반영구적으로 저장할 수 있으며, 생성된 탄산칼슘을 상업적으로 유용한 용도로 활용하는 것이 가능하다.

마지막으로 탄소 저감 식재 활용은 친환경 작물은 케나프를 활용한다. 케나프는 기존 화석연료 화력발전소에서 발생하는 대기오염 물질인 CO<sub>2</sub> 및 미세먼지 발생 억제에 기여하고 (상수리나무에 비해 10배 수준, 61평 5,000본으로 약 2Ton 의 CO<sub>2</sub> 흡수가능), 발전소용 연료의 국내 자급화 기여를 통해 수입대체 효과, 양질의 연소용 바이오메스의 대체를 통한 친환경 연료 교체 및 재배 농가의 경제적 부가가치와 사업 확대로 인한 고용 창출 등의 파급 효과가 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 국가 온실가스 감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC)의 탄소중립 목표를 달성하기 위해서는 이산화탄소포집기술(CCUS)을 상용화하여 보급하기 위하여 기존 공간 및 시설물을 대상으로 효율적 적용에 대한 시도가 필요하다고 판단하고 공공환경에 부합하는 차별화된 공공시설물을 개발함으로써 기존 시장을 확대하고 탄소중립 목표에 기여할 수 있는 방안을 제시하는데 의의가 있다.

저탄소 공공시설물을 공원, 도로 등 공공공간에 보급한다면 탄소포집 뿐만이 아니라 시민들의 휴식, 정보교류 등 커뮤니티의 역할을 하는 공간으로 활용될 수 있으며 설치여건에 따라 이동 및 확장설치가 가능한 디자인으로 관리비용을 절감할 수 있다.

추후 탄소포집기술 뿐만이 아니라 이용자의 다양한 경험이 이루어져 이용 만족도를 높일 수 있는 방안과 지역특성 및 문화의 정체성을 느낄 수 있는 요소에 대한 연구가 이루어져 탄소포집 공공시설물의 확산 및 활성화에 기여할 필요가 있다.

## 사사

본 연구는 국토교통부에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업 “탄소포집 기술과 생물여과(기술)를 활용한 모듈형 미니공원개발(RS-2022-00143990)”의 지원으로 수행되었습니다.

## References

- IDE. 2022. Direct Air Capture: A key technology for net zero.
- Incheon Metropolitan City. 2009. Public Design Guidelines. p. 43.
- International Energy Agency. 2016. 20 Years of Carbon Capture and Storage: Accelerating Future Deployment
- Jeon JY. 2021. Direct Air Capture (DAC)-related technology trends and industries among carbon capture technologies, KOSEN Report.
- Lee YB. 2011. A Study on the Methodology for Evaluating Public Facilities Design, Chosun University Graduate School Ph.D. thesis.
- Ministry of Culture and Tourism. 2005. Research on the Establishment of Design Cultural Center, p. 12.
- Ministry of Environment. 2021. Press Release: Submitted to the Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change (2030 National Greenhouse Gas Reduction Goals (NDC), December 23, 2021; Article 3, Paragraph 1 of the Enforcement Decree of the Framework Act on Carbon Neutrality. Act No. 18469, enacted on September 24, 2021, and enforced on March 25, 2022.
- Shin JH. 2012. A Study on the Application of Eco-Friendly Elements for Bus Shelter Design: A Master's thesis of Sangji University Graduate School, Gangwon-do.

Song YW, Oh CW. 2022. A Study on the Direction of Korea's R&D Policy on Direct Air Carbon Capture · Storage (DACCS) Technology: Focusing on DAC Technology. Korea Climate Change Chemical Society.

Yoon JY, Ahn HS. 2009. Public Design Administration Theory. p. 45.  
<http://www.lowcarbon.co.kr>  
[www.publicdesign.or.kr](http://www.publicdesign.or.kr)