

Jeonbuk State Institute

미래전략연구

2025-02

# 새만금 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티 조성 전략 연구

Strategic Plan for the Creation of a Carbon-Neutral Cold-Chain Logistics and Energy-Coupling City in Saemangeum

나정호 이지훈 김희수



## 설립목적

전북특별자치도 및 전북지역 시·군의 지역발전 등에 관련된 체계적인 조사·연구 활동을 통하여 지역단위의 정책개발 기능을 수행함으로써 지역발전에 기여

## 주요기능

- 도정에 관한 중장기 개발계획 및 주요 현안에 대한 조사·연구
- 지역경제, 지역발전에 관한 연구 및 정책대안의 모색
- 정부, 지방자치단체, 국내외 연구기관 및 민간단체의 연구 용역 수탁
- 연구관련 도서 및 간행물 발간
- 연구기관 간 공동연구·학술대회 및 정보교류 협력
- 국내외 각종 정보자료의 수집·관리 및 제공

## 연구진 소개

### 나정호

중앙대학교 경영학박사  
전북연구원 책임연구위원

### 이지훈

한양대학교 경영학박사  
경기과학기술진흥원 정책연구팀 선임연구원  
전북연구원 책임연구위원

### 김희수

국립군산대학교 이학석사(해양생물공학)  
전북연구원 연구원

# 새만금 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티 조성 전략 연구

Strategic Plan for the Creation of a Carbon-Neutral Cold-Chain Logistics and Energy-Coupling City in Saemangeum

나정호 이지훈 김희수





## 연구진 및 연구 세부 분담

---

연구책임	나정호	책임연구위원	연구총괄, 제1장, 4장, 5장, 6장
공동연구	이지훈	책임연구위원	제3장 2절, 3절
	김희수	연구원	제2장 1, 2, 3절, 3장 1절

---

자문위원	박우성	전북바이오융합산업진흥원, 경영본부장
	안정동	엘유프로, 전무
	양현석	항만물류빅데이터센터, 센터장
	원승환	국립군산대학교, 교수
	이자연	부산연구원, 연구위원
	이주원	한국해양수산개발원, 부연구위원
	이희용	영남대학교 무역학부, 교수
	정남조	한국에너지기술연구원, SCI융합연구단장
	조승현	농협미래전략연구소, 연구위원
	허준	한국식품산업클러스터진흥원, 과장

---

연구관리 코드 : 25MI02

이 보고서의 내용은 연구자의 의견으로서  
전북연구원의 공식 입장과는 다를 수 있습니다.



## 1. 연구목적 및 방법

- 2025년 정부조직 개편, IMO 2050 Net-Zero·CBAM·RE100 등 글로벌 탄소중립 규범 강화, 주요국 공급망 전략 전환, 콜드체인·청정에너지 기술 진전, 전북특별자치도 정책환경 변화 등은 새만금의 전략 재설계를 요구하고 있음
- 이재명 대통령은 2025년 12월 새만금개발청 업무보고에서 임기 내 실현 가능한 사업의 신속한 추진을 강조하여, 새만금 개발 성과 창출을 위한 마중물 성격의 신규 전략 사업 발굴 필요성이 부각되고 있음
- 이 연구의 목적은 새만금항 신항 개항과 산업단지·배후도시·청정에너지 인프라의 단계적 조성이라는 복합적 여건 변화 속에서, 새만금을 ‘탄소중립 기반 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티’로 구축하기 위한 전략적 방향과 실행체계를 제시하는 데 있음
- 단순한 SOC 개발을 넘어, 항만-산단-에너지-도시-데이터가 하나의 시스템으로 통합되는 미래 산업·물류 생태계 모델을 설계하는 데 핵심 목표가 있음
- 문헌·정책 분석, 글로벌 대응전략 비교, 기술·산업 트렌드 검토, 새만금 개발 및 SOC 계획 분석, 전문가 델파이 조사, SWOT·TOWS 및 가치사슬 분석을 종합하여 정책 수요를 검토하는 방식으로 수행함

## 2. 결론 및 정책제언

- 새만금 개발의 핵심 문제는 개별 사업의 부족이 아니라 항만-산단-도시-에너지 간의 ‘연결 부재’이므로 향후 모든 인프라를 하나의 시스템으로 묶는 ‘통합·연계·커플링 전략’이 필수적임
- 글로벌 공급망의 탄소·청정에너지·디지털 전환 가속화 속에서 새만금은 국내 유일의

통합 개발지로서 '탄소중립형 항만-산단-에너지 허브' 전환을 요구받고 있음

- 전문가 델파이 조사 결과 새만금이 인프라 통합, 청정에너지 실증, 정책·법제화, 산업 생태계·앵커 유치, R&D-실증-상용화 국책화를 핵심 우선순위로 추진하며 단일 인프라를 넘어 국가 전환정책의 테스트베드로 기능해야 할 필요성이 있음
- '새만금 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티'는 단일 사업이 아니라, 연계·통합·실증·데이터 기반 운영을 핵심으로 하는 시스템 도시 모델이며, 이를 실현하기 위해 6대 전략·12대 추진과제 및 실행체계를 제시함
- 중장기 전략은 항만-산단-도시-에너지-디지털 인프라 간 상호작용을 기반으로 초기 실증·파일럿을 거쳐 수요 기반 클러스터를 확장하고 글로벌 에너지·물류 허브로 전환하는 단계적 모델을 구축하고자 함
- 핵심사업은 청정연료 공급·병커링, 저온·냉열 공유 시스템, 수출형 콜드체인 산업, 디지털 트윈·EMS 통합운영, 규제특례·녹색금융·민관투자 모델 등 앵커 프로젝트를 중심으로 산업 생태계의 고도화를 촉진하는 방식으로 구성함
- (① 통합 거버넌스와 단일 마스터플랜 구축) 국무조정실 중심의 통합조정위원회-통합사업단을 설치해 항만-산단-도시-에너지-데이터를 하나의 계획·예산·성과체계로 묶고, 개발 시차·중복투자·책임 분절을 해소하는 단일 마스터플랜을 법제화함
- (② 청정에너지·콜드체인·디지털 기반의 통합 산업·에너지 허브 조성) 그린암모니아·수소·e-연료 실증과 항만-산단-도시 에너지 순환 클러스터를 구축하고, 수출형 콜드체인·식품·바이오 가치사슬 및 디지털트윈 기반 통합운영 플랫폼을 결합한 커플링 생태계를 조성함
- (③ 글로벌 테스트베드 및 지속가능한 투자·재정체계 확립) 핵심 전략 분야 글로벌 앵커기업 유치, 규제 샌드박스·투자진흥지구 기반의 실증-상용화 테스트베드를 조성하고, 녹색금융·민관협력투자·공동기금을 활용한 다층 재정구조로 지속가능한 사업화 기반을 마련함
- 새만금 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티는 전국의 산업 전환을 넘어 대한민국의 새로운 국가전략 모델이 될 수 있는 가능성이 있으며, 정부·지자체·산업계의 조기 공동행동이 필요함

# 차 례

## CONTENTS

---

요약 .....	i
----------	---

---

### 제1장 서론

1. 연구배경과 필요성 .....	3
2. 연구목적 .....	7

---

### 제2장 탄소중립 기반 산업·물류·에너지 전환의 현황과 과제

1. 글로벌 탄소중립 정책과 공급망 변화 .....	11
2. 청정에너지 기술 전환과 산업 적용 현황 .....	17
3. 국내 산업·물류·에너지 정책 변화 .....	32
4. 탄소중립 기반 산업·물류·에너지 전환의 핵심 과제 .....	49

---

### 제3장 선행연구 및 사례검토

1. 콜드체인 산업 성공요인 .....	61
2. 전북특별자치도 탄소중립콜드체인 산업 특성화 방향 .....	74
3. 사례검토 .....	81
4. 선행연구 및 사례검토 시사점 .....	103

<b>제4장</b>	<b>새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 여건 분석</b>	
	1. 전문가 델파이 조사와 전략 방향 설정 .....	109
	2. 새만금 탄소중립 커플링 시티 개념과 전북특별자치도 여건 진단 .....	116
	3. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 경쟁여건 분석 .....	125
<b>제5장</b>	<b>새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 전략</b>	
	1. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 중장기 전략 .....	135
	2. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 추진과제 .....	143
	3. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 전략 체계 .....	175
<b>제6장</b>	<b>결론</b>	
	1. 기대효과 .....	187
	2. 정책제언 .....	192
<b>참고문헌</b>		197
<b>영문요약 (Summary)</b>		204

## 표 차 례

### LIST OF TABLES

---

[표 3-1] 콜드체인 산업 범위 ..... 67

[표 5-1] 새만금 탄소중립 커플링 시티 단계별 로드맵 제안 ..... 179

## 그림 차례

### LIST OF FIGURES

---

[그림 2-1] 새만금 글로벌 메가 샌드박스 도입 전략 .....	39
[그림 3-1] 콜드체인 물류 시스템 개념도 .....	61
[그림 3-2] 콜드체인 산업의 확장 범위 .....	67
[그림 3-3] 그린암모니아 산업 생태계 .....	77
[그림 3-4] 전북자치도 그린암모니아산업 중심지 도약 가능성 검토 .....	78
[그림 3-5] 전북자치도가 그린암모니아산업 중심지가 되면 좋은 점 .....	79
[그림 3-6] 전북자치도 그린암모니아산업 중심지 단계별 추진 전략 제안 .....	80
[그림 3-7] LNG 냉열 활용 부가가치 극대화 혜택 .....	89
[그림 3-8] LNG 연계 친환경 연료전지 발전시설 .....	92
[그림 3-9] UAE 알파탄 그린암모니아 사례 사업부지 현황 .....	99
[그림 4-1] 전북특별자치도 비전과 목표 .....	120
[그림 4-2] 전북특별자치도 5대 산업·3대 기반 전략 .....	121
[그림 4-3] 전북특별자치도 농생명산업수도 비전 .....	123
[그림 4-4] 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성의 SWOT 분석 결과 .....	128
[그림 4-5] 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 TOWS 분석 결과 .....	131
[그림 5-1] 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 중장기 전략 .....	142
[그림 5-2] 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 추진과제 종합 .....	174

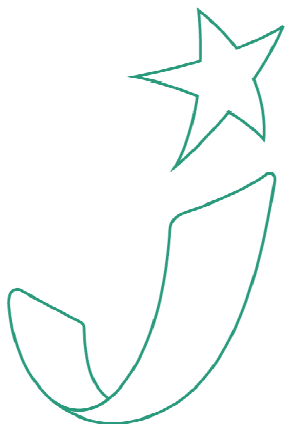




# 제 1 장

## 서론

1. 연구배경과 필요성
2. 연구목적





# 제1장 서론

## 1. 연구 배경과 필요성

### 가. 새만금 개발 여건 변화와 패러다임 전환 대응 필요성

#### ■ 새만금 개발과 전북특별자치도 산업구조 전환의 분기점

- 새만금은 항만·산단·도시개발이 동시에 진행되는 대규모 국가적 프로젝트로, 전북특별자치도의 산업·물류 기반을 근본적으로 재편할 수 있는 공간임
- 새만금 개발은 30년 이상 추진되어 왔으며, 항만·도로·산업단지 등 핵심 SOC를 기반으로 한 새로운 국가산업지대 구축이라는 목표가 있음
- 새만금항 신항(1-1단계 2선석)의 개항이 가시화되면서, 전북특별자치도는 그동안 상대적으로 취약했던 해운물류 기반을 확보하고 산업구조 전환의 기회를 맞이하고 있음
- 새만금항의 본격적인 가동은 새만금이 물류·산업·도시 기능이 집적되는 플랫폼으로 발전할 수 있는 가능성을 열어주고 장기적으로 서해안권 물류체계 및 대중국 항로와 연계한 글로벌 경쟁력 확보의 기반이 될 수 있음

#### ■ 새만금항 신항 초기 물동량 확보의 구조적 한계

- 항만 개항의 시점과 배후산단 조성·입주 기업 가동의 시점이 서로 다르게 진행되는 ‘先항만-後산단’ 구조적 문제가 있음
- 새만금항 신항 개항 초기 물동량의 한계를 초래하고, 항만 활성화가 산업 생태계 조성 과 연동되지 못하는 구조적 제약을 야기할 수 있음
- 새만금항 신항 개항을 앞두고 배후산단 조성 지연, 산업수요 부족, 부처별 분절된 개발구조 등 구조적 한계가 지속되고 있으며, 기존의 전략만으로는 새만금의 잠재력을 실질적 성장동력으로 연결하기 어려울 것으로 판단됨

- 항만 개항에 맞추어 작동할 수 있는 신규 산업 수요 창출, 에너지 공급망 구축, 물류 효율성 제고 전략을 준비해야 하며, 초기 수요 기반을 형성할 앵커산업 확보가 중요함

## ■ 식품 산업 중심 단순한 콜드체인 전략 한계와 글로벌 변화 대응

- 전북자치도는 국가식품클러스터, 새만금 수산식품단지, 글로벌 푸드허브 등 식품 중심의 콜드체인 인프라를 보유하고 있으나, 기존의 식품 중심 콜드체인 전략만으로는 글로벌 에너지전환·산업구조 변화에 대응하기 어려움
- 전 세계는 탄소중립과 저탄소 물류체계로 빠르게 이동하고 있으며, RE100·CBAM·국제해사기구 규제 강화 등 글로벌 규범 변화는 산업·물류 시스템 전환을 요구함
- 이러한 요구는 더 이상 식품 콜드체인과 같이 단일 산업에 머무르는 전략으로는 대응할 수 없음을 의미함

## ■ 부처 간 분절로 인한 SOC·정책·운영의 통합 한계

- 식품산업 중심의 콜드체인물류 시스템 구축 과정에서 부처별·분야별로 분절되어 있어, 항만-산단-도시-에너지-물류가 하나의 시스템으로 작동하지 못하는 한계가 있음
- 항만은 해양수산부, 산업단지는 국토교통부·산단공, 에너지는 산업부<sup>1)</sup>, 수질·환경은 환경부, 스마트도시는 국토부 등으로 분리되어 있어, 단일 프로젝트임에도 정책·예산·집행이 따로 움직이는 구조적 한계가 나타남
- 이로 인해 인프라의 ‘물리적 연결’은 가능하지만 정책·운영·데이터의 통합적 연결이 이루어지지 못해 효율성과 속도가 저하되는 문제가 있음

1) 2025년 9월 7일 정부 조직 개편에 따라, 기존 산업통상자원부가 수행하던 에너지 정책·산업 관련 기능 중 에너지 정책이 기후에너지환경부로 이관되었음

## ■ “탄소중립 콜드체인·에너지 커플링 시티” 패러다임 전환 필요성

- 전북자치도가 새만금 개발을 통해 미래 30년의 성장동력을 확보하기 위해서는 기존 콜드체인 산업 중심 전략을 넘어, 산업과 에너지를 포괄하는 전환이 필요한 시점임
- 콜드체인-청정에너지-저탄소 물류-스마트항만-산업공생-도시기능이 결합된 새로운 융복합 전략, 즉 ‘커플링 시티(Coupling City)’ 전략으로 확장할 필요가 있음
- 단순한 업종 확장이 아니라 산업·물류·에너지·도시 시스템을 하나로 묶는 플랫폼 기반 전략을 의미함
- 새만금항 신항 활성화-산업 수요 창출-민간투자 유치-정책 정합성 확보라는 다층적 과제를 해결할 수 있는 새로운 접근 방식임
- 새만금이 단일 산업 중심 개발을 넘어 탄소중립 시대의 산업, 물류, 도시가 공존하는 커플링 시티로 발전 가능성을 검토함

## 나. 정책 환경 변화와 전략 전환의 불가피성

- 이재명정부는 국정과제 전반에서 혁신산업 육성, 기후위기 대응, 에너지 전환을 핵심 가치로 내세웠으며, 특히 ‘미래 혁신산업 발굴과 기후·에너지 기반 신성장동력 확보’를 강조함
- 기존의 ‘초저온 콜드체인 산업’ 프레임만으로는 새 정부의 국가 전략 정합성이 약해질 우려가 있음
- 새 정부의 정책은 산업 간 경계를 허물고 물류·에너지·식품·환경을 아우르는 새로운 융복합 모델 구축을 요구하고 있음
- 글로벌 수준에서도 탄소국경조정제(CBAM) 도입, 청정수소·그린암모니아 전환 가속화, 저탄소 물류 혁신이 주요 흐름으로 부상하면서 탄소중립·청정에너지·그린연료 기반 산업 생태계로 전략을 확장해야 할 필요성이 있음

- 
- 글로벌 차원의 탄소중립, 저탄소 물류 전환, 그린수소·암모니아 등 청정에너지 기술 확산은 산업·물류·에너지 시스템이 분리된 상태로 대응하는 데 한계가 있음
  - 새만금의 개발 속도와 지역 수요 기반도 이러한 외부 변화에 미치지 못해 새로운 산업·에너지·물류 융복합 전략이 필요하게 되었음
  - 패러다임 전환을 위해 ① 인프라 통합 조성, ② 에너지허브 구축, ③ 디지털 트윈 기반 통합운영 체계, ④ 법·제도 기반 거버넌스, ⑤ 실증·상용화 연계, ⑥ 앵커산업 확보 등이 필요함

## 다. 연구의 차별성

- 이 연구는 기존 초저온 산업 또는 식품 콜드체인 중심의 전략에서 한 단계 나아가, 항만·산단·도시·에너지·식품·바이오가 하나의 시스템으로 결합되는 통합모델인 ‘탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티’ 개념을 제시하였음
- 기존 콜드체인·스마트항만·산단 개발 연구 등과 비교할 때 이 연구는 아래의 제안을 통해 차별화함
  - ① 산업·물류·에너지·도시기능을 통합하는 거버넌스 모델 제시
  - ② 탄소중립·청정에너지·저탄소 물류를 아우르는 프레임 적용
  - ③ 앵커 비즈니스 기반의 초기 산업 수요 창출 전략 도입
  - ④ 디지털 트윈·데이터허브·에너지관리시스템 기반의 통합운영 체계 설계
  - ⑤ 새만금 글로벌 메가샌드박스과 법·제도화 연계 전략 포함

---

## 2. 연구목적

- 이러한 정책·지역 여건 변화에 대응하기 위해 이 연구는 기존의 트라이포트 복합물류와 콜드체인 산업 육성이라는 한정된 범위를 새만금 지역을 중심으로 확장함
- 탄소중립, 무탄소 에너지, 그린수소·암모니아, 청정에너지, 콜드체인, 스마트 물류, 그린연료 기반 생태계를 통합적으로 아우르는 융복합 모델을 검토함
- 국정과제 부합도를 높이고 새만금항 신항 조기 활성화, 지역 개발 불확실성 감소 등 현실적 필요를 반영함
- 이 연구의 궁극적 목적은 새만금이 국가 탄소중립 전환과 글로벌 저탄소 물류체계의 중심축으로 도약할 수 있도록 에너지-물류-식품-산업-도시를 종합적으로 연결한 새로운 성장 패러다임을 구축하는 데 있음
- 구체적으로 새만금을 중심으로 탄소중립, 청정에너지, 콜드체인, 스마트 물류, 산업 생태계, 도시 기능을 통합한 ‘커플링 시티’ 전략을 정립하고 실행모델을 제시함
- 새만금항 신항의 조기활성화, 산업·물류·에너지 시스템 간 연계 강화, 민간투자 기반 조성 및 지역경제 파급성 확대, 국가 탄소중립·청정에너지 정책과의 정합성 확보, 전북특별자치도의 미래 30년 성장동력 창출이라는 실질적 목표를 달성하고자 함



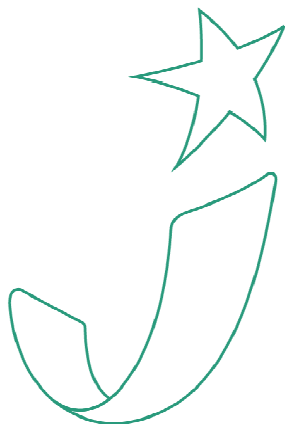




## 제2장

### 탄소중립 기반 산업·물류·에너지 전환의 현황과 과제

1. 글로벌 탄소중립 정책과 공급망 변화
2. 청정에너지 기술 전환과 산업 적용 현황
3. 국내 산업·물류·에너지 정책 변화
4. 탄소중립 기반 산업·물류·에너지 전환의 핵심 과제





## 제2 장 탄소중립 기반 산업·물류·에너지 전환의 현황과 과제

### 1. 글로벌 탄소중립 정책과 공급망 변화

#### 가. 글로벌 탈탄소 규범 심화와 공급망 전환

##### ■ 전 세계적 기후위기 심화와 강화되는 탈탄소 의무

- 전 세계적 기후위기 심화와 이에 대응한 국제사회의 합의는 국가별 탄소 감축의무를 강화시키고, 산업·물류·에너지 시스템의 구조적 전환을 불가피하게 만들고 있음
- 파리협정 이후 각국은 2030년 국가 온실가스 감축목표를 지속적으로 상향 조정하고 있으며, IPCC 제6차 평가보고서는 산업·수송·도시 부문의 즉각적 탈탄소화를 권고하면서 점진적 감축 접근이 더 이상 유효하지 않음을 분명히 함(IPCC, 2022)
- 산업과 물류가 현재 방식으로 운영되면 파리협정 1.5℃ 목표를 달성할 수 없다는 인식이 국제적으로 합의되고 있음
- 글로벌 기조 변화 속에서 EU는 기후 규범을 선제적으로 제도화하고 있으며, 특히 탄소국경조정제(CBAM) 시행을 통해 고탄소 제품에 대한 비용 부담을 증가시킴

##### ■ 탄소 규범의 공급망 전체로 확장

- CBAM은 철강, 알루미늄, 비료, 전기, 시멘트 등 탄소집약적 산업을 우선 적용 대상으로 하고 있으나, 향후 해운·물류·기타 제조업까지 확대될 가능성이 있음(Lee & Woo, 2023)
- 단순한 '탄소세'가 아니라 국가 간 공급망 전체를 재편하는 규제 체제로 진화할 것으로 전망되며, 이에 대한 대응이 필요함
- 탄소배출의 측정·보고·검증 체계가 제품 단위까지 요구되면서 공급망 전 과정에서 탄소정보 관리 역량이 필수 요소로 인식되고 있음(IPCC, 2022)

## ■ IMO 2050 Net-Zero와 해운·항만 생태계의 저탄소 전환 가속화

- 탄소배출이 많은 해운·항만·물류 부문 관련하여 국제해사기구(IMO)는 2050년 해운 온실가스 배출 '실질적 Net-Zero' 목표를 선언하며 그린암모니아, 수소, 메탄올 등 저탄소 연료전환을 의무화하는 정책 로드맵을 공표하였음(IMO, 2023)
- 항만 운영 방식, 선박 연료 인프라, 배후산단의 에너지 조달 체계에 이르기까지 물류 생태계 전체의 구조적 변화를 초래함
- IMO는 2030·2040 중간 감축목표를 제시하며 선박연료·항만 인프라·공급망 운영 전반의 즉각적 전환을 요구하고 있어, 항만·산단은 청정연료 접근성과 에너지 허브 기능을 단계적으로 확보해야 하는 상황임(IMO, 2023)
- IMO가 2023년 개정된 온실가스 감축전략을 통해 2030년 20~30% 감축, 2040년 70~80% 감축, 2050년 실질적 Net-Zero를 제시함

## ■ 새만금에 요구되는 탄소중립 기반의 통합 커플링 전략

- 글로벌 규범 강화는 새만금과 같은 항만·신산업지대에 탈탄소 기반의 물류·에너지·산업 시스템을 설계 단계부터 구축해야 할 전략적 당위성을 부여함
- 기존의 산업 중심 전략으로는 대응에 한계가 있으며, 항만·산단·도시·에너지 인프라가 통합된 탄소중립 커플링 모델 도입을 검토할 필요가 있음
- 국제기구들은 산업·수송·도시기능을 단절된 구조로 접근해서는 탄소중립 목표의 달성이 불가능하다고 지적하고 있으므로(IEA, 2021) 새만금도 물류·에너지·산업·도시가 연계된 통합 시스템 구축이 필수적임

## 나. 글로벌 공급망 전환과 항만·산단의 새로운 역할

### ■ 글로벌 공급망 재편을 이끄는 기후·지정학·에너지 전환 요인 결합

- 글로벌 공급망은 지역 다변화 수준을 넘어 기후·지정학·에너지 전환 요인이 결합된 새로운 구조로 재편되고 있음(IPCC, 2023)
- 미·중 갈등 심화와 우크라이나 전쟁 이후 에너지 가격 변동성이 확대되고 주요 국가들은 공급망 전반의 안정성(resilience)을 최우선 가치로 정의함(IEA, 2021)
- 기후변화 대응과 탄소감축 의무가 강화되며, 생산거점을 다변화하는 차원을 넘어 저탄소·청정에너지 기반 공급망 전환이 글로벌 트렌드로 인식됨(UNFCCC, 2023)

### ■ 탄소중립·청정에너지 기반으로 재편되는 주요국 공급망 전략 대전환

- 미국은 IRA(Inflation Reduction Act)를 중심으로 재생에너지·배터리·수소 등 청정기술의 내재화를 추진하며, 동맹국 중심의 프렌드쇼어링(friend-shoring) 전략을 전개하고 있음
- EU는 Chips Act와 전략원자재법(Critical Raw Materials Act)을 통해 배터리·반도체·수소·희소금속 등 전략 품목의 역내 공급망 강화에 집중하고 있음(European Commission, 2023)
- 이러한 정책은 단순한 보호무역 조치가 아니라, 탄소중립·청정에너지 전환 목표와 결합한 공급망 대전략이라는 점에서 기존 국제무역 질서와 구분됨(IEA, 2021)
- 아시아 지역의 싱가포르·요코하마·상하이·닝보 등 대표 항만도시는 전통적인 물류거점 역할을 넘어 수소·암모니아 연료 인프라, LNG 기반 에너지허브, 스마트항만 플랫폼을 결합한 복합산업지대로 진화하고 있음(Global Maritime Forum, 2023)
- RE100 및 CFE 기반 전력공급, 저탄소 해운 연료 지원시설, 디지털 트윈 기반 항만운영 체계를 갖추며 미래형 국제 에너지·물류 허브로 재편되고 있음(IRENA, 2022)

- 글로벌 기업은 생산 및 물류거점을 선택할 때 단순 비용 절감보다 저탄소 연료 접근성, 탄소배출 정보의 투명성, 전력·열·가스의 청정에너지 조달 비중을 핵심 의사결정 요소로 고려하고 있음
- 공급망 경쟁력의 기준이 '가격'에서 '탄소'로 이동하고 있으며, 항만과 배후산업단지는 청정에너지 공급망의 시작점으로 기능해야 함(IEA, 2021)

#### ■ 항만·산단의 새로운 역할: 공급망 에너지 허브로 구조적 전환

- 이러한 글로벌 트렌드는 새만금과 같은 신항만·신산업지대에 단순한 물류거점이나 제조단지가 아니라, 탄소중립 에너지, 물류와 산업이 상호 연계된 발전 모델이 필요함을 의미함(IPCC, 2023)
- 그린수소·암모니아·재생에너지-스마트물류-콜드체인-산업이 결합된 에너지-물류 통합형 플랫폼을 구축하여 글로벌 공급망 환경에서 경쟁력을 확보해야 함(IRENA, 2022)
- 향후 항만과 배후산단이 수행해야 할 역할은 저탄소 에너지의 수급·분배·활용을 통합적으로 관리하는 공급망 에너지 허브가 되는 것임(IMO, 2023)

### 다. 글로벌 탄소중립·공급망 전환과 항만·산단의 구조적 변화

- 글로벌 공급망은 기후·지정학·청정에너지 전환이 결합된 새로운 구조로 재편되고 있으며, 항만과 산단은 '물류 중심지'에서 '에너지-물류 융합형 공급망 허브'로 역할이 확장되고 있음
- 새만금은 이러한 글로벌 패러다임 전환을 반영하여, 탄소중립 기반의 통합 전략을 채택해야만 미래 경쟁력을 확보할 수 있음
- 이러한 맥락에서 앞으로 전북특별자치도가 새만금 전략을 수립할 때는 다음과 같은 핵심 사항을 중심으로 접근이 요구됨

### ① 탄소중립·청정에너지 기준의 공급망 전환을 전제로 한 항만·산단 전략 재구축 필요

- 글로벌 공급망의 경쟁 기준이 '가격'에서 '탄소·청정에너지'로 이동하고 있으므로 새만금은 전통적 물류 중심지 전략을 넘어 청정에너지 공급망 허브 기능을 핵심 전략으로 설정해야 함
- 주요국이 저탄소 연료 접근성과 청정에너지 조달 비중을 투자·입지 선택의 핵심 기준으로 선정하는 점에서 새만금도 에너지전환을 전제로 한 산업·물류 구조 재편이 필수적임

### ② 다중 에너지원 기반의 '멀티 에너지 허브' 구축 필요

- IMO·EU의 규범 변화는 단일 연료 기반 항만과 산업단지가 경쟁력을 잃게 됨을 의미하며, 새만금은 다중 에너지 접근성을 갖춘 탈탄소 연료 공급 플랫폼을 구축해야 함
- 향후 국제해운의 주력 연료가 그린암모니아<sup>2)</sup>·수소<sup>3)</sup>·e-메탄올<sup>4)</sup> 등으로 다변화될 것으로 예상되는 만큼 새만금은 이러한 연료 체계를 수용할 수 있는 에너지 허브 인프라를 마련해야 함

### ③ 항만·산단·도시 간 기능적 분절을 해소하는 '탄소중립 커플링 모델' 도입 검토

- 기후·에너지·물류·산업 기능이 분리될 경우 목표 달성이 불가능하므로 새만금은 물류-산업-에너지-도시가 통합 운영되는 구조를 설계해야 함
- 국제기구들은 탄소중립 전환을 위해 에너지 생산·공급·소비가 하나의 순환체제로 연결된 도시·산단 모델을 요구하고 있어, 새만금도 개별 사업장의 집합이 아닌 통합 운영 체계를 갖춘 복합 산업지대로 전환할 필요가 있음

- 
- 2) **그린암모니아**: 재생에너지 기반 그린수소에 질소를 합성해 생산한 탄소중립 암모니아로, 저장·운송이 용이하고 대규모 에너지 운반 및 선박 연료로 활용 가능성이 높음
  - 3) **그린수소**: 재생에너지로 물을 전기분해하여 생산한 탄소배출이 없는 수소로, 연료전지·산업공정·모빌리티 등 다양한 분야의 탈탄소 에너지원으로 활용 가능함
  - 4) **e-메탄올**: 재생에너지로 생산된 탄소중립 합성연료로, 저장·운송이 용이하고 기존 연료 인프라와 호환성이 높아 차세대 선박연료의 유력한 대안으로 검토되고 있음

#### ④ 글로벌 주요국의 공급망 전략을 반영한 산업·물류 클러스터 재정립 필요

- 미국 IRA<sup>5)</sup>, EU CRMA<sup>6)</sup>·CBAM<sup>7)</sup>, 아시아 항만도시 발전 모델에 대응하기 위해, 새만금은 청정에너지 기반 제조·물류·산업을 결합한 융복합 산업지대를 조성해야 함
- ‘청정에너지 접근성’과 ‘탄소 투명성’이 글로벌 공급망의 재편 방향이므로 새만금은 국제 기준을 충족하는 산업·물류 클러스터 구조를 설계·대응할 필요가 있음

#### ⑤ 디지털 MRV·탄소정보 관리 기반의 ‘공급망 투명성’ 확보 필요

- 탄소배출 측정·보고·검증(MRV)이 제품 단위까지 요구되는 만큼 새만금은 데이터 기반 MRV 시스템과 디지털 트윈 기반 통합운영 체계가 필수적임
- 공급망 전 과정의 탄소데이터 공개를 의무화하는 추세에 따라 새만금은 국제 기준을 충족하는 탄소정보 관리 플랫폼을 구축하여 경쟁력을 확보할 수 있음

#### ⑥ 새만금항 신항 개항 초기(2027~2030) 경쟁력 확보 전략 필요

- 탈탄소 에너지 기반 앵커산업, 그린연료 벙커링, 냉열 기반 콜드체인 산업 등 초기 수요를 창출할 수 있는 핵심 프로젝트 발굴 선정이 필요함
- 개항 시점까지 배후산단 조성 및 기업 입주가 어려운 만큼 새만금항 신항 일대를 세계 유일 에너지·물류 융합 실증단지 조성하는 전략적 접근을 검토할 수 있음

---

5) 인플레이션감축법(IRA)는 미국 정부가 청정에너지, 전기차, 배터리, 수소, 탄소포집·저장 등 다양한 분야에 세액공제와 보조금을 제공하며 청정에너지 산업의 내재화와 공급망 재편을 목표로 하는 법안으로, 트럼프 정부 출범 이후 일부 보조금 집행과 세계 인센티브 운영이 조정·축소될 가능성이 있음

6) 전략원자재법(Critical Raw Materials Act, CRMA)은 배터리·반도체·수소 등 핵심산업에 필요한 전략광물의 안정적 공급망을 확보하기 위해 채굴·가공·재활용 역량을 EU 내부에 구축하는 것을 지정한 법안임

7) 탄소국경조정제도(CBAM)는 EU가 도입한 제도로, 고탄소 제품에 대해 수입국에서 발생한 탄소배출량을 가격에 반영하여 역외 생산에도 탈탄소 압력을 가하는 규제 방식임



## 2. 청정에너지 기술 전환과 산업 적용 현황

### 가. 글로벌 청정에너지 기술 전환 동향

#### ■ 재생에너지 기반 전력 전환 가속화

- 전 세계 에너지 전환의 중심축은 화석연료 발전에서 태양광·풍력 등 재생에너지 중심의 전력 체계로 이동하고 있음(IEA, 2021)
- 주요국은 2050년 탄소중립 목표 달성을 위해 전력 부문을 최우선 감축 대상으로 설정하고, 태양광·풍력 설비 확대, 송배전망 보강, 분산형 전원 확대 등 다양한 정책을 병행하고 있음(IRENA, 2022)
- 태양광과 풍력의 발전단가는 많은 지역에서 화석연료 발전과 동등하거나 낮은 수준으로 하락하여, 재생에너지 중심 전환을 강화하는 요인이 되고 있음(IEA, 2021)
- 이러한 흐름은 산업·수송·건물 부문의 전기화와 결합하여, “전력의 탈탄소화”를 넘어 “사용부문의 전기화”로 확장되면서 청정에너지 기반 경제로의 구조적 전환을 가속화하고 있음(IRENA, 2022)

#### ■ 그린수소·그린암모니아·e-연료(PtX) 등 차세대 청정연료 기술 발전

- 해운·항공·철강·시멘트 등 전력만으로 감축이 어려운 산업 부문을 대상으로, 그린수소·그린암모니아·e-메탄올·e-케로신<sup>8)</sup> 등 파워투엑스(Power-to-X, PtX)<sup>9)</sup> 기반 차세대 연료 기술이 주요 대안으로 부상하고 있음(IEA, 2021)<sup>10)</sup>
- 재생에너지 전력을 활용한 수전해로 생산된 그린수소는 연료전지, 산업 열원, 모빌리티

8) e-케로신은 재생전력 기반 수소와 포집 CO<sub>2</sub>를 합성해 만든 탄소중립 항공연료로 기존 항공기·공항 인프라와 호환성이 높아 차세대 항공연료로 검토되고 있음

9) Power-to-X(PtX)는 재생에너지 기반 전기를 수소, 암모니아, e-연료 등 다양한 형태의 에너지로 변환하는 기술로, 탄소중립을 위한 핵심 기술로 부상하고 있음

10) 탄소 감축이 특히 어려운 산업 부문(hard-to-abate)에는 철강, 시멘트, 화학, 정유, 해운, 항공 등이 있으며, 이들 산업은 에너지 사용량이 크고 공정 중에 CO<sub>2</sub>가 발생하기 때문에 단순히 전력으로 전환하는 것만으로는 충분한 탄소 감축이 어려워, 수소, 암모니아, e-연료(PtX)와 같은 새로운 청정연료가 요구됨

연료로 활용될 뿐 아니라, 질소와 결합해 그린암모니아로 포집된 CO<sub>2</sub>와 결합해 e-연료로 전환되며 장거리 운송·저장·연료공급에 적합한 형태로 확장되고 있음(IRENA, 2022)

- 국제해운·항공 분야에서는 암모니아·e-메탄올·e-케로신 등 합성연료를 차세대 선박·항공 연료로 채택하려는 실증·투자 사례가 증가하고 있으며, 이와 관련된 엔진·연료공급·안전기준 기술도 고도화되고 있음(DNV, 2023)

## ■ 수전해·PtX·ESS 등 핵심 에너지 기술 혁신

- 청정에너지 전환의 확산을 위해서 재생에너지의 간헐성을 보완하고, 잉여 전력을 수소·암모니아·e-연료 등 분자연료로 전환하는 기술 혁신이 필수적임(IEA, 2021)
- 알카라인(AEL)<sup>11)</sup>, 고분자전해질막(PEM)<sup>12)</sup>, 고체산화물(SOEC)<sup>13)</sup> 등 수전해 시스템의 효율 향상과 설비 단가 하락, 재생에너지-수전해 연계 운영 기술, CO<sub>2</sub> 포집·이용(CCU) 기술과 결합한 PtX 공정 개발이 이루어짐(IRENA, 2022)
- 재생에너지의 변동성을 보완하기 위한 배터리 에너지저장시스템<sup>14)</sup>, 장주기 저장기술<sup>15)</sup>, 수소 저장·운송 기술 등이 병행 발전하면서 전력망·연료망·가스망이 연계되는 복합 에너지 시스템으로 진화하고 있음(IPCC, 2023)
- 이러한 기술 혁신은 발전원 전환을 넘어 국가·지역 단위의 에너지 시스템 설계 방식을 근본적으로 재구성하는 계기가 되고 있으며, 청정에너지 기반 산업·물류·도시 구조 전환을 가능하게 하는 핵심 기반 기술로 평가됨(IEA, 2021)

- 
- 11) 알카라인 수전해(AEL, Alkaline Electrolysis)는 알칼리성 전해질을 사용하는 전통적 수전해 방식으로 기술 성숙도가 높고 설비 비용이 낮은 것이 특징임
- 12) 고분자전해질막 수전해(PEM, Proton Exchange Membrane Electrolysis)는 고분자막을 활용해 높은 전류밀도와 빠른 응답성을 제공하며, 재생에너지와 연계한 변동운전에 적합한 방식임
- 13) 고체산화물 수전해(SOEC, Solid Oxide Electrolysis Cell)는 고온에서 작동해 전기와 열을 활용할 수 있어 에너지 효율이 높으나 상용화 수준은 초기 단계임
- 14) ESS(배터리 에너지저장시스템)는 전력망의 잉여 전력을 저장했다가 수요가 높은 시점에 방출하여 재생에너지 변동성을 보완하고 전력망 안정성을 높이는 기술임
- 15) 장주기 저장 기술(Long-duration storage)은 수일에서 수주까지 에너지를 저장할 수 있는 기술로 철·공기·리튬 배터리, 압축공기 저장(CAES), 수소 저장 등을 포함하며, 재생에너지의 간헐성을 해결하는 대규모 에너지 인프라 구축에 필요한 기술임

## ■ 주요 국가의 청정에너지 산업 육성 정책

- 주요 국가는 청정에너지 전환을 단순 환경정책이 아니라 미래 전략산업과 공급망 주도권을 결정하는 산업정책으로 인식하고 있음(IEA, 2021)
- 미국은 인플레이션감축법을 통해 재생에너지, 배터리, 전기차, 수소, 탄소포집·저장 등 청정에너지 분야에 대규모 세액공제와 보조를 제공하며, 자국 및 우방국 중심의 공급망 재편을 병행하고 있음
- 미국은 IRA를 기반으로 북미 중심의 에너지·제조 공급망을 재편하여 중국 의존도를 줄이고, 동맹국 연계를 강화하는 ‘탈중국화’ 전략을 추진하고 있음
- EU는 그린딜<sup>16)</sup>, Fit for 55<sup>17)</sup>, 넷제로 산업법<sup>18)</sup>, 전략원자재법(Critical Raw Materials Act, CRMA) 등을 통해 재생에너지·수소·배터리·전략광물 산업을 유럽 내부에 유치하고, 탄소국경조정제(CBAM)을 통해 역외 생산에도 탈탄소 압력을 가하고 있음(European Commission, 2023)
- EU는 기후규범을 글로벌 표준으로 확산시켜 역내 산업 보호와 ‘규제 기반의 공급망 주도권 확보’를 노리는 전략을 취하고 있음
- 중국과 일본은 수소·암모니아, 재생에너지, 전기차·배터리, 초고압 송전망(HVDC) 등 분야에서 장기 로드맵과 보조정책을 결합하여 자국 기업의 글로벌 경쟁력 강화와 기술표준 선점을 추진하고 있음(IRENA, 2022)
- 중국은 제조·설비·원자재 중심의 전주기 공급망 장악에 집중하고 일본은 수소·암모니아 기술·인프라 분야에서 국제표준 주도권 확보를 목표로 하고 있음
- 이러한 정책 경쟁은 향후 청정에너지 가치사슬을 둘러싼 국제 경쟁과 협력 구도를 결정짓는 핵심 변수로 작용할 것으로 판단됨(IEA, 2021)

16) 유럽연합 그린딜(EU Green Deal)은 2050년 탄소중립 달성을 목표로 에너지·산업·교통·도시 전환을 종합적으로 추진하는 EU의 최상위 기후·산업 전략임

17) Fit for 55 패키지는 2030년까지 EU 전체 온실가스 배출을 1990년 대비 55% 감축하기 위해 에너지, 교통, 건물, 산업 전 분야의 규제와 시장제도를 개편하는 입법 패키지임

18) 넷제로 산업법(Net-Zero Industry Act, NZIA)은 수소, 태양광, 배터리, CCUS 등 청정에너지 기술의 EU 역내 생산능력을 확대하고 공급망 자립도를 높이기 위한 산업육성 법안임

- 특히 청정에너지 공급망은 국가안보·산업경쟁력·지정학이 결합된 영역으로, 주요국의 전략 선택이 글로벌 시장 구조를 재편하는 결정적 요인이 되고 있음

## 나. 해운·항만 부문의 청정연료 전환 기술 발전

### ■ 차세대 선박연료의 기술 성숙도

- 차세대 선박연료는 저탄소 해운을 실현하기 위한 핵심 기술로 자리잡고 있으며, 주요 기술의 성숙도는 다음과 같이 평가됨(IMO, 2023)
- (암모니아) 그린수소와 질소를 결합하여 제조된 탄소중립 연료로 해운 업계에서 빠르게 채택되고 있음
- 암모니아 연료의 상용화 가능성은 기술 성숙도가 높은 편으로 연료전지·엔진 등 관련 시스템 개발이 진행 중이며, IMO의 Net-Zero 목표와 2030·2040 중간 감축목표에 맞춰 단계적으로 도입될 것으로 예상됨(IMO, 2023)
- (수소) 저탄소 해운 연료 중 하나로 저온 저장과 배터리 연료전지 기반 사용에는 기술적 한계가 있으며, 중장거리 해운에서 상용화 단계에 미치지 못하고 있음
- 수소 저장과 운송 기술의 상용화가 관건이며, 해상 수소 연료 공급망 구축이 필수적임(IEA, 2021)
- (e-메탄올) 재생전력 기반 수소와 CO<sub>2</sub>를 결합하여 생성된 e-메탄올은 기존 선박 인프라와 호환이 가능하여, 선박 연료의 주요 대안으로 실증·투자되고 있음
- 메탄올 엔진을 그대로 사용할 수 있어 빠른 도입이 가능하며, 환경부하 감소가 큰 장점으로 평가됨(IRENA, 2022)
- (LNG) 세계적으로 많이 사용되는 저탄소 대체 연료로 그린암모니아·수소·e-연료 등 다른 청정연료로 전환을 위한 중간 연료로써 사용될 수 있음
- LNG는 화석연료 기반으로 CO<sub>2</sub> 배출과 메탄 누출 문제가 있어 단기적 저탄소 대체 연료로 의미가 있으며, 2050 탄소중립 전환기 연료로 평가됨(IEA, 2021)

## ■ 글로벌 해운사의 탈탄소 연료 도입 전략

- Maersk, CMA CGM, NYK 등 글로벌 해운사들은 탈탄소 연료 도입을 미래 경쟁력 확보의 핵심으로 인식하고, 대규모 투자를 시작함(IMO, 2023)
- (Maersk) e-메탄올을 차세대 연료로 채택하고 2030년까지 탄소배출 60% 감축 목표를 설정하며, e-메탄올 추진 선박 발주와 글로벌 연료 공급망 구축을 병행하고 있음
- Maersk는 기술 개발 및 실증 협력을 확대하며, 해양 연료 공급망 구축을 추진하고 있음(IMO, 2023)
- (CMA CGM) 암모니아와 LNG를 포함한 다양한 저탄소 연료 실증에 투자하고 있으며, 2023년부터 그린암모니아 기반 선박 운항 실험을 진행하고 있음(IRENA, 2022)
- (NYK Line) 수소와 암모니아 혼합 연료를 사용하는 실험을 진행 중이며, IMO의 중간 감축 목표에 맞춘 연료 혁신을 지속하고 있음(IMO, 2023)
- (HMM) HMM은 2050 Net-Zero 전략을 수립하고, 메탄올·LNG·암모니아 등 다중 청정연료 기반 선박 도입을 추진함
- 2030년까지 친환경 선박 30척 이상 확보 및 암모니아 추진선 개발 협력을 통해 탈탄소 전환 로드맵을 가속화하고 있음
- 해운사들은 공동 기술개발 및 연료 공급망 구축을 통해 탈탄소화 목표를 실현하고 있으며, 해운산업의 지속가능한 발전 방향을 결정하는 요소가 될 것임(IMO, 2023)

## ■ 항만 병커링 인프라 및 청정연료 공급 체계 구축 현황

- 항만은 청정연료 병커링 인프라를 구축하여 해운산업의 탈탄소화를 지원하는 핵심 거점으로 기능하고 있음(IMO, 2023)
- 유럽·북미·아시아의 주요 항만들은 암모니아, 수소, e-메탄올 등 차세대 연료 기반 병커링 시설을 단계적으로 도입하고 있으며, LNG 병커링 시스템도 지속적으로 확장되고 있음(IRENA, 2022)

- 싱가포르와 로테르담은 암모니아 병커링 시스템 개발과 수소 연료 공급망 구축을 위한 글로벌 협력을 선도적으로 추진하며 국제 병커링 표준 정립에 참여하고 있음(Global Maritime Forum, 2023)
- 대한민국도 LNG 및 수소 병커링 인프라 확충에 속도를 내고 있으며, 새만금과 같은 신규 항만은 그린암모니아와 e-메탄올 등 무탄소·저탄소 연료 기반의 차세대 청정연료 공급 허브로 성장할 잠재력이 있음(해양수산부, 2023)
- 주요 항만들은 글로벌 규제 준수와 효율적 에너지 공급을 목표로 청정연료 병커링 체계를 구축하며, 해운 탈탄소화 전환을 뒷받침하고 있음(IMO, 2023)

### ■ 항만 운영의 전기화·자동화·에너지 효율화 기술

- 항만의 전기화·자동화 기술은 에너지 효율화와 탄소배출 감축을 달성하는 핵심 수단으로 글로벌 항만 운영의 표준으로 자리 잡고 있음(IMO, 2023)
- (전기화) 항만 내 전기 트랙터, 전기 지게차, 전기선박 등 무탄소·저탄소 장비 도입이 확산되면서 하역·운송 과정에서 발생하는 직접배출이 감소하고 있음(IRENA, 2022)
- (자동화) 자율운항 선박, 스마트 크레인, 자동화 하역 시스템 등 지능형 장비는 운영 효율을 향상시키고, 하역·물류 과정의 에너지 사용을 최적화하여 연료 절감 효과를 극대화하고 있음(Global Maritime Forum, 2023)
- (에너지 효율화) 디지털 트윈·IoT 기반 스마트 항만 운영기술은 실시간 에너지 사용 분석과 탄소배출 모니터링을 가능하게 하며, 태양광·풍력 등 재생에너지를 항만 운영에 통합하여 친환경 항만 구축을 가속화하고 있음(IEA, 2021)

### ■ 새만금이 취해야 할 전략적 대응

- 새만금은 그린암모니아·수소 기반 청정연료 병커링 시스템과 항만 자동화 기술을 적극적으로 도입하여, 친환경 해운 허브로 성장할 수 있음
- 다중 연료 기반 청정에너지 허브로서 새만금항 신항은 전 세계 해운사의 탈탄소 연료 도입에 중요한 역할을 할 수 있으며, 해운산업의 탈탄소화에 이바지할 수 있음

## 다. 산업단지의 에너지 전환과 적용 사례

### ■ RE100·CFE 기반 산업 전력 전환 확대

- RE100(100% 재생에너지)과 CFE(Carbon Free Energy) 기반 전력 전환은 글로벌 산업단지의 에너지 구조를 재편하는 핵심 전략으로 자리잡고 있음(IEA, 2021)
- RE100은 전 세계 기업들이 자발적으로 재생에너지 기반 전력만을 사용하겠다는 목표를 설정한 글로벌 이니셔티브로 공급망 전반에서 재생에너지 전환을 가속화하며 산업단지 내 전력 인프라의 탈탄소화를 촉진하고 있음(Climate Group & CDP, 2022)
- CFE는 수소, 암모니아, 바이오가스 등 청정연료 기반 전력을 공급해 화석연료를 대체하는 시스템으로, 산업단지의 전력 사용과 온실가스 배출을 줄일 수 있는 핵심 수단으로 평가됨(IRENA, 2022)
- 새만금은 RE100 목표에 부합하는 산업단지 조성을 위해 태양광·풍력·수소를 연계한 청정에너지 전력공급망을 구축할 수 있는 강점을 보유하고 있으며, 장기적으로 에너지 자립형 산업단지로 발전할 잠재력이 큼

### ■ CCUS 기술의 산업 적용 확대

- CCUS(Carbon Capture, Utilization, and Storage)는 공정에서 발생하는 CO<sub>2</sub>를 포집하여 저장하거나 다양한 산업적 용도로 활용하는 기술로 화석연료 기반 산업의 탈탄소화를 위해 필수적인 기술임(IPCC, 2023)
- 포집된 CO<sub>2</sub>는 석유·가스 회수(EOR), 건축 자재 생산, 화학 제품 원료 등으로 활용될 수 있으며, CCUS는 산업 활동을 유지하면서도 온실가스 배출을 최소화할 수 있는 대표적인 감축 수단으로 인정받고 있음(IEA, 2021)

- 새만금은 CCUS 기술을 산업단지 구조에 통합하여 탄소배출을 감소시키고, 기후위기 대응과 탄소중립 산업 생태계 구축을 선도할 수 있는 기술적 기반을 마련할 수 있음

#### ■ 스마트그리드·마이크로그리드 기반 에너지 자립형 산업 구축

- 스마트그리드와 마이크로그리드는 에너지 관리와 효율성 증대를 위해 정보통신기술을 활용하는 지능형 에너지 시스템으로 산업단지의 에너지 전환을 촉진하는 핵심 인프라로 부상하고 있음(IEA, 2021)
- 스마트그리드는 전력망의 효율성을 높이고 수요반응과 재생에너지 통합을 용이하게 하여 산업단지 내 전력 흐름을 실시간으로 최적화하는 기능을 수행함(IRENA, 2022)
- 마이크로그리드는 산업단지 내부에서 전력을 직접 생산·소비·저장할 수 있는 독립형 전력 시스템으로 태양광·풍력·수소 기반 발전 시스템과 결합하면 산업단지의 에너지 자립률을 높일 수 있음(IPCC, 2023)

#### ■ 수소·암모니아 기반 발전·열원·모빌리티 적용 사례

- 수소와 암모니아는 대표적인 무탄소·저탄소 연료로서 산업·발전·모빌리티 부문에서 활용이 확대되고 있으며, 탄소중립 시대의 핵심 에너지원으로 부상하고 있음(IEA, 2021)
- 수소 기반 발전은 석탄·가스를 대체할 수 있는 청정 발전 옵션으로, 영국·독일·일본 등에서 수소 전소 및 혼소 발전소가 실증 운영 중임
- 수소 연료전지는 산업·물류·모빌리티 분야에서 상용화가 확대되는 등 산업용 열원으로 활용 가능성을 긍정적으로 평가하고 있음(IRENA, 2022)
- 암모니아 기반 발전은 연소 시 CO<sub>2</sub>를 배출하지 않아 주목받고 있으며, 그린암모니아 기반 연료를 활용한 발전소 설계·혼소 실증이 유럽·일본을 중심으로 진행되고 있는 등 발전·해운 연료로서 가치가 높아지고 있음(IPCC, 2023)



## ■ 탄소중립 산업지대 운영 현황

- 싱가포르, 로테르담, 요코하마 등 주요 해외 탄소중립 산업지대는 재생에너지와 청정 연료를 통합한 에너지 전환 전략을 기반으로 산업·항만 운영의 효율화와 탄소 배출 감축을 달성하고 있음(Global Maritime Forum, 2023)
- 싱가포르는 항만에 수소 연료 공급망을 구축하고 디지털 트윈 기반 에너지 관리·배출 모니터링 시스템을 실시간 운영함으로써 스마트 항만의 대표 모델로 평가되고 있음(IRENA, 2022)
- 로테르담은 수소·암모니아·바이오가스 기반 복합 에너지 시스템과 CCS 인프라를 통합하여 유럽 최대의 탄소중립 항만·산단 모델을 구축하고 있으며, 청정연료 벙커링 및 대규모 수소 파이프라인 네트워크 확충을 선도하고 있음(IEA, 2021)
- 요코하마는 스마트 항만 체계를 기반으로 수소 물류 시스템과 그린암모니아 벙커링 인프라를 도입하며 항만·산단 탈탄소화 전략 거점으로 기능하고 있음(IPCC, 2023)
- 대한민국은 울산·부산·여수광양을 중심으로 수소·암모니아 기반 발전 및 벙커링 인프라 구축을 추진하고 있음
- 울산 북항은 암모니아·수소 혼소 발전 실증과 수소 대량 저장·운송 인프라 구축, 부산항은 스마트항만 및 수소 연료 공급 체계 실증 등 탄소중립 항만·산단 전환을 위한 전략적 시범지구로 검토되고 있음(해양수산부, 2023)

## ■ 산업단지 에너지전환 시대, 새만금의 전략적 대응 방향

- 새만금은 수소·암모니아 기반 청정연료 벙커링 시스템과 스마트그리드·마이크로그리드 시스템을 통합하여, 친환경 해운 허브로 성장할 수 있음
- 다중 연료를 활용한 청정 에너지 허브로서 새만금항 신항은 전 세계 해운사의 탈탄소 연료 도입에 중요한 역할을 하며, 해운산업 탈탄소화에 기여할 수 있음
- 글로벌 공급망 전환에 맞춰 새만금은 탄소중립 물류·에너지 복합 클러스터로서 경제적 경쟁력과 환경적 지속 가능성을 달성할 수 있는 전략적 기회를 확보할 수 있음

## 라. 청정에너지 기반 물류·산업 전환 현황

### ■ 산업·물류 부문의 에너지 수요 구조 변화

- 산업·물류 부문은 청정에너지 전환의 핵심으로 떠오르고 있으며, 전통적인 화석연료 기반 시스템에서 재생에너지와 저탄소 연료 중심으로 전환되고 있음(IEA, 2021)
- 산업 부문에서는 고온 공정 및 대규모 에너지 소비가 중요한 문제로 수소와 암모니아 기반 연료가 산업용 열원과 전력으로 사용되고 있으며, e-연료(PtX)와 같은 차세대 연료 기술이 산업 부문에 적용되고 있음(IRENA, 2022)
- 물류 부문에서는 전기화와 연료전지 기술을 활용한 전기차와 수소모빌리티가 확대되고 있으며, LNG, 암모니아, 수소 등의 저탄소 연료를 기반으로 트럭, 선박, 항공기 등 다양한 운송 수단의 에너지 전환이 진행되고 있음(IMO, 2023)

### ■ 그린암모니아 기반 에너지 활용 기술 발전

- 그린암모니아는 재생전력 기반 수소와 질소를 합성하여 만든 탄소중립 연료로 다양한 산업·발전·모빌리티 부문에서 활용되고 있음(IRENA, 2022)
- (발전) 그린암모니아는 석탄·가스를 대체할 수 있는 청정 발전 연료로 주목받고 있으며, 유럽·일본·미국 등에서 실증 프로젝트가 진행되고 있음

- 암모니아 혼소 발전은 기존 발전소 인프라를 활용하면서도 탄소배출을 제로로 만드는 중요한 기술로 각광받고 있음(IEA, 2021)
- **(산업용 열원)** 암모니아는 고온 공정에서 활용 가능한 산업용 열원으로도 유망하며, 산업 생산의 탄소중립 전환에 중요한 역할을 하고 있음(IRENA, 2022)
- **(모빌리티)** 선박, 트럭, 항공기 등 모빌리티 부문에서도 암모니아 연료 실증이 진행되고 있으며, 저탄소 해운 연료 도입이 가속화되고 있음(IPCC, 2023)

### ■ 수소 기반 물류장비·산업공정 적용 사례

- 수소는 탄소중립 연료로 산업·물류·모빌리티 분야에서 사용되고 있으며, 특히 연료전지와 수소모빌리티를 통해 저탄소 물류 시스템을 실현할 수 있음(IRENA, 2022)
- 수소 연료전지는 산업용 열원과 모빌리티 연료로 적용되고 있으며, 특히 트럭, 기차, 선박 등 운송 수단의 탈탄소화에 기여하고 있음(IEA, 2021)
- 수소 기반 모빌리티는 자동차, 트럭, 열차와 같은 수소 연료 사용 차량이 산업단지와 항만을 중심으로 확산되고 있으며, 수소 충전 인프라의 구축도 이루어지고 있음(IPCC, 2023)
- 산업공정에서 수소 기반 열원과 수소 연료전지가 전력 공급 및 산업용 열원으로 도입되고 있으며, 고온공정에서 탄소배출 제로화 기술로 주목받고 있음(IRENA, 2022)

### ■ 새만금의 청정에너지 허브 성장 가능성

- 새만금은 수소, 암모니아 기반 청정연료 벙커링 시스템과 스마트그리드·마이크로그리드 시스템을 통합하여 친환경 해운 허브로 발전할 수 있음
- 다중 연료를 활용한 청정에너지 허브로서 새만금항 신항은 전 세계 해운사의 탈탄소 연료 도입에 중요한 역할을 하며, 해운산업 탈탄소화에 기여할 수 있음
- 글로벌 공급망 전환에 맞춰 새만금은 탄소중립 물류·에너지 복합 클러스터로서 경제적 경쟁력과 환경적 지속 가능성을 달성할 수 있음

- 새만금은 글로벌 청정에너지-물류 허브로 도약할 수 있는 기술적 기반과 전략적 잠재력을 갖추고 있음

## 마. 디지털 기반 에너지 운영기술의 확산

### ■ MRV 체계의 디지털화

- MRV 시스템(Measurement, Reporting, and Verification, 측정·보고·검증)은 온실가스 배출량을 측정하고, 배출 보고 및 검증을 통해 배출 저감 노력의 투명성 확보를 위한 핵심 기술임(IPCC, 2023)
- 디지털화된 MRV 체계는 실시간 데이터 수집, 클라우드 기반 데이터 관리, 자동화된 분석을 통해 배출 정보를 정확하고 효율적인 관리, 검증을 지원함(IEA, 2021)
- 블록체인 기술을 활용하여 탄소배출 정보의 투명성과 불변성을 강화하고, 데이터 공유와 검증 프로세스의 신뢰성을 높이는 데 기여하고 있음(IPCC, 2023)

### ■ 디지털 트윈 기반 에너지·물류 통합관리 기술

- 디지털 트윈은 물리적 시스템을 가상 모델로 구현하여 실시간 데이터를 기반으로 시뮬레이션과 예측 분석을 수행하는 기술로 에너지·물류 시스템의 효율성 극대화에 중요한 역할을 하고 있음(IEA, 2021)
- 디지털 트윈 기반 에너지 관리는 산업단지와 항만의 에너지 흐름을 실시간 모니터링하고 운영 효율성을 개선하는 주요 도구로 활용되며, 에너지 사용 최적화와 안정적 공급 체계를 지원함(IPCC, 2023)
- 디지털 트윈 기반 물류 통합관리는 실시간 위치 추적, 에너지 소비 분석, 운송 최적화를 통해 비용 절감, 탄소배출 저감을 실현하는 핵심 기술로 평가됨(IRENA, 2022)

## ■ AI·IoT 기반 에너지 최적화 및 수요관리 기술

- AI와 IoT 기술은 에너지 최적화와 수요관리에 핵심적인 역할을 하며, 산업단지와 물류 시스템에서 효율적 에너지 관리와 실시간 수요 반응을 가능하게 함(IEA, 2021)
- AI 기반 에너지 최적화는 실시간 데이터 분석을 통해 에너지 수요와 공급을 조정하고, 예측 모델링을 활용하여 에너지 소비 패턴 분석·최적화를 수행함(IPCC, 2023)
- IoT 기술은 스마트 센서와 기기 연결을 통해 산업단지와 물류 부문의 에너지 흐름을 실시간 모니터링·제어할 수 있는 기능을 제공하여, 에너지 효율화와 탄소배출 저감에 기여함(IRENA, 2022)

## ■ 에너지-산업-물류 데이터 통합 플랫폼 기술

- 에너지·산업·물류 데이터 통합 플랫폼은 산업, 물류, 에너지 시스템의 데이터를 실시간으로 수집·분석·공유하여 에너지 관리와 물류 최적화를 실현하는 핵심 기술로 인식되고 있음(IEA, 2021)
- 데이터 통합 플랫폼은 산업단지 내 에너지 사용량과 물류 흐름을 연계하여 종합적 에너지 관리와 효율적 자원 배분을 가능하게 하며, 산업·물류 운영의 탄소배출 저감을 지원함(IPCC, 2023)
- 클라우드 기반 데이터 플랫폼은 산업과 물류 시스템을 실시간 연결하여 에너지 흐름 최적화, 탄소배출 관리 효율화, 운영 자동화 등을 실현할 수 있도록 지원할 수 있는 스마트 산업단지 구축의 핵심 디지털 인프라로 기능함(IRENA, 2022)

## ■ 새만금의 청정에너지 전환 전략

- 새만금은 디지털 기반 에너지 운영 기술을 도입함으로써 스마트 산업단지와 청정에너지 물류 클러스터를 구축하고, 국가 탄소중립 달성의 핵심 거점으로 도약할 수 있는 잠재력이 있음

- 디지털 트윈, AI·IoT 기반 에너지 관리, MRV 시스템을 결합해 자원 관리 효율성과 온실가스 배출 모니터링 체계를 강화할 수 있으며, 이를 통해 산업단지와 물류 시스템의 에너지 효율화를 실현할 수 있음

## 바. 새만금에 적용 가능한 청정에너지 기술 전환 모델 검토

### ■ 새만금 입지·산업구조에 적합한 청정에너지 기술 조합

- 새만금은 광활한 간척지, 산업용지, 항만 배후지와 대규모 태양광·풍력 등 재생에너지 공급 기반을 갖춘 독특한 입지 강점을 가진 지역임
- 태양광·풍력·ESS 등 전력계통 기반 청정에너지와 수소·암모니아·e-연료 등 분자연료 기반 청정энер지를 결합한 하이브리드 에너지 체계를 구축할 수 있음
- 산업단지의 전력 수요, 항만의 청정연료 수요, 물류·저온·식품 클러스터의 열·냉열 에너지 수요 수요를 통합적으로 고려할 때, 재생에너지-수전해-그린수소-그린암모니아-e-연료의 연계형 에너지 체계와 새만금 산업단지를 결합할 수 있음

### ■ 수소·암모니아·e-연료 기반 항만-산단 에너지 허브 구축 가능성

- 새만금항 신항과 배후산단은 수소·암모니아·e-메탄올 등 차세대 연료의 병커링·저장·전환 인프라를 단계적으로 구축할 수 있는 입지적·공간적 여건을 갖추고 있음
- 그린암모니아 기반 발전·열에너지 시스템·모빌리티 시스템과 항만의 청정연료 병커링 시설을 결합할 경우, 새만금은 청정연료 중심의 항만-산단 에너지 허브로 성장할 수 있는 잠재력이 있음
- 글로벌 해운사의 e-연료 전환 속도가 가속화되는 가운데, 새만금은 동북아 청정연료 공급 및 저탄소 물류의 핵심 거점으로 부상할 수 있는 전략적 기회를 확보할 수 있음

## ■ 항만-산단-도시 간 에너지 순환 구조 설계 필요성

- 새만금 전역의 산업·물류·도시 기능을 연계하기 위해서는 청정연료 인프라를 개별적으로 구축하는 수준을 넘어, 항만-산단-도시를 에너지 순환 구조(Energy Coupling System)로 설계하는 접근이 필요함
- 항만의 연료 공급 수요, 산단의 전력·열원 수요, 수변도시의 전기·난방 수요를 관리하는 체계 구축이 요구되며, 디지털 트윈 기반 통합 에너지·물류 운영센터가 필수적임
- 이러한 구조 설계는 전력·수소·암모니아·열·냉열·데이터가 단일 순환체계로 운영되는 ‘통합 커플링 시티 모델’ 구축의 핵심 기반이 됨

## ■ 새만금 현실을 고려한 실증 중심 초기 도입 전략 검토

- 새만금항 신항 1-1단계 개항과 산업용지 조성·기업 실입주 간의 시간차를 고려하면 단기간 내 대규모 수요 산업 유치는 현실적으로 어려우므로, 초기 단계에는 국가 주도 실증단지 조성이 효과적이고 현실적인 전략으로 판단됨
- (청정연료 실증 및 디지털 기반 에너지·물류 통합 시스템 구축) 그린암모니아·수소·e-연료 벙커링 파일럿 구축, MRV·디지털 트윈 기반 에너지·물류 실증센터 운영, 소규모 혼소·전소 실증플랜트 구축
- (통합 에너지 순환 시스템 구축 및 탈탄소 모빌리티 확산) 항만-산단-도시 통합 에너지 순환 시스템 구축, 수소트럭·연료전지 장비 등 모빌리티 실증 확대, 산업용 열원·발전 실증 클러스터 조성
- (동북아 청정에너지 허브 확장 및 청정산업 클러스터 조성) 동북아 대표 청정연료 허브로 확장, 민간 투자 유치 본격화, 대규모 청정산업 클러스터와 신산업단지 조성
- 이러한 단계형 접근은 ① 입주 이전 실증, ② 실증 기반 산업화, ③ 산업화 기반 공급망 구축이라는 확장 구조를 통해, 새만금이 글로벌 청정에너지·물류 허브로 도약하는 현실적인 방향으로 판단됨

---

### 3. 국내 산업·물류·에너지 정책 변화

---

#### 가. 이재명 정부의 국정과제와 정책 방향

##### ■ RE100 산업단지 및 재생에너지 허브 육성

- 이재명 정부의 국정과제 39, 재생에너지 중심 에너지 대전환은 재생에너지 보급 확대, 인허가 체계 혁신, 해상풍력·태양광 집적단지 구축을 핵심 방향으로 제시하고 있으며, 재생에너지 기반 전력체계 전환을 추진함(국정기획위원회, 2025)
- 국정과제 39에서 제시한 재생에너지가 풍부한 지역의 지산지소형 RE100 산업단지 조성은 새만금이 보유한 대규모 태양광·풍력 자원을 활용해 국가 대표 RE100 실현형 산업단지로 발전할 수 있는 정책적 근거를 제공함
- 국정과제 51, 2차 공공기관 이전 등 균형성장 거점 육성에서는 새만금 재생에너지 허브 육성을 명시하며, 새만금을 청정에너지 중심 지역 성장 전략의 핵심 거점으로 설정하고 있음(국정기획위원회, 2025)
- 정부는 2.7GW 수상태양광·풍력의 조기 가동, 송배전 인프라의 적기 확충, 배후 에너지 연계형 산업입지 조성 등을 추진하고 있으며, 새만금이 국가 차원의 재생에너지·산업·물류 통합 성장축으로 자리매김할 수 있는 기반을 마련함

##### ■ 에너지 대전환 및 에너지고속도로 구축

- 국정과제 38, 경제성장 대동맥, 에너지고속도로 구축은 전력 계통의 구조 전환으로 서해안권의 재생에너지 집적지와 연계한 서해안 HVDC 전력망 구축, 한반도 U자형 첨단 전력망 확충, ESS 기반 계통 안정화 대책 등이 포함됨(국정기획위원회, 2025)
- 에너지 인프라 고도화 정책은 새만금에서 생산되는 대규모 태양광·풍력 전력을 전국 전력 계통과 연계하고, 항만·산단·도시 간 통합에너지 운영 체계 구축 기반으로써 새만금이 청정에너지 성장축으로 자리매김하는 여건을 제공함



## ■ 탄소중립·산업구조 전환 정책의 시스템 개편

- 국정과제 40, 지속가능 미래를 위한 탄소중립 실현은 2030년 및 2035년 국가온실가스감축목표 이행전략을 중심으로 다배출 산업의 공정 전환, 탄소배출권거래제 구조 개편, 국가 단위 탄소감축 로드맵 정비 등을 포함하고 있음(국정기획위원회, 2025)
- 국정과제 41, 탄소중립을 위한 경제구조 개혁은 청정공정 기술 도입, 바이오원료 전환 확대, 고배출 산업의 저탄소 공정혁신, 탄소데이터 플랫폼 구축, 공급망 탄소정보 공유체계 등을 주요 정책으로 제시함(국정기획위원회, 2025)
- 제조업·산단·물류 등 국가 산업구조 전반을 저탄소·청정에너지 기반으로 전환하는 체계를 강화하고 있음
- 이러한 정책 기조는 산업·항만·물류 기능이 집적된 새만금에서 수소·암모니아 기반 청정 에너지 전환, MRV 기반 탄소투명성 관리, 저탄소 공정혁신을 결합한 통합형 커플링 전략을 추진할 수 있는 제도적 기반을 제공함

## ■ 스마트·친환경 항만 및 글로벌 물류체계 혁신

- 국정과제 56, 북극항로 시대를 주도하는 K-해양강국 건설은 해운·항만 분야의 친환경·스마트화 전환을 목표로 함(국정기획위원회, 2025)
- LNG 및 무탄소 연료 기반 선박 확대, 컨테이너 중심 친환경 스마트항만 조성, 항만 자동화 및 디지털 인프라 고도화 등을 제시하고 있음
- IMO 2050 Net-Zero 대응을 위해 항만 내 하역·운송장비의 저탄소화, 전기·수소 기반 항만장비 보급, 친환경 선박 전환 로드맵, 무탄소 연료 병커링 인프라 구축 등을 추진하고 있음
- 해운·항만 분야의 친환경·스마트화는 해운·항만·물류 전주기의 에너지 전환을 촉진하는 국가 전략으로 작용함
- 새만금항 신항의 단계별 개발과 연계하여 스마트 자동화 항만, 저탄소 하역체계, 청정연료 병커링 기능을 갖춘 친환경 항만모델 구축이 필요하며, 새만금이 청정에너지 기반 글로벌 공급망의 핵심 거점으로 발전하는 기반을 마련함

## ■ 공급망 안보 및 핵심물자 비축체계 강화

- 국정과제 전략-4, 기후위기 대응과 지속가능한 에너지 전환은 청정에너지 전환과 국가 공급망 안정성을 핵심 정책목표로 제시함(국정기획위원회, 2025)
- 공공비축 강화를 통해 희소금속·전략광물 등 핵심 물자의 비축 일수를 확대하고 국가 차원의 공급망 리스크 대응능력을 강화하고자 함
- 2026년 완공 예정인 새만금 전용 비축기지 건설이 포함되어 있으며, 이는 희소금속·에너지전환 핵심자원·신산업 원자재 등을 저장·관리하는 국가 전략시설로서 새만금이 청정에너지 공급망 허브로 기능하게 하는 정책적 근거임
- 새만금항 신항·산업단지·청정에너지 클러스터와 연계되어 수출입·저온물류·에너지 저장 기능을 통합하는 커플링 모델 구축 근거를 제공하며, 청정에너지-산업-물류의 통합 생태계를 구축하는 데 필수적인 인프라로 평가됨

## 나. 국내 산업·물류·에너지 정책 변화

### 1) 국내 산업·물류·에너지 정책 변화 종합

#### ■ 탄소중립 및 청정에너지 전환을 위한 정책 우선순위 설정

- 이재명 정부는 2050 탄소중립과 2035 국가온실가스감축목표 상향을 전제로, 산업·수송·전력 부문의 구조적 전환을 핵심 국정과제로 제시하고 있음
- 국정과제에는 혁신산업 육성, 기후위기 대응, 에너지 전환이 통합 의제로 포함되며, 재생에너지 확대·전력부문 탈탄소화·산업공정 감축을 추진하는 방향이 제시되고 있음(국정기획위원회, 2025)
- 국가 재정·R&D·규제개혁의 우선순위가 점차 청정에너지, 탄소중립 인프라, 그린산업 생태계 조성에 집중되는 추세임

## ■ 부처 기능 통합 기반의 에너지·산업·물류 정책체계 전환

- 2025년 정부조직 개편으로 산업통상자원부가 산업통상부로 개편되고, 에너지·기후·환경 기능을 통합한 기후에너지환경부가 신설되면서, 기후·에너지 정책의 컨트롤타워가 정비되었음(행정안전부, 2025)
- 기후에너지환경부는 온실가스 감축, 재생에너지·수소·암모니아 등 청정에너지 전환, 기후적응 정책을 통합 관리함
- 산업통상부는 산업·무역·공급망 전략을 중심으로 역할을 재정립함으로써 부처 간 기능 중복을 조정하고 있음
- 이러한 개편은 에너지전환·산업정책·환경규제를 분절적으로 다루던 기존 체계를 넘어, 탄소중립을 국가 성장전략과 연계하는 통합 거버넌스 구축을 지향하는 것으로 판단됨

## ■ 산업·물류·에너지 융합형 정책 패러다임의 등장

- 국내 정책은 개별 산업 지원이나 단순 물류 인프라 확충에서 벗어나, 청정에너지 공급망, 저탄소 물류체계, 산업공정 감축을 하나의 패키지로 설계하는 방향으로 전환되고 있음
- 수소경제 이행전략, 청정수소 발전 제도, 친환경 해운연료 전환, 탄소중립형 국가산단·항만 추진 등이 상호 연계된 프로그램으로 운영되며, “에너지-산업-물류”를 통합 관리하는 정책 패러다임이 강화되고 있음
- 항만·배후산단을 연계한 에너지 허브 조성, 수소·암모니아 병커링 인프라, 스마트그린 산단 확산 정책 등은 공급망·기후·에너지 전략을 결합한 대표 사례로 판단됨

## ■ 지역 클러스터의 역할 재정의: 에너지-물류-산업의 통합 플랫폼화

- 정부는 탄소중립 그린산단, 스마트그린 국가시범산단, 수소특화단지, 친환경 항만·물류 거점 등 지역 단위 클러스터 지정을 확대하며, 지역이 에너지-산업-물류 전략을 설계·집행하도록 유도하고 있음
- 전주 탄소소재 국가산단, 대구·밀양 스마트그린산단, 울산·부산·여수광양 수소·암모니아 허브 조성 등은 디지털·에너지자립·친환경 설비를 결합한 미래형 산업단지 모델로, 탄소중립 시대의 새로운 지역 성장축으로 부상하고 있음
- 이와 같은 상황에서 새만금은 재생에너지, 수소·암모니아, 스마트항만, 농생명·식품·저온물류를 결합한 “탄소중립 에너지-물류-산업 클러스터”로 포지셔닝할 경우, 국가 정책과 정합성을 확보하면서 차별화된 지역 비전을 제시할 수 있음

## 2) 정부조직 개편과 정책 체계 변화

- 정부조직 개편은 산업·물류·에너지·기후 기능의 통합으로 새만금이 청정에너지 기반 산업·물류·도시 융합 모델을 구축하는 데 필요한 정책적 기반으로 판단됨
- 특히 청정에너지 전환·MRV·공급망 전략·저탄소 해운·스마트 인프라 정책 강화는 새만금 탄소중립 커플링 시티 전략과 일치하는 방향성을 찾을 수 있음
- 새만금은 정부정책과 정합성을 활용해 청정에너지 허브-탄소중립 항만-스마트 산업단지-특구형 도시 모델을 발전시키는 기회가 확대될 것으로 기대됨

### ① 탄소중립·청정에너지 전환의 국가 정책 우선순위화

- 2025년 이재명 정부 출범 이후 탄소중립·기후대응·청정에너지 전환이 국가경제·산업 정책의 핵심으로 인식되면서, 산업·물류·에너지 부문을 통합적으로 전환하는 정책 기조가 강화되고 있음(행정안전부, 2025)
- RE100·수소경제·암모니아 전환·e-연료 확대·저탄소 해운 등 국제 규범 변화에 대응하기 위해, 정부는 기존 산업·환경·에너지의 분절된 정책 체계를 통합·연계하는 방향으로 정책 재편을 추진하고 있음

- 정부조직 개편안은 기존 환경부의 기후·탄소 관리 기능을 에너지 전환 정책과 통합하여 국가 탄소중립 정책의 일원화를 강화함
- 탄소배출권, MRV, 탄소정보 관리, 기후위기 대응 정책이 에너지 정책과 결합하여 수소·암모니아·재생에너지 전환을 국가 단위에서 통합적으로 추진하는 기반이 마련됨

## ② 정부조직 개편과 정책 체계의 구조적 재편

- 행정안전부는 2025년 9월 7일 정부조직 개편안을 발표하며, 기후·에너지·산업·해양·물류 기능을 구조적으로 재편하는 방향을 제시함(행정안전부, 2025)
- 기후 및 탄소 관리 기능이 새로운 컨트롤타워에 통합되고, 산업·공급망·물류·스마트국토 기능의 조정과 연계가 강화되며, 국가 차원의 탄소중립·에너지전환 로드맵을 일관성 있게 관리할 수 있는 체계가 마련되고 있음

## ③ 산업·물류·에너지 기능을 통합한 新정책 패러다임 부상

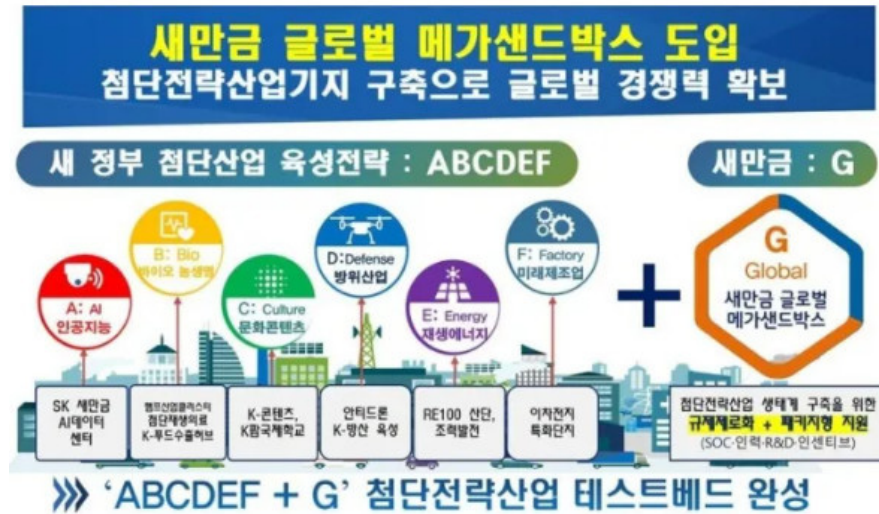
- 공급망 안정성(resilience), 청정연료 접근성, RE100 대응 능력, 탄소투명성(MRV)이 산업경쟁력의 핵심 기준으로 부상하면서 정부도 산업·물류·에너지 기능이 통합된 구조로 재편되고 있음
- 항만-산단-도시-전력-연료-데이터가 유기적으로 연결되는 ‘통합 커플링’형 정책이 강조되어, 새만금과 같은 신산업지대에 새로운 전략적 방향성을 제시하고 있음
- 산업부 기능은 공급망 안정화, 첨단산업 육성, 청정에너지 기반 산업전환 기능을 중심으로 강화되는 방향이 제시됨
- 글로벌 공급망이 가격 중심에서 탄소·청정에너지 중심으로 재편되면서, 수소·암모니아·e-연료 기반 신산업 및 RE100형 산업단지 육성을 산업전략의 핵심으로 설정함
- 해양수산부는 항만·해운·해양에너지 기능을 강화하는 방향으로 조정되며, IMO 2050 대응·청정연료 벙커링·친환경 항만 구축 등 탈탄소 해운 기능의 중심성이 확대됨

#### ④ 지역 단위 에너지-물류-산업 클러스터 전략의 중요성 강화

- 정부조직 개편 이후 지역산업·특구정책 기능이 강화되며, 지역이 에너지-물류-산업 클러스터를 구성하고 글로벌 공급망 변화에 대응하는 구조가 국가 정책의 중요한 축으로 부상함
- 초광역권 전략, 국가전략특구, 규제샌드박스 등 지역 단위 혁신정책 기능이 확대됨에 따라 전북특별자치도는 '새만금 글로벌 메가 샌드박스 특구'로 지정됨
- 탄소중립 특구·에너지특구 형태의 전략 모델이 본격적으로 가동되며, 지역이 실증-산업화-고도화 단계를 주도할 수 있는 제도적 기반이 강화됨

#### ■ 정부조직 개편이 새만금 전략에 미치는 시사점

- (청정에너지-산단-항만-도시 통합 접근의 제도적 기반 강화) 기후·에너지·산업·해양 기능의 재정비는 새만금이 추진하는 '커플링 시티 모델'을 제도적으로 뒷받침하는 정책 근거로 활용할 수 있음
- (청정연료 항만·RE100 산업단지 조성의 정책 정합성 확보) 정부의 수소·암모니아·e-연료 기반 전환 전략과 RE100형 산업전략이 강화되면서 새만금의 청정연료·청정산업 클러스터 구상이 국가정책과 일치함
- (디지털 기반 MRV·스마트 운영 체계 구축 필요) 탄소데이터·MRV 기능 강화 정책은 새만금이 디지털 트윈 기반 에너지-물류 통합운영센터 구축을 추진하는 근거가 될 수 있음
- (새만금 특구화·실증단지화 전략 추진 가능성 확대) 특구·규제혁신 기능이 강화되었고, 정부가 '새만금 글로벌 메가 샌드박스'를 국정과제로 확정하면서 청정에너지 실증단지 지정 가능성이 있음
- 새만금은 규제를 대폭 완화한 첨단산업 실증·상용화 테스트베드로 도약할 기반을 갖추게 되고, 전북도는 AI·바이오·국방·에너지 등 6대 미래산업을 중심으로 실증단지와 패키지형 지원체계를 구축해 기업 투자를 촉진할 계획임



자료: 전북특별자치도 보도자료. (2025. 9. 17.)

[그림 2-1] 새만금 글로벌 메가 샌드박스 도입 전략

### 3) 국내 탄소중립·청정에너지 전환 정책

#### ■ 국가 온실가스 감축목표 재정비

- 대한민국 정부는 2050 탄소중립 이행을 위해 국가 온실가스 감축목표를 단계적으로 강화하고 있으며, 이재명 정부는 2035년까지 2018년 대비 53~61% 감축 목표를 정부안으로 확정하였음(관계부처합동, 2025)
- 기존 2030 NDC(2018년 대비 40% 감축)는 유지하되, 산업·전환·수송·건물·폐기물 등 주요 부문의 감축 이행 전략을 보완하면서 중장기 로드맵을 상향 조정하였음
- 탄소중립·녹색성장 기본법 제정으로 2050 탄소중립이 국가 비전으로 규정되었으며, 산업구조 전환, 재생에너지 기반 확충, MRV 고도화 전략과 결합하여 이행 가능한 감축 체계로 재편하고 있음

## ■ 재생에너지 확산 및 송배전망 강화

- 태양광·풍력 중심의 재생에너지 설비가 증가했음에도 불구하고 전력망 연계 지연과 계통혼잡 문제가 지속되어 왔으며, 이러한 병목의 핵심 요인으로 송·배전망 확충 부족이 지적되고 있음(IEA, 2025)
- 정부는 계통 제약 해소를 위해 국가기간 전력망 확충 특별법(국가기간전력망법, 법률 제 21065호) 제정, 초고압 송전망 확장, 배전망 보강, 계통접속 의무화 제도 등을 포함한 전력망 혁신 대책을 추진함(산업통상자원부, 2023)
- 이재명 정부는 재생에너지 중심 전력 체계 전환을 국정 기조로 설정하고, 대규모 풍력·태양광 프로젝트 추진, 지역 분산전원 확대, ESS·계통안정장치 도입, 계통운영 디지털화 등을 통합한 재생에너지-전력망 패키지 강화를 추진 중임
- 이러한 정책은 재생에너지 발전량 증가와 송배전망 확충을 병행하여, 계통 안정성·신뢰성을 확보하면서 장기적으로 재생에너지 비중을 확대하기 위한 국가 단위 전력 인프라 전환 전략으로 판단됨

## ■ 수소·암모니아 전환 로드맵 재개편

- 대한민국은 에너지·산업 부문의 구조적 탈탄소화를 위해 청정수소·그린수소·암모니아 기반 전환을 강화하고 있으며, 2030년까지 국내 수소 수요를 약 390만 톤 규모로 확대하고자 함(산업통상자원부, 2023)
- 이재명 정부는 청정수소 공급망 구축과 청정수소발전의무화제도(CHPS)를 도입하고, 청정수소 발전을 기존 전력시장과 구분한 별도 시장으로 설계·운영하는 정책을 단계적으로 추진하고 있음
- 발전·해운·산업단지를 중심으로 암모니아 혼소·전소 기술 도입을 위한 국가 로드맵이 재검토되고 있으며, 특히 노후 석탄발전소의 암모니아 혼소 전환이 대표적인 정책 대안으로 제시되고 있음
- 정부는 해운·항만 분야에서도 IMO 2050 대응을 위해 암모니아·수소 연료 기반 병커링



인프라 구축, 항만 연료전환 실증, 해운사의 무탄소 연료 도입 지원 등을 포함한 ‘무탄소 연료 전환 패키지’를 추진하고 있어 수소·암모니아 기반의 종합 에너지전환 구조가 형성되고 있음

#### ■ 산업·항만·물류 부문의 에너지 시스템 구조 전환

- 산업부문은 철강·석유화학·시멘트 등 다배출 업종을 중심으로 저탄소 전환이 중요한 정책 과제로 인식되고 있으며, 전기로(EAF) 기반 철강 생산 전환, 바이오 기반 원료 전환, 자원순환 확대 등 다양한 감축 전략이 논의되고 있음(OECD, 2023)
- 해운·항만·물류 분야에서는 IMO의 2050 Net-Zero 전략과 연계하여 암모니아, 수소, e-연료 등 저탄소·무탄소 연료 도입 및 이를 위한 병커링 인프라 확충, 항만의 친환경 운영 확대가 국제적 정책 방향으로 논의되고 있음(IMO, 2023; 해양수산부, 2025)
- 에너지·물류·산업의 융복합적 전환은 공급망 안정성, 청정연료 접근성, 탄소투명성(MRV) 등을 산업경쟁력의 핵심요인으로 인식하고 있음

#### 4) 산업·물류·항만 정책 변화

- 산업부문에서는 철강·석유화학·시멘트 등 탄소집약 업종을 중심으로 전기로 확대, 저탄소 공정전환, 바이오나프타 전환, 폐자원 연료화 등 감축 전략이 강화되고 있음
- 이재명 정부는 RE100 대응력 확보와 청정에너지 기반 제조업 전환을 산업정책의 핵심 방향으로 제시하고 있음
- 해운·항만·물류 분야에서는 IMO 2050 넷제로 목표에 대응하기 위해 암모니아·수소·e-연료 등 무탄소 연료 병커링 인프라 구축, 육·해상 전기화, 친환경 하역장비 전환, 스마트 에너지관리 항만 구축이 추진되고 있음
- IMO의 2050 Net-Zero 전략과 연계하여 암모니아·수소·전기 기반 저탄소 연료를 포함한 친환경 연료 인프라 구축이 중요한 과제로 다뤄지고 있으며, 친환경 선박연료 인프라 구축이 정부 발표를 통해 추진되고 있음(IMO, 2023; 해양수산부, 2025)

## 5) 청정에너지 기반 산업단지 정책

### ■ RE100 산업단지 지정제도 구체화

- 글로벌 기업들이 공급망 전반에 RE100 이행을 요구함에 따라 정부는 산업단지 단위에서 재생에너지 100% 사용을 지원하는 RE100 산업단지 지정제도를 추진하고 있으며, 이는 제조업 경쟁력 확보를 위해 중요함(산업통상부, 2025)
- RE100 산업단지는 재생에너지 직접구매, 태양광·풍력 연계 전력 공급, 에너지저장장치 기반 계통안정화, 분산전원 확대 등을 통합 패키지로 지원하는 방식으로 설계됨
- 정부는 RE100 산업단지 조성을 주요 국정과제로 추진하면서, 범정부 TF를 구성하여 지정 절차 및 지원 체계 구축을 논의하고 있으며, 이를 통해 산업단지의 재생에너지 기반 전환과 제조업의 경쟁력 강화를 도모하고 있음
- 이러한 제도는 RE100 이행 부담이 큰 국내 제조업·첨단산업의 탈탄소 전환을 지원하고, 지역 산업단지의 청정에너지 경쟁력을 높여 글로벌 공급망 재편 과정에서 신규 투자 유치 기반을 강화하는 것을 목표로 하고 있음

### ■ CCUS·스마트그리드·마이크로그리드 확대

- 정부는 철강·석유화학·시멘트 등 탄소집약 산업을 대상으로 2024년 제정된 이산화탄소저장활용법(이산화탄소 포집·수송·저장 및 활용에 관한 법률)을 근거로 CCUS 기술 개발과 인프라 구축을 추진하며, 사업화 기반을 단계적으로 마련하고 있음
- 산업단지가 전국 전력수요의 상당 부분을 차지하는 구조적 특성을 고려해 정부는 스마트그리드·마이크로그리드 구축을 확대하고 있음
- 이를 통해 산업단지 단위의 전력 자립률 향상, 에너지 효율 증대, 재생에너지 변동성 대응, 계통 혼잡 완화 등 통합관리 체계를 강화하고 있음
- 정부는 산업단지 차원의 탄소중립 전환을 위해 RE100 산업단지 조성 전략을 추진하고 있으며, 이를 재생에너지 대전환과 에너지 자급화 전략의 핵심 과제로 삼고 있음

## ■ MRV·IoT·AI 등 데이터 기반 에너지 관리체계 도입

- 산업단지의 에너지 효율 향상 및 탄소중립 이행을 위해 IoT 센서, EMS, AI 기반 데이터 분석 기술 등 디지털 플랫폼 기반의 에너지·탄소관리 시스템을 확대하려는 기술적 논의가 이루어지고 있음
- 정부는 탄소중립 이행의 핵심 요소로 MRV 기반 탄소데이터 체계를 강화하고자 하며, 디지털 플랫폼과 스마트 기술을 활용해 산업 부문 및 에너지 부문의 탄소 배출 측정·보고·검증 역량을 고도화하는 정책을 추진하고 있음
- AI 기반 에너지 최적화, 디지털 트윈 기반 산업단지 운영, 전력·연료·배출데이터 통합 관리 등을 핵심 디지털 인프라로 강화하고 있음
- 디지털 기반 에너지관리체계는 RE100 산업단지, CCUS 도입, 분산전원 확대, 계통 안정화 등과 연계하여 산업단지가 통합 에너지 생태계로 운영되는 기반을 제공함
- 글로벌 공급망에서 요구되는 탄소투명성·에너지효율 기준을 충족하는 산업경쟁력 요소로 평가되고 있음

## 다. 새만금의 정책적 위상 재정립과 전략 방향

### 1) 새만금: 국가 청정에너지·물류·산업 통합 전략의 실증지 가능성

#### ■ 국가 전략 정합성

- 이재명 정부 국정과제 38·39·40·41·56 및 전략-4에서 제시하는 재생에너지 확대, 에너지고속도로, 탄소중립 산업구조 개편, 친환경 항만·물류, 공급망 안보 강화 방향과 새만금 개발 비전이 높은 정합성을 보임(국정기획위원회, 2025)
- 서해안 HVDC·재생에너지 허브·RE100 산업단지·청정연료 항만·전용 비축기지 등 국가 전략 인프라가 동일 공간에 집적될 수 있는 유일한 신규 국책지대라는 점에서 “통합 커플링 실증지”로서 정책 논거가 충분하다고 판단됨
- 글로벌 탄소·공급망 전환, 청정에너지 기술혁신 흐름을 국내에서 종합적으로 구현·실증할 수 있는 테스트베드로서 새만금의 활용 가능성이 있음

## ■ 청정에너지-물류-산업 통합 실증 테마 설정

- (청정에너지 허브 실증) 재생에너지-수전해-수소·암모니아·e-연료-ESS-HVDC를 연계한 다중 에너지원 기반 멀티 에너지 허브 모델
- (탄소중립 항만·물류 실증) 그린암모니아·수소 기반 벙커링, 저탄소 하역장비, 스마트 콜드체인, MRV 기반 탄소투명 물류체계 실증
- (RE100·탄소중립 산업단지 실증) RE100 산업단지, CCUS, 스마트그리드·마이크로그리드, 디지털 트윈 기반 에너지·물류 통합운영센터 모델
- (공급망 안보·비축 연계 실증) 새만금 전용 비축기지, 냉열·저온 인프라, 콜드체인 물류·식품·바이오 등 전략물자·에너지 비축 및 유통 연계 실증

## ■ 대표 실증지 선정의 정책적 의미

- 새만금을 국가 전략 실증 플랫폼으로 규정함으로써, 개별 사업들이 나열되는 것이 아니라 통합된 패키지 사업으로 제시될 수 있는 기회를 제공함
- 향후 다른 지역 확산을 전제로 새만금에서 먼저 실증·설계·고도화된 국가 표준모델을 제시할 수 있는 기반을 마련함
- 전북특별자치도의 신성장 전략과 국가 탄소중립·공급망 전략을 실현하는 국가-지역 상생형 실증 거점으로 새만금의 위상 강화가 가능하다고 판단됨

## 2) 새만금 청정에너지-물류-산업 통합 전략의 다부처 연계 방향

### ■ 주요 부처 역할 및 기능 재구조화 반영

- (국무조정실·기획재정부) 부처 간 예산·제도 조정과 통합계획 관리를 총괄하며, 새만금 전역을 대상으로 하는 메가 샌드박스형 특구의 기획·조정 기능을 수행함
- (기후에너지환경부) 재생에너지, 수소, 암모니아, e-연료 등 청정에너지 전환과 NDC·탄소중립 로드맵, MRV 및 탄소데이터 체계, 청정에너지 산업정책 전반을 담당함

- (산업통상부) RE100 산업단지 조성, 첨단·그린산업 유치, 공급망 전략과 전략물자 비축·수출입 구조 설계를 추진함
- (해양수산부) 새만금항 신항 개발을 비롯해 탄소중립 항만 조성, 청정연료 병커링 인프라, 스마트 해운·물류체계를 구축함
- (국토교통부) 디지털 국토와 스마트 물류·UAM 체계 구축, 배후도로·철도망 확충, 항만-내륙 물류 연계 인프라 형성을 총괄함

#### ■ 다부처 패키지형 사업 구조 설계

- 새만금을 총괄 프로그램으로 설정하고, 에너지·항만·산단·물류·도시·비축기지 등 각 분야의 과제를 세부 패키지로 구성하여, 국가 차원의 통합적 실증 사업을 제안함
- 기존에 부처별로 떨어져 있던 단일 사업들을 공동 기획, 공동 예산, 공동 성과지표를 기반으로 연계된 통합 패키지 사업 구조로 설계하는 것이 필요함
- 계획-실증-평가-확산의 전 과정을 조정하는 통합 프로젝트 관리 거버넌스 체계를 구상하여, 다부처 사업들이 일관되게 추진될 수 있도록 지원함

#### ■ 다부처 연계형 거버넌스 구축 방향

- 중앙정부 차원에서 에너지·산업·물류·해양·국토 등 관련 기능을 통합적으로 조정할 수 있는 범정부 협의·조정체계(예: 국무조정실 또는 기후·에너지 컨트롤타워 중심의 고위급 협의체) 마련이 필요함
- 전북특별자치도-새만금개발청-기초지자체-공공기관-민간기업이 참여하는 지역 실행 거버넌스를 구축하여 중앙-지방 간 역할 분담과 실행력을 강화함
- 데이터·인프라·규제·재원 조정 기능을 일괄 관리할 수 있는 통합 운영센터 개념을 도입하여, 에너지·산업·물류·도시 기능을 아우르는 스마트 통합 관리체계 기반을 마련함

### 3) 새만금의 전략적 위치 재정립 및 정책적 방향 설정

#### ■ 기존 새만금 전략의 한계 인식

- 새만금 개발은 SOC·산업단지·도시개발 등 개별 사업 단위로 추진되면서, 국가 차원의 탄소중립·청정에너지·공급망 전환 전략과 연계성이 부족했음
- 항만-산단-도시 계획이 분절적으로 추진되면서, 산업단지 조성이 완료되기 전에 항만이 먼저 개항하는 등 핵심 인프라 간의 시간·공간적 불일치 문제가 발생함
- 여전히 매립지 중심의 개별 개발 인식에 머물러 있어, 재생에너지·청정연료·스마트 물류·탄소중립 등 새로운 국가 정책과 연결성이 약한 구조임

#### ■ 새만금의 새로운 포지셔닝 방향

- 새만금은 탄소중립 청정에너지-물류-산업 통합 클러스터이자 국가 청정에너지·공급망 허브로서 정책적 위상을 재정의할 필요가 있음
- 이를 통해 새만금이 단순한 산업·물류 중심지에서 청정에너지와 탄소중립 목표를 달성할 수 있는 국가 전략 거점으로 자리매김하도록 방향 전환이 요구됨
- RE100 선도형 국가산단, 청정연료 병커링 항만, 전략물자 비축기지, 디지털 트윈 기반 에너지·물류 운영센터 등을 결합한 복합 특구 모델로 제시하여, 에너지-물류-산업의 상호 연계적 발전을 촉진하는 통합 클러스터로 구성할 필요가 있음
- 국가식품클러스터, 농생명산업, 탄소소재 등 전북자치도 내 타 거점과 상호보완적 네트워크 중심지로 새만금의 전략적 입지를 강화할 수 있음
- 광역 단위의 산업·물류·에너지 연계 체계를 강화하여 전북권 전체의 성장축을 확장하는 전략이 요구됨

## ■ 국가·지역 계획 체계 연계

- 향후 새만금 개발 전략이 실효성을 갖기 위해서 탄소중립 로드맵, 전력수급·계통계획, 국가항만기본계획, 공공기관 이전·균형발전 전략 등 국가 계획과 연동이 필수적임
- 이를 통해 새만금이 국가 정책 방향과 정합성을 확보하며 청정에너지·산업·물류의 복합적 성장축으로 발전할 수 있는 기반을 마련해야 함
- 전북특별자치도 기본계획, 도시·산단계획 등 지역 계획 간 정합성을 높이고, 에너지·산업·물류·도시 기능을 통합적으로 조율할 수 있는 상위 개념의 발전 전략 체계를 마련할 필요가 있음
- 새만금 전체를 포괄하는 종합계획을 중심으로 국가·지역의 정책적·재정적 지원을 받을 수 있는 제도적 기반 강화가 요구됨

## 4) 새만금 국가전략 거점화와 제도·예산체계 구축 방향

### ■ 법·제도 기반 강화

- 새만금 개발 방향이 청정에너지·물류·산업 기능을 구현할 수 있도록 향후 추진해야 할 통합적 발전 모델을 명시하는 방안이 필요함
- 탄소중립 특구, 청정에너지 특구, 스마트항만 특구 등 기존의 여러 특구 제도를 연계·확장하여, 새만금 전역을 대상으로 대규모 실증·규제완화가 가능한 통합형 특구 모델 (메가 샌드박스)을 주도적으로 추진할 필요가 있음
- RE100 산업단지, 청정연료 기반 항만 기능, 디지털 MRV·데이터 관리체계, 공급망 핵심물자 비축기지 등 새만금 내 주요 기능을 하나의 특례 패키지로 구성할 수 있도록, 관련 법·제도 정비가 필요함

## ■ 자원 조달 및 예산 전략

- 중앙정부 차원의 전략사업으로 추진하기 위해, 기후에너지환경부-산업통상부-해양수산부-국토교통부-기획재정부(기획예산처·재정경제부) 등이 공동으로 기획·집행하는 다부처 패키지형 예산 구조를 설계하여, 분절된 재정투자의 한계를 보완할 필요가 있음
- 국가 SOC·R&D·정책금융 등 공공투자 수단과 에너지·항만·물류·데이터 등 민간기업의 투자 참여를 유도하는 공공-민간 협력 구조를 결합하고, 그린금융, 탄소중립 채권, 인프라 펀드 등 신자원 조달 수단을 활용하는 전략이 요구됨
- 1단계는 실증·기획 중심 R&D·실증예산을 확보하고 2단계는 인프라·클러스터 구축 SOC·정책자금 비중을 확대하며, 3단계는 프로젝트 고도화·확산을 추진하면서 민간투자 중심의 자원 구조 전환을 유도하는 방식으로 예산 전략을 단계적으로 차별화함

## ■ 정책 패키지·브랜딩 전략

- 새만금이 추진할 통합형 에너지·산업·물류 전략을 국가 주요 정책의 대표 프로젝트로 포지셔닝하고, 중앙정부·국회·공공기관과 협의 과정에서 일관된 브랜드 이미지를 형성할 필요가 있음
- 국제기구, 해외 항만·산업단지, 글로벌 기업 등과 연계하여 글로벌 공동 실증 플랫폼으로 발전할 수 있는 가능성을 검토하고, 국제협력·기금 등 다양한 외부 자원 확보 전략을 마련할 필요가 있음
- 향후 10~20년 동안 국가 전략 프로젝트로 발전시키기 위해 새만금을 대한민국의 청정에너지·공급망·탄소중립 정책 실험장이라는 이미지로 정립하고, 정책, 홍보, 투자유치 활동 전반에 일관되게 활용할 수 있는 브랜딩 전략을 구축해야 함



## 4. 탄소중립 기반 산업·물류·에너지 전환의 핵심 과제

### 가. 현황분석 시사점

#### 1) 글로벌·국내 환경 변화의 주요 함의

##### ■ 탄소중립·청정에너지 중심의 공급망 재편 심화

- 전 세계적으로 기후위기와 이에 대한 대응의 중요성이 강조됨에 따라 기존의 공급망 구조는 탄소 배출을 줄이기 위한 전환을 요구받고 있음
- 주요 국가들은 탄소 감축 목표를 지속적으로 상향 조정하며, 산업·물류·에너지 시스템의 구조적 전환을 가속화하고 있음
- 파리협정 이후 각국은 2030년까지 국가 온실가스 감축목표를 상향 조정하고, IPCC 제6차 평가보고서에 따르면 산업·수송·도시 부문의 즉각적 탈탄소화가 권고되고 있음
- 산업과 물류 부문은 기존 방식으로는 1.5℃ 목표를 달성할 수 없다는 인식이 국제적으로 확립되었고, 이러한 전환은 기후·에너지 중심의 공급망 재편을 가속화하며, 저탄소 기술의 혁신과 청정연료의 확산을 위한 경쟁을 촉진하고 있음

##### ■ 항만·산단의 에너지 허브화 가속

- IMO 2050 Net-Zero 목표와 같은 국제적 규제 강화는 항만과 산단의 역할을 단순한 물류 및 제조 중심에서 벗어나 에너지 허브 역할을 강조하고 있음
- 청정에너지 기반 항만으로 전환은 LNG, 암모니아, 수소 등 다양한 저탄소 연료를 사용한 병커링 시스템 구축을 통해 이루어지고 있으며, 탄소배출을 줄이고 해운산업의 탈탄소화에 기여하는 핵심 인프라로 자리잡고 있음
- 스마트 항만 시스템을 통한 자동화와 디지털화가 진행되고 있으며, 운영 효율성을 극대화하고 에너지 효율화를 촉진하는 중요한 요소가 되고 있음

## ■ 청정연료 기술혁신과 실증 기반 수요 확대

- 그린암모니아, 수소, e-연료(PtX) 등 차세대 청정연료 기술이 발전하고 있으며, 산업, 해운, 항공 등 고탄소 배출 부문에서 탈탄소화를 이끌 핵심 기술로 부상하고 있음
- 수소와 암모니아는 저탄소 해운 연료로 각광받고 있으며, 그린수소를 활용한 수소 전소 발전과 암모니아 혼소 발전 등의 실증 프로젝트가 진행되고 있음
- 새만금은 이러한 청정연료 실증을 위한 최적의 장소로, 수소와 암모니아 기반의 에너지 전환 실증 플랫폼 역할을 할 수 있음
- 이로 인해 새만금은 청정연료와 기술 혁신을 지원하는 중요한 거점이 될 수 있는 잠재력을 보유하고 있음

## ■ 국정과제·정부조직 개편 등 변화에 따른 전략적 기회 확대

- 이재명 정부 출범 이후, 기후·에너지 기능이 통합된 기후에너지환경부가 신설되었으며, 산업·물류·에너지·기후 정책이 통합적으로 다루어지는 기반이 조성되고 있음
- 국정과제에는 청정에너지 전환과 혁신산업 육성이 핵심 과제로 설정되어, 탄소중립과 그린산업 생태계를 위한 국가 전략이 구체화되고 있음
- 이러한 변화는 새만금이 국가 전략과 연계하여 청정에너지 기반 산업·물류·에너지 복합 클러스터로 도약할 수 있는 기회를 제공함
- 새만금은 국가 차원의 실증단지가 될 가능성을 가지고 있으며, 정부의 지원과 정책적 뒷받침을 통해 탄소중립 기반 산업·물류·에너지 전환이 가능한 지역으로 발전할 수 있음을 의미함

## 나. 새만금 중장기 전략 방향

- 새만금 지역은 글로벌 탄소중립 기조와 국내 산업·물류·에너지 정책의 구조적 변화를 고려할 때, 기존의 개별 인프라 중심 개발전략에서 벗어나 에너지-산업-물류 간 상호 연계성을 강화한 통합적 중장기 전략 체계로 전환할 필요가 있음
- 새만금의 넓은 용지, 재생에너지 잠재력, 항만 건설 등 공간·인프라 여건을 고려할 때, 단순한 산업단지 조성이나 항만 운영을 넘어 국가 차원의 탄소중립 전환을 선도하는 플랫폼으로 발전할 수 있는 조건을 갖추고 있기 때문임

### ■ 청정에너지 기반 복합 에너지 전환 전략

- 새만금은 재생에너지 중심의 다중 에너지원(Multi-Energy) 기반 복합 에너지 시스템을 구축할 필요가 있음
- 풍력·태양광 등 새만금 일대의 재생에너지 공급능력을 바탕으로 수전해 기반 그린수소 생산, 암모니아 전환, e-연료(PtX) 생산 실증, ESS 도입 등 다양한 에너지 기술의 연계를 도모해야 함
- 이를 통해 단일 연료 의존도가 아닌 미래형 에너지 믹스를 구성함으로써, 산업·물류·도시 전반의 탈탄소화를 지원할 수 있음
- 항만-산업-도시 공간을 하나의 에너지 순환 체계로 통합하는 전력·열·냉열 순환 구조 구축이 필요함
- 항만에서는 선박용 냉열 및 전기화 장비를 활용하고 산업단지는 저탄소 열원 공급, 도시 구역은 냉방·난방 활용을 위한 에너지 순환을 구현함으로써 지역 전체의 에너지 효율성과 안정성을 높일 수 있음
- 새만금항 신항을 중심으로 청정연료 저장·전환·병커링 인프라를 단계적으로 조성할 필요가 있음
- 암모니아·수소 기반의 차세대 병커링 체계는 글로벌 해운사의 탈탄소 전략과 연계될 수 있으며, 새만금이 서해안권 청정에너지 물류의 중심지로 도약하는 기반이 될 것임

## ■ 저탄소·스마트 물류 및 항만 체계 구축 전략

- 새만금은 신항을 중심으로 저탄소·스마트 물류체계를 강화해야 하며, 이를 위해 항만 운영의 전기화, 수소화, 자동화 등 청정연료 기반 항만 운영 체계를 도입하여 항만 장비의 탄소배출을 최소화하고 운영 효율성을 극대화할 필요가 있음
- 새만금 지역의 산업정책 및 농생명 산업구조를 고려할 때, 저탄소 콜드체인 물류체계 고도화는 필수적임
- 신선식품, 농수산물, 바이오·식품소재 등 고부가가치 산업의 수출 경쟁력을 강화하기 위해 콜드체인 저장·운송·가공 시스템과 스마트 관제체계를 도입하여 효율적 운영 기반을 구축해야 함
- 새만금항 신항 개항 초기에는 물동량이 확보되기 어렵다는 현실적 제약을 고려할 때, 초기 운영 단계에서는 실증·시범 중심의 항만 운영 모델을 설정하는 것이 중요함
- 청정연료 병커링, 스마트 물류장비 테스트베드, 자동화 하역 실증 등 실증 중심 기능을 확보함으로써 조기 활성화의 기반을 마련하고, 이후 산업 생태계 확장으로 연결할 필요가 있음

## ■ RE100 기반 산업·제조 클러스터 조성 전략

- 새만금 산업단지를 RE100 기반의 미래 제조·가공 클러스터로 전환하여, 청정에너지 기반 생산체계를 구축하고 글로벌 기업의 투자매력도를 높이는 전략이 필요함
- 재생에너지 기반의 전력 조달을 통해 글로벌 환경규제에 대응하고, 전력 다소비형 산업의 입지 매력을 높일 수 있음
- 반도체·바이오·식품·스마트 농생명 등 새만금과 인근 국가식품클러스터의 산업 구조를 고려할 때, 재생에너지 기반 제조환경은 기업 유치 경쟁력 확보의 핵심 요소임

- 산업단지 내에서는 CCUS 기술과 결합한 저탄소 공정혁신을 추진하여, 산업단지 자체의 탄소배출을 최소화하고 지속가능한 산업 생태계를 구축해야 함
- 저탄소 제조 기반을 활용하여, 글로벌 시장의 기후규범에 대응하는 수출형 제조·물류 클러스터를 설계할 필요가 있음
- RE100·저탄소 인증·탄소 데이터 투명성 등 글로벌 공급망 조건을 만족시키는 산업 생태계를 마련함으로써 새만금의 수출 경쟁력을 강화할 수 있음

## ■ 디지털 통합 운영 체계 및 추진 거버넌스 구축

- 새만금 전역을 통합적으로 관리하기 위한 디지털 기반 운영 체계 구축이 필요하며, 항만·산단·도시·에너지 인프라를 단일 플랫폼에서 연계·모니터링·제어할 수 있는 통합관제 구조를 마련하여 운영 효율성과 정책 일관성을 확보해야 함
- 산업·공장·제품 단위의 탄소 데이터를 통합 관리하는 MRV 기반 운영 체계를 도입하고, 에너지·물류·산업·도시 기능을 실시간 연동하는 디지털 트윈 기반 통합 운영센터를 구축해야 함
- 항만·산단·물류·도시의 데이터를 통합하는 공급망·에너지·물류 데이터 플랫폼을 구축하여, 지역 전체가 데이터 기반 운영 체계로 전환되도록 해야 함
- 새만금의 다부처·다기관 사업 구조를 고려할 때, 범정부·광역·기초가 참여하는 협력 거버넌스 체계를 구축하는 것이 필수적임
- 탄소중립·산업·물류·에너지 정책이 여러 부처에 걸쳐 있기 때문에, 통합된 조정 기능 없이 개별 사업만으로 구조적 전환을 달성하기 어려우며, 정책·예산·규제완화·실증사업을 통합적으로 추진할 수 있는 상설 거버넌스의 설계가 필요함

## 다. 탄소중립 기반 산업·물류·에너지 전환을 위한 핵심 과제

- 새만금이 탄소중립 기반의 산업·물류·에너지 중심지로 도약하기 위해서는 기존의 인프라 중심 개발 방식으로는 한계가 있으며, 글로벌 공급망·국가 정책 변화·기술 전환 속도를 고려한 구조적 전환이 요구됨
- 항만-산단-도시 간 기능 분절, 에너지 인프라·송전망 병목, 초기 수요 부족, 다부처 협업체계의 부재 등 현안은 미래 전략 실행에 장애 요인으로 작용할 가능성이 있음

### ■ 청정에너지 기반 인프라·시스템 전환 과제

#### ① 다중 에너지원 기반 청정에너지 인프라 확충

- 새만금 전역을 대상으로 태양광·풍력 등 재생에너지와 수전해 기반 그린수소, 암모니아·e-연료 등 분자연료를 결합한 멀티 에너지 허브 인프라 구축이 필요함
- 항만·산단·도시에 걸쳐 전력·열·냉열 공급 체계를 통합하기 위해 재생에너지-수전해-ESS-송전망-열원 시스템의 연계를 강화해야 함

#### ② 항만-산단-도시 간 에너지 순환 구조 설계

- 항만(연료·냉열)-산단(전력·열)-도시(전기·냉난방) 간 통합 운영이 가능한 에너지 커플링 시스템을 구축해야 하며, 지역 전체의 에너지 효율·안정성을 높일 수 있음
- 에너지 흐름을 실시간 분석·제어할 수 있도록 디지털 트윈 기반의 에너지 운영 플랫폼 구축이 필요함

#### ③ 청정연료 병커링·저장·전환 설비 조성

- 새만금항 신항 화공품 부두 조성 일정에 맞춰 단계적으로 암모니아·수소 기반 병커링 시설, 저장 탱크, 전환설비를 구축하여 국제해운의 연료전환 수요에 대응해야 함
- 초기에는 실증 중심의 소규모 병커링 테스트베드를 운영하고, 중장기적으로 동북아 청정연료 공급 거점으로 확장해야 함

#### ④ 송전망·계통병목 해결

- 새만금의 대규모 재생에너지 확대를 가로막는 병목은 계통 연계 인프라 부족이며, 서해안 HVDC·해상풍력 연계 계통, 산업단지 전력망 확충 등과 연계가 필수적임

### ■ 저탄소·스마트 물류 및 RE100 산업구조 전환 과제

#### ① 저탄소·스마트 항만 체계 구축

- 새만금항 신항 단계별 개발 일정에 맞춰 전기·수소 기반 항만장비, 자동화 하역, 스마트 관제 등을 도입해야 함
- IMO 2050 Net-Zero 대응을 위해 LNG→e-메탄올→암모니아 등 단계별 연료전환 로드맵을 구축하고 실증 중심 운영을 통해 조기 활성화를 유도해야 함

#### ② 콜드체인·식품·바이오 물류체계 구축

- 새만금(글로벌 푸드허브·수산식품단지)-국가식품클러스터-농생명벨트를 연계하여 스마트 콜드체인·저온가공·저장 인프라를 집적화해야 함
- 냉온열 활용, 자동화 물류 설비, 실시간 모니터링 등 첨단 물류기술을 적용하여 고부가가치 수출 물류 체계 구축이 필요함

#### ③ RE100 기반 산업·제조 생태계 구축

- 재생에너지 직접조달, 풍력·태양광 연계 전력공급망, 마이크로그리드·ESS 등을 통해 산업단지를 RE100 실현형 산업단지로 전환해야 함
- 반도체·배터리·바이오·식품 가공 등 새만금 적합 업종을 중심으로 RE100 대응 인증 체계를 구축하여 기업유치 경쟁력을 높여야 함

#### ④ CCUS 및 저탄소 공정혁신 도입

- 산업단지의 탄소 포집·활용 실증과 탄소저장 연계 협력 등을 단계적으로 추진하여, 산업 부문의 공정 배출 감축을 위한 기술적 기반을 구축해야 함
- 자원순환·저탄소 원료·산업공정 디지털화 등을 결합해 탄소중립형 제조 클러스터 모델을 구축해야 함

### ■ 디지털 통합운영 체계·거버넌스·정책 기반 구축 과제

#### ① 데이터 기반 MRV·탄소정보 관리체계 구축

- 글로벌 공급망의 탄소정보 요구가 강화됨에 따라 새만금 전역에 MRV(측정·보고·검증) 체계와 탄소데이터 플랫폼 구축이 필수적임
- 산업단지-항만-물류-도시를 연계하여 제품·공정 단위 탄소 정보를 실시간 관리하는 디지털 인프라를 구축해야 함

#### ② 디지털 트윈 기반 통합운영센터 설립

- 에너지·물류·산업·도시 운영정보를 통합 제어할 수 있는 신규 통합 운영센터 구축이 필요함
- 전력 공급, 연료 흐름, 물류 흐름, 배출량, 공정 운영 등을 실시간 분석·제어하여 고효율 운영을 가능하게 함
- 항만 개항 초기의 수요 불확실성 문제를 해결하기 위해 실증 중심의 통합 운영 모델을 도입하는 것이 효과적임

#### ③ 국가 단위 다부처 협업체계 구축

- 현재 새만금에 관련된 기능은 기후에너지환경부, 산업통상부, 해양수산부, 국토교통부 등에 분산되어 있어, 단일 부처 중심 구조로는 통합전략 실행에 한계가 있음



- 국무조정실 소관 청정에너지 컨트롤타워 등 범정부 통합 조정체계와 광역·기초 지자체·공공기관이 참여하는 지역 실행 거버넌스가 필요함

#### ④ 특구·실증 중심 규제체계 구축

- 새만금의 초기 수요 부족·입주 지연 문제를 해결하기 위해서는 청정에너지·스마트 물류·저탄소 산업을 통합한 메가 샌드박스형 특구 활용이 필요함
- 특례 항목은 청정연료 병커링 규제 완화, RE100 전력 공급 특례, 디지털 MRV 의무화 특례, 실증 플랜트 설치 기준 완화, 전력·열·냉열 통합운영 실증 제도 등을 포함할 수 있음

#### ⑤ 단계별 민간투자·재원조달 구조 설계

- 초기에는 실증·R&D 중심으로 공공 재원을 투입하고 고도화 단계부터 민간투자를 유도하는 3단계 재원 구조가 필요함
- 그린금융·정책금융·인프라펀드·탄소중립 채권 등을 활용한 복합적 조달 전략을 병행해야 함

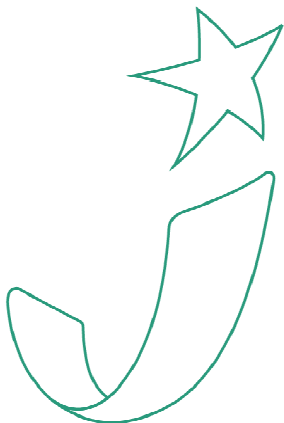




## 제3장

### 선행연구 및 사례검토

1. 콜드체인 산업 성공요인
2. 전북특별자치도 탄소중립콜드체인 산업 특성화 방향
3. 사례검토
4. 선행연구 및 사례검토 시사점





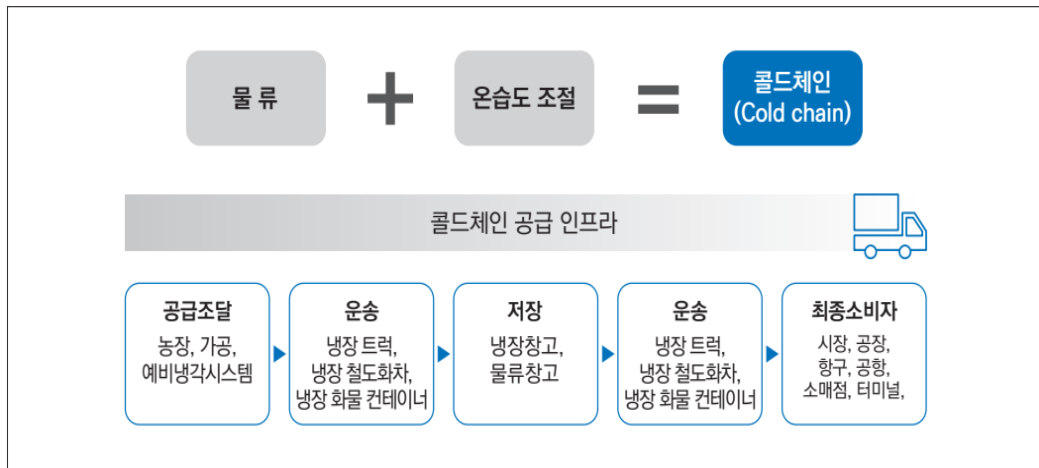
## 제3장 선행연구 및 사례검토

### 1. 콜드체인 산업 성공요인

#### 가. 콜드체인 시스템의 개념

##### 1) 콜드체인 산업의 개념

- 이 연구에서 콜드체인 산업은 생산·가공·보관·운송·유통 전 과정에서 온도·습도 등 환경조건의 유지가 필수적인 원료, 중간재, 완제품을 안정적으로 관리·처리하기 위해 냉동·냉장·제습·항온 기술과 관련 인프라·서비스가 결합된 산업군으로 정의함
- 콜드체인 산업은 온도와 습도 관리가 필수적인 원료, 부품, 제품을 다루는 산업을 의미하며, 주로 식품, 바이오·의료(의약품, 백신, 바이오소재, 혈액 등), 스마트팜·스마트양식, 레저·관광(극한·온천, 동계스포츠 등), 데이터센터, 에너지 산업(전기·분산전원)과 관련이 있음(나정호 외, 2023)



자료: 나정호 외. (2024). 새만금신항 수요창출을 위한 배후산업단지 특화개발 방안. 전북농생명혁신성장위원회. 11.

[그림 3-1] 콜드체인 물류 시스템 개념도

- 콜드체인 물류 시스템은 온·습도에 민감한 제품을 생산, 저장, 운송, 판매하는 전 과정에서 안정적으로 공급하기 위한 저온 물류 시스템을 의미함(나정호 외, 2024)

## 2) 콜드체인 시스템

### ■ IoT 및 스마트 기술 기반 콜드체인 시스템

- IoT 센서 기반 실시간 모니터링은 보관·운송 중 온·습도 관리 강화를 통해 품질을 개선하며, 클라우드 저장·이상 대응·사후분석까지 가능해 식품 콜드체인 현장에서 연속 모니터링 및 센서 최적화가 효과적임(양수정 외, 2022; 유장현 외, 2021)
- 디지털 트윈 기반 물류 시뮬레이션과 콜드체인 통합 플랫폼을 활용하면 생산-유통-소비 전 과정을 통합 관리하며, 품질·에너지·안전 정보를 이해관계자 간에 연계해 운영 안정성과 예측성을 확보할 수 있음

### ■ 블록체인 및 이력 추적 시스템

- 블록체인 기술은 유통 이력의 위·변조 방지와 투명성 확보에 효과적이며, 의약품 운송 이력관리 시스템은 지도 기반 위치·온도 추적·이상 알림·맞춤 보고 기능을 통해 고신뢰 제품 유통에 적합함(김상재·송영진, 2023; 조지성, 2020)
- 블록체인 기반 콜드체인 시스템은 식품 안전성과 소비자 신뢰를 제고하며, 중국 사례 분석에서도 기업 이미지와 친환경 물류 활동이 콜드체인 기업 선정의 핵심 기준으로 인식됨(왕거 외, 2020)

### ■ AI 기반 물류 최적화 및 기술 융합

- 인공지능은 수요 예측, 경로 최적화, 에너지 사용 분석을 통해 콜드체인 물류 효율성을 높이며, 제품 환경 데이터와 외기 조건을 결합해 최적 물류 조건을 도출하는 결과가 제시됨(박영태 외, 2021)
- IoT·머신러닝·블록체인 등 신기술 연구가 비대면 소비 트렌드와 결합해 확산되고 있으며, AI·블록체인·IT 기술과 국가 이미지·방역 역량을 활용한 해외 조달시장 진출 가능성이 검토됨(류하영 외, 2022; 신석현, 2021)

## ■ 콜드체인 물류 서비스 품질 및 산업 적용 역량

- 고부가가치 산업에서 콜드체인 역량은 경쟁력을 결정하는 핵심 요소로 인식되며, 제약 콜드체인에서는 공급자와 서비스 제공자 간 중요도 인식차가 존재해 변화 대응·리스크 관리·전문 인력 대응 능력이 핵심 요인으로 나타남(지성우·하현구, 2022)
- 고부가가치 냉동컨테이너 화물은 아시아-태평양 시장에서 높은 성장 잠재력을 보이며, 인접국 간 신선식품 교역 확대가 기대됨(박지문·한낙현, 2022)
- 콜드체인 물류 서비스 선택은 가격·역량·전문성뿐 아니라 파트너십·위험관리·배송기사 배차 요인 등 복합적 요소에 의해 결정되며, 파트너십·위험관리 역량이 물류 효율성에 영향을 주는 것으로 나타남(이지원·이향숙, 2024; 김창봉·오유진, 2024; 김태훈·김동진, 2024)
- 중소 수출기업의 물류 성과와 고객 만족은 3PL 서비스 품질·자원·인프라·파트너십 확보에 영향을 받으며, 코로나19 이후 중소형 콜드체인 기업의 효율성 개선과 정책 지원·해외시장 확장 필요성이 제기됨(류희찬·박근식, 2023; 박홍규·민찬홍, 2021)

## 3) 콜드체인 산업 핵심 요소

- 콜드체인 산업의 핵심 요소는 급속동결, 정온 보관, 운송 연계가 가능해야 하며, 이를 통해 품질 유지와 산업 비용 절감, 친환경성 증대를 목표로 함(나정호 외, 2023)
- (콜드체인 산업 인증) 온도와 습도 관리가 중요하므로 이러한 산업에서 필요한 품질 기준을 확립하고, 인증하는 콜드체인 산업 인증을 통해 경쟁력을 제고할 수 있음
- (콜드체인 산업 R&D 센터) 다양한 콜드체인 물질과 원료를 보관·관리하는 최적의 방법을 연구하고, 전용 설비와 시설을 개발하여 산업 확장을 지원해야 함
- (콜드체인 산업 물류 플랫폼) 스마트 기술을 활용하여 관련 제품의 온·습도 이력, 인증 취득 정보 등을 제공하여 물류 네트워크의 신뢰성을 높일 수 있음

## 나. 콜드체인 산업의 범위

### 1) 식품산업

- 콜드체인 기술은 식재료의 급속냉각·정온 보관·온습도 이력관리를 통해 신선도 유지와 품질 안정화를 실현하며, 축산물·수산물·과일 등 신선식품의 장거리 유통 및 수출 과정에서 조직 손상을 최소화해 식품 제조 및 가공공장의 품질 수준을 높임
- 식품군별로 -18℃ 냉동(육류·수산물), 정온 물류(HMR), 습도 민감 유제품·베이커리 원료 등 최적 조건이 상이하므로 제품별 맞춤형 콜드체인 시스템의 구축이 중요함
- 열풍·냉풍·동결건조 및 수비드 등 에너지 융합형 가공기술과 결합하면 프리미엄 간편식·기능성 식품·수출용 제품 등으로 고부가가치 식품산업을 확장할 수 있음

### 2) 농생명산업

- 콜드체인 기술은 단순 저장을 넘어 냉열·온열 에너지의 재활용을 통해 스마트팜·아쿠아팜 난방 및 농산물 고품질 유통, 식품가공 산업 연계를 가능하게 함
- 폐열을 온실 난방·아열대 작물 월동·양식장 수온 유지에 활용함으로써 에너지 비용을 절감하고 생산 안정성을 확보할 수 있음
- 전북자치도는 스마트 환경제어 시스템과 콜드체인 유통을 결합한 기후 대응형 아열대 농업 실증을 통해 틈새시장·수출형 농업 생태계를 구축할 수 있음
- 국산화 수요가 높은 오크라·여주·공심채·강황 등 특용작물과 망고·패션프루트·키위·파파야 등 과수 작물을 중심으로 추진할 수 있음
- 콜드체인-스마트팜-식품산업 순환 구조는 생산-가공-유통-관광을 통합하는 지역 산업 모델로 확장 가능하며, 체험농장·직거래·농촌관광-HMR 가공·수출형 신선 과일 배송 등으로 부가가치를 극대화할 수 있음



### 3) 바이오·의료산업

- 바이오·의료산업은 백신·의약품·세포치료제·혈액 등 생체 기반 물질이 온도 변화에 민감하여 적정 환경에서 보관·운송·품질 관리 체계가 필수적이며, 코로나19 경험을 통해 관련 인프라의 공공 의료·보건 서비스 확장성이 부각됨
- 임상·연구·바이오 스타트업 분야에서 샘플 관리·조직 보관·이식용 조직 처리 등 정밀 관리 시스템이 요구되며, 전문 장비·운송기기·표준 관리 프로토콜을 갖춘 산업 생태계 구축이 필요함

### 4) 화장품 산업

- 화장품 산업은 고기능성·생물기반 원료의 사용 확대에 따라 정밀한 저온 관리와 콜드체인 유통이 품질 유지와 제품 경쟁력 확보의 핵심 요소로 부상하고 있음
- 비타민 C·펩타이드·효소·레티놀 등 활성 성분 및 무방부제·천연 제품의 안정성 확보에도 저온 관리가 필수적임
- 발효원료·세포배양 원료 등 생물 기반 화장품의 발효 추출물·유산균·세포배양액 등은 보관·운송 단계의 정밀한 온도 제어와 콜드체인 시스템 구축이 필요함

### 5) 레저관광산업

- 콜드체인 기술은 의료·식품 영역을 넘어 극지 체험형 관광·웰니스 스파·동계 레저시설·프리미엄 식음 서비스 등과 융복합되어 콘텐츠 다양화와 고급 서비스 제공, 관광시설의 운영 안정성 향상에 기여할 수 있음
- 이러한 기술을 기반으로 빙설 테마파크·냉온순환 힐링 프로그램·스키장 물류지원·냉동 디저트 관광콘텐츠 등을 구현하면 관광객 만족도와 체류 시간을 높이며, 관광산업의 프리미엄화·4계절화·웰니스 트렌드에 대응할 수 있음

## 6) 우주·항공 산업

- 우주·항공 분야는 우주 탐사 시료, 의약품, 생물학적 연구 샘플 등 온도 민감 품목의 품질·구성을 보존하기 위해 콜드체인 기반의 정밀 보관·운송 시스템이 필수적임
- 콜드체인 기술은 초저온 시료보존·관리시스템(cryogenic curation)처럼 우주 시료 보관, 의약품·세포치료제 항공수송, 우주 생명과학 연구까지 적용 범위를 확장해 항공우주 연구기관·정밀분석기관·소재·장비 기업과 융복합 산업 생태계 구축을 가능하게 함

## 7) 데이터센터

- 데이터센터는 고밀도 서버 운용으로 인한 막대한 발열을 안정적으로 제어해야 하며, 이에 따라 액침냉각·초저온 냉매 등 고효율 냉각기술이 기존 공랭식 대비 30~50% 에너지 절감이 가능해 미래형 데이터센터 구축의 핵심 대안으로 인식되고 있음
- 콜드체인·수소·바이오·식품 냉동 산업에서 발생하는 폐열을 데이터센터 난방·항온 유지에 활용하고, 반대로 데이터센터의 폐열을 스마트팜·온실 등에 공급하는 방식으로 열에너지 순환 생태계와 에너지 자립형 클러스터를 구축할 수 있음

## 8) 확장 가능성 검토 영역

- 콜드체인 산업에서 발생하는 냉열·온열을 스마트팜·아쿠아팜의 냉난방 에너지원으로 공급하면 운영비를 절감하고 에너지 효율을 높일 수 있으며, 새만금 농생명용지의 고부가가치 활용 모델을 확대하고 재생에너지 기반 분산전원 시스템과 연계할 수 있음
- 콜드체인 산업에서 발생하는 냉·온열은 에너지 손실 없이 인근 관광시설에 활용될 수 있어, 극한 체험관·빙설 전시관 등 냉열 기반 콘텐츠와 온천·찜질·수치유 등 온열 기반 웰니스 관광을 4계절 체험형 자원으로 전환하여 산업 인식 확대에 기여할 수 있음
- 전기·전자 분야에서 데이터센터의 서버 발열 관리와 이차전지 소재·전해질·활물질의 정밀 온도 제어 및 열폭주 방지를 위해 콜드체인 기반의 냉각·보관·운송 기술이 핵심 수단으로 인식되고 있음

[표 3-1] 콜드체인 산업 범위

구분	주요 대상·활용 영역	콜드체인 핵심 기능	산업적 파급효과
식품산업	식재료, 축산물, 수산물, 과일, HMR, 유제품	급속냉각, 정온보관, 온·습도 이력관리, 맞춤형 온도 유지	신선도 유지, 장거리 유통 안정화, 고부가가치 식품·프리미엄 가공제품 확대
농생명산업	스마트팜·아쿠아팜, 아열대 작물, 과수류(망고·키위 등)	냉열·온열 재활용, 온실 난방, 양식장 수온 유지	에너지 비용 절감, 생산 안정성 제고, 수출형·체험형 농업 생태계 구축
바이오·의료 산업	백신, 의약품, 세포치료제, 혈액, 연구 샘플	항온·항습 보관, 임상·연구용 시료 관리, 표준 프로토콜 기반 운송	의료·공공 보건 인프라 확장, 정밀 샘플 관리 및 바이오 스타트업 생태계 강화
화장품 산업	고기능성·생물 기반 원료, 발효·세포배양 소재	저온 저장, 활성 성분 안정화, 무방부제 제품 보존	프리미엄·천연 화장품 개발, 기능성 제품 경쟁력 확보
레저·관광 산업	빙설 테마파크, 스파·웰니스, 동계 레저시설, F&B	극저온·냉열 기반 콘텐츠, 시설 안정 운영	관광 고급화, 체류시간 확대, 4계절형·웰니스 관광 자원화
우주·항공 산업	우주 탐사 시료, 의약품, 생체 시료	초저온 시료보존·관리, 항공수송	항공우주 R&D-정밀분석-장비기업 결합형 융복합 생태계 구축
데이터센터	고밀도 서버, HPC, AI 연산	액침냉각, 초저온 냉매, 열 회수 시스템	에너지 절감(30~50%), 폐열 순환형 클러스터(온실·스마트팜 연계)
확장 가능 산업	스마트팜·아쿠아팜, 관광시설, 전기·전자, 2차전지	냉·온열 순환 활용, 정밀 온도제어, 열폭주 방지	에너지 자립형 산업, 초저온 체형·웰니스 관광, 배터리 안전·신뢰성 확보



자료: 나정호 외. (2023). 세만금 초저온 산업물류 거점 조성전략. 전북농생명혁신성장위원회. 6.

[그림 3-2] 콜드체인 산업의 확장 범위

## 다. 콜드체인 산업의 핵심 기술

### 1) 초저온 콜드체인 기술

- 의약품·백신·세포치료제 등 생물학적 제제는  $-70^{\circ}\text{C}$  이하를  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  이내로 유지하는 초저온 정밀 온도관리 기술이 품질·유효성 확보의 핵심 기준으로 중요하게 평가함 (Lascar Electronics, 2020; Baust & Gao, 2021)
- 국내에서는 온도관리 포장 적격성 부족과 제도 미비가 품질 저하 위험을 초래해 개선이 요구되고 있고(송세웅·신창훈, 2020), 초저온 시험기·냉각 시스템·수송기술과 방사성 의약품용 데이터 로거 기반 콜드체인 시스템 개발이 진행되고 있음(이천규 외, 2023; 조은하·이유황, 2023)
- 실시간 센서·자동제어·클라우드 기반 모니터링을 통해 콜드체인 물류의 정밀성과 효율성을 높이며, 냉장창고 위치별 데이터 기반 저비용 온도 관리(양수정 외, 2023), 국제인증 연계 디지털 기술의 자원 절감·효율 개선 사례(김창봉·서덕문, 2024), 베이퍼 챔버 적용 트럭의 운송 중 온도 안정성 향상(문영훈 외, 2024) 등 효과가 입증됨
- 콜드체인 시스템의 성능은 진공 단열재·다층 특수 용기·액체질소 저장 등 소재·포장 기술에 의해 결정되며, 최근 에어로겔 복합체·카본폼 등 고기능성 소재를 활용해 열손실을 최소화함(송윤하 외, 2024)
- PCM·드라이아이스 기반 수동형 패키징이 전력 공급이 어려운 환경에서도 안정적 온도 유지와 비용 절감을 가능하게 하며, 식품 분야에서도 이러한 기술을 적용해 신선도 유지·에너지 절감·식품 손실 최소화 효과가 확인되고 있음(안재환, 2024)
- 신선식품 배송에서 소비자 만족과 재구매 의도 제고(김은빈, 2024; 김은빈·원종하, 2024), 철도 기반 고단열 컨테이너의 중장거리 비용 우위(장수은 외, 2021), LNG 냉열을 활용한 산업 냉각·급속냉동의 에너지 절감 및 친환경성(정진 외, 2024), 드라이아이스·PCM 등 냉매 기반 이동형 장비와 절연 운송 컨테이너를 통한 장거리 품질 유지가 핵심 요소로 작용함

## 2) 식품산업의 콜드체인 기술

- 콜드체인 기반 급속 냉동 기술은 근육 내 콜라겐 구조 안정화와 단백질 변성 억제, 미세한 얼음 결정 형성을 통해 육류의 수분 보유력과 연도를 개선하여 고품질 냉동육의 산업적 활용 가능성을 높이는 수단으로 평가됨(Gawwad, 1980; Petrović, 1982; Rahelić et al., 1985a, 1985b; Setyabrata et al., 2019; Nakamura et al., 2010; Pérez-Chabela & Mateo-Oyague, 2004; Sjöström, 1975)
- 식품의 저장 온도·기간 및 냉동·해동 조건은 신선도와 물리·영양 특성에 직접적 영향을 미치므로, 육류(Vieira et al., 2009), 고춧가루(Hwang et al., 2012), 딸기(Sahari et al., 2004), 해조류(Lee & Jung, 2012) 등 품목별 특성에 맞춘 맞춤형 저장·냉동 관리가 품질 저하를 방지하는 핵심 요소임
- 콜드체인 기술은 육류 가공 시 구조적 손상을 줄여 신선도를 유지하고(Nakamura et al., 2010), 동결건조 등 기존 보존 기술과 병행하여 저장 효율성과 위생 안전성을 확보하며(Jin et al., 2006; Matsumoto, 1980), 식품 보존 전반으로 응용이 확장되고 향후 스마트 보존 기술과 융합 가능성이 높은 기술임
- 과일·해조류·향신료 등 식물성 식품은 냉동 속도와 저장·해동 조건에 따라 조직 구조·항산화 성분·물리적 특성이 달라지므로, 적절한 냉동 기술 적용이 신선도·건강 기능성·장기 보관 품질 유지에 중요함(Dawson et al., 2020; Lee & Jung, 2012; Hwang et al., 2012)

## 3) 디지털 기술과 물류

- IoT 기반 콜드체인 시스템은 보관·운송 중 실시간 온·습도 모니터링과 클라우드 데이터 관리를 통해 즉각 대응과 사후 분석을 가능하게 하며(양수정 외, 2022; 유장현 외, 2021), 디지털 트윈 및 통합 플랫폼을 활용해 전 과정을 연계함으로써 물류 운영 안정성·품질·에너지·안전 관리 효율을 향상함
- 블록체인 기반 이력 추적 시스템은 유통 과정의 위·변조 방지와 투명성 확보를 통해 식품·의약품 등 고신뢰 제품의 거래 안정성을 높이고, 지도 기반 위치·온도 추적·이상 알림·맞춤 보고 기능을 갖춘 의약품 운송 관리(김상재·송영진, 2023), 식품 안전성과

소비자 신뢰도 제고 사례(조지성, 2020), 중국 시장에서 확인된 기업 이미지·친환경 물류 활동의 선택 기준 부상(왕거 외, 2020) 등을 통해 효과가 검증되고 있음

- AI 기반 콜드체인 물류는 수요 예측·경로 최적화·에너지 분석을 통해 효율성을 극대화하고, 환경 데이터 기반 조건 예측으로 운영 전략을 도출함(박영태 외, 2021)
- IoT·머신러닝·블록체인 등 신기술과 비대면 소비 트렌드가 결합되고(류하영 외, 2022), AI·블록체인·IT 기술·방역 역량을 활용한 해외 조달시장 진출 가능성까지 확대되고 있음(신석현, 2021)
- 콜드체인 물류 역량은 식품·의약품 등 고부가가치 산업의 경쟁력을 결정하는 핵심 요소로 제약·신선식품·특수 시장 등에서 파트너십·전문성·위험관리·배송기사 배차 등 복합 요인이 서비스 품질과 효율성을 결정함(지성우·하현구, 2022; 이지원·이향숙, 2024; 김창봉·오유진, 2024; 김태훈·김동진, 2024)
- 중소 수출기업의 성과·고객 만족은 3PL 서비스 품질, 자원·인프라·파트너십 확보에 좌우되고 코로나19 이후 중소형 콜드체인 기업의 효율성 개선과 해외시장 확대가 요구되는 것으로 나타남(류희찬·박근식, 2023; 박홍규·민찬홍, 2021; 신해웅·김장수, 2023; 김장수·신희인, 2023)

## 라. 콜드체인 산업의 인프라 전략

### 1) 물류거점 콜드체인 인프라

- 항만·공항 인근에 콜드체인 거점을 구축하면 신선화물 통관·수출입 대응 능력이 향상되고, 지방공항 물동량 유치와 친환경 인프라 확대가 요구됨(윤한영·박성식, 2024)
- 신선식품·의약품 특화 글로벌 모델과 복합운송 기반 환적형 시스템을 갖춘 복합물류형 콜드체인 전략이 필요하고 국제물류주선업체는 콜드체인·프로젝트 물류·유엔조달 등 특화시장 진출을 추진해야 함(이현수 외, 2022; 신석현, 2021)
- 권역별 콜드체인 물류센터 구축은 수요 분산과 위기 대응을 가능하게 하는 체계를 형성하며, 새만금 농생명용지·배후산단·스마트팜·아쿠아팜·바이오식품 등을 연계한 콜드체인 산업 클러스터 구축을 통해 고부가가치 산업 생태계로 확장할 수 있음

- 부산·경남은 비용이 핵심 요인(차준현 외, 2023), 인천은 신선물류 품질 민감성을 고려한 거점화 전략이 타당하다고 분석되었고(오승철 외, 2020), 인천신항 배후부지(안길섭 외, 2020)가 입지 적합도가 높다는 연구도 수행됨
- 국가단위 콜드체인 시스템은 공공 인프라와 민간 물류망을 통합 운영해 물동량 분석·예약관리·에너지 효율화가 가능한 국가-지방 연계형 시스템 구축 방향으로 검토됨
- 국가식품클러스터-전북자치도 연계 모델의 단계적 구축 필요성(나정호 외, 2022), 유통단계 축소·인프라 구축·인증제도 지원이 핵심 개선 요인으로 도출된 수산물 콜드체인 분석 결과(김승철·최용석, 2024), 부산의 커피산업 연계 콜드체인 조례 및 특화단지 사례(장정재, 2023) 등이 있음
- 스마트 물류센터 구축은 탄소중립·ESG 대응과 식품 손실 감소·유통 경쟁력 강화를 목표로 하며, 중소기업의 자율주행·AI·IoT·콜드체인 기술 도입 확대가 정책적 지원과 결합되어야 하고(박영태 외, 2022), 도매시장 기반 유통에서는 저온유통체계의 기술 개선·운영조건 정립·에너지 절감 전략이 필수적임(한관순, 2021)

## 2) 콜드체인 시설과 설비

- (콜드체인 전용 저장시설) 정밀 온도 제어를 통해 백신·생물시료·특수식품 등 고감도 물품을 안정적으로 보관하는 핵심 인프라로 고효율 스테링 냉동기 개발(박성제, 2023)과 남극 탐사 로봇 냉각시스템(권지욱 외, 2023)은 콜드체인 설비의 안정성과 산업 적용 역량을 강화하는 기반 기술로 검토할 수 있음
- (이동형 및 다기능 저장 설비) 특수 단열 기술을 적용한 이동형 정온 컨테이너를 통해 장거리 운송·응급·군수·의료 물자 이송을 지원하고, 다양한 온도대·품목에 대응하는 맞춤형 설비를 제공함으로써 물류 대응력과 현장 적용성을 높임
- (에너지 절감 및 친환경 설계 기술) 고단열 소재·고효율 냉동기·인버터 기술 등을 통해 에너지 비용 및 탄소배출을 감소시키고(양연호, 2022), LSTM(Long Short-Term Memory) 기반 에너지 예측 AI모델과 스마트 물류센터 연계 데이터 분석을 통해 지속 가능한 콜드체인 인프라 구축을 가능하게 함(김시구 외, 2022)
- (비상 대응 및 시스템 안정성 강화) 정전·기기 고장 등 긴급 상황에서도 온도 유지가

가능한 예비 전력 및 실시간 경보 체계를 구축하여, 생명과학·의료·군수 등 고위험 물류 품목의 신뢰성을 확보하는 안전 구조를 갖추는 것이 핵심임

### 3) 콜드체인 산업 육성을 위한 법제도적 기반 구축

- 콜드체인 산업의 고도화와 글로벌 경쟁력 확보를 위해 제품 안전·이력관리·에너지 효율·탄소저감 기준을 포함한 인증·표준화 제도 정비가 필요하며, 특히 코로나19 이후 강화된 국제 시험표준(김원욱, 2024)과 신흥시장 대응 전략(박지문, 2021), 미국·유럽의 에너지 라벨 규제(황병은, 2021)에 부합하는 국가표준 마련이 요구됨
- 산업단지 내 융복합 구조 도입과 부지 재임대 규제 개선 등 법·제도 정비를 통해 콜드체인 기반 산업 집적화와 협업체계를 구축해야 하며, 온라인 냉장·냉동식품 시장 확대에 대응한 택배산업 법제·인프라·서비스 표준화가 필요함(이관호·조찬혁, 2020)
- 콜드체인 산업은 식품·바이오·의료·에너지·물류 등 다부처 융합 영역이므로 범부처 협의체 또는 전담 TF를 통해 분산된 정책 기능을 통합·조율하여 행정 효율성과 산업 활성화 시너지를 극대화할 필요가 있음
- 감염병 대응 역량 강화를 위해 백신·혈액·의약품의 콜드체인 보관 기준을 법제화하고 저장시설 사고 대응을 위한 안전 규정과 ISO 기반 인증체계를 마련해 수출 경쟁력과 민간 인프라의 신뢰성을 높이며, 한·중·일 제도 차이에 따른 물류 협력 장애 해소를 위해 민관 소통과 상호 인증체계 구축이 필요함(김동윤 외, 2021)

## 마. 콜드체인 산업의 에너지 전략

### 1) 친환경성

- LNG의 기화 과정에서 발생하는  $-162^{\circ}\text{C}$ 의 냉열은 식품 급속냉동·초저온 물류창고 등에서 활용 시 에너지 소비를 줄이고 성능을 높일 수 있으며, 전기 기반 냉동 시스템 대비 온실가스 배출이 적어 온난화 대응에 효과적인 기술로 평가됨
- 수소·암모니아 등 탄소중립 연료 연계는 콜드체인 저장·운송 기술의 에너지 전환 핵심 요소로 부상하고 있으며, 친환경 냉매 적용 확대와 탈규제·인프라 정비가 요구되는 가운데, 자연 냉매 기반 초저온 설비와 비고가 냉매 기술의 상용화 가능성이 제시됨(성백진, 2024; 조종재 외, 2024; 이충식·염충섭, 2024)



- 콜드체인 설비 가동 과정에서 발생하는 폐열을 스마트팜 난방·웰니스 시설 가열 등으로 재활용하면 에너지 순환 구조를 강화하고, 의료·복지·농업 등과 콜드체인 연계를 통해 산업 간 융합 생태계와 부가가치 창출을 확대할 수 있음
- 재생에너지를 활용한 자립형 콜드체인 시스템은 외부 전력망 의존도를 낮추고 장기적 에너지 안정성을 확보하며, 히트펌프 기술은 에너지 절감과 탄소중립 달성 측면에서 잠재력을 보유해 국내 기술 경쟁력 강화를 요구함(김민성 외, 2023)

## 2) 경제성

- 콜드체인 설비는 높은 전력 소모 특성으로 인해 고효율 압축기·고성능 단열재 등 효율 중심 설계와 모듈형·공용설비 기반 운용이 필수이며, 최적 온도 설정을 통한 운영 최적화는 농산물 도매시장의 손실률을 5~10% 감소시키는 등 에너지비용 절감과 품질 유지 효과를 제공함(김주원, 2024)
- 데이터센터·스마트팜·바이오시설 등 온·냉 수요 산업 간 냉열 공유와 회수·순환 활용 구조를 구축하면 설비 및 운영비를 절감하면서 산업 간 시너지를 창출할 수 있으며, 백신센터 등 공공 인프라와 민간 물류 서비스를 연계한 단기 임대·긴급 대응·수출 물류 등 다양한 수익모델 구상이 가능함
- 탄소중립·디지털 전환 등 정부 정책 연계를 통해 국비지원·세제 감면 등 제도적 유인을 확보하여 초기 투자 부담을 줄이고 지속가능한 사업 기반을 마련할 수 있으며, 인증·표준화·에너지효율·안전기준을 정비하여 수출경쟁력 강화에 기여할 수 있음

## 바. 콜드체인 산업 범위 확장에 따른 과제

- 콜드체인 산업은 에너지 효율성과 산업 융합성을 요구받는 핵심 인프라 산업으로 제도적 기반이 뒷받침되어야 지속가능한 성장이 가능함
- 콜드체인 에너지 시스템은 높은 전력소모와 탄소중립 요구 속에서 친환경·경제성 확보가 핵심이며, LNG 냉열 재활용·그린암모니아·재생에너지 기반 에너지 믹스형 시스템을 결합한 저탄소 초저온 운영 모델이 지속가능한 산업 전환의 방향으로 제시됨
- 콜드체인 산업 범위 확장은 바이오·식품·물류·에너지·관광 등 다부처·다부서가 관여하는

융복합 산업이기 때문에 행정 매칭과 승인 과정이 복잡하며, 소관 중복·사각지대를 해소하기 위해 전담 TF 또는 통합 컨트롤타워 구축이 필요함

- 부지 내에서 창고 운영사·식품 가공사·물류기업·장비 유지보수업체 등이 융복합 구조로 협력해야 효과가 크지만 현행 산업단지 재임대 금지 규정으로 인해 공간 기반 생태계 구축이 제약되므로, 융복합 구역 설정·공유형 부지·산업용도 유연화 등 제도 개선을 검토할 필요가 있음

## 2. 전북특별자치도 탄소중립 콜드체인 산업 특성화 방향

### 가. 국가식품콜드체인물류시스템 구축

- 전북자치도의 식품산업 기반, 정부의 디지털·그린 뉴딜정책, 탄소중립 기초, 새만금개발계획, 전북형 뉴딜, 농생명 산업 전략 등과 연계하여 국가식품콜드체인물류시스템 구축의 당위성을 제안함(나정호 외, 2022)
- 국가식품클러스터가 있는 전북자치도를 기반으로 공익성과 산업성, 수출경쟁력을 확보하기 위한 기술 경쟁력과 식품 콜드체인 표준 체계 구축이 핵심임
- 표준화, 인증제도, 전용포장재, 디지털 기반 플랫폼 개발 등을 통한 단계별 구축전략을 제시하며, 민간 중심의 한계를 보완할 공공 기반 구축 필요성을 강조하였음

#### ■ 식품산업 중심지로서 전북자치도의 콜드체인 산업 육성 전진기지 당위성

- 전북자치도는 국가식품클러스터를 중심으로 식품산업이 집적된 만큼, 코로나19 이후 확대된 비대면 유통·소비자 안전 요구에 대응하기 위해 콜드체인 기반 식품물류 시스템을 구축해 수출산업화와 고도화를 추진할 필요가 있음
- 중소·영세 식품기업이 많은 지역 특성을 고려하여, 한국식품산업클러스터진흥원 등과 연계한 공공주도 인프라·물류 표준·인증·전용 포장재 개발이 포함된 통합 수출형 콜드체인 체계 구축이 요구됨

## ■ 새만금권 물류 SOC와 연계 가능한 콜드체인 산업

- 새만금 기본계획(2021)은 국제공항·신항만·수출경제특구를 기반으로 친환경 식품콜드체인물류 산업을 육성하고, 그린수소·재생에너지·그린모빌리티와 연계된 콜드체인 물류거점을 조성하는 방향을 제시함
- 국가식품콜드체인물류시스템은 새만금 물류 인프라와 결합해 글로벌 식품 수출거점으로 발전할 수 있다는 전략적 가능성에 기반함

## ■ 새만금 글로벌 푸드허브 조성 전략과 물류 인프라 기반 육성 방향

- 새만금기본계획 수정안은 첨단전략산업·식품·MICE 3대 허브 조성을 목표로 항만경제특구·그린수소복합단지·국제공항·신항만을 연계한 콜드체인 물류 중심 산업단지 배치를 추진하며, 식품허브 인프라 및 실행 전략을 구체화하고 있음
- 농림축산식품부와 전북자치도는 새만금 물류 인프라를 활용한 고부가가치 식품산업 플랫폼과 식량안보 기반의 “새만금 글로벌 푸드허브” 조성을 추진하고 있음

## 나. 전북형 물류 서비스 산업화

- 전북형 물류 서비스 산업화 방안 연구(나정호 외, 2023)에서 초저온 콜드체인 산업을 전북의 전략적 산업 생태계 핵심으로 제시함
- 이 연구는 친환경·스마트 콜드체인 물류 클러스터 구축 전략을 구체화하고 실행 가능한 정책과제로 발전시키기 위한 후속 연구 성격이 있음

## ■ 전북형 물류 서비스의 핵심 전략과 본원적 산업 수요

- 전북형 물류 서비스는 “물류 서비스의 전문성을 갖추어 경쟁력을 높이고, 전북자치도가 잘할 수 있는 특성화 요소를 접목한 서비스”로 정의함(나정호 외, 2023)
- “친환경·스마트 초저온 산업물류 클러스터 조성”은 물류 기능을 넘어 미래 유망 산업 군과의 연계를 목표로 하는 핵심 전략으로 제시되었으며, 콜드체인 물류는 바이오·식품·의약·수산가공·반도체·수소산업 등 고부가가치 산업과 연계됨

- 물류는 본원 산업의 파생 수요이며, 지속가능한 물류체계를 위해서 초기 단계부터 본원적 산업 유치 전략이 병행되어야 함
- 물류 전략은 산업과 물류의 종속적 구조가 아니라 산업 육성·공정특성·수요 예측을 선행변수로 하여 물류 인프라·서비스 모델을 설계하는 구조적 접근이 필수적임

#### ■ 새만금권 인프라 적합성

- 새만금항 신항, 국제공항, 배후단지 등 트라이포트 인프라는 콜드체인, 초저온 등 온도 민감 물류를 지원하는 기반이 될 수 있음
- 국내 무역항 31개, 공항 15개 배후 산업단지 경쟁 현황을 고려할 때 기존 유망 산업 유치는 한계가 있으며, 새로운 물류 신산업 발굴이 필요하다고 진단함
- 기존 거점 항만·공항은 이미 제조·수출입 중심 산업을 선점하고 있어 후발 지역이 동일한 전략으로 경쟁하기 어렵고, 새만금은 초기 인프라 단계에서부터 바이오·식품·에너지·반도체 등 온도 민감 산업을 결합한 “콜드체인 중심 신산업 플랫폼”을 설계할 수 있다는 점에서 차별적 경쟁우위를 확보할 수 있음

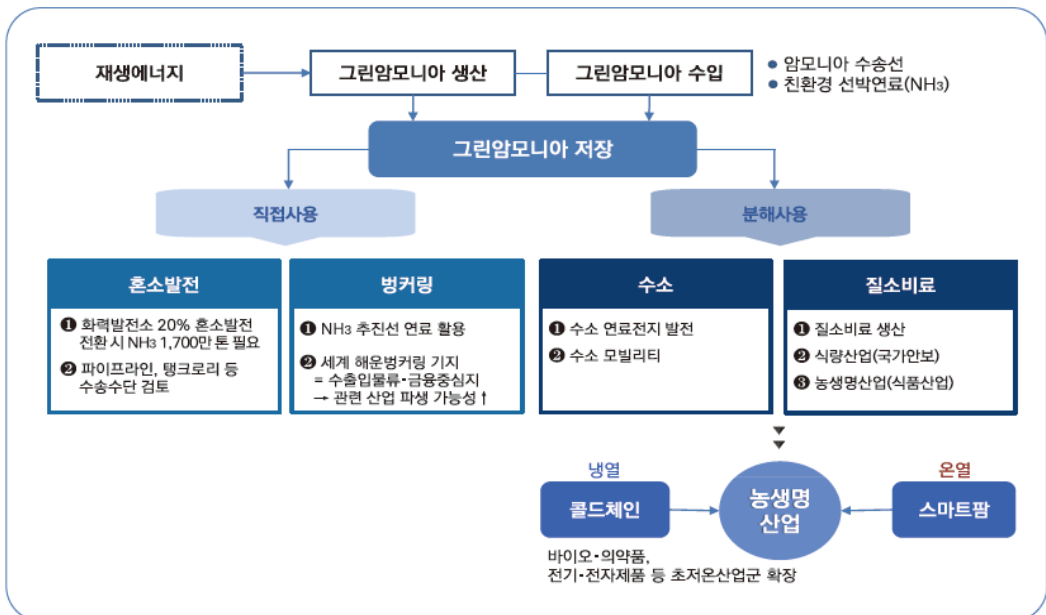
#### ■ 전북자치도 산업 경쟁력 확보를 위한 차별화 전략

- 농생명, 기계 부품 등 전북자치도 기존 산업의 성숙기 진입과 타 시도 대비 물류 인프라 후발주자라는 한계를 극복해야 함
- 이에 따라 특정 산업이 아닌 초저온 온도관리 기술 기반 산업군 육성이 필요하다는 전략적 방향을 제시하고 이를 구체화할 필요가 있음
- 제품·산업 개별 유치 경쟁이 아닌 ‘온도·조건·환경을 제어하는 물류·에너지·기술 플랫폼’을 중심에 두어 바이오·식품·의약·반도체 소재 등 고부가가치 산업을 수용·확장할 수 있는 구조를 마련해야 하며, 이를 통해 타지역이 모방하기 어려운 전북형 융합 생태계를 구축하는 것이 핵심임

## 다. 그린암모니아 산업 생태계 구축

### ■ 그린암모니아 기반 에너지·산업 전환의 핵심 개념

- 그린암모니아( $\text{Green NH}_3$ )는 수소를 추출·결합하는 과정에 100% 재생에너지(수전해 방식)를 적용해 생산되며, 생산 단계에서 온실가스를 전혀 배출하지 않는 무탄소 에너지 저장·운송 화합물임
- (그린암모니아 산업 생태계) 단순한 연료 공급이 아니라, 생산-저장-운송-활용 전주기 가치사슬을 통해 그린수소 전환, 연료전지 발전, 암모니아 연소 발전, 스마트팜 난방·냉열 활용, 콜드체인, 농생명·바이오 산업 등 다수의 연계 산업을 파생시키는 복합 산업 생태계를 의미함
- 그린암모니아는 ① 국가 에너지 자립도 향상, ② 산업·물류 부문 에너지 수요 구조 혁신, ③ 주력 산업의 경제성 확보 및 공정 저탄소화, ④ 기존 화석연료 기반 공급망 패러다임 전환에 대응할 차세대 성장동력으로 평가됨

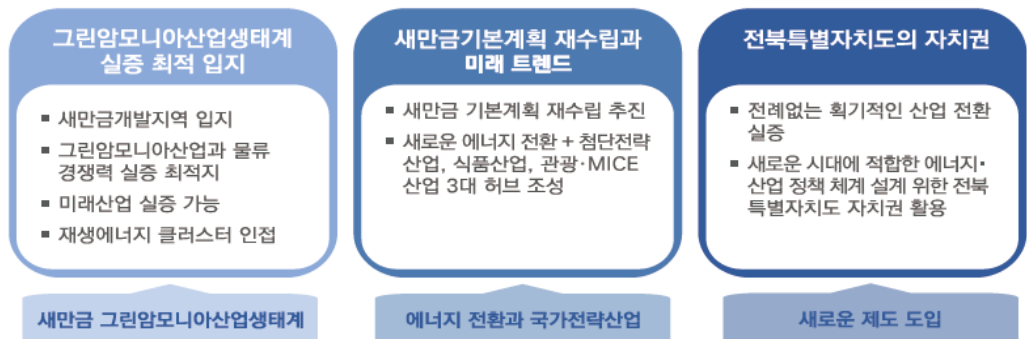


자료: 나정호, 김희수. (2024). 그린암모니아, 에너지 자립과 탄소중립의 열쇠. 전북연구원 이슈브리핑 308호. 3.

[그림 3-3] 그린암모니아 산업 생태계

## ■ 새만금의 그린암모니아 미래에너지·산업 실증 허브 구축의 전략적 타당성

- 새만금은 3GW급 재생에너지 클러스터를 기반으로 그린암모니아 생산·유통·활용을 실증할 수 있는 국내 유일의 자립형 RE100 산업벨트 구축 잠재지임
- 항만·산업단지·도시가 단일권역에 집적되는 새만금은 기존 화석에너지에 최적화된 기존 무역항 대비, 새로운 에너지 물류체계와 산업 생태계를 검증할 수 있는 최적지임
- 산업단지와 물류기반 형성 초기 단계에 있는 새만금은 현존하는 산업 구조에 제약받지 않고 그린암모니아 중심 미래산업의 기획-R&D-기반조성-실증 모델을 단계적으로 구축할 수 있음
- 전북특별자치도의 자치권과 특구 제도를 활용하면 그린암모니아 산업 관련 법·제도 실증, 기업 유치, 에너지·산업전환 정책의 선도적 모델을 구현할 수 있음

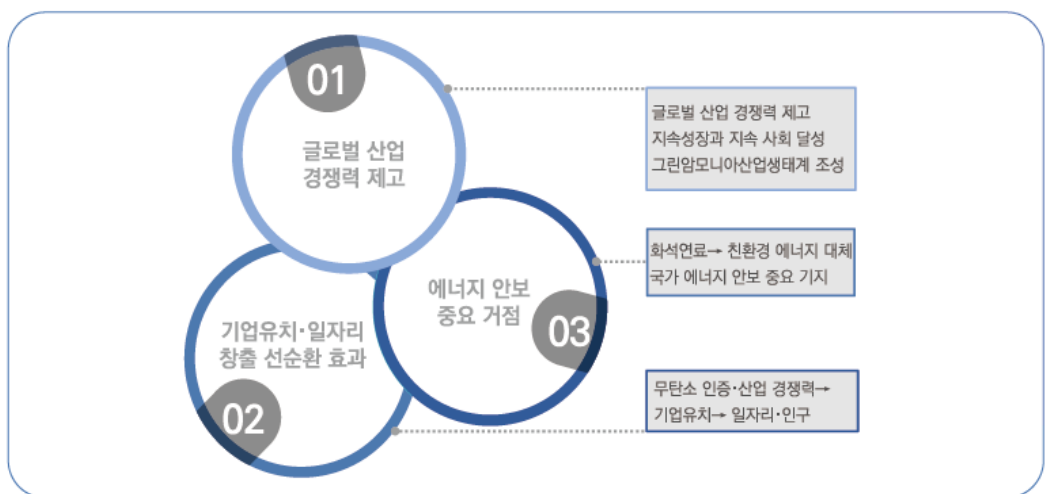


자료: 나정호, 김희수. (2024). 그린암모니아, 에너지 자립과 탄소중립의 열쇠. 전북연구원 이슈브리핑 308호. 8.

[그림 3-4] 전북자치도 그린암모니아산업 중심지 도약 가능성 검토

## ■ 새만금 그린암모니아 산업 중심지 도약 전략

- 새만금은 대규모 재생에너지 클러스터 조성, 새만금기본계획 재수립과 미래산업 트렌드 반영, 전북특별자치도 특례 및 자치권 활용 가능성을 기반으로 그린암모니아 산업 생태계를 실증·정착할 수 있는 전략적 도약 기회를 확보하고 있음
- RE100, 탄소국경조정제 등 글로벌 환경 규범에 대응할 수 있는 에너지 전환 거점으로 기능하면서, 그린암모니아 기반 생산-공급-활용 생태계를 구축함으로써 미래 주력 산업의 선점과 글로벌 산업 경쟁력 제고를 기대할 수 있음
- 산업 전 영역의 무탄소 인증을 가능하게 하는 에너지 공급 구조는 바이오·식품·의약·반도체 등의 다양한 산업군을 유치하는 앵커 역할을 수행, 기업 집적·투자 확대·고급 일자리 창출로 이어지는 선순환 생태계를 형성함
- 그린암모니아는 생산·수입·저장·공급의 전주기 인프라 구축을 통해 국가 에너지 믹스의 핵심이 될 수 있는 청정 에너지원으로, 새만금은 장기적으로 국가 에너지 안보 거점이자 차세대 산업 플랫폼으로 도약할 수 있음



자료: 나정호, 김희수. (2024). 그린암모니아, 에너지 자립과 탄소중립의 열쇠. 전북연구원 이슈브리핑 308호. 10.

[그림 3-5] 전북자치도가 그린암모니아산업 중심지가 되면 좋은 점

## ■ 그린암모니아 산업 중심지 조성을 위한 3단계 발전 전략

- 그린암모니아 산업 생태계를 ① 수입 기반 도입기, ② 생산·수입 병행 성장기, ③ 에너지 자립 완성기로 발전시키는 3단계 추진 전략을 제안함
- 1단계(도입기)는 재생에너지 생산 여건이 뛰어난 지역에서 생산된 그린암모니아를 수입하여 전력·산업용 에너지 대체에 실증·활용하는 단계로 국내 적용성 검토·시장 수요 분석·물류 인프라 구축·산업 육성 방안을 체계화하는 산업 생태계 초기 단계임
- 2단계(성장기)는 수입 기반을 유지하면서 국내 그린암모니아 생산시설을 단계적으로 구축하여 산업 기반을 형성하고, 생산-저장-운송-활용 등 전주기 가치사슬과 연계 산업군이 성장하는 단계임
- 3단계(완성기)는 국내 에너지믹스가 요구하는 수요를 국내 생산·저장·공급을 통해 안정적으로 충족하고, 그린암모니아 산업이 지역·국가 경제 성장, 탄소중립, 산업 패러다임 전환을 견인하는 전략 산업으로 자리 잡는 단계임
- 이를 달성하기 위해서는 그린암모니아 산업의 경제성 분석, 전복자치도 주도의 산업 생태계 TF 구성, 핵심 수요·기술 보유 앵커기업 유치, 산업-물류-에너지 규제 특례 활용 등 정책적·기술적·제도적 실행체계를 구축해야 함



자료: 나정호, 김희수. (2024). 그린암모니아, 에너지 자립과 탄소중립의 열쇠. 전북연구원 이슈브리핑 308호. 10.

[그림 3-6] 전복자치도 그린암모니아산업 중심지 단계별 추진 전략 제안



### 3. 사례검토

#### 가. 해외 콜드체인 거점 사례

##### 1) 유럽 신선물류의 중심지: 로테르담항 콜드체인 거점

###### ■ 유럽 최대 물류 관문의 전략적 위상

- 로테르담항은 유럽 전체 물동량의 60% 이상을 처리하는 EU 최대 무역항만으로 단순한 해상 화물거점이 아니라 유럽 내륙 공급망의 핵심 관문 역할을 수행함
- 유럽으로 수입되는 신선물류(농식품·수산·냉장화물)의 1/3 이상을 처리하며, 신선·냉장 화물의 유통·검역·가공까지 연계한 종합 허브로 발전함

###### ■ 유럽 대륙 전역을 연결하는 다중 네트워크 인프라

- 로테르담항은 항만 배후에 철도-내륙수로-송유관-고속도로-물류단지를 결합해 다핵적 공급망 네트워크(Multi-modal Network)를 구축함
- 이를 통해 동유럽 포함 EU 전역을 1~2일 내 배송 가능한 구조를 확보했으며, 신선화물의 시간 민감성과 손실률 최소화로 서비스 품질을 높임
- “항만-내륙운송-산업단지-도시 소비시장”까지 단일 시스템으로 연결하여 신선물류의 리드타임을 축소함

###### ■ 저온물류 거점 플랫폼: Cityport·Maasvlakte 이원 구조

- 로테르담항 Cityport 및 Maasvlakte(마스블라кте) 물류단지는 총 12개의 신선화물 보관·처리시설을 보유하며, 단순 냉장보관을 넘어 냉장·냉동 보관, 화물 재포장, 라벨링, 품질검사·선별, 품질향상(숙성·등급화), 크로스도킹, 부분 가공 및 물류전처리 등 부가가치 기능을 통합한 산업형 콜드체인 모델을 운영함

- 이 구조는 화물 이동을 최소화하고 통관-가공-유통을 한 지점에서 완료하는 '항만형 산업허브 모델'을 실현함

#### ■ 민간 주도형 Cool Port 프로젝트와 항만정책 결합

- Port Vision 2030(항만 장기전략)에 따라 로테르담항은 민간기업 Kloosterback과 함께 Cool Port 프로젝트를 추진함
- Cool Port는 단순 물류창고가 아닌, 신선화물 전문 종합처리 단지로 설계되어 하역, 저온보관, 가공·선별, 통관, 검역·품질검사, 유통 기능을 원스톱 방식으로 제공함
- ① 민간 전문성, ② 항만 공공 인프라, ③ EU 규제·검역 시스템이 결합된 구조로, 산업성과 안전성을 확보함
- 냉장창고에서 산업 플랫폼으로 진화한 모델로 단순 보관 수익이 아닌 가공·분류·유통·서비스 수익을 창출했다는 것이 핵심 포인트임

#### ■ 식품 산업과 물류의 결합: Rotterdam Food Hub

- 로테르담항은 항만 내 식품 산업 집적지(푸드허브) 구축을 추진, 유통단지가 아닌 식품 산업 혁신 단지로 설계함
- 식품 생산·가공기업, 수입회사, 도매 유통사, 검역기관 등이 입주해 식품 R&D, 고부가가공, 저온물류 기반 수출입, EU 식품안전 규제 대응을 일괄 수행함
- 항만이 단순한 컨테이너 처리시설에서 산업·가공·식품공급망을 통합 운영하는 복합 산업형 물류 거점으로 전환된 대표 사례임

#### ■ 시사점

- (물류 인프라 “연결”이 아니라 공급망 “통합”) 항만-철도-내륙수로-도시가 단일 시스템으로 연결되며 저온 화물의 시간 가치를 최적화함

- (보관시설: 부가가치 창출 산업단지 모델) 냉장보관에 머물지 않고 선별·가공·검사·통관까지 연결하여 저온물류 기반 제조·서비스 산업의 결합함
- (공공 인프라 & 민간 운영 역량 결합) 정부는 규제·인프라·항만권역 공급망 제공, 민간은 가공·유통·모빌리티 기술로 수익성을 확보하여 경제성, 확장성, 지속가능성 등을 높임
- (도시산업 선도) 로테르담은 항만 자체가 식품산업·물류산업을 견인하여 유럽 도시 산업 패러다임 변화를 가속함
- 새만금항 신항—식품 가공—콜드체인 물류—산단—도시 소비시장을 물리적으로 결합해야 하며, 단순 ‘냉장창고’ 또는 ‘배후단지’가 아니라 저온물류 기반 산업집적지 구축이 핵심임
- Cool Port 모델처럼 민간 주도 운영과 특구·통관·검역·R&D 집적을 조합해야 새만금형 콜드체인 커플링 시티 실현이 가능함

## 2) 글로벌 환적 중심 콜드체인 물류 모델: 싱가포르항

### ■ 세계 최대 환적항만의 전략적 위상

- 싱가포르항은 세계 컨테이너 환적량의 약 20%를 처리하는 최대 규모 환적 허브로 동아시아-인도양-유럽-중동을 연결하는 글로벌 해상 공급망의 중심 관문 역할을 수행함
- 수출·수입 처리보다는 환적(Transshipment) 중심 구조를 기반으로 물류 효율, 선박 회전율, 화물 연결성을 높여, 콜드체인 화물·농수산물·제약·의약품 등 시간 민감 화물의 공급 안정성을 확보함

### ■ 다중 네트워크 기반: 항만-공항-내륙 물류의 통합

- 싱가포르는 항만-창이공항-주룽물류벨트-수도 전역 공공물류 인프라가 단일 체계로 연결된 국가 단위 물류 시스템을 구축함

- 콜드체인 화물은 항만→냉장센터→식품·제약 가공→도매시장 또는 수출까지 2~4시간 내 처리가 가능하며, 고온다습한 기후에서 콜드체인 파손률을 세계 최저 수준으로 유지하는 핵심 요소임
- 항만 중심이 아니라 국가 전체가 콜드체인 시스템 기반으로 공항·내륙물류까지 전방위 연결되어 운영되는 것이 핵심 포인트임

#### ■ 주룽(Jurong) 콜드체인 산업벨트: 항만 연계 산업형 콜드체인 물류

- 주룽 산업지대(Jurong Industrial Zone)는 냉동·냉장창고, 식품가공, 유통센터, 검역·검사시설이 결합된 싱가포르형 콜드체인 산업단지 모델임
- Jurong Cold Store, SATS, DB Schenker 등 민간기업이 냉장·냉동창고 및 물류 서비스를 운영하며, 재포장, 선별, 라벨링, 품질검사·안전성 보증, 식품가공, 글로벌 물류 대응 등 부가가치 기능을 항만 인접지에서 수행함
- 싱가포르는 단순한 “냉장창고”가 아니라 가공·유통·검역·R&D를 포괄하는 산업형 콜드체인 플랫폼을 구축함

#### ■ 식품·헬스케어와 연계된 산업 생태계

- 싱가포르 콜드체인은 식품, 제약·의약품, 백신·바이오 샘플까지 포함한 다중 산업형 공급망이 특징임
- 싱가포르 창이공항은 의약품·백신 물류에 국제 표준 GDP·CEIV Pharma 인증을 획득한 아시아 대표 생명과학 콜드체인 허브임
- 항만-공항-냉장센터-병원·바이오기업까지 이어지는 의약·바이오 특화형 저온 가치사슬을 운영하고 있음
- 싱가포르는 글로벌 인증과 기술력을 접목하여 식품형 콜드체인을 넘어 바이오·제약까지 확장된 고도화 모델로 성장함

## ■ 디지털화·표준화 기반의 운영 시스템

- 싱가포르항만은 디지털 트윈 기반 최적화를 핵심 전략으로 채택하여 국가 단일 물류 플랫폼을 통해 선적 정보, 통관·검역, 냉장 온도 데이터, 기업 간 물류 계약 등을 실시간 통합 관리하고 있음
- TradeNet·Corppass·Networked Trade Platform(NTP) 등 국가 물류 플랫폼을 활용하여 콜드체인 파손·손실·서류지연을 구조적으로 낮출 수 있음

## ■ 시사점

- **(항만 중심이 아닌 국가 공급망 모델)** 항만을 산업단지의 한 기능으로 두는 것이 아니라 공항-산업단지-도시 소비시장-국가 디지털물류 플랫폼을 통합하는 국가 단위 시스템으로 인식함
- **(민간기업 운영 역량과 공공 인프라의 결합)** 공공은 인프라·특례·통관·표준화 제공, 민간은 저온처리·가공·서비스 모델로 수익성을 확보하여 지속가능한 생태계를 형성함
- **(콜드체인 물류: 식품을 넘어 바이오·의약 확장)** 단순 식품 중심이 아닌 헬스케어·백신·생명공학 기반 고부가가치 산업으로 확장하는 모델을 운영함
- **(열대 기후 국가의 시간·온도 안정성)** 싱가포르는 열대 기후의 한계를 저온 파손률과 물류 리드타임에서 세계 최상위 서비스 품질로 극복하며 수출 허브 위상을 유지함
- 새만금항 신항-공항-배후도시-식품·바이오 클러스터를 국가형 단일 콜드체인 공급망으로 설계해야 하며, 농수산 식품 콜드체인의 단순함에서 벗어나 바이오·의약·식품가공·수출형 창업 산업을 결합할 수 있음
- 싱가포르 NTP 모델을 참조하여 디지털 트윈 기반 항만-산단 통합 운영을 도입하고, 특구·자치권을 활용하여 민간기업이 콜드체인 운영, 공공은 규제·표준·통관 지원으로 역할을 분담해나가는 방향이 합리적임

### 3) 글로벌 항만형 콜드체인 산업 모델: 상하이항

#### ■ 국제 물류 허브 및 중국 내륙 수출의 관문

- 상하이항은 2005년 이후 세계 컨테이너 처리량 1위를 유지하고 있으며, Ningbo-Zhoushan, Xian, Singapore와 함께 글로벌 핵심 메가 허브로 기능함
- 상하이는 국내 생산-수출 제조업-해외 시장을 연결하는 구조로 단순 환적 중심의 싱가포르와 달리 내륙 제조 생태계와 연동된 생산-수출형 항만 클러스터 모델을 구축함
- 항만-보세구-산업단지-디지털 통관 시스템을 통합하여 식품·제약·전자·화학 등 다중 산업군의 온도 민감 화물 공급망을 처리하는 중국형 콜드체인 거점으로 발전함

#### ■ 양산 심수항, 외교교 FTZ, 링강 신구 등 다중 물류체계 결합

- 상하이는 항만·보세구·산업단지·가공기지를 물리적으로 결합하여 “저온 생산형 항만 도시 모델”을 실현함
- 양산 심수항(Deep-water Port)는 대형 컨테이너선·냉동컨테이너 처리에 최적화된 최대 규모 자동화 터미널로 냉장 전력공급, 온도 모니터링 시스템, 저온 물류 선척을 갖춘
- 외교교 자유무역지대(Free Trade Zone)는 보세 냉동·냉장창고, 수출 가공, 식품검역, 재포장 기능이 항만 반경 내 집적되어 시간·품질·검역 리스크를 낮춤
- 링강(临港) 신구는 스마트 제조·반도체·바이오·신소재 산업과 콜드체인 R&D·가공·수출 물류가 연결된 산업형 콜드체인 벨트로 확장됨

#### ■ 민간 주도 + 보세 정책의 결합

- 항만과 제도 등 공공 인프라와 글로벌 기업(가공·저온 운영)의 병렬적 협력 구조가 지속 가능성을 높임
- 항만시설 확충보다 글로벌 식품 기업의 설비투자를 유도하는 정책을 채택하여 Yihai

---

Kerry(金龙鱼), Cargill, Tyson, CP Group, COFCO 등 글로벌 기업이 가공·냉동·수출·브랜딩 시설을 항만 인근에 배치해 자체 콜드체인 운영 모델을 구축함

- 보세구는 관세 유예·역외 가공·재포장 수출 허용·통관 간소화 등 수익성을 직접 강화하는 제도적 지원을 제공하여 민간기업 투자를 끌어들이는 구조를 형성함

#### ■ 산업단지의 기능적 확장: 단순 냉장창고 아닌 항만형 식품산업단지

- 상하이항 콜드체인은 단순 보관·운송 기능을 넘어 식품 R&D-HACCP 검사-OEM/ODM 가공-라벨링-전자상거래-내수/수출을 포함하는 전주기 산업 플랫폼으로 발전함
- FTZ 내에는 Intertek과 같은 글로벌 시험·검사 기관이 입지하고 있으며, FTZ의 통관·검사·테스트 서비스 인프라를 통해 항만 인근에서 국제 인증과 품질보증 관련 절차를 신속하게 처리할 수 있음
- 내륙 공장에서 항만 이동의 전통형 물류가 아니라 항만-가공-검사-수출 일체형 구조로 생산 효율·유통 속도를 극대화하는 방식임

#### ■ 글로벌 공급망 기반: 원료→가공→수출을 항만에서 통합

- 상하이는 미국·남미·러시아·동남아에서 냉동수산물·육류·곡물 원료를 항만에서 직접 수입하여 FTZ에서 가공 후 재수출하는 모델을 운영함
- 원료(항만 입항)→ 보세창고→ 식품공장→ 브랜드/도매→ 수출이 하나의 선형 구조가 아니라 환형·병렬적 가치사슬로 구성됨
- 이 방식은 글로벌 공급망 변동·기후·통상 리스크를 항만에서 흡수하여 국가 식품안보 및 고부가가치 수출산업으로 연결함

## ■ 디지털·스마트 통관 기반의 운영 시스템

- 상하이시는 중국 국가 통관 시스템과 FTZ 디지털 물류 네트워크를 결합해 선적 정보-검역-온도-재고-가공 프로세스-전자상거래-수출 물류를 실시간 연결함
- 항만 자동화와 FTZ 디지털 통관은 콜드체인 화물의 파손률을 낮추고 리드타임을 단축하여 생산·가공·수출형 식품산업의 경쟁력을 보장함

## ■ 시사점

- 상하이항은 양산항·외고교 FTZ·링강 신구를 결합해 항만-보세-가공-검역-유통이 물리적으로 통합된 중국형 항만 콜드체인 산업도시 모델을 구축했으며, 글로벌 식품기업 투자·보세정책·디지털 통관을 통해 원료 수입-R&D-OEM-수출까지 이어지는 고부가가치 산업 생태계를 형성하고 있음
- **(항만형 콜드체인 산업도시 모델)** 상하이시는 항만을 단순 물류 기능이 아니라 수입-가공-품질관리-수출의 일체형 산업단지의 핵심 플랫폼으로 설정함
- **(민간 주도와 특구 제도 결합)** FTZ 보세정책과 글로벌 기업 설비투자는 공공 인프라 확충보다 운영 지속성과 수익성을 확보하는 효과적인 방법임
- **(전주기 식품·바이오 클러스터 구축)** 단순 냉장창고가 아니라 R&D-검역-OEM-브랜딩-전자상거래-수출을 포함하는 항만형 산업 생태계가 성공 조건임
- **(글로벌 공급망 장악)** 상하이 모델은 수입 원료를 자체 생산·수출 산업으로 전환하여 가치사슬을 항만 자체가 소유함
- **(디지털 통관·검역 일체화)** 상하이의 디지털 FTZ는 국가 단일플랫폼 방식으로 콜드체인 물류·지연을 최소화함



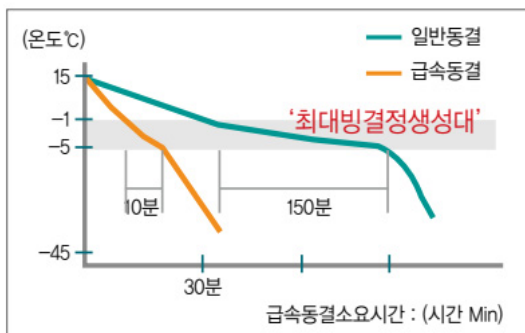
## 나. 대한민국 콜드체인 거점 사례

### 1) 평택항: 수도권 남부 초저온 산업형 콜드체인 거점

#### ■ 제조·수출입 산업 기반과 결합된 전략적 입지

- 평택항은 경기 남부-충청-호남 제조벨트를 관통하는 수출입 항만으로 자동차·전자부품·정밀기계·식품·수산물 등 온도 민감 물류 수요가 강한 산업군이 집적되어 있음
- 평택·화성·오산·용인·안성 등은 식품, 수산·축산 가공, 반도체 장비, 제약이 분포하는 지역이며, 항만-산업단지 연계형 초저온 물류 거점 필요성이 제기되어 왔음
- 이러한 지역 특성 속에서 평택항 배후 오성산업단지는 초저온 물류-가공-유통을 산업단지 내부에서 처리하는 공급망 구조를 구축함으로써 평택항 기반 제조·가공·물류 융합형 수출입 거점 모델을 실현함

#### ■ LNG냉열 이용, 급속냉동을 통한 식품의 신선도, 장기보관을 통한 부가가치 극대화



#### • 동결시간 단축 급속냉동으로 상품의 품질 및 작업효율 향상

##### 원료 손상 최소화

원료의 상태를 원형 유지

##### 세포/영양소 파괴 최소화

식품 최고의 맛, 식품고유의 향과  
색상보존 영양을 최대한 원형 유지

##### 산화와 탈수 방지

장기간 고신선도 유지 가능

- 전기식 냉동기를 LNG 냉열로 대체 → 운전 전력비 약 50~70% 절감
- 냉동능력이 뛰어나고, 냉장실 내 온도를 항상 일정하게 유지
- 식품의 선도, 품질의 장기간 유지에 최적
- 냉열 활용 후 나온 천연가스를 연료전지, 가스엔진발전 등 분산형 전력생산에 활용 가능  
→ 획기적인 CO<sub>2</sub> 저감 및 녹색성장에 크게 기여
- 저온 냉열이용 산업군 육성 → 국가 경쟁력 강화에 기여 → 해외시장 수출 가능

자료: 나정호 외. (2024). 새만금신항 수요창출을 위한 배후산업단지 특화개발 방안. 전북농생명혁신성장위원회.

[그림 3-7] LNG 냉열 활용 부가가치 극대화 혜택

## ■ -60℃급 초저온을 핵심 자산으로 하는 산업형 콜드체인

- 평택 오성산업단지의 핵심은 한국초저온(KCC)을 중심으로 한 -60℃ 이하 초저온 처리 기술에 있음
- 일반 냉동(-18~-30℃)이나 급속냉동(-40℃)이 아닌, 참치·연어 등 수산식품 품질 유지를 위해 필수인 -60℃ 초저온 체계를 구축해 저온 자체를 저장이 아닌 “상품가치 유지·생산 기술”로 활용함
- 이 시스템은 단백질·지방 산화, 얼음 결정 형성, 조직 손상을 최소화해 시간이 지날수록 가치가 손상되는 기존 냉동물류의 한계를 근본적으로 해소하는 방식으로 초저온 인프라가 곧 제품 등급·브랜드 가치·시장가격을 결정하는 산업 모델을 실증함

## ■ 항만-물류-가공-유통 일체형 공급망 구조

- 오성산업단지 초저온센터는 항만 배후에 초저온 저장시설·가공라인·선별·포장·유통센터를 물리적으로 결합함
- 수입-초저온 저장-선별·등급화-가공-국내유통·해외수출 등을 단일 구역에서 처리해, 냉동 화물의 재이송, 중간 보관, 육상운송 중 온도 변동 리스크를 근본적으로 제거함
- 리드타임 단축(시간), 유지비 감소(비용), 품질 손실 최소화(가치) 등을 달성하는 항만형 산업 콜드체인 모델이 완성됨

## ■ 글로벌 식품 가치사슬을 직접 장악하는 기업 주도형 구조

- 평택항 초저온 인프라는 해외 원물 매입-저장-가공-국내 유통·수출을 기업 주도 가치 사슬로 운영하고 있음
- 참치·연어·고급 수산물 등은 초저온 상태로 입고-가공·판매되며, 보관기간의 연장과 상품등급 유지·향상이 수익성으로 연결되는 구조를 형성함
- 단순 물류센터가 아닌 초저온 기술을 중심으로 한 ‘제조·가공·유통 기업’으로 물류 기능이 업그레이드된 형태임

### ■ 산업적 의미: 초저온 인프라가 기술·브랜드·수익의 핵심

- 일반 콜드체인은 “비용 절감 vs 상품 손상”의 구조적 모순을 안고 있으나, 초저온(-60℃)은 오히려 상품 가치 형성 기술로 기능함
- 보관 기간은 가치 상승 가능 기간이 되어 ‘물류=비용센터’가 아닌 ‘초저온=가치창출 플랫폼’이 되는 것이 평택 초저온 모델의 핵심임
- 수산·축산·식품·프리미엄 단백질 시장에서 강력한 진입장벽을 형성하며, 단지·항만·기업의 경쟁력이 맞물리는 독립적 산업 생태계를 구축함

### ■ mRNA 백신 공급망 안정화: 본원적 산업 영역 확장

- 코로나19 백신 도입 초기, 국내 -60℃ 이하 초저온 보관 시설이 부족했기 때문에 평택 초저온 창고가 국가 백신 저장 및 물류의 핵심 거점으로 활용되었음
- 해당 시설은 -60℃~-80℃까지 유지 가능한 산업형 초저온 체계를 갖추고 있어 mRNA 백신의 장기 보관 조건을 충족하며, 관련 인증을 취득함
- 정부·지자체·물류기업 간 협력 아래 보관·검수·출고·국내 배송 전환이 단일 거점에서 이루어져, 백신 유통 초기 단계의 온도 변동·품질 손실 리스크를 최소화하였음
- 이 사례는 초저온 인프라가 단순 원물·식품 저장소를 넘어 국가 보건·안보를 지원하는 전략적 자산으로 기능할 수 있음을 보여주었음

### ■ LNG 냉열-연료전지 결합 모델: 지속가능한 콜드체인 에너지 시스템

- LNG 냉열을 활용한 초저온 급속동결 가공시설과 연료전지 발전을 연계하면 기화된 도시가스를 재활용하는 에너지 자립형 물류단지를 구축할 수 있음
- 연료전지 발전은 고효율·고밀도 설비로 부지 활용성이 높아 콜드체인·산업단지 내 적용성이 우수함

- 발전 과정에서 발생하는 폐열을 가공시설에 전량 재활용함으로써 냉동·저온 공정의 운영비를 절감하고 에너지 활용 효율을 극대화할 수 있음
- 신·재생에너지 기반 전력 공급이 가능해 탄소중립·에너지 전환 정책에 부합하며, 장기적으로 안정적이고 지속가능한 물류·가공 인프라를 확보할 수 있음



자료: 나정호 외. (2024). 새만금신항 수요창출을 위한 배후산업단지 특화개발 방안. 전북농생명혁신성장위원회.

[그림 3-8] LNG 연계 친환경 연료전지 발전시설

## ■ 시사점

- 새만금은 평택항의 LNG 냉열 기반 초저온 콜드체인 모델을 모방하기보다 그린암모니아·수소·재생에너지 등 청정에너지 기반의 산업 고도화형 콜드체인 전략을 통해 차별성과 미래성을 확보해야 함
- 수도권 소비시장과 기존 항만 생태계를 기반으로 한 후발주자 리스크, 물리적 인구·수요 구조의 제약을 고려할 때, 동일한 전략을 답습하기보다는 국가 전략적 가치에 기여하는 ‘한국형 탄소중립 콜드체인 산업 생태계 실증 거점’으로 새만금을 설계·육성하는 방향이 합리적이라 판단됨

## 2) 인천항: LNG 냉열 기반 항만형 콜드체인 산업거점 구축

### ■ 인천신항 배후단지에 조성되는 냉동·냉장 특화 클러스터

- 인천항만공사는 인천신항 배후단지를 대상으로 냉동·냉장 물류 중심의 콜드체인 클러스터를 조성하고 있으며, 23만㎡ 규모의 인프라 기반을 구축하고 있음
- 단순 보관형 창고 단지를 넘어 냉동·냉장 물류·항만 유통·가공 기업을 집적하는 산업형 물류 단지를 목표로 하며, 수도권 식품·수산물 수요, 인천공항 국제물류 노선, 수도권 대형마트·리테일 유통망과 연결되는 수도권 콜드체인 허브를 표방함

### ■ LNG 인수기지 냉열(-162℃)을 활용한 저비용·저탄소형 콜드체인 모델

- 인천항은 인근 LNG 인수기지에서 발생하는 초저온 냉열(-162℃)을 산업단지 냉동·냉장센터에 활용하는 항만형 냉열 활용 콜드체인 모델을 도입하고 있음
- 기계식 냉동 시스템 대비 전력 비용을 약 70% 절감할 수 있으며, 냉매 장비 가동률 감소, 탄소배출 저감, 장비 고장 리스크 축소 등 운영 안정성과 친환경성을 확보할 수 있음
- LNG 냉열은 기존에는 해수 등을 사용해 방출되던 폐자원이지만 저온 물류센터·냉동창고·식품 가공시설·수산물 저장시설에 재활용함으로써 친환경·저비용 콜드체인을 구현하는 대표적 사례임

### ■ 에너지-물류 융합의 대표 사례의 산업적 함의

- 글로벌 항만의 콜드체인 경쟁력이 “냉동창고·가공클러스터 결합”이라면 인천항 콜드체인 거점이 완공·운영되면 에너지 자원(냉열)을 공급망의 핵심 자산으로 활용하여 ① 운영비 절감, ② 탄소저감, ③ 공급안정성을 달성할 것으로 예상됨
- 수도권이라는 거대 소비시장·제약·식품 유통망을 기반으로 냉열 기반 저온화물 처리 플랫폼은 중·장기적으로 수산·식품·바이오·백신 등 시간·온도 민감도가 높은 산업군의 집적을 견인할 수 있는 구조로 평가됨

---

## ■ 시사점

- 에너지 자원(냉열)을 콜드체인의 경쟁력으로 전환하는 방식은 단순 저장시설 확충보다 비용-환경-산업 확장성에서 효과적임
- 인천항의 폐냉열 활용 산업용 저온 인프라 전환 모델은 새만금이 그린암모니아·그린 수소·재생에너지 기반을 활용해 “초저온·청정에너지형 콜드체인 산업단지”를 구축하는 전략과 직접적으로 연결됨
- 콜드체인이 전력 소비 사업이 아니라 청정에너지 기반의 산단-물류-가공 결합형 산업 플랫폼으로 재정의되어야 한다는 점을 보여줌
- LNG 냉열 활용 초저온 항만 모델은 인천이 선점한 영역으로 새만금은 동일한 방식의 단순 모방보다는 청정에너지 기반·산업 생태계 확장형 차별화 전략 검토가 필요함
- 새만금은 그린암모니아·그린수소·재생에너지·PtX 등 미래지향적 에너지 전환 기술과 연계하여 저온물류·식품·바이오-스마트 제조-데이터센터 등 고부가 산업을 결합한 복합 산업형 콜드체인 모델을 구축할 경우, 인천과 직접 경쟁을 피하면서도 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 판단됨

### 3) 부산항: 동북아 수산·식품 수출 거점형 콜드체인 허브

#### ■ 동북아 수산물·컨테이너 관문으로 형성된 전략적 위상

- 부산항은 2024년 기준 컨테이너 물동량 약 2,510만 TEU를 처리했으며, 이 가운데 부산신항이 약 75%인 1,880만 TEU를 담당하는 우리나라 최대 컨테이너 항만이자 동북아 핵심 환적 허브로 자리잡고 있음
- 국내 컨테이너 물동량의 대부분을 처리하는 거점 항만으로서 수입·원양 수산물과 냉동·냉장 화물이 집중되는 수산·식품 콜드체인 물류의 중심지 역할을 수행하고 있음

#### ■ 감천항·남항 일대 수산·식품가공·도매 클러스터: 항만-도시 수산업의 연결 구조

- 부산국제수산물도매시장은 서구 암남동 감천항 일대에 위치한 국내 최대 규모 공영 수산물 도매시장으로, 2008년 개장 이후 약 7만㎡ 규모의 도매장동과 25,000톤급 저장능력을 갖춘 8층 냉동·냉장창고 및 제빙·저빙 시설, 2만 톤급 선박 2척 동시 접안이 가능한 전용 부두 등을 갖추고 있음
- 감천항·남항 일대에는 부산국제수산물도매시장, 부산공동어시장(부산수산물도매시장) 등 위판·도매 기능과 민간 냉동창고·가공업체가 함께 밀집해 있어, 입항-하역-저장-경매·도매-가공으로 이어지는 저온 유통·가공 프로세스를 항만 배후에서 신속하게 처리할 수 있는 구조를 형성하고 있음
- 도매시장과 냉동창고, 가공업체가 항만과 같은 해안 벨트에 배치되어 재이송 거리와 시간, 온도 변동 위험을 줄이고, 수산물 품질·위생 관리 경쟁력을 확보하고 있음

#### ■ 부산국제수산물도매시장과 수산식품산업 클러스터의 결합

- 부산시는 서구 암남동 일원에 수산식품산업 클러스터(부지 약 36,566㎡)를 조성 중이며, 수산식품 개발 플랜트, 혁신성장지원센터, 수출거점복합센터 등 3개 핵심 시설을 구축해 연구·가공·수출 지원 기능을 통합한 거점으로 육성하고 있음
- 기존 부산국제수산물도매시장의 냉동·냉장 시설 및 도매 기능과 연계되어, 고차 가공, R&D, 수출 지원까지 포함하는 산업형 콜드체인 플랫폼으로 발전하는 것을 목표로 함

## ■ 사상·강서권 냉동·가공·수출 단지: 민간 주도형 콜드체인 산업의 확장

- 부산 사상구·강서구 일대에는 참치·연어 등 수입·원양 수산물과 어묵·가공품을 생산하는 수산식품 가공·유통기업이 다수 집적되어 있으며, 해양수산부가 추진 중인 ‘부산권 수산식품클러스터’는 어류·원양수산물·어묵 특화, 네트워크형(기존 민간 공장·창고와 연계) 구조로 설계되고 있음
- 이들 단지는 대형 냉동창고(-20℃ 이하)와 1·2차 가공공장, 수출 포장·물류시설을 갖추고 원양·수입 원료를 고부가가치 수산식품으로 가공해 국내 도매·소매 및 해외 시장으로 공급하는 역할을 수행함

## ■ 부산항 신항·진해 배후단지의 콜드체인 물류 인프라

- 부산신항은 우리나라 컨테이너 물동량의 약 75%를 처리하는 핵심 거점으로, 완전 무인 자동화 부두 도입과 함께 스마트 항만·디지털 물류체계 구축이 진행 중임
- 진해 웅동·보배 배후단지 등 신항 배후 지역에는 글로벌 물류기업이 입주해 복합물류센터와 냉동·저온 물류센터를 조성하고 있으며, 냉동식품·의약품·원자재 등을 처리하는 동북아 콜드체인 허브로 육성하는 계획이 추진되고 있음
- 부산권 콜드체인은 감천항·남항·국제수산물도매시장 등 기존 수산물 위판·가공 벨트와 신항 배후의 컨테이너·냉동·저온 물류 거점을 연계하는 구조로 확장되고 있음

## ■ 시사점: 항만·도시·수산식품 산업이 중첩된 복합 콜드체인 모델

- 부산 모델은 항만 인접 냉동창고에만 머무르지 않고 감천항·남항·국제수산물도매시장·도심 수산시장·가공단지·신항 배후 콜드체인 물류센터까지 이어지는 다층 구조를 통해, 저온 물류가 단순 보관을 넘어 가공·브랜딩·수출을 견인하는 산업 생태계로 확장된 사례로 평가할 수 있음
- 대규모 소비시장·기존 수산업 집적을 기반으로 한 도시 결합형 수산 콜드체인 모델이므로 새만금은 항만·산단·에너지·디지털 통합을 전제로 하는 신규 저탄소·청정에너지 기반 생산형 콜드체인 실증 모델로 차별화하는 방향이 타당함



## 다. 탄소중립 에너지 저점 사례

### 1) UAE 알파탄(Al-Fattan): 사막형 탄소중립 그린암모니아 에너지 허브

#### ■ 입지-공간-수자원: 사막형 산업 인프라의 안정성 구조

- 루와이스 핵심 산업벨트와 직결된 입지를 통해 기존 정유·석유화학·비료 인프라를 활용하며, 평탄지·장거리 파이프라인·대형 설비 구축에 최적화된 공간 조건을 확보함
- 해수담수화 중심의 비전통 수자원 시스템을 핵심 공급원으로 활용하고 하수 재활용수를 보조 수단으로 결합하여 사막 기후에서도 안정적인 공업용수·냉각수·공정수를 확보하는 구조를 구축함
- 지하수·지표수의 변동성과 품질 리스크를 회피하면서 산업단지 운영 안정성과 재생에너지 기반 PtX 생산의 지속성을 보장하는 사막형 인프라 모델임

#### ■ 재생전력-수전해-암모니아: 통합형 PtX 에너지 생산 플랫폼

- 200MW 태양광-160MW 수전해-Haber-Bosch 합성을 일체화한 통합 플랫폼으로 연간 6만 톤의 그린암모니아를 생산하며 태양광을 기반으로 신규 에너지원의 변동성을 기술적으로 흡수함
- Alkaline(기저부하)과 PEM(피크 대응) 하이브리드 수전해를 적용하여 재생전력 출력 변동을 보완하고, 생산된 수소를 암모니아로 전환하여 저탄소·대규모 산업 전환형 공급 모델을 구현함
- 루와이스에 구축된 파이프라인·대형 저장탱크 단지(tank farm)·해상출하 인프라와 결합하여, 암모니아의 병커링 연료 공급·수출이 효율화되고 탈탄소 글로벌 해운 수요와 연동된 PtX 가치사슬을 형성함

## ■ 산업 생태계 전환: 기존 화학단지 + 청정에너지 기술의 레버리지

- 기존 루와이스 산업단지의 정유-석유화학-비료 수요 구조를 유지한 채 생산 제품만을 그레이에서 그린암모니아로 대체하여 탈탄소화 비용을 최소화하는 산업 업그레이드 전략을 활용함
- IMO 2050 대응으로 확대되는 병커링·해운 연료 시장을 선점하고, 암모니아 기반 에너지 인수자(Off-taker)를 확보하여 시장 리스크를 줄이는 구조를 설계함
- 기존 공정 열·CO<sub>2</sub> 회수 인프라를 BECCS<sup>19)</sup>·CCUS와 연계해 탄소비용을 낮추면서 재생에너지-화학-수소-비료-해운을 결합한 산업 구조 전환형 허브로 진화하는 전략적 레버리지 모델임

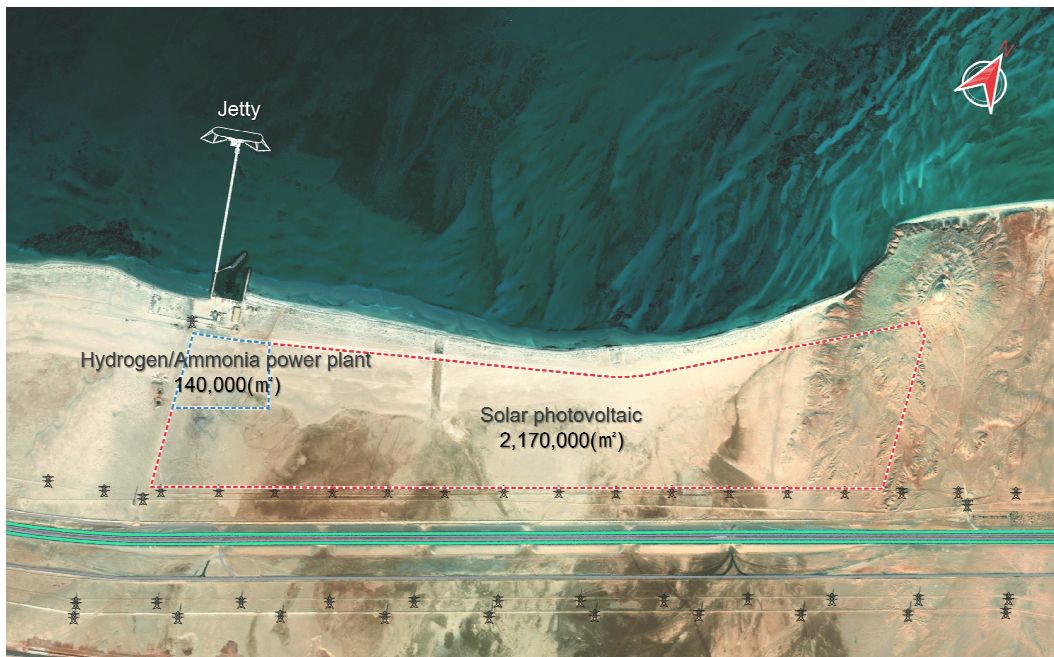
## ■ UAE 알파탄 사례의 정책·전략적 의미

- UAE 알파탄 프로젝트는 기존 석유화학-정유-비료 중심 산업벨트를 재생전력 기반 수소·암모니아 체제로 전환하는 산업 전환형 실증지로 화석 에너지 기반 산업지 전체를 그린에너지 허브로 전환한 대표 사례임
- 스마트시티·그린단지를 새롭게 건설하는 방식이 아니라 기존 단지에 수전해·재생전력·그린암모니아 설비를 접목하는 전환 전략을 통해 사회적 비용을 최소화하면서 산업 구조의 연속성을 유지하는 점이 핵심임
- 대규모 태양광 발전에 기반한 안정적 그린수소 공급과 저탄소 암모니아 전환을 통해 고부가 화학제품 및 해운 연료 수요를 확보하며 무역·에너지 체계의 안정성을 강화함
- 해수담수화·재활용수를 활용한 수자원 안정성 확보와 평탄한 사막 지형에 기반한 장비·설비 구축의 효율성 덕분에 초기 투자비용(CAPEX)과 운영·유지비용(OPEX) 균형 측면에서 경쟁력이 높은 모델로 평가됨

19) BECCS(Bioenergy with Carbon Capture and Storage)는 바이오에너지 생산 과정에서 발생하는 CO<sub>2</sub>를 포집해 저장(CCS)하는 탄소 제거 기술을 의미함

## ■ 시사점

- 알파탄 사례는 LNG 냉열·저온보관 수준을 넘어 재생전력-수전해-그린암모니아-저온물류-수출을 하나의 가치사슬로 통합하는 PtX 기반 산업 모델로 새만금이 지향해야 할 에너지-산업 결합형 전략의 방향을 제시함
- 비료·해운·정유 등 명확한 Off-take를 전제로 산업단지-항만-수요처를 하나의 포트폴리오로 묶어 탈탄소 전환의 비용·리스크를 최소화하는 구조는 새만금에서도 디지털센터·식품가공·바이오·전기차·물류 등 고정 수요를 결합한 통합 수요 설계가 필요함을 시사함
- 새만금은 인천·부산·평택형 개별 콜드체인 모델을 단순 조합하는 것을 넘어 그린암모니아·그린수소·재생에너지·PtX를 핵심으로 한 전주기 탄소중립 에너지 허브를 구축하는 과정에서 알파탄의 레버리지 방식을 전략적으로 참고해야 함



자료: 나정호 외. (2024). 새만금신항 수요창출을 위한 배후산업단지 특화개발 방안. 전북농생명혁신성장위원회.

[그림 3-9] UAE 알파탄 그린암모니아 사례 사업부지 현황

## 2) 덴마크 칼룬보르그(Kalundborg) 에너지 산업공생 사례

### ■ 민간 주도형 산업공생의 원형: 사용자의 자발적 교환에서 출발

- 덴마크 칼룬보르그 산업공생 모델은 질란드섬 서부 항만도시 칼룬보르그에 위치하며, 1970년대 후반부터 발전소·정유·제약·석고·농업 기업 간 부산물·에너지 교환이 비용 절감 목적의 민간 협력으로 자생적으로 형성되었음
- 세계 최초의 실증형 생태산업단지 모델로 평가되며 2024년 기준 24개 조직이 참여해 30개 이상 산업공생 네트워크를 운영하는 글로벌 모범사례로 확장됨

### ■ 순환형 가치사슬의 실체: 에너지-물-물질의 다층적 교환 구조

- 산업공생은 발전소(Asnaes)와 정유소(Statoil) 간 냉각수·폐수·잉여열 공유에서 시작되었으며, Gyproc·Novo Nordisk 등으로 확대되어 정화폐수·잉여가스·황산칼슘 등 부산물 교환 기반의 비용·환경 부담을 감축함
- 잉여열은 지역 난방·양식장으로 공급되고, 제약·양식 슬러지는 농가 액비로 전환되어 “폐기물-자원-산업-농업”으로 이어지는 순환형 가치사슬을 완성함

### ■ 기업 중심의 시장 메커니즘: 유연한 네트워크 확장 구조

- 칼룬보르그 생태계는 정부 계획형 개입이 아닌 기업 간 비용 절감·수익 개선을 위한 교환 체계로 성장했으며, 공공부문은 규제·환경 기준·인프라 지원의 역할을 담당함
- 공생 네트워크는 파트너 기업이 증가할수록 연결 링크가 기하급수적으로 확장되는 구조를 가지며, 단계적 대체·확장·재구성이 가능한 유연성을 갖추

### ■ 환경·경제 성과의 제도화: 지속가능발전목표(SDGs) 기반 확장 플랫폼

- 산업잔열 난방·정화폐수 공급·황산칼슘·비산분진·슬러지 재활용을 통해 자원 효율과 탄소 감축을 달성하고, 지역 산업·농업·도시 에너지 시스템의 비용을 낮춤
- 최근에는 잉여열 네트워크 고도화, CCUS·BECCS, 공정폐수 재순환, 폐기물 업사이클링(고부가가치 재자원화)으로 확장되며, UN SDGs를 기준으로 다중 가치 연결형 탄소중립 산업단지로 진화하고 있음

## ■ 시사점

- 덴마크 칼룬보르그 사례는 산업단지 내부 자원 흐름을 폐기물-에너지-농업으로 연결해 ‘부산물=타 산업의 투입자원’으로 전환하는 구조가 지역경제와 환경 성과를 만든다는 점을 보여줌
- 새만금도 개별 시설·수요 중심의 조성 방식이 아니라, 항만·식품가공·스마트팜·데이터센터·전기차 부품·양식 등 산업 간 잉여열·슬러지·폐수·CO<sub>2</sub>·저온열을 상호 교환하는 통합 생태계 설계가 필요함
- 냉열·그린에너지·PtX 같은 기술 인프라를 “단일 시설의 효율”이 아닌 여러 산업을 묶는 공생 네트워크 자산으로 활용해야 함을 시사하며, 새만금을 탄소중립형 순환 산업도시로 발전시키는 전략 기반을 제공함

### 3) 국내 산업공생형 에너지 네트워크 사례: 울산 스팀 하이웨이·청주 폐열 활용 모델

#### ■ 산업단지 간 폐열·잉여스팀 순환 기반의 에너지 공생 구조

- 국내 산업단지에서 공정 과정 중 발생하는 폐열·잉여 스팀을 인근 기업 공정에 재투입하는 에너지 순환형 산업공생(Energy Symbiosis) 모델이 점진적으로 확산되고 있음
- 울산 스팀 하이웨이(Steam Highway) 구축 사례와 청주 폐기물 소각시설의 온수·폐열 재활용 사례가 대표적이며 지역 산업단지의 에너지 효율화를 견인하고 있음

#### 가) 울산: 국내 대표 공식 “스팀 하이웨이” 실증 사례

- 울산은 산업공생형 스팀 네트워크 완성 사례이며, 기업 주도의 경제적 유인이 공공 인프라(배관망·환경 규제)와 결합해 자생적 산업공생 구조를 형성했다는 평가를 받음

#### ■ SK케미칼-SK에너지 간 스팀 공급망 구축

- 울산미포국가산단에서는 SK케미칼 공정에서 발생하는 잉여 스팀을 인근 SK에너지 등 기업에 공급하는 스팀 하이웨이 구축 사업이 추진됨

- 배관 길이 약 6km, 사업비 약 275억 원(산단공+기업 투자)을 투입해 구축되었으며, 연간 약 72만 톤 규모의 스팀 공급이 가능한 것으로 파악됨
- SK케미칼·SK에너지·태광산업 등 인근 기업들이 스팀을 활용함으로써 화석연료 절감, 온실가스 감소, 공정 안정성 향상 효과를 달성함

#### ■ 폐열 활용 및 스팀 네트워크 확장

- 산업단지공단과 SK멀티유틸리티, SK에너지가 667억 원 규모의 폐열 활용·스팀 네트워크 확장 사업을 추진함
- 코엔텍 등 소각시설 폐열을 회수해 총 6.2km 규모의 스팀 배관망으로 확장하여 탄소 저감·연료비 절감·폐열 재자원화 효과를 확대함

### 나) 청주: 폐열·온수 재활용 중심의 에너지 순환 모델

#### ■ 폐기물 소각시설 온수 재활용 모델

- 청주시 광역 소각장에서 발생하는 여열(폐열)을 회수해 인근 공공시설·산업단지의 난방·단열 부하를 지원하는 열 재활용 시스템이 운영됨
- 청주는 도시 폐기물 소각→ 온수 공급→ 공장·공공시설 난방이라는 소규모·단거리 폐열 활용 모델이 특징임

### 다) 국내 산업공생 에너지 네트워크의 운영 메커니즘

- 기업 주도형 에너지 공생 네트워크는 열·스팀 수요 기업이 비용 절감과 공정 안정성을 확보하기 위해 직접 참여하고 투자하는 구조를 기반으로 하며, 산업단지공단과 지자체는 배관망 구축·환경 규제·허가 등 기반 기능을 지원함
- 이러한 협력 구조는 폐열을 활용해 화석연료 사용을 대체하고 연료비를 절감함으로써 기업의 참여 확대와 네트워크 성장을 촉진하며, 온실가스 감축과 폐열 자원화, 에너지 효율 향상 등 환경 성과를 창출함

- 폐열을 활용해 화석연료 사용을 대체함으로써 연료비를 절감하는 구조는 기업 참여를 확대시키고, 네트워크 규모가 커질수록 비용 절감 효과가 누적·가속화되어 산업단지 내부에서 자생적 확장 메커니즘이 작동함
- 온실가스 배출 감축과 폐열·폐기물의 자원화를 실현하며, 산업단지 전체의 에너지 효율을 높여 친환경적 운영을 가능하게 하며 지역 산업의 지속가능성을 강화함

#### 4. 선행연구 및 사례검토 시사점

##### ■ 콜드체인은 물류를 넘어 산업 생태계를 구성하는 핵심 인프라

- 선행연구는 콜드체인이 단순한 냉장·냉동 운송 체계를 넘어서 식품, 바이오, 의약, 스마트팜, 해운, 데이터센터 등 다양한 산업의 품질과 안전성을 유지하는 핵심 기반이자 생산·유통·가공·수출을 연결하는 산업 인프라임을 보여줌
- 콜드체인은 온도 유지라는 물리적 특성상 전력·냉열·폐열·저장연료 등 에너지 체계와 연결되며, 산업 가치사슬 전체의 효율성은 물류와 에너지가 통합 설계될 때 최적화됨
- 새만금에서 콜드체인은 물류의 하위 기능이 아니라 산업 생태계를 묶어내는 과정 기반 인프라로 이해되어야 함

##### ■ 글로벌 사례는 항만-산단-도시 통합 모델을 통해 경쟁력 확보

- 로테르담, 싱가포르, 상하이 등 글로벌 선도 지역 사례는 항만·산단·도시를 에너지·물류·산업 단위로 결합하는 구조를 통해 경쟁력을 확보했다는 점에서 시사점을 제공함
- 로테르담은 선박 연료, 냉열, 폐열을 산업단지와 도시 난방 체계로 순환시키는 에너지 공유망을 구축하여 비용 절감과 탄소 감축을 달성했고 싱가포르는 표준화된 디지털 물류 관제와 고부가가치 수출형 가공산업을 결합해 물류를 산업정책의 핵심 축으로 전환함

- 수요 선행, 에너지 인프라 투자, 산업 집적, 공급망 고도화가 순환하는 구조를 통해 경쟁력이 확보되며, 단일 기능 개선으로는 달성할 수 없음을 보여줌

## ■ 국내 사례는 ‘기술’보다 ‘거버넌스·특구·재원 공유’가 중요

- 평택, 인천, 부산, 울산·청주의 사례는 산업-물류-에너지 통합을 실제로 구현하기 위해서는 기술적 솔루션보다 제도·조직·재원 공유가 중요하다는 점을 보여줌
- 평택·인천은 보세구역, 특구, 배후산단을 하나의 수출 가치사슬로 묶어 기업의 초기 투자 리스크를 최소화했으며, 부산은 콜드체인 해운물류, 수산가공기업, 글로벌 해운사를 집적하여 정책·산업·사법 기능이 작동하는 클러스터를 구축함
- 울산과 청주 사례는 산업 내 폐열을 다수 기업이 공유하는 산업공생 모델을 실현함으로써 기업 단독 설비투자 대신 공공-민간 공동 파이낸싱 구조를 정착시킴

## ■ 청정에너지 기반 항만 모델은 ‘에너지 허브 구조’를 선행 배치

- 글로벌 항만 중심 콜드체인 모델은 청정에너지와 냉열·폐열 순환을 산업과 도시로 확장하는 에너지 허브 전략을 전제로 함
- 암모니아, 수소, e-연료, 전력, 냉열은 산업과 물류가 사용하는 자원이며, 이를 항만 병커링, 수출 가공, 데이터센터, 농수산업 난방, 도시 열원으로 연결하는 구조가 확보될 때 경제성과 환경성이 개선됨
- 이러한 접근 방식은 단순한 연료대체가 아니라 에너지 효율과 공급망 구조 자체를 전환하는 전략이며, 국제 항만 경쟁은 이러한 구조적 변화 중심으로 재편되고 있음

## ■ 새만금은 탄소중립 모델을 구현할 수 있는 국내 유일의 기반 보유

- 이러한 관점을 새만금에 적용하면 새만금은 물류 SOC, 식품 가공, 바이오 산업, 청정 에너지 인프라를 동일 공간 내 결합할 수 있는 국내 유일의 개발지라는 강점을 인식할 수 있음



- 새만금항 신항, 국가식품클러스터, 농생명 산업벨트, RE100 기반 에너지 생산, 국제 규제 특례는 단일 산업 유치나 개별 시설 투자가 아니라 여러 시스템을 한 도시 단위로 결합하는 커플링 모델을 요구함
- 새만금은 항만 에너지 허브, 콜드체인 산업, R&D-가공-수출 가치사슬을 통합적으로 구현하는 방향으로 설계되어야 함
- 단기 개발사업이 아니라 국가 전략 수준의 도시·산업·에너지 전환 모델이라는 점에서 의미를 지닐 수 있음

#### ■ 정책적 구현을 위해서 분절 해소·실증 중심·앵커 수요 확보 필수

- 항만, 식품, 농수산업, 바이오, 에너지, 데이터, 물류를 단일 구조에서 조정하는 통합 기구가 필요하며, 실증단지를 구축해 투자와 산업 집적을 견인하는 방식이 요구됨
- 콜드체인 에너지 인프라를 실제로 사용하는 식품·바이오·데이터센터·물류 기업의 앵커 수요를 확보하지 못하면 공공 SOC와 에너지 투입은 지속 가능성을 확보하기 어려움
- 새만금은 에너지와 산업, 물류와 가공, 기업을 하나의 순환 구조로 묶는 도시·산업 복합 모델을 지향해야 함

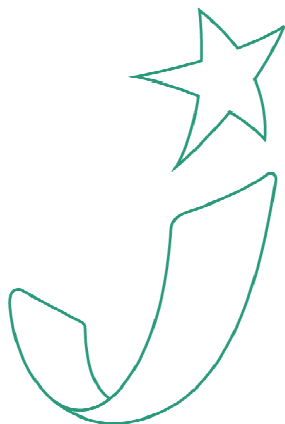




## 제4장

### 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 여건 분석

1. 전문가 델파이 조사와 전략 방향 설정
2. 새만금 탄소중립 커플링 시티 개념과 전북자치도 여건 진단
3. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 경쟁여건 분석





## 제4장 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 여건 분석<sup>20)</sup>

### 1. 전문가 델파이 조사와 전략 방향 설정

#### 가. 전문가 델파이 조사

##### 1) 조사 목적과 방법

###### ■ 조사 목적

- 이 조사는 현황분석, 선행연구, 사례검토 결과를 바탕으로 새만금을 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티로 조성하기 위한 전략 체계를 마련하기 위해, 관련 분야 전문가들의 집단적 지식과 판단을 수렴하기 위하여 수행됨
- 새만금 개발은 항만-산단-에너지-도시-농생명·데이터 등 복합 산업이 맞물리는 통합형 프로젝트로서 공급망·에너지전환·디지털 운영·민간투자 등 다양한 요소가 상호 연동하여 작동해야 함
- 현재 사업은 부처별·기관별 분절성, 초기 산업수요 부족, 디지털 기반 운영 체계 부재 등 구조적 한계를 안고 있어, 전문가 의견을 통한 핵심 변수 도출·우선순위 결정·정책적·기술적 해결 방안 제시가 필수적이라 판단함
- 델파이 조사는 구체적으로 ① 핵심 전략과 우선순위 도출, ② 사업의 병목 요인 도출 및 해결 방향 검토, ③ 중장기 전략 및 실행 로드맵 설계 기반 마련 등 목적이 있음
- (핵심 전략과 우선순위 도출) 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성에 필요한 핵심 과제를 선별하고, 전략적·정책적 중요성을 기반으로 우선순위를 정립함
- (사업의 병목 요인 도출 및 해결 방향 검토) 통합거버넌스, 디지털 운영, 민간투자, 산업 생태계 등에서 나타나는 구조적 현안을 진단하고 개선 방향을 제시함

20) “새만금 탄소중립 커플링 시티”는 이 연구에서 제안하는 개념으로 “새만금 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티”의 약칭임

- (중장기 전략 및 실행 로드맵 설계 기반 마련) 제2장의 현황 분석, 제3장의 선행연구, 사례검토와 전문가 의견을 통합하여 SWOT 및 TOWS 분석과 비전·목표 체계 설계를 위한 토대를 구축함

## ■ 조사 기간 및 방식

- 2025년 10월 30일부터 11월 10일까지 서면조사 방식으로 총 3회 반복적으로 전문가들의 의견을 수렴하였음
- 조사 방식은 각 전문가에게 설문지를 보내어 답변을 받고, 결과를 취합·분석하여 추가 질의하는 방식으로 반복 진행함
- (1차 조사: 환경분석) 새만금 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 융복합 클러스터 구성과 관련하여 전문가들이 인식하는 글로벌·국내 정책환경, 공급망 변화, 기술 트렌드, 지역 여건 등을 폭넓게 파악하기 위해 환경 분석 중심의 의견을 수렴하였고, 이를 통해 클러스터 구축에 영향을 미치는 외부요인과 내부역량을 체계적으로 도출함
- (2차 조사: 평가 및 우선순위 검토) 1차 조사에서 도출된 정책·기술·시장·인프라·거버넌스 등 핵심 변수들에 대해 전문가 집단이 중요도, 시급성, 영향력, 실현가능성 등을 평가하여, 새만금 탄소중립 클러스터 구성에 필요한 우선순위와 대응 전략 방향을 구체적으로 도출함
- (3차 조사: 추진전략 검토) 2차 조사에서 정리된 평가 결과를 바탕으로 항목별로 최종적인 전문가 합의 수준을 확인하고, 사업 추진 과정에서 고려해야 할 전략적 과제, 정책적 지원방향, 단계별 실행전략 등 종합 의견을 도출하였고, 그 결과 “새만금 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티” 개념이 제안되었음
- 다양한 분야에서 새만금 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티 조성 전략 수립 관련 전문가로 피조사집단을 구성하였음

## 2) 전문가 델파이 조사 결과

### 가) 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 전략 우선순위 검토

#### ■ 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 전략 우선순위

##### ① 인프라 통합 조성 계획이 최우선 과제로 도출됨

- 전문가들은 항만·산업단지·에너지·도시 인프라가 분절적으로 구축되는 현 구조가 새만금 개발의 가장 큰 제약 요인이라고 지적하였음
- 새만금항 신항 개항(2027)과 배후산단 기업입주(2030 이후) 간의 시차로 인해 초기 물동량 확보가 어려운 상황에서 기능 간 연계성과 상호운용성을 확보하기 위한 통합 인프라 조성 계획이 시급한 과제로 평가됨
- “통합 인프라 없이는 어떤 전략도 실행될 수 없다”
  - 물류·에너지·도시 기반을 하나의 플랫폼으로 연동하는 기술·공간적 구조 필요
  - 초기 산업수요 창출 및 민간투자를 위한 필수 전제조건
  - 사업지 전체를 관통하는 “통합형 마스터플랜” 필요성 강조

##### ② 에너지허브 구축 및 무탄소 운영모델 실증이 두 번째 우선순위

- 새만금은 재생에너지·청정연료 기반의 친환경 에너지 자원을 폭넓게 활용할 수 있는 지역으로 평가되며, 이에 따라 탄소중립형 산업·물류 운영모델을 조기 실증하는 것이 성공을 결정하는 주요 요인으로 제시됨
- 새만금의 정체성은 “에너지 커플링 기반의 무탄소 운영 실증”에 의해 규정됨
  - 암모니아·수소 기반의 에너지허브 구축 필요
  - 콜드체인·데이터센터·식품가공 등 에너지 집약 산업 유치와 직결
  - 새만금만의 차별화된 “무탄소 스마트운영 모델” 개발 필요

### ③ 정책 연속성과 부처 간 협력 강화의 중요성

- 전문가 집단은 새만금 사업이 다부처·다기관 참여 구조임에도 통합 기획·집행 기능이 부재하다는 점을 위험 요인으로 평가함
- 사업의 지속성과 실행력을 담보하기 위해 정책 연속성 확보와 부처 간 협력체계 구축이 필요하다고 제안함
- “부처 칸막이를 넘는 국가 단위의 통합조정체계가 없다면 사업 효과는 제한적”
  - 해수부·산업부·환경부·국토부·농식품부·새만금개발청 간 정책·예산 분절
  - 국가전략특구 및 특별법 기반의 통합조정기구 필요성 대두
  - 중앙-지방-새만금개발청-민간을 포함하는 다층형 거버넌스 구축 필요

### ④ 산업 생태계 구축 및 앵커 프로젝트 조기 활성화 필요

- 초기 산업수요 부족은 새만금 개발의 구조적 문제로 지적되고 있으며, 글로벌 기업 유치와 산업 생태계 조성을 통해 초기 수요를 창출하는 것이 사업 성공의 핵심이라고 제안함
- “수혜 산업을 확보하지 못하면 인프라만 남는 개발이 될 수 있음”
  - 글로벌 푸드허브, 데이터센터, 수소·암모니아 전환산업 등 앵커사업 유치 필요
  - 실증-상용화-운영을 일체화한 산업공생 구조 구축
  - 지역산업·농생명 클러스터 연계 강화 필요

### ⑤ 실증사업 국책화 및 테스트베드 구축의 필요성

- 기술적·시장적 불확실성이 높은 탄소중립 커플링 시티 모델을 민간이 단독으로 추진하기는 어렵기 때문에, 전문가들은 공공이 초기 리스크를 흡수할 수 있는 국가 주도의 실증사업 구축이 필수적이라고 제안함
- “실증이 곧 산업유치의 출발점이며, 실증 없는 상용화는 불가능하다”는 결론



- 공공 先失증 → 민간 상용화로 이어지는 단계적 확산 구조 필요
- 표준화·인증·데이터 축적 등 국가모델 기능 확보
- R&D-실증-사업화 간 전환 구조 마련

## ■ 우선순위 항목 간 구조적 관계

- 델파이 조사 결과를 종합하면 전문가들이 제시한 전략 우선순위는 상위 기반전략, 중간 추진전략, 실행 메커니즘의 3단계 구조로 정리할 수 있음

### ① 상위 기반전략(전제조건)

- 인프라 통합 조성 계획과 정책 연속성 및 부처 간 협력 강화는 새만금 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티 조성의 실현 가능성을 결정하는 핵심 기반으로 평가됨
- 항만·산업단지·에너지·도시 인프라가 상호 연계되어 기능해야 하는 복합사업의 특성상, 물리적·제도적·기능적 통합은 모든 후속 전략의 출발점이자 필수 전제조건임
- 부처별 계획과 예산이 분절된 현 체계를 개선하지 못하면 전체 전략이 실행 과정에서 구조적 제약에 직면할 수 있음
- 인프라를 유기적으로 연결하는 통합 조성계획을 마련하고 중앙부처·전북특별자치도·새만금개발청 간 협력의 틀을 제도적으로 강화하는 것은 새만금 개발의 추진력을 확보하기 위해 선행되어야 할 과제로 판단됨

### ② 중간 추진전략(경쟁력 확보)

- 에너지허브 구축과 무탄소 운영모델 실증은 새만금이 국내외 경쟁 거점과 차별화되는 핵심 요소로 중요하게 활용해야 함
- 재생에너지·암모니아·수소 등 청정에너지 기반을 실제 산업과 물류현장에서 적용·검증하여 새만금의 기술적 신뢰성과 운영모델의 실현 가능성을 높이는 데 필수적임
- 이러한 에너지 기반 위에서 산업 생태계를 조성하고 글로벌 푸드허브, 데이터센터, 수소·암모니아 전환산업 등 핵심 프로젝트를 유치·가동하는 전략은 새만금이 지속가능한

산업 기반을 확보하고 초기 수요 부족이라는 구조적 한계를 극복하는 데 기여함

- 두 전략은 상호보완적으로 작동하며, 새만금의 기술적 차별성과 산업적 지속가능성을 확보하는 핵심 축으로 기능함

### ③ 실행 메커니즘(사업 추진 장치)

- **실증사업의 국책화와 테스트베드 구축**은 기술적·시장적 불확실성과 초기 리스크를 공공이 흡수함으로써 민간 투자를 유도할 수 있으며, 이를 기반으로 산업 생태계를 확장해 나가기 위한 실행 메커니즘으로 평가됨
- 공공 주도의 先실증을 통해 기술성과 경제성을 검증하고 표준화·인증·데이터 축적 등 산업 기반을 마련함으로써 민간이 안심하고 진입할 수 있는 시장 환경을 조성하는 것이 필요함
- 이러한 구조가 구축될 때 새만금 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티는 R&D-실증-상용화-운영으로 이어지는 단계적 성장 체계가 구축됨

## 나) 현안 과제와 대응 방향 도출

- 델파이 조사 결과는 정책·제도적 현안, 기술·운영적 현안, 시장·경제적 현안의 세 범주에서 공통된 핵심 쟁점을 도출함

### ■ 정책·제도적 현안: 다부처 분절 극복과 통합 거버넌스 구축 필요

- “각자 사업은 있으나 전체 시스템은 없다”는 평가가 공통적이며, 해수부·산업부·환경부·국토부·새만금개발청 간 일정·예산·기능의 분절과 국가전략특구·탄소중립 정책과 제도적 연계가 부족함
- 이에 대한 해결방안으로 국무조정실 주관의 “(가칭)새만금 탄소중립 커플링 시티 통합 조정위원회” 설치, 부처 공동기금 또는 통합예산 Pool 설계, “탄소중립 물류·에너지 커플링 시티” 특별법 또는 국가 프로젝트 지정 요구, 전북도-새만금청-중앙부처-민간의 다층형 거버넌스 구축 등을 검토할 수 있음

## ■ 기술·운영적 현안: 통합 운영을 위한 디지털 기반 두뇌 시스템 부재

- 항만·산단·에너지·도시 설계가 개별적으로 추진되어 상호운용성이 부족하고 EMS, 디지털 트윈, 데이터 허브 등 통합 운영 플랫폼이 없으며, 데이터 표준화의 부재 및 실증·상용화·운영 연계가 부족함
- 대응 방안으로 새만금 Smart Data Hub 구축, 디지털 트윈 기반 통합관제 및 에너지-물류-환경 예측제어 시스템, 스마트 새만금 운영센터 설립, 단계적 실증→확장→통합 운영 체계 구축, K-새만금 데이터 표준 모델 수립 등을 검토할 수 있음

## ■ 시장·경제적 현안: 민간투자·산업수요 기반 미성숙

- 새만금항 신항 개항(2027)과 배후산단 기업입주(2030 이후)의 시차로 인한 초기 물동량 부족, 수익모델 미흡, 민간 투자 유인 부족의 한계가 있음
- 글로벌 푸드허브, 그린 데이터센터, 수소·암모니아 기반 에너지 산업 등 핵심 앵커 프로젝트 중심 산업 생태계 조성, 공공 先실증 민간 상용화 모델, 녹색금융 기반 초기 리스크 완화, 민관협력 항만·산단·에너지 통합운영 모델 설계 등을 검토할 수 있음

## 2. 새만금 탄소중립 커플링 시티 개념과 전북특별자치도 여건 진단

### 가. 새만금 탄소중립 커플링 시티의 개념 정립

#### 1) 커플링(Coupling) 개념 정의

- 새만금 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티는 에너지-물류-산업-도시-데이터 등 복합 기능을 단순 연계 수준이 아닌 상호작용적 통합 Coupling 구조로 결합하는 새로운 형태의 산업도시 모델을 의미함
- 커플링(Coupling)은 기존 산업단지 방식처럼 기능을 병렬적으로 나열하는 방식이 아니라 공간·기능·데이터·에너지 등 핵심 시스템을 유기적으로 연동하여 전체 시스템의 상호작용을 높이는 통합적 구조를 의미함
- 새만금 탄소중립 커플링 시티는 청정에너지 생산·공급 체계, 콜드체인 기반 물류·식품·수산 산업, 디지털 기반 운영 플랫폼 EMS·Digital Twin·Data Hub, 항만·산단·도시 서비스 기능이 단일 체계로 연결된 융복합형 산업도시 플랫폼으로 설계됨
- 기존 항만이나 개별 산단 중심의 개발을 넘어 산업-물류-에너지-도시 기능을 상호 보완적으로 결합하여 탄소중립 기반 신산업 생태계를 구현하는 통합형 개념 모델로 이해될 수 있음

#### 2) 새만금 탄소중립 커플링 시티 핵심 구성요소

- 새만금 탄소중립 커플링 시티는 ① 에너지-물류-산업-도시의 통합 구조, ② 청정에너지 기반 무탄소 운영모델, ③ 디지털 기반 통합 운영 체계의 세 가지 축을 중심으로 기능적 완결성을 확보하는 구조로 설계함

#### ■ 에너지-물류-산업-도시의 통합 구조

- 새만금은 광역 SOC와 초대형 부지를 기반으로 항만·산단·도시·수변지구가 조성되는 전국 유일의 공간적 특성을 보유하고 있음

- 커플링 시티는 이러한 공간적 특성을 활용하여 에너지허브-산업-물류체계-도시서비스가 단일 시스템 아래에서 연계되는 ‘기능 통합 모델’을 구축함
- 재생에너지·암모니아·수소 등 청정에너지를 기반으로 산업단지 운영, 항만 물류, 데이터센터, 콜드체인 산업을 유기적으로 결합하여 지속가능한 산업·물류 생태계를 조성하는 것을 목표로 함

### ■ 청정에너지 기반 무탄소 운영모델

- 새만금 탄소중립 콜드체인 물류·에너지 커플링 시티의 핵심 동력은 **청정에너지 기반의 무탄소 운영모델 실증 및 상용화**임
- 새만금은 대규모 태양광·풍력 인프라를 보유하고 있으며, 암모니아·수소 기반 연료 도입 가능성이 높은 지역으로 평가되고 있음
- 에너지 잠재력을 활용하여 항만 장비·물류센터·산업단지의 무탄소화 운영과 에너지-물류-산업을 단일 에너지 플랫폼으로 묶는 “에너지 커플링 구조”를 구현함
- 글로벌 탄소 규범 강화, IMO 2050 Net-Zero, RE100·CFE 요구 등에 대응할 수 있는 미래형 산업도시 모델로 적합하다고 판단됨

### ■ 디지털 기반 통합 운영 체계

- 새만금 탄소중립 커플링 시티의 운영 체계는 디지털 트윈(Digital Twin), 에너지관리시스템(EMS), 데이터 허브(Data Hub)를 기반으로 구축되는 스마트 통합 운영 플랫폼임
- 항만 운영, 물류흐름, 에너지 사용량, 환경·안전 정보를 실시간으로 통합 관리하는 구조로 산업·물류·도시 기능의 상호운용성을 높임
- 디지털 기반 통합관제는 기존 부문별·기관별 운영을 대체하는 통합 운영의 브레인 역할을 수행하며, 커플링 시티의 성능과 효율성을 향상시키는 필수 요소임

### 3) 새만금 탄소중립 커플링 시티의 추진 가치와 지향점

- 새만금 탄소중립 커플링 시티가 지향하는 핵심 가치는 ① 탄소중립 기반 미래산업 플랫폼 구축, ② 식품·콜드체인 중심 글로벌 공급망 중심지 도약, ③ 디지털 기반 초연결 산업도시 실현의 세 가지 방향으로 정리할 수 있음

#### ■ 탄소중립 기반 미래산업 플랫폼 구축

- 전 세계적 탄소중립·공급망 전환 흐름 속에서 새만금은 청정에너지 기반의 산업·물류 거점이 될 수 있는 최적의 입지를 보유하고 있음
- 새만금 탄소중립 커플링 시티는 이를 활용해 무탄소 항만-산단-도시 운영모델을 국가 최초로 실증하고 상용화하는 미래형 산업 플랫폼을 구축하는 것을 목표로 함

#### ■ 식품·콜드체인 중심 글로벌 공급망 중심지 도약

- 전북자치도가 보유한 농생명산업 수도 기반, 국가식품클러스터, 새만금 수산식품단지, 글로벌 푸드허브 등 지역 산업 생태계와 새만금을 결합하여 생산-가공-콜드체인 물류-수출이 통합된 ‘전주기 콜드체인 글로벌 공급망 허브’를 형성함
- 새만금의 산업 생태계를 확장하고 전북자치도 전체의 성장동력을 재편하고, 궁극적으로 대한민국 경쟁력 제고에 기여함

#### ■ 디지털 기반 초연결 산업도시 실현

- 탄소중립 커플링 시티는 에너지-물류-산업-환경·도시 데이터가 통합된 디지털 트윈 기반 운영 체계를 통해 초연결(Interconnected)·초통합(Integrated)·초지능(Intelligent) 미래형 스마트 산업도시로 발전하는 것을 지향함
- 기존의 물리적 인프라 중심 개발을 넘어 데이터 기반의 운영 효율성과 예측 가능성을 강화하여 산업·물류·도시 기능을 고도화하는 새만금만의 차별화된 가치임

## 나. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 여건 진단

### 1) 새만금 개발 환경 및 정책 여건

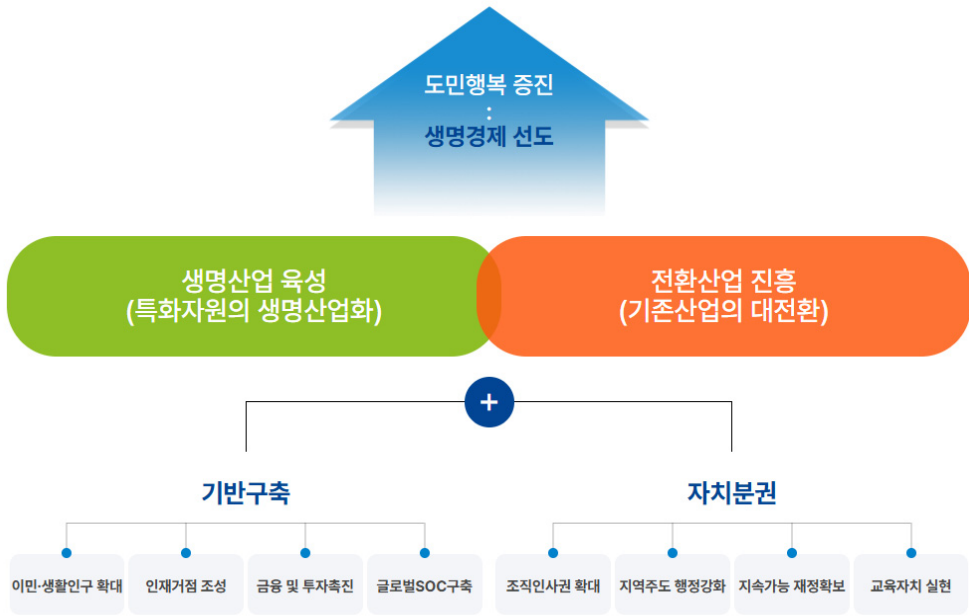
#### ■ 새만금 개발 단계와 공간 구조의 변화

- 새만금 개발은 장기간에 걸친 매립·방조제 건설 단계를 넘어 새만금항 신항, 배후산단, 수변도시, 농생명·관광용지 등이 단계적으로 조성되고 있음
- 새만금항 신항 1-1단계 2선석 개항이 2027년을 목표로 추진되는 반면, 배후산단 기업 입주와 산업생산 본격화는 2030년 이후에야 가시화될 것으로 예상되는 등 물류 인프라와 산업수요 간 시차가 있음
- 새만금 신공항 계획은 법적·정책적 변동으로 추진 여건이 불확실해지면서 향후 새만금 탄소중립 커플링 시티는 해운·항만 중심의 물류체계와 육상교통망, 인근 공항·철도망과의 연계를 통해 복합물류 전략을 재구성할 필요가 있음

#### ■ 국가·광역 차원의 정책 방향과 연계성

- 국가 차원에서는 탄소중립, 청정에너지 전환, 공급망 재편, 혁신산업 육성 등이 핵심 국정과제로 제시되고 있으며, 새만금은 이러한 정책 방향을 실증·구현할 수 있는 전략 거점으로 가치가 높다고 판단됨
- 전북특별자치도 출범과 함께 새만금은 도 차원의 핵심 성장축으로 설정되고 있으며, 농생명·식품·에너지·관광을 결합한 복합 클러스터 조성을 통해 지역 산업구조 전환의 거점으로 활용될 수 있음
- 기존 새만금 개발이 토목 중심 SOC 공급과 개별 용지 조성에 상대적으로 치우쳐 왔다는 한계가 있어 산업·물류·에너지·도시 기능을 통합적으로 설계하는 커플링 시티 전략으로 전환이 요구됨

## 글로벌 생명경제 도시, 전북특별자치도



자료: 전북자치도 홈페이지. jeonbuk.go.kr. 접속일: 2025. 11. 1.

[그림 4-1] 전북특별자치도 비전과 목표





자료: 전북자치도 홈페이지, jeonbuk.go.kr. 접속일: 2025. 11. 1.

[그림 4-2] 전북특별자치도 5대 산업·3대 기반 전략

## 2) 글로벌 공급망·청정에너지 전환 트렌드

### ■ 탄소중립·공급망 재편과 항만·산단의 역할 변화

- 파리협정 이후 주요국은 2050 탄소중립, Net Zero 해운, CBAM 등 탈탄소 규범을 강화하고 있으며, 글로벌 공급망이 저탄소·청정에너지 중심 구조로 재편되고 있음
- 항만과 산업단지는 화물 하역·제조 공간을 넘어 재생에너지·수소·암모니아 등 청정연료를 기반으로 한 에너지 허브이자 탄소중립 공급망의 핵심 노드로 재정의되고 있음
- 콜드체인, 식품, 바이오, 데이터센터 등 에너지 집약형 산업은 청정에너지 기반과 안정적 에너지 인프라를 갖춘 지역으로 재배치되는 경향이 있어, 새만금의 잠재력과 도전 요인으로 인식할 수 있음

### ■ 청정에너지 허브 경쟁과 새만금의 위치

- 해외 주요 항만·산단은 그린수소·암모니아 수입·저장·병커링, 재생에너지 연계 데이터센터, 저탄소 물류체계 구축 등을 추진하고 있으며 국내에서도 주요 항만과 산업단지를 중심으로 청정에너지 허브 경쟁이 본격화되고 있음
- 새만금은 대규모 재생에너지 입지, 암모니아·수소 기반 에너지 전환 잠재력, 광활한 배후부지를 보유하고 있어 글로벌 트렌드에 부합하는 청정에너지-산업-물류 결합형 거점으로 도약할 수 있음
- 타지역의 선제적 투자와 정책 추진 속도에 비해 새만금의 실증·사업화가 지연될 경우 청정에너지·공급망 허브 경쟁에서 밀릴 위험도 있음
- 물류거점이 성숙 단계에 있으며 특정 산업에 최적화된 배후도시·인프라를 보유한 경쟁 지역과 비교할 때, 새만금은 그린수소·암모니아 등 청정에너지 기반 실증사업을 추진하는 데 있어 제약과 갈등요인이 상대적으로 적은 지역으로 평가됨

### 3) 지역 산업·콜드체인·식품 생태계 연계성

#### ■ 대한민국 농생명산업 수도 전북과 새만금의 연계 기반

- 전북자치도는 대한민국 농생명산업 수도를 표방하며 농업·식품·바이오·스마트농업·저온유통 등 전주기 산업 기반을 축적해 왔고, 연구개발-가공-품질관리-수출지원이 결합된 국가 단위 농생명산업 거점을 보유하고 있음
- 새만금은 이러한 전북 내륙의 농생명산업과 해상 물류·에너지 인프라를 결합할 수 있는 전초기지로 생산-가공-저온물류-수출에 이르는 전주기를 하나의 권역에서 구현할 수 있는 잠재력을 보유함



출처: 전라북도. (2023). 전라북도 농생명산업수도 비전 선포식 발표자료.

[그림 4-3] 전북특별자치도 농생명산업수도 비전

## ■ 콜드체인·식품 산업의 집적 및 확장 가능성

- 국가식품클러스터, 새만금 수산식품단지, 글로벌 푸드허브 등은 새만금권에 식품·콜드체인 산업의 집적을 가능하게 하는 토대가 되고 있음
- 새만금항 신항과 연계한 콜드체인 물류망이 구축될 경우 전북 내륙의 농식품, 내수면과 서해 연안의 수산물, 가공·포장·저온유통·수출 기능을 통합하는 글로벌 식품 공급망 허브로 발전할 수 있음
- 새만금 탄소중립 커플링 시티가 단순 물류기지나 배후산단이 아니라 농생명-콜드체인-에너지가 결합된 복합 산업 생태계를 구축하는 데 유리한 환경으로 작용함

## 4) 제도적 기반(특구·특별법·전북특별자치권)

### ■ 국가전략특구·새만금특별법을 통한 제도적 유연성

- 새만금은 국가전략프로젝트 및 새만금특별법에 따라 각종 입지·규제·재정지원 특례를 부여받고 있으며 청정에너지, 스마트 물류, 디지털 트윈 등 새로운 기술·사업모델을 실증하고 확산하는 데 유리한 제도적 기반이 됨
- 새만금 글로벌 메가 샌드박스 특구 지정과 국가전략특구, 규제자유특구, 탄소중립·에너지특구 등과 연계 가능성은 새만금 탄소중립 커플링 시티를 국가 차원의 실증·정책 실험 무대로 활용할 수 있음

### ■ 전북특별자치도 출범과 권한 이양에 따른 자율성 확대

- 전북특별자치도 출범으로 산업, 에너지, 환경, 규제 등 다수의 국가사무가 도 차원으로 이양되면서 새만금 개발과 관련된 인허가, 실증특례, 산업정책 조정에 대한 지역의 자율성과 결정권이 확대되고 있음
- 다부처·다기관 구조로 인한 새만금 개발의 병목을 완화하고 전북도-새만금개발청-중앙부처 간 역할 분담과 공동 추진체계를 재설계할 수 있는 기반으로 활용할 수 있음

## ■ 통합 거버넌스 구축을 위한 잠재적 기반

- 특구·특별법·특별자치권이 결합되면서 새만금 탄소중립 커플링 시티를 대상으로 국무조정실, 중앙부처, 전북특별자치도, 새만금개발청, 민간이 참여하는 통합조정체계와 공동기금·통합예산 Pool을 설계할 수 있는 여건을 조성할 수 있음
- 제도적 기반은 인프라 통합 조성계획, 에너지허브 구축, 디지털 통합운영 체계, 실증·상용화 연계 등 탄소중립 커플링 시티를 조성하기 위한 전제조건으로 기능할 수 있음

## 3. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 경쟁여건 분석

### 가. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 SWOT 분석

#### 1) Strength

- (광역 SOC 및 대규모 부지 기반) 새만금은 국가적 규모의 광역 SOC와 대규모 부지를 확보한 국내 유일의 개발지로 에너지-산업-물류 기능을 통합적으로 설계할 수 있는 공간적 강점을 보유하고 있음
- 새만금항 신항, 배후도로, 광역교통망, 산업단지, 수변도시 등이 단일 권역 내에서 연계적으로 구축되는 구조는 대규모 산업·물류·도시 기능을 결합하는 기반을 제공함
- (청정에너지 활용 잠재력 高) 태양광·풍력 기반 재생에너지 자원이 조성되어 있으며, 향후 그린수소·그린암모니아 등 청정에너지 도입·전환을 위한 입지 여건이 뛰어남
- 이러한 환경은 무탄소 기반 산업·물류 운영모델을 실증하고 확산하기에 적합한 조건을 제공하며 청정에너지 허브 구축의 핵심 경쟁력으로 작용함
- (특구·특별법·특별자치 등 제도 유연성) 새만금특별법, 국가전략특구, 규제자유특구, 전북특별자치권 등 제도적 유연성을 확보하고 있음
- 신기술·신산업 실증과 규제특례 적용이 용이한 제도적 기반을 갖추고 있으며, 이는 복합·융복합형 사업의 속도감 있는 추진과 혁신모델 도입에 유리하게 작용함

- (콜드체인 연계 생태계 집적) 국가식품클러스터, 새만금 수산식품단지, 글로벌 푸드허브 등 식품·콜드체인 산업 생태계가 인접해 있어 생산-가공-저온물류-수출이 하나의 가치사슬 안에서 통합될 수 있는 구조적 강점을 보유함
- 이러한 거점은 타지역에 추가 조성 가능성이 낮으므로 새만금이 농생명·식품 기반 수출형 콜드체인 산업 거점으로 확장될 수 있는 중요한 기반으로 작용함

## 2) Weakness

- (통합조정 기능 부족) 새만금 개발은 다부처·다기관이 독립적으로 사업을 추진해 온 구조적 특성으로 인해 통합조정 기능이 충분히 작동하지 못하고 있음
- 항만-산단-도시-에너지 등 주요 인프라가 개별 계획과 사업으로 분리되어 추진되면서 기능 간 연계성과 상호운용성이 낮으며, 개발 초기부터 통합 설계와 공동 추진체계를 마련하지 못한 점이 중요한 제약 요인으로 작용함
- (산업기반 및 수요산업 미성숙) 새만금항 신항 개항 시점(1-1단계 2선석: 2027년)과 배후 산단 기업 입주·산업 생산 본격화 시점(2030년 이후) 사이에는 구조적 시차가 존재함
- 이로 인해 초기 물동량 확보와 산업수요 기반이 성숙하지 않아 항만·산단 운영의 경제성 확보와 민간투자 유도 측면에서 제약이 발생할 가능성이 있음
- (디지털 통합운영 체계 부재) 운영 측면에서는 디지털 트윈, 에너지관리시스템, 통합 데이터 허브 등 핵심 디지털 인프라가 구축되지 않아 산업·물류-에너지 기능을 연계·관리할 수 있는 체계가 미흡함
- 새만금 탄소중립 커플링 시티의 기반이 되는 통합 운영·예측제어 기능을 구현하는 데 제약을 초래함
- (청정에너지 인프라 미비) 청정에너지 공급·저장·전환을 위한 기반인프라가 초기 단계이며, 암모니아·수소 등 청정연료 도입을 위한 저장·공급망이 구축되지 않음
- 에너지허브 구축의 준비 수준을 낮추고 무탄소 운영모델 실증을 본격화하는 데 정지조건(停止條件)적 요인으로 작용할 가능성이 있음

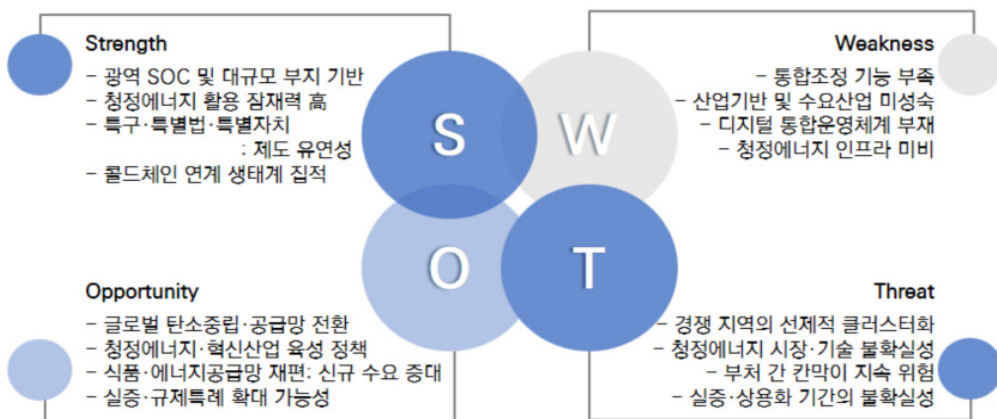
### 3) Opportunity

- (글로벌 탄소중립·공급망 전환) 글로벌 공급망 재편과 탄소중립 전략 강화는 새만금이 청정에너지 기반 산업·물류 거점으로 도약할 수 있는 기회를 제공하고 있음
- 주요국의 탄소규제 강화, Net Zero 해운 전략, CBAM 등 국제 규범 변화는 산업·물류 시스템의 저탄소화와 무탄소 연료 사용을 촉진하고 있어 청정에너지 실증과 무탄소 운영모델이 가능한 지역에 대한 수요가 확대되는 추세임
- (청정에너지·혁신산업 육성 정책 강화) 정부의 청정에너지·혁신산업 육성정책, 지역균형발전 전략, 규제특례 확대 기조는 새만금 개발 방향과 높은 정합성을 보임
- 실증 중심의 기술 도입, 신산업 실험, 규제 완화가 가능한 지역에 대한 수요가 증가하면서 새만금은 국가 차원의 실증·혁신 플랫폼으로 활용될 가능성이 커지고 있음
- (식품·에너지공급망 재편으로 신규 수요 증가) 글로벌 식품·콜드체인 공급망 재편은 전북의 농생명산업 수도, 국가식품클러스터, 새만금 수산식품단지, 글로벌 푸드허브와 연계한 수출형 산업 생태계 조성 기회를 제공하고 있음
- 청정에너지·식품·데이터 등 에너지 집약형 산업의 입지 수요가 증가함에 따라 새만금의 산업·물류 기능은 새로운 성장 기회를 맞이할 것으로 전망됨
- (실증·규제특례 확대 가능성) 국가전략특구, 규제자유특구, 탄소중립 특화 제도 등과 연계가 강화되면서, 새만금은 신기술 실증·사업모델 실험·통합운영 체계 구축 등을 추진하기에 유리한 여건을 갖추고 있음
- 규제특례 적용 범위 확대와 실증 기반 강화는 새만금 탄소중립 커플링 시티의 초기 전략 이행을 촉진하는 핵심 기회 요인임

### 4) Threat

- (경쟁 지역의 선제적 클러스터화) 부산·울산·여수·평택 등 주요 항만·산업 거점은 이미 특정 산업에 최적화된 배후도시와 인프라를 구축하고 있음

- 이러한 지역의 선도적 클러스터화는 새만금이 미래 에너지·물류 허브 경쟁에서 후발 주자로 남을 위험을 높이는 요인이 될 수 있음
- (청정에너지 시장·기술 불확실성) 암모니아·수소 등 청정연료 시장은 기술성, 경제성, 공급가격, 안전성 등 불확실성이 있음
- 글로벌 시장의 가격 변동과 공급망 불안정은 실증·상용화 초기 단계에서 새만금의 재무적·기술적 리스크를 증가시키는 요인으로 작용할 수 있음
- (부처 간 칸막이 지속 위험) 정책·예산·사업추진 체계가 부처별로 분절된 구조가 지속될 경우 탄소중립 커플링 시티의 핵심 전략인 인프라 통합·에너지허브 구축·디지털 운영 체계 확립 등이 실행 과정에서 제약이 있음
- 다부처 협력이 필요한 청정에너지·물류·산업·도시 복합사업 특성상 조정 기능의 부재는 전략 추진의 속도와 안정성을 저해할 위험이 있음
- (실증·상용화 기간의 불확실성) 청정에너지 기반 실증·상용화·확산까지는 장기간이 소요되며, 기술 고도화·인허가·안전기준 마련 등 복합 절차가 수반됨
- 장기 프로젝트 특성은 사업 추진 속도 지연, 민간투자 유인의 약화, 실증성과 불확실성 등으로 이어질 가능성이 있어 커플링 시티 전략 이행의 리스크로 판단됨



[그림 4-4] 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성의 SWOT 분석 결과



## 나. SWOT 기반 TOWS 전략체계 도출

### 1) SO 전략(Strength-Opportunity: 역량확대 전략)

- SO 전략은 새만금이 보유한 광역 SOC, 대규모 부지, 청정에너지 잠재력, 특구·특별법·특별자치 기반의 제도 유연성 등 강점을 활용하여 글로벌 탄소중립·공급망 전환이라는 외부 기회를 선점하는 방향임
- (청정에너지 기반 무탄소 운영모델 실증 가속) 태양광·풍력·암모니아·수소 등 청정에너지 기반을 활용하여 무탄소 산업·물류 운영모델 실증을 가속함으로써 새만금의 정체성을 명확히 할 필요가 있음
- (식품·콜드체인 글로벌 공급망 중심지 도약) 국가식품클러스터, 새만금 수산식품단지, 글로벌 푸드허브 등과 연계하여 식품·콜드체인 중심의 글로벌 공급망 허브로 도약할 수 있는 기반을 강화할 수 있음
- (특구·특별법·특별자치 활용 실증·혁신산업 조기 도입) 특구·특별법·특별자치 등을 활용한 규제 특례와 실증 중심의 혁신 사업을 도입함으로써 선도형 신산업 구조를 구축해야 함
- (대규모 SOC 활용한 국가 청정에너지 허브 구축) 새만금항 신항·배후도로·산단·물류 인프라를 결합하여 국가 청정에너지 허브로 발전할 수 있도록 통합적인 인프라 전략이 필요함

### 2) ST 전략(Strength-Threat: 선택집중 전략)

- ST 전략은 새만금의 강점을 기반으로 경쟁 지역의 선제적 클러스터화, 청정에너지 시장 불확실성 등 외부 위협에 대응하기 위한 전략임
- (청정에너지 실증으로 가격·기술 불확실성 조기 해소) 청정에너지 실증을 확대함으로써 가격·기술·경제성의 불확실성을 완화하고, 새만금의 경쟁력을 확보해야 함
- (식품·콜드체인 생태계로 경쟁 지역 대비 차별화) 새만금의 식품·콜드체인 생태계를 기반으로 경쟁 지역과 차별화된 산업 구조를 구축하여 시장 점유력을 높여야 함
- (규제 완화 우위로 정책 불확실성 완충) 특구·특별법·특별자치 기반 규제 완화 우위를 활용해 정책·제도 불확실성에 대한 회복탄력성을 강화할 필요가 있음

- (광역 SOC 기반 신산업·글로벌 기업 유치 우위 확보) 광역 SOC 기반을 적극 활용하여 글로벌 기업 유치 및 신산업 투자경쟁에서 우위를 확보해야 함

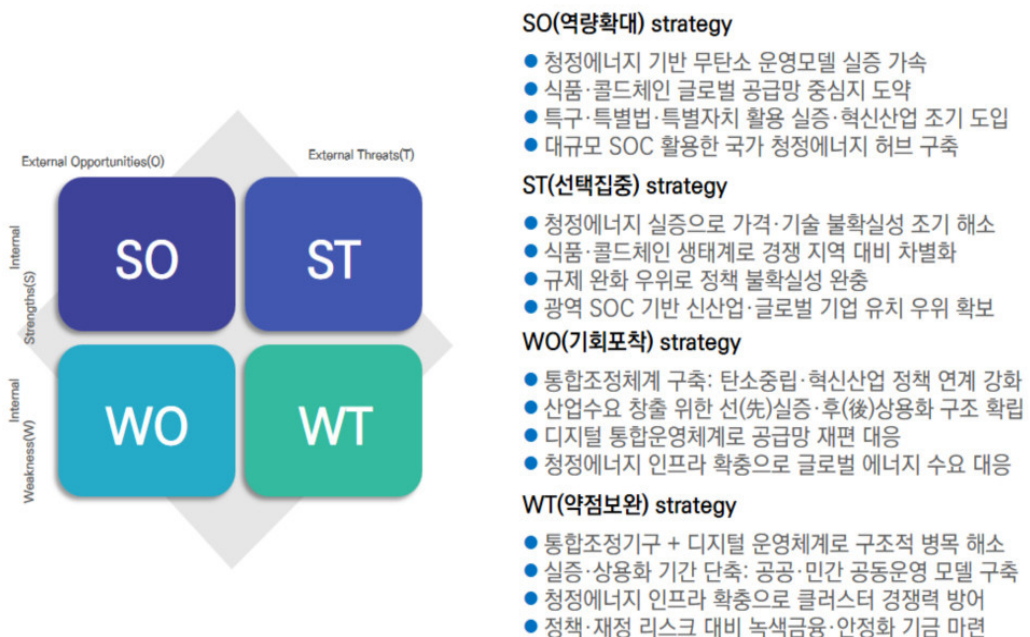
### 3) WO 전략(Weakness-Opportunity: 기회포착 전략)

- WO 전략은 통합조정 기능 부족, 산업기반 미성숙, 디지털 운영 체계 부재, 청정에너지 인프라 초기 단계 등 새만금의 약점을 보완하면서 외부 기회를 흡수하도록 설계함
- (통합조정체계 구축·탄소중립·혁신산업 정책 연계 강화) 다부처·다기관 분절 구조를 극복하기 위해 통합조정체계를 구축하고, 탄소중립·혁신산업 육성정책과의 연계를 강화해야 함
- (산업수요 창출 위한 先실증-後상용화 구조 확립) 초기 산업기반 미성숙 문제를 해결하기 위해 선실증-후상용화 구조를 확립해 산업수요를 단계적으로 창출해야 함
- (디지털 통합운영 체계로 공급망 재편 대응) 디지털 트윈·EMS·Data Hub 등 디지털 통합운영 체계를 구축하여 글로벌 공급망 재편에 대응하고, 산업·물류·에너지 운영을 지능화·고도화해야 함
- (청정에너지 인프라 확충으로 글로벌 에너지 수요 대응) 청정에너지 공급·저장·전환 체계를 확충하여 글로벌 에너지 수요 증가에 대응할 수 있는 기반을 마련해야 함

### 4) WT 전략(Weakness-Threat: 약점보완 전략)

- WT 전략은 새만금의 구조적 약점과 외부 위협 요인이 결합하여 사업 추진을 저해하지 않도록 위험을 최소화하고 안정적 추진 기반을 확보하는 데 목적이 있음
- (통합조정기구+디지털 운영 체계로 구조적 병목 해소) 다부처·다기관 분절 구조를 극복하기 위해 통합조정기구를 구축하고, 디지털 트윈·EMS·데이터허브 등 디지털 기반 운영 체계를 도입함으로써 구조적 병목 해소, 사업 추진의 일관성과 안정성을 확보함
- (실증·상용화기간 단축: 민간 주도 운영 모델 구축) 초기 산업·물류·에너지 기반이 미성숙한 상황에서 실증·상용화·운영 단계의 지연을 방지하기 위해 민간 참여가 가능한 운영모델과 공공-민간 협력구조를 조기에 설계하여 실행력을 강화해야 함

- (청정에너지 인프라 확충으로 클러스터 경쟁력 방어) 청정에너지 저장·공급·전환 인프라를 단계적으로 확충하고 실증 기반을 강화하여 청정에너지 클러스터를 구축 중인 경쟁 지역 대비 열위 요소를 최소화할 필요가 있음
- (정책·시장 리스크 대비 녹색금융·안정화 기금 마련) 청정에너지 시장의 기술·경제성·정책 변동성 등 불확실성에 대응하기 위해 녹색금융·안정화 기금 등 리스크 관리체계를 마련하고 장기 프로젝트의 지속성과 민간투자 안정성을 확보해야 함



[그림 4-5] 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 TOWS 분석 결과

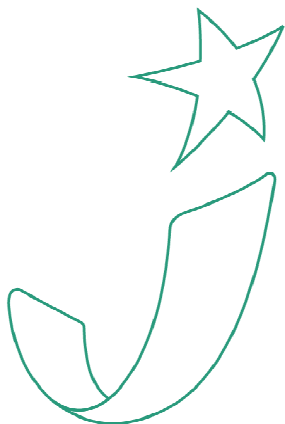




## 제5장

### 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 전략

1. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 중장기 전략
2. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 추진과제
3. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 전략 체계





## 제5장 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 전략

### 1. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 중장기 전략

#### 가. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 비전과 중장기 목표

##### 1) 비전: 글로벌 탄소중립 물류·산업 허브, 새만금

- 이 연구에서 제안하는 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성의 비전은 “글로벌 탄소중립 물류·산업 허브, 새만금”이며, “에너지-산업-물류-도시가 통합된 국가대표 커플링 시티 조성”을 의미함
- 새만금을 대한민국 최초의 에너지-물류-식품-데이터가 상호작용하는 복합 커플링 플랫폼으로 구축하여 탄소중립 산업전환과 글로벌 공급망 구조 변화에 대응하는 전략적 거점으로 육성하는 것을 최종 방향으로 설정함

##### 2) 목표

- “청정에너지·콜드체인·디지털 기반을 결합해 산업-물류-도시 기능이 통합적으로 작동하는 글로벌 탄소중립 커플링 산업·물류 허브 구축”
- 이 제안의 목표는 새만금을 청정에너지, 콜드체인 산업, 디지털 통합운영 체계를 중심으로 하여 산업-물류-도시 기능이 상호 연계 작용하는 복합 커플링 플랫폼으로 구축하는 것임
- 재생에너지·수소·암모니아 등 청정연료 기반의 무탄소 운영모델을 실증하고, 생산-가공-저온물류-수출로 이어지는 식품·콜드체인 산업 생태계를 육성하며, 디지털 트윈·데이터 허브 등 지능형 운영 체계를 구축하여 글로벌 공급망 전환과 탄소중립 시대를 선도하는 국가 대표 산업·물류 거점으로 도약하는 것이 최종 목표임
- 새만금 탄소중립 커플링 시티의 궁극적인 목표 달성을 위해서 구조적, 산업·에너지,

---

경제·물류, 디지털, 제도·투자 영역에서 달성해야 할 분야별 핵심 목표가 있음

**① 구조적 목표: 통합 기반 구축**

- 새만금은 항만·산업단지·도시·에너지·데이터 기능이 분절적으로 추진된 기존 개발 한계를 넘어 전 영역을 체계적으로 연결하는 통합 기반을 확립하는 것이 목표임
- 항만-산업-도시-에너지-물류-데이터를 하나의 시스템으로 연동하는 공간·기능 통합형 인프라를 구축하고자 함
- 새만금특별법·전북특별자치도·국가전략특구와 연계한 제도적 유연성을 바탕으로 중앙정부-전북자치도-새만금개발청-민간이 참여하는 다층형 거버넌스 체계를 마련함으로써 개발 전 과정의 일관성과 통합성을 확보하고자 함

**② 산업·에너지 목표: 무탄소 운영모델 실증**

- 새만금의 광활한 부지와 재생에너지 잠재력을 기반으로 태양광·풍력 중심의 전력체계를 수소·암모니아·e-연료 등 차세대 청정연료와 결합하여 국가 대표 청정에너지 허브로 구축하는 것이 목표임
- 식품·콜드체인·데이터센터와 같은 에너지 집약 산업에 무탄소 전력을 공급하고 산업·물류 현장에서 실증함으로써 무탄소 운영모델을 구현하여 국내·국제 시장에서 활용 가능한 탄소중립 산업모델의 표준을 제시하고자 함

**③ 경제·물류 목표: 글로벌 공급망 거점화**

- 새만금은 전북 지역의 농생명산업 기반과 국가식품클러스터·수산식품단지·글로벌 푸드 허브가 연계된 식품·콜드체인 산업 집적지를 형성하고 있어 이를 기반으로 글로벌 식품·콜드체인 공급망의 핵심 거점으로 성장하는 것을 목표로 함
- 새만금항 신항을 활용해 공급망 물동량을 확보하고, 생산·가공·저온물류·수출로 이어지는 전주기 수출 산업 생태계를 구축함으로써 신산업 수요와 글로벌 물류 수요를 창출하고자 함



#### ④ 디지털 목표: 지능형 운영 체계 구축

- 새만금 개발의 복합성과 규모를 고려할 때, 항만·산단·도시·에너지 운영을 단일 체계로 통합 관리하는 지능형 디지털 운영 체계 구축이 필수적임
- 디지털 트윈·에너지관리시스템·통합데이터허브 등 디지털 기반 기술을 도입하여 실시간 데이터 기반의 예측·운영·관제 기능을 확보하고, 산업·물류·에너지 시스템을 최적화하는 K-새만금 스마트 통합운영 체계 모델을 개발함으로써 국가 전역으로 확산 가능한 지능형 도시·산업 운영 표준을 마련하는 것을 목표로 함

#### ⑤ 제도·투자 목표: 리스크 최소화

- 청정에너지·무탄소 물류·신산업 생태계 조성은 기술·경제성·정책 변화에 따른 불확실성이 크기 때문에 실증·상용화·운영으로 이어지는 단계적 사업 구조를 확립하여 초기 리스크를 체계적으로 관리하는 것이 목표임
- 녹색금융, 정책금융, 민관협력 기반 민간투자 모델을 도입하고, 안정화 기금과 리스크 관리 체계를 마련하여 장기 사업의 지속성을 보장하고, 민간 참여의 기회를 넓혀 투자 기반을 확장하는 안정적·예측 가능한 구조를 구축함

## 나. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 6대 전략

- SWOT·TOWS 분석 및 델파이 조사 결과 국내·외 정책환경 변화 등을 종합하여 새만금 개발이 당면한 구조적 제약을 해소하고, 미래 신산업 생태계를 조성하기 위한 6대 전략방향을 설정함
- 각 전략은 통합 인프라-청정에너지-콜드체인 산업-디지털 운영-특구·실증-투자 기반의 여섯 축으로 구성되며, 상호 연계적으로 작동하는 커플링 구조를 지향함

### 1) 전략 1. 인프라 통합 기반 구축 (SO+WT 기반전략)

- 이 전략은 새만금의 항만·산단·도시·에너지 인프라가 개별적으로 추진되었던 구조적 한계를 극복하고, 전 영역을 통합적으로 계획·운영할 수 있는 기반 마련을 의미함
- (통합 마스터플랜 수립) 항만·산단·도시·에너지·물류·데이터 기능을 단일 체계로 연계하는 통합 마스터플랜을 수립하여 기능 간 불일치로 발생하는 비효율을 최소화함
- (통합조정체계 신설) 다부처·다기관 분절 구조를 해소하기 위해 중앙부처-전북특별자치도-새만금개발청-민간이 공동으로 참여하는 가칭 '새만금 탄소중립 커플링 시티 추진단'을 설치하여 기획-집행-관리의 통합 조정체계를 구축함
- (광역SOC·대규모 부지 활용 복합 인프라 조성) 새만금항 신항, 광역도로, 철도망, 산업단지, 수변도시가 결합된 대규모 공간 구조를 활용해 복합 산업·물류 클러스터를 집적하는 인프라 플랫폼을 조성하고, 향후 산업·물류 수요에 대응하는 공간적·기능적 기반을 강화함

## 2) 전략 2. 청정에너지 허브 구축 및 무탄소 운영모델 실증 (SO·ST 핵심전략)

- 이 전략은 새만금의 풍부한 재생에너지 잠재력과 대규모 부지를 활용하여 청정에너지 공급·전환·활용 체계를 구축하고, 산업·물류 분야의 무탄소 운영모델을 실증함으로써 글로벌 탄소중립 전환을 선도하기 위한 기반을 마련하는 데 목적이 있음
- (청정에너지 공급·저장·전환 체계 구축) 태양광·풍력 중심의 재생에너지 전력과 수소·암모니아·e-연료 등 차세대 청정연료를 연계하는 에너지 공급·저장·전환 구조를 단계적으로 구축하여 새만금을 국가적 청정에너지 허브로 육성함
- (무탄소 산업·물류 운영모델 실증) 식품가공·콜드체인·데이터센터 등 에너지 집약 산업을 대상으로 청정에너지 기반의 무탄소 운영모델을 실증하여 산업·물류 부문의 탄소중립 전환을 촉진하고, 향후 국내·국제 시장에서 활용 가능한 표준 모델을 제시함
- (청정에너지 혁신기술 실증 클러스터 구축) 암모니아 크래킹, 액화가스 냉열 활용, 에너지저장장치, PtX(e-fuel) 등 청정에너지 혁신기술의 실증·검증·상용화 과정을 집적한 실증 클러스터를 조성하여 새만금을 에너지 기술 개발·검증의 중심지로 발전시킴

## 3) 전략 3. 수출형 콜드체인 산업 생태계 조성 (SO·ST 전략)

- 이 전략은 전북특별자치도의 농생명·식품 기반과 국가식품클러스터, 새만금 수산식품단지, 글로벌 푸드허브 등 지역의 산업 인프라를 연계하여 생산·가공·저온물류·수출이 집적된 수출형 콜드체인 산업 생태계 구축을 의미함
- (수출형 콜드체인 벨트 구축) 국가식품클러스터·새만금 수산식품단지·글로벌 푸드허브·새만금항 신항을 연계하는 수출형 콜드체인 벨트를 조성하여 글로벌 식품·프리미엄 제품 공급망과 연결되는 물류·산업 연계 구조를 확보함
- (전주기 통합 산업 플랫폼 구현) 생산·가공·저온저장·물류·수출이 단일 권역에서 완결되는 전주기 산업 플랫폼을 구축하여 초대형 식품·콜드체인 산업 클러스터로 발전시키고 초기 물동량 확보와 산업기반 확충의 핵심 동력으로 활용함
- (글로벌 수출산업 생태계 강화) 고부가가치 식품·바이오푸드·프리미엄 수산물 등 수출 유망 품목 중심의 글로벌 시장 진출 전략을 강화하고 가공·표준화·수출 지원 기능을 확충하여 수출형 산업 생태계를 체계적으로 육성함

#### 4) 전략 4. 디지털 기반 통합운영 체계 구축 (WO·WT 전략)

- 이 전략은 새만금의 항만·산단·도시·에너지·물류 기능이 분절적으로 운영되는 구조적 한계를 해소하고, 데이터 기반의 지능형 운영 체계를 구축하여 대규모 복합 시스템을 안정적·효율적으로 관리하기 위한 기반을 마련하는 데 목적이 있음
- (새만금 Smart Data Hub 구축) 산업·물류·에너지·환경 데이터를 통합적으로 수집·저장·분석하는 '새만금 Smart Data Hub'를 구축하여 새만금 전역의 통합 관리와 데이터 기반 의사결정 체계를 마련함
- (디지털 트윈 기반 통합관제 시스템 도입) 항만·산단·도시 기능을 실시간으로 반영하는 디지털 트윈 체계를 구축하고, 이를 기반으로 시설·물류·환경 변수를 통합 관제·시뮬레이션함으로써 운영 효율성과 안전성을 강화함
- (에너지·물류·환경 지능형 예측·제어 시스템 확보) 에너지관리시스템, 스마트 물류 운영 체계, 환경·기상 예측 모델 등을 구축하여 에너지 수급·물류 흐름·환경 변동을 실시간으로 예측·제어하고, 산업·물류·에너지의 효율적 연계를 지원함
- (K-새만금 데이터 표준 모델 정립) 새만금 전역에서 생성되는 데이터의 호환성·확장성을 확보하기 위해 K-새만금 데이터 표준 모델을 정립하고, 국가 스마트시티·AI 산업 정책과 연계 가능한 데이터 생태계 기반을 구축함

#### 5) 전략 5. 실증·규제특례·특별자치 기반 혁신촉진 (SO·WO 전략)

- 이 전략은 새만금이 보유한 특구·특별법·전북특별자치권 등 제도적 유연성을 활용하여 신기술의 실증과 혁신사업 도입을 촉진하고, 규제특례 기반의 새로운 산업 실험·검증 공간으로 새만금을 육성하는 것을 의미함
- (규제특례 기반 실증 인프라 확장) 국가전략특구, 규제자유특구, 전북특별자치권 등 다양한 제도적 기반을 활용하여 물류·에너지·도시 운영 전반에서 규제샌드박스 적용 범위를 확대하고, 신기술·신사업이 현장에서 검증될 수 있는 실증 인프라를 확충함
- (공공 先실증-민간 상용화 구조 확립) 기술·시장 불확실성이 높은 청정에너지 및 무탄

소 운영모델 분야에서 공공이 초기 실증을 주도하여 리스크를 흡수하고, 실증 성공 모델을 민간이 상용화하는 체계를 구축하여 산업전환의 속도를 높임

- (국가 주도 실증·혁신 프로젝트 유치) 청정에너지, 스마트물류, 자율운항, 탄소저감 기술, AI 기반 도시 운영 등 국가전략 분야에서 국책 실증사업을 유치하여 새만금을 국가 혁신정책의 대표 실험장으로 확립하고 기술혁신-산업 생태계-투자 연계를 촉진함

## 6) 전략 6. 민간투자·투자안정성 기반 조성 (WO·WT 전략)

- 이 전략은 새만금 개발의 장기성과 청정에너지·무탄소 산업 기반의 초기 리스크를 고려하여 민간투자가 지속적으로 유입될 수 있는 안정적·예측가능한 투자환경을 마련하는 데 목적이 있음
- (민관협력 기반 통합 운영모델 구축) 항만-산단-에너지-도시 기능을 통합적으로 운영할 수 있는 공공-민간 협력 기반 운영모델을 설계하여 민간의 전문성과 혁신 역량을 개발 초기 단계부터 참여시키고 사업의 실행력을 강화함
- (국내외 녹색투자 유치) GCF(녹색기후기금), 녹색채권, 정책금융 등 청정에너지 중심의 투자플랫폼을 활용하여 국내외 녹색투자를 유치하고, 재생에너지·수소·암모니아·스마트물류 등 신산업 분야의 자본 접근성을 높임
- (안정화 기금 및 리스크 관리체계 구축) 기술·시장·정책 불확실성이 큰 청정에너지 기반 사업의 특성을 고려하여 단계별 리스크를 관리할 수 있는 안정화 기금과 장기 프로젝트 리스크 관리체계를 마련함으로써 민간투자의 안정성과 사업의 지속성을 확보함

## 글로벌 탄소중립 물류·산업 허브, 새만금

### 목표

글로벌 탄소중립 커플링 산업·물류 허브 구축

구조  
통합기반  
구축

산업·에너지  
무탄소  
운영모델 실증

경제·물류  
글로벌 공급망  
거점화

디지털  
지능형  
운영체계 구축

제도·투자  
리스크  
최소화

#### ① 인프라 통합 기반 구축

- 통합 마스터 플랜 수립
- 통합 조정체계 신설
- 광역SOC·대규모 부지 활용  
복합 인프라 조성

#### ② 청정에너지·무탄소 실증

- 청정에너지 시스템 구축
- 무탄소 산업·물류 운영 실증
- 청정에너지 혁신기술  
실증 클러스터 구축

#### ③ 수출형 콜드체인산업 생태계

- 수출형 콜드체인 벨트 구축
- 전주기 통합 산업 플랫폼
- 글로벌 수출산업 생태계 강화

#### ④ 디지털 기반 통합운영체계

- 새만금 스마트 데이터 허브
- 디지털트윈 통합관제 시스템
- 지능형 예측·제어 시스템
- K-새만금 데이터 표준 정립

#### ⑤ 규제특례 기반 혁신 촉진

- 규제특례 기반 실증 확장
- 공공 先실증-민간 상용화
- 국가 주도 실증·혁신  
프로젝트 유치

#### ⑥ 투자안정성 기반 조성

- 민관협력 기반 통합 운영모델
- 국내외 녹색투자 유치
- 안정화 기금 및  
리스크 관리 체계 구축

[그림 5-1] 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 중장기 전략

## 2. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 추진과제

### 가. Sector A: 통합 인프라·거버넌스 구축

#### 1) 새만금 탄소중립 커플링 시티 통합 마스터플랜 수립

##### ■ 사업 개요

- 항만·산단·도시·에너지·물류·데이터 등 새만금 전 영역을 단일 구조로 연계하는 커플링 기반 통합 마스터플랜을 수립하는 것을 의미함
- 새만금 개발의 분절적 구조를 해소하고 기능 간 연속성과 상호작용을 극대화하기 위한 핵심 기반 사업임
- 통합 마스터플랜은 대규모 인프라 투자, 산업유치, 청정에너지 실증 등 이후 모든 전략의 설계 기준이 되며, 추진이 지연되면 새만금 개발 전반의 체계적 실행이 어려워져 국가적 기회손실이 발생할 위험이 있음

##### ■ 추진 배경 및 문제점

- 현재 새만금 개발은 항만, 산업단지, 도시개발, 재생에너지, 도로·철도 등이 개별 계획에 따라 진행되어 기능 간 상호운용성이 낮으며, 계획 간 시차로 인해 초기 물동량 확보, 산업집적, 인프라 활용도 측면에서 구조적 병목이 발생하고 있음
- 글로벌 공급망 재편과 청정에너지 산업전환이 가속화되는 상황에서 이러한 분절 구조가 지속될 경우 경쟁 거점 대비 후발성이 심화될 가능성이 있음
- 국가전략특구·전북특별자치 등 규제유연성 기반의 시의적 기회를 놓칠 경우, 새만금은 장기적으로 초대형 복합 개발의 이점을 살리지 못하게 될 수 있음

## ■ 주요 내용

- 통합 마스터플랜은 항만-산단-도시-에너지-물류-데이터 시스템을 하나의 '커플링 플랫폼'으로 연결하는 구조를 정립함
- 공간구조, 에너지 공급체계, 산업·물류 기능 배치, 디지털 운영 체계, 탄소중립 인프라 등을 통합적으로 설계함
- 새만금항 신항 개항 일정과 산업단지 조성계획을 연계하여 기능 간 시차를 최소화하고, 청정에너지 실증·수출형 콜드체인·데이터센터 등 신산업 기반을 반영한 전략지도를 구축함

## ■ 기대효과

- 통합 마스터플랜 수립을 통해 새만금 개발의 중복투자를 방지하고, 항만-산단-에너지-도시 기능이 유기적으로 작동하는 통합형 산업·물류 플랫폼을 구축할 수 있음
- 초기 물동량 확보, 청정에너지 활용 극대화, 산업수요 창출 등 실질적 성과로 이어지며, 국가 탄소중립 전략과 글로벌 공급망 재편에 부합하는 효과가 있음
- 명확한 중장기 계획을 기반으로 민간투자 안정성이 확보되어 대규모 투자와 기업유치의 촉진 효과도 기대됨

## ■ 추진체계 및 협력 구조

- 통합 마스터플랜은 중앙정부, 새만금개발청, 전북특별자치도, 산업·에너지·물류 전문기관, 민간기업이 공동으로 참여하는 다층형 협력구조로 추진함
- 부처 간 정책·예산 분절을 극복하기 위해 범정부적 기획체계를 연계하고, 향후 실증·산업유치·투자활성화와 연동할 수 있는 상위 전략계획으로 기능하도록 설계함



## 2) 항만-산단-도시-에너지 연계 인프라 통합 조성

### ■ 사업 개요

- 이 사업은 새만금항 신항-배후산단-도시개발-청정에너지 인프라를 단일 구조로 연결하는 통합형 연계 인프라 구축을 의미함
- 개별적으로 추진되어 온 인프라 간 단절을 해소하고, 항만·물류 기능과 에너지·산업·도시 체계를 커플링 구조로 결합하여 운영 효율성과 산업 집적 효과를 높이는 사업임
- 연계 인프라가 구축되지 않으면 항만의 초기 물동량 확보 실패·산업유치 지연·에너지 공급 불일치 등으로 새만금 전체 개발의 경쟁력 약화 및 국가적 기회손실이 우려됨

### ■ 추진 배경 및 문제점

- 새만금 개발은 항만·산단·도시·에너지·도로·철도 등이 개별 계획으로 진행되어 연계성이 부족하고 인프라 간 공간적·기능적 단절이 발생하고 있음
- 새만금항 개항과 산업단지 입주 간 시차, 에너지 인프라와 산업부지 간 수요-공급 불일치, 도시 생활·정주 인프라의 선·후행 불균형은 사업 전반의 비효율을 초래함
- 글로벌 공급망 불확실성, 에너지전환 가속화 등 환경 변화 속에서 이러한 분절 구조가 지속되면 항만의 초기 경쟁력 확보 실패와 산업 생태계 형성 지연이 예상됨
- 항만-산단-도시-에너지 인프라의 통합 구조가 부재하면 향후 데이터센터·바이오식품·콜드체인 등 청정에너지 기반 신산업의 대규모 수요 대응이 어려워짐

### ■ 주요 내용

- 새만금 항만-산단-도시-에너지 간 연계를 강화하기 위해 각 기능 간 기능적·공간적 네트워크를 통합적으로 설계함
- 새만금항 신항과 배후산단의 물류 흐름을 도로·철도·내부순환체계와 연동하고, 도시·

---

정주 기능과 산업단지 간 접근성을 향상시키며, 재생에너지·암모니아·수소 등 청정에너지 공급 구조를 산업 수요와 연결하는 공급망 체계를 구축함

- 청정에너지-물류-산업 기능을 결합하는 커플링 기반 인프라를 조성하여 항만 냉열, 재생에너지 발전량, 에너지 저장·전환 설비 등을 산업단지와 통합함
- 식품·콜드체인·데이터센터 등 에너지 다소비 업종과 연계성을 강화하여 산업 운영의 에너지 효율성을 높이고, 무탄소 기반 산업구조로 전환할 수 있음
- 인프라 간 시차와 기능 불일치를 최소화하는 단계별 구축 로드맵을 마련하여 새만금 항 신항 개항 일정과 산업단지 활성화 계획의 연동성을 높이고, 변전·수소·암모니아 등 에너지 공급 인프라 구축 시기를 산업 수요와 조정함
- 도시 인프라와 정주 기반도 산업활동 수요와 함께 고려함으로써 종합적인 통합개발 체계를 확립함
- 물류-에너지-산업 데이터 연계 구조를 구축하여 항만·산단·도시 인프라의 운영 정보를 통합하고, 물류흐름·에너지 수급·산업활동 데이터를 연계한 운영 효율화 모델을 확보함으로써 디지털 기반 통합 운영 체계의 구현이 가능하도록 함

## ■ 기대효과

- 항만-산단-도시-에너지 기능의 통합을 통해 새만금 운영 효율이 향상되며, 물류·에너지·산업 수요가 매칭됨으로써 초기 물동량 확보와 산업 가동률 제고에 기여함
- 이러한 통합 기반은 수소·암모니아 기반 산업, 프리미엄 식품·콜드체인, 데이터센터 등 청정에너지 기반 신산업을 유치하는 데 필수적인 조건을 제공하여 새만금의 산업 경쟁력을 강화함
- 연계 인프라의 체계적 구축은 개별 사업 중심의 중복·과잉 투자를 방지하고 개발 비용을 절감하며 전체 개발 일정을 단축하는 효과를 가져옴

- 인프라 확충으로 기업들의 입지 불확실성이 해소되면서 민간투자 확대와 대규모 기업 유치 가능성도 높아짐
- 이러한 인프라 구조는 국가 탄소중립 전략과 글로벌 공급망 재편 흐름에 대응하는 전략적 국가 거점을 확보하는 데 중요한 역할을 수행함
- 이러한 구조적 한계가 지속되면 국가전략특구, 전북특별자치권 등 제도적 유연성을 활용할 기회를 상실하여 정책·제도 측면에서도 손실을 초래할 가능성이 있음

#### ■ 추진체계 및 협력 구조

- 새만금 탄소중립 커플링 시티 인프라 통합 조성은 정부, 전북자치도, 민간기업 간 역할 분담을 기반으로 추진되며, 항만·산업·에너지·도시계획을 통합적으로 조정할 수 있는 범정부 협력체계를 통해 일관성과 실행력을 확보함
- “새만금 탄소중립 커플링 시티 추진단”과 연계한 전담 TF를 구성하여 인프라 통합 조성의 기획·조정·관리 기능을 강화하고, 산업·에너지·물류 전문기관, 공공기관, 학계, 민간기업 등이 참여하는 다층형 협력구조를 갖추
- 청정에너지 실증, 스마트물류, 도시개발, 산업유치 등 후속사업과 단계적 연계를 고려한 상위 전략체계로 운영함으로써 새만금 개발의 추진력과 지속성을 확보함

### 3) 새만금 탄소중립 커플링 시티 통합조정위원회 설치

#### ■ 사업 개요

- 새만금 개발의 다부처·다기관 분절 구조를 해소하고, 항만-산단-도시-에너지-물류 등 복합 기능을 단일 체계에서 조정하기 위한 상위 통합조정기구, 가칭 “새만금 탄소중립 커플링 시티 통합조정위원회”를 설치함
- 개발 전략·일정·예산·정책·실증·투자 유치 등 주요 기능을 일원화된 플랫폼에서 조정하여 사업의 일관성과 실행력을 확보함
- 청정에너지 실증·산업 유치·디지털 운영 등 복합 프로젝트의 속도·일체성을 결정하는 핵심으로 설치가 지연될 경우 새만금 전체 개발의 추진력이 약화될 위험이 있음

#### ■ 추진 배경 및 문제점

- 해수부·산업부·국토부·환경부·농식품부·새만금개발청·전북특별자치도 등 다부처 사업의 특성상 분절된 계획·예산·절차가 누적되고 연계성이 약화됨
- 항만-산단-도시-에너지-물류 간 전략·일정·예산 불일치로 산업유치, 물동량 확보, 에너지공급 매칭의 구조적 병목이 발생하며, 실증-상용화-운영 단계 간 제도·규제 조정에 오랜 시간이 걸려 신산업 대응력이 저하됨
- 국가전략특구·전북특별자치권 등 제도적 유연성을 활용할 상위 의사결정 구조의 부재는 국가 단위 프로젝트에 필수적인 조정 플랫폼 부족으로 수렴됨

#### ■ 주요 내용

- 통합조정위원회는 국무조정실을 주관기관으로 하여 해양수산부, 산업통상부, 국토교통부, 기후에너지환경부, 농림축산식품부, 기획재정부(기획예산처·재정경제부) 등 관계 부처가 참여하고, 전북특별자치도와 새만금개발청, 전문기관, 민간기업, 학계가 함께하는 산·학·연·관의 다층형 국가 거버넌스 구조로 구성함

- 위원회는 새만금 탄소중립 커플링 시티의 전체 전략·계획·일정·예산을 상위 차원에서 통합 조정하며, 실증·상용화·산업유치가 연계될 수 있도록 정책을 승인하고, 규제특례·법·제도 개선을 조율하여, 청정에너지·콜드체인·스마트물류 등 주요 사업의 추진 속도를 관리하는 핵심 기능을 수행함
- 위원회 산하에는 “새만금 탄소중립 커플링 시티 통합사업관리단”를 설치하여 실무 총괄, 계획관리, 일정관리, 위험관리, 데이터 기반 의사결정 등을 전담하도록 함
- 거버넌스가 안정적으로 작동할 수 있도록 법적 근거를 마련하고 국가전략프로젝트 지정을 통해 범정부 차원의 협력체계를 제도화함

## ■ 기대효과

- 통합조정위원회가 구축되면 부처와 기관 간 정책·예산·일정의 조정 속도가 향상되어 새만금 개발의 실행력과 추진 속도가 전반적으로 강화될 것으로 기대됨
- 전략과 계획이 통합 운영됨으로써 항만·산단·도시·에너지·물류 기능 간 시너지가 극대화되고, 규제와 제도 개선이 이루어져 실증·상용화·산업유치 간 연계성도 강화됨
- 민간투자와 글로벌 기업 유치 과정에서 신뢰성이 높아져 불확실성이 해소되며, 이러한 구조적 기반은 새만금이 국가 탄소중립 및 글로벌 공급망 전략과 연동되는 국가 전략 거점으로 자리매김하는 데 중요한 역할을 하게 됨

## ■ 추진체계 및 협력 구조

- 새만금 탄소중립 커플링 시티 통합조정위원회는 국무조정실을 중심으로 운영되며, 전북특별자치도와 새만금개발청, 관련 전문기관, 민간기업 등이 참여하는 다층형 협력구조를 갖춘
- 위원회 산하에는 통합사업관리단을 설치하여 사업관리, 모니터링, 일정조정, 위기관리 등 실무 기능을 수행하고, 이 거버넌스 체계를 통해 청정에너지 실증, 스마트물류, 도시개발, 산업유치 등 후속사업이 연계되도록 상위 플랫폼 역할을 수행함

#### 4) 전북특별자치도-새만금개발청-중앙부처 연계 거버넌스 설계

##### ■ 사업 개요

- 이 사업은 전북자치도, 새만금개발청, 중앙부처 간의 역할과 기능을 조정하는 협력 거버넌스 구조를 설계하여, 새만금 개발의 일관성과 추진력을 확보하는 것을 의미함
- 대규모 청정에너지 실증, 수출형 콜드체인 구축, 스마트물류 및 데이터 기반 운영 체계 등 여러 정책 축이 교차하는 새만금 개발 특성상, 각 기관 간 기능을 체계적으로 분담하고 조정할 수 있는 협력체계가 필수적임
- 이러한 거버넌스는 향후 실증사업, 산업유치, 민간투자 등 후속사업의 속도와 연계성을 결정하는 핵심 기반임

##### ■ 추진 배경 및 문제점

- 현재 새만금 개발은 중앙부처의 정책과 예산, 새만금개발청의 개발계획, 전북특별자치도의 전략사업이 별도로 운영되는 구조로 인해 실질적인 정책 연계성이 부족함
- 항만·산단·도시·에너지 계획의 연동성이 떨어지고, 실증·유치·운영 단계에서 부처 간 절차, 일정 등이 상충하여 개발속도가 저하되는 문제가 있음
- 전북자치도 출범 이후 지역정책 권한이 확대되었음에도 불구하고, 이를 새만금 개발과 연계하는 체계적 구조가 미흡하여 제도적·행정적 유연성을 활용하지 못하고 있음
- 이러한 구조적 단절이 지속되면 새만금 프로젝트의 규모와 복잡성을 감안할 때 후발 위험이 커질 수 있음

##### ■ 주요 내용

- 연계 거버넌스는 전북특별자치도, 새만금개발청, 중앙부처 간 역할을 정의하고 상호 연계하는 체계로 설계하고 각 주체는 실무협의회·정책조정회의·전략위원회 등 단계별 협의체를 구성하여 업무를 분담하고, 통합사업관리단과 개발 일정, 규제조정, 투자유치, 전략 실행을 관리함

- 전북자치도는 혁신산업 발굴·정주여건 조성·기업지원 등 지역 기반 기능을 담당하며, 새만금개발청은 개발계획 총괄·입지 조성·인프라 구축 등 현장 중심의 종합조정 역할을 수행함
- 중앙부처는 부문별 국가정책·재정지원·규제특례·실증사업 인가 등의 권한을 통해 새만금 개발을 상위 정책과 연계함
- 전북자치도의 제도적 권한을 활용하여 특례·규제완화·실증 빠른 도입이 가능하도록 제도 기반을 마련함

## ■ 기대효과

- 연계 거버넌스가 구축되면 중앙-지방-새만금개발청 간 책임과 권한이 명확해져 정책 집행의 효율성이 향상될 것으로 기대됨
- 사업별 일정과 예산 배분이 유기적으로 맞물리며, 청정에너지 실증, 콜드체인 물류, 스마트산단 조성 등 주요 프로젝트의 추진 속도가 개선됨
- 전북자치도의 권한과 새만금개발청의 현장조정 기능이 결합되면서 민간기업의 인허가·투자 절차가 단축되고, 사업 예측가능성이 높아져 새만금은 빠르게 변화하는 글로벌 공급망·탄소중립 환경에서 국가 전략 거점 기능을 강화할 수 있음

## ■ 추진체계 및 협력 구조

- 연계 거버넌스는 중앙부처의 정책·재정 기능, 새만금개발청의 현장조정 역할, 전북자치도의 산업·정주·서비스 행정 기능이 결합된 체계로 운영됨
- 정책조정위원회-실무협의회-통합사업관리단으로 이어지는 3단 구조의 협력체계를 구축하고, 실증사업, 산업유치, 정주혁신, 에너지전환 등 분야별로 공동 TF를 운영함
- 전문기관·학계·민간기업이 참여하는 상시 협력 플랫폼을 통해 전략·실증·규제개선·투자유치 등을 단계적으로 연계하고, 후속 프로젝트와도 일관된 구조로 연결될 수 있도록 상위 조정체계를 유지함

## 나. Sector B: 청정에너지 운영모델·실증

### 5) 청정에너지 공급-저장-전환 생태계 구축

#### ■ 사업 개요

- 이 사업은 새만금에서 재생에너지, 그린수소, 그린암모니아 등 청정에너지의 생산·공급·저장·전환 기능을 도입하여, 무탄소 기반의 산업·물류·도시 운영을 가능하게 하는 청정에너지 생태계를 조성하는 것을 의미함
- 항만·산단·도시 개발과 연계된 에너지 공급망을 마련함으로써 에너지 안정성 확보, 산업 경쟁력 강화, 청정에너지 실증의 확산 등을 지원하는 사업임
- 이러한 생태계가 조성되지 않으면 새만금은 무탄소 운영 모델 구현에 제약을 받게 되며, 신산업 유치와 글로벌 경쟁력 확보에서 후발 위험이 커질 수 있음

#### ■ 추진 배경 및 문제점

- 새만금은 태양광·풍력 등 재생에너지 잠재력이 높음에도 불구하고 실질적인 에너지 공급·저장·전환 인프라가 구축되지 않아 산업단지와 항만의 청정에너지 수요를 충족하기 어려운 상황임
- 데이터센터·콜드체인·식품가공 등 에너지 다소비 산업을 유치하는 과정에서 전력 확보, 에너지 안정성, 무탄소 연료 공급 등 핵심 요소가 뒷받침되지 않으면 산업 기반의 경쟁력에 한계가 있음
- 암모니아 크래킹, 수소 전환, 재생에너지 연계 저장시스템 등 신기술의 실증이 이뤄지지 않으면 투자 리스크가 누적되어 기업들이 새만금 입지를 결정하기 어려운 상황이 야기될 수 있음
- 이러한 제약이 지속될 경우 글로벌 청정에너지 전환 흐름에서 새만금이 경쟁력을 확보하기 어려워질 수 있음



## ■ 주요 내용

- 청정에너지 공급-저장-전환 생태계는 재생에너지 기반 전력 공급, 암모니아·수소 기반 무탄소 연료 공급, 에너지 저장 및 변환, 운영관리 인프라 구축 방향으로 추진함
- 태양광·풍력 등 재생에너지 발전량을 산업단지와 항만의 수요와 연결할 수 있도록 전력공급 체계를 강화하고, 변전설비 및 고효율 전력망을 확충함
- 암모니아 크래킹 설비, 수소 생산·저장·공급 인프라, e-연료 전환 기술 등 차세대 청정에너지 전환 기술을 실증하여 산업·물류 운영에 적용할 수 있는 기반을 마련함
- 항만 냉열 활용, 대규모 ESS 구축, 데이터 기반 에너지관리시스템 도입 등을 통해 산업군 특성에 맞는 최적의 에너지 공급·저장 솔루션을 제공함
- 이를 바탕으로 산업단지·콜드체인·데이터센터 등 에너지 다소비 업종과 연계된 커플링형 에너지 공급망을 구축하여 무탄소 운영 모델의 실현을 도모함

## ■ 기대효과

- 청정에너지 생태계가 구축되면 산업단지·항만·도시 기능의 에너지 안정성이 강화되고, 신산업 유치를 위한 핵심 인프라가 확보됨
- 수소·암모니아 기반 연료 공급과 재생에너지 연계 전력 사용이 가능해지면서 새만금은 무탄소 운영 모델을 실제로 구현할 수 있는 대표 실증거점으로 인식될 수 있음
- 데이터센터·콜드체인·식품가공 등 에너지 다소비 업종의 대규모 입주가 가능해져 산업생태계 확장과 물류·에너지 융합 모델 고도화가 가능해짐
- 에너지 비용 절감, RE100 대응 용이성, 기업의 ESG 경쟁력 강화 등 다각적 효과가 나타나며, 새만금은 글로벌 탄소중립·공급망 재편 흐름에 대응하는 국가 전략거점으로 성장할 수 있음

## ■ 추진체계 및 협력 구조

- 청정에너지 생태계 구축은 중앙부처, 전북자치도, 에너지 공공기관, 민간기업, 연구기관 등이 참여하는 협력 구조로 추진할 수 있음
- 산업부·환경부·해수부는 기술 실증·인프라 구축·규제 특례 도입을 지원하고, 전북자치도와 새만금개발청은 입지 조성, 인허가, 연계 인프라 구축을 담당함
- 한국에너지기술연구원, 한국에너지공단, 발전공기업, 에너지 관련 민간기업 등이 실증·R&D·사업화를 주도하며, 통합사업관리단 체계를 활용해 사업 일정·기술검증·투자연계를 관리하여, 청정에너지 실증-전환-산업유치-운영까지 전주기 협력체계를 구축함

## 6) 암모니아 크래킹·e-연료·냉열 활용 시스템 실증

### ■ 사업 개요

- 이 사업은 새만금항 신항을 중심으로 도입될 암모니아·e-연료 기반의 차세대 청정연료 기술을 실증하고, 항만 냉열·저온 에너지 등 새만금이 보유한 특수 자원을 활용하여 산업·물류·도시 운영에 적용하는 실증 생태계를 구축하는 것을 의미함
- 암모니아 크래킹을 통한 수소 전환, e-메탄올·e-암모니아 등 e-연료 생산·활용 기술, 암모니아 냉열을 이용한 냉동·저온물류·데이터센터 냉각 기술을 실증하는 사업임
- 이 실증이 추진되지 않으면 차세대 청정연료 기반 산업·물류 전환이 지연되고, 글로벌 해운 및 항만의 탈탄소 흐름에 대응하지 못해 새만금의 경쟁력이 약화될 수 있음

### ■ 추진 배경 및 문제점

- 글로벌 해운·항만 산업은 IMO 2050 Net Zero 전략으로 암모니아·수소·e-연료 중심 무탄소 전환이 진행되고 있으나, 국내에서는 암모니아 크래킹, e-연료 생산, 냉열 활용 등 핵심 기술의 실증이 초기 단계에 머물러 있음

- 새만금항 신항은 향후 암모니아 벙커링·공급 거점으로 성장할 잠재력이 있으나, 실제 운영모델을 검증하기 위한 실증 인프라가 부재함
- 산업단지·콜드체인·데이터센터 등 에너지 다소비 업종의 유치와 운영을 위해 냉열·저온에너지 활용은 필수적이나, 이를 지원할 기술·장비·전환 시스템 실증이 이루어지지 않아 산업 수요에 대한 대응력이 부족한 상황임
- 실증 기반 부재는 기업 투자 지연, 기술 사업화 실패, 에너지전환 정책과 불일치로 이어질 위험이 있음

## ■ 주요 내용

- 이 사업은 암모니아를 수소로 전환하는 크래킹 기술 실증을 중심으로 e-연료 생산·활용 기술과 냉열 회수·활용 시스템을 검증하는 구조로 추진됨
- 새만금항 신항 배후에 소규모-중규모 단계별 암모니아 크래킹 실증 플랜트를 구축하여 선박·산업·모빌리티용 수소 공급 가능성을 검증하고, 암모니아 기반 무탄소 연료 체계를 확보함
- CO<sub>2</sub>-Free 연료의 핵심인 e-메탄올, e-암모니아, e-케로신 등 전기 기반 합성연료 기술을 연구기관·민간기업과 협력하여 실증하고, 항만·산업단지 적용 가능성을 검토함
- 암모니아 냉열을 활용하여 저온물류, 냉동창고, 데이터센터 냉각, 식품가공 공정 등과 연계 시스템을 구축해 에너지 효율성을 극대화함
- 실증 기반은 디지털 운영 시스템과 연계하여 실시간 운전 데이터 수집·최적화·모델링 기능을 확보하고, 향후 산업단지와 항만 전체로 확장 가능한 커플링 기반을 마련함

## ■ 기대효과

- 암모니아 크래킹과 e-연료 기술 실증이 구축되면 새만금은 국내 최초 무탄소 연료 실증·전환·상용화 플랫폼을 확보하며, 글로벌 해운 연료 전환 흐름에 대응할 수 있음

- 항만 냉열을 활용한 저온물류·데이터센터 등 에너지 다소비 업종의 운영 효율이 향상되며, 산업단지 전반의 에너지 비용 절감과 탄소배출 감소 효과가 창출됨
- 기술 실증을 바탕으로 e-연료 생산기업, 암모니아 기반 산업, 그린모빌리티, 프리미엄 식품·콜드체인 기업 등 다양한 신산업 유치가 가능해져 산업 생태계 확장이 기대됨
- 선도적 실증 기반은 국가 에너지전환 정책에 부합하며, 새만금을 청정에너지·탄소중립 기술 실증의 국가 대표 거점으로 도약시키는 핵심 동력이 될 수 있음

#### ■ 추진체계 및 협력 구조

- 이 사업은 중앙부처(산업부·해수부·환경부), 전북자치도, 새만금개발청, 에너지 공공기관, 국내외 연료·장비 기업, 연구기관이 참여하는 다층 협력 구조로 추진해야 함
- 산업부는 기술 실증 및 규제특례를 지원하고, 해수부는 항만 연료공급 체계와 실증 인프라 구축을 총괄하며, 환경부는 무탄소 연료 기반 환경기준·안전기준 마련을 담당함
- 전북자치도와 새만금개발청은 부지·인허가·연계 인프라 조성을 지원하며, 관련 공공기관, 민간기업 등은 기술 검증과 운영모델 개발을 주도함
- 새만금 탄소중립 커플링 시티 통합사업관리단 체계를 통해 전주기 실증 일정, 안전성 검증, 데이터 분석, 산업연계 등 모든 요소를 통합 관리함

## 7) 에너지 집약적 산업 무탄소 운영모델 실증

### ■ 사업 개요

- 이 사업은 새만금 산업단지와 항만 배후 지역에 유치할 식품가공, 콜드체인 물류, 데이터센터 등 에너지 소비집중 산업을 대상으로 재생에너지·암모니아·수소 기반의 무탄소 운영모델을 실증하는 것을 의미함
- 산업 운영에 필요한 전력·열·냉열을 청정에너지로 공급받고, 디지털 기반 에너지 관리 시스템을 적용하여 탄소배출을 최소화하는 무탄소 산업 운영 체계를 구축하는 사업임
- 이러한 실증 기반이 구축되지 않으면, 새만금은 청정에너지 기반 신산업 유치 경쟁에서 뒤처지고, 항만·산단 연계형 산업 생태계 활성화가 어려워지는 기회 상실이 발생할 수 있음

### ■ 추진 배경 및 문제점

- 식품가공·콜드체인·데이터센터는 에너지 소비량이 증가하고 있으며, RE100·CFE 등 글로벌 공급망 요구에 따라 무탄소 에너지 기반 전환이 필수적임
- 국내 산업단지 대부분은 산업 전력·냉열·온수·증기 등 공급 체계가 분산돼 있어 무탄소 기반 운영모델을 적용하기 어려운 구조임
- 새만금 역시 재생에너지 자원과 청정연료 도입 잠재력을 보유하고 있음에도 불구하고, 이를 산업 운영에 활용할 에너지 공급 체계와 디지털 운영 체계가 부재함
- 글로벌 식품·데이터센터 기업은 에너지 안정성과 탄소배출 최소화를 핵심 요건으로 고려하는데, 실증 기반 부재는 투자 기피로 이어질 수 있음
- 에너지 집약적 산업 운영의 비용·탄소 리스크 또한 새만금의 초기 경쟁력 확보를 저해하는 요소로 작용함

## ■ 주요 내용

- 이 사업은 재생에너지·수소·암모니아 기반 에너지 공급과 산업 수요를 연결하는 무탄소 산업 운영 플랫폼을 구축하는 것을 의미함
- 산업단지 내 에너지 다소비 업종을 대상으로 전력·열·냉열 수요를 분석하고, 재생에너지·ESS·암모니아 크래킹·수소 공급 체계 등을 결합한 청정에너지 공급 모델을 설계함
- 콜드체인 물류 시설과 데이터센터에는 암모니아 냉열과 고효율 열교환 기술을 적용하여 냉각 비용을 최소화하고, 식품가공 공정에는 재생에너지 기반 공정용 열 공급 시스템 및 수전해 수소 활용 공정을 도입해 탄소배출을 감축하는 운영 구조를 실증함
- 모든 산업시설의 운영 정보를 통합하는 디지털 기반 에너지 관리 시스템, 디지털 트윈 기반 공정 최적화 모델을 구축해 실시간 수요 관리 및 비용 최적화를 가능하게 함
- 이 실증을 기반으로 RE100·CFE 대응형 산업 운영 구조를 마련하고, 장기적으로는 항만-산단-도시 전체가 연계된 무탄소 산업 생태계 전환 모델을 구축하도록 설계함

## ■ 기대효과

- 무탄소 운영모델 실증을 통해 새만금은 에너지 소비집중 산업의 전력·열·냉열을 청정 에너지로 공급할 수 있는 국내 최초의 대규모 단지를 확보하게 됨
- 식품가공·콜드체인·데이터센터 등 핵심 업종의 운영비 절감과 탄소배출 감축이 가능해지며, 글로벌 기술·물류기업의 투자유치 가능성이 높아짐
- 산업 운영의 RE100·CFE 대응 역량이 확보되어 글로벌 공급망 규범 변화에 대응할 수 있고, 국가 산업정책·탄소중립 정책과 정합성이 향상됨
- 무탄소 운영 체계는 청정에너지 실증과 항만·산단 통합운영 체계의 기반이 되어 새만금을 탄소중립 산업·물류 플랫폼의 대표 거점으로 도약시키는 전략적 효과를 창출함

## ■ 추진체계 및 협력 구조

- 이 사업은 중앙부처와 전북자치도, 국가식품클러스터, 수산식품단지, 데이터센터 운영 기업, 에너지 연구기관, 발전공기업 등이 참여하는 다기관 협력 구조로 추진됨
- 에너지 공급-운영-산업 기능을 모두 포함하는 특성상 새만금 탄소중립 커플링 시티 사업관리단을 중심으로 실증 모델 설계, 에너지 수급 조정, 산업수요 반영, 데이터 기반 운영관리 등을 통합 관리함
- 민관협력 기반을 구축해 산업 규모 확대와 지속가능한 운영 구조를 확보하고, 향후 항만-산단-도시 전반으로 확장할 수 있는 표준 운영모델을 마련함

## 다. Sector C: 신산업·수출형 콜드체인 생태계 구축

### 8) 인프라 연동체계 구축

#### ■ 사업 개요

- 이 사업은 국가식품클러스터-새만금 수산식품단지-글로벌 푸드허브-새만금항 신항을 생산-가공-저온물류-수출로 연결하는 수출형 콜드체인 산업 플랫폼 구축을 의미함
- 지역 내 분산되어 있는 식품·바이오·콜드체인 기반을 새만금항 신항과 연동함으로써, 서해안권을 대표하는 수출형 식품산업 벨트를 조성하는 사업임
- 이 체계가 확보되지 않으면 개별단지 간 연계 부족으로 인한 물류비 증가·가공단계 단절·수출경쟁력 약화 등 비효율이 발생하여, 글로벌 경쟁에서 뒤처질 위험이 있음

#### ■ 추진 배경 및 문제점

- 국가식품클러스터와 새만금 수산식품단지는 글로벌 프리미엄 식품·수산물 시장을 목표로 고도화되고 있으나 생산-가공-저온물류-수출 간 연계가 미흡함
- 새만금항 신항은 2027년 개항을 앞두고 있으나, 식품·콜드체인 기반 산업과 연동 전략이 마련되지 않아 물동량 확보와 수출형 산업 기반 구축에 어려움이 있음
- 농생명·식품 산업의 수출 확대를 위해서 HACCP 기반 가공, 콜드체인 품질 유지, 저온·동결 물류 인프라, 선적 단계의 온도 관리 등 고도화된 공급망이 필요함
- 글로벌 식품기업들은 원물-가공-물류-수출의 전주기 통합을 입지 조건으로 고려하고 있어, 연동체계 부재는 투자유치의 실질적 제약으로 작용함



## ■ 주요 내용

- 이 사업은 지역 내 식품·바이오 기반 시설을 새만금항 신항과 연결하는 서해안 먹거리 수출 허브 구축 모델을 중심으로 추진됨
- 국가식품클러스터-새만금 수산식품단지-글로벌 푸드허브 간 전용 물류망과 콜드체인 라인을 구축해, 원물 조달·가공·패킹·저온보관·선적까지 통합한 공급망을 설계함
- 새만금항 신항에는 콜드체인 전용 하역 시스템, 저온컨테이너 스테이션, 항만 냉열 활용형 저온보관 시설 등 식품·수산 전용 인프라를 도입하여 품질 손실을 최소화함
- 지역별 차별화된 산업 기능을 통합하여 공동 브랜드·수출 패키지 개발을 지원하고, 프리미엄 식품·수산물 수출특화 체계를 구축함
- 데이터 기반 생산-가공-물류 정보를 연계한 식품MRV 플랫폼을 구축하여 수출 인증·이력 관리·품질 보증을 디지털화함
- 전주기 통합형 식품 수출 생태계를 구축하고, 새만금항 신항의 초기 물동량 확보에도 기여하도록 설계함

## ■ 기대효과

- 이 사업을 통해 전북권-새만금을 중심으로 한 식품 수출 벨트가 형성되며, 생산-가공-저온물류-수출의 전 과정이 단일 구조로 연결됨
- 물류비 절감, 수출 리드타임 단축, 신선도 유지율 향상 등 글로벌 경쟁력을 확보하고, 프리미엄 식품 시장 진출이 촉진됨
- 새만금항 신항의 물동량도 식품·수산물 수출 중심으로 안정적으로 확보되며, 식품·리테일·물류 등 콜드체인 기반 대기업의 투자유치 가능성이 높아짐
- 농생명·수산·식품·가공·물류 등 지역 기반 산업이 통합되면서 전북권 전체의 산업 생태계 확장과 수출성장 기반이 강화되는 효과가 기대됨

## ■ 추진체계 및 협력 구조

- 이 사업은 정부, 전북자치도, 국가식품클러스터, 새만금 수산식품단지, 물류기업, 글로벌 식품기업이 참여하는 다기관 협력 구조로 추진할 수 있음
- 전북자치도는 사업 총괄 및 지역 단지 연계를 담당하고, 새만금개발청은 부지·인프라 조성 및 항만·산업 연계를 지원함
- 해양수산부와 항만운영사는 항만 내 콜드체인 전용 인프라 구축을 주도하며, 국가식품클러스터·수산식품단지는 생산·가공·물류 프로세스 고도화에 참여함
- 탄소중립 커플링 시티 통합사업관리단을 중심으로 수출 기반 구축, 물류망 설계, 디지털 운영모델 개발 등을 추진하여 사업의 일관성과 확장성을 갖춘

## 9) 스마트·수출형 콜드체인 밸류체인 구축

### ■ 사업 개요

- 이 사업은 원물 생산·가공·저온보관·물류·수출까지 이어지는 식품 공급망의 전주기를 디지털·저탄소 기반으로 재편하여 전북자치도와 새만금을 중심으로 한 수출형 콜드체인 산업 밸류체인을 구축하는 것을 의미함
- 스마트 저온물류 체계와 고부가 콜드체인 가공 기능을 통합함으로써 전북권 식품산업의 글로벌 경쟁력을 높이고, 새만금항 신항의 물동량 확보와 수출산업 생태계 조성의 핵심 기반을 마련하는 사업임
- 이 사업이 추진되지 않으면 지역 내 식품가공·물류 기반이 분절된 상태로 남아 수출 확대 및 기업 유치가 어렵고, 새만금항 신항 물류 경쟁력도 취약해질 우려가 있음

### ■ 추진 배경 및 문제점

- 전북권은 농생명 자원과 국가식품클러스터 등 가공 인프라를 보유하고 있으나 수출의 핵심 요소인 콜드체인 물류·디지털 품질관리·글로벌 규제 대응 역량이 제한적임

- 원물→가공→저온보관→물류→수출 단계가 분절되어 있어 물류비용 상승, 신선도 저하, 리드타임 지연 등 경쟁력을 약화시킬 수 있음
- 새만금항 신항의 개항을 앞두고 식품 중심의 콜드체인 물류 전략이 마련되지 않아 항만의 초기 물동량 확보와 수출 거점으로서 차별성 확보가 어려운 상황임
- 글로벌 식품 산업은 저온추적, 탄소정보, 생산·가공 데이터 기반 인증 등이 필수 요구사항으로 인식하고 있으나 해당 시스템을 통합 운영할 수 있는 기반이 부족함

## ■ 주요 내용

- 이 사업은 지역 내 농생명·식품 산업을 중심으로 스마트·수출형 콜드체인 밸류체인으로 통합하기 위해 다음과 같은 체계를 구축하고자 함
- 무탄소 콜드체인 전용센터, 냉동·냉장 물류망, 리퍼 컨테이너 스테이션 등 저온물류 전용 인프라를 구축하여 원물의 신선도 관리를 강화하고, 지역 단지-새만금항 신항 간 콜드체인 공급망을 일관되게 연결함
- 동결건조, 기능성 식품, 단백질 가공, 식물성 식품 등 고부가가치 가공 기능을 강화하여 수출용 프리미엄 제품의 생산 기반을 확충함
- 생산·가공·저온보관·운송 전 과정을 데이터로 연계하는 스마트 콜드체인 플랫폼을 구축해 품질관리, 인증, 이력 관리, 해외 규제 대응을 디지털화함
- 온도·위생·탄소배출 등 수출 규제 대응을 위한 식품 MRV 시스템을 도입해 국제시장 접근성을 높임
- 새만금항 신항 내 콜드체인 인프라와 연계하여 냉열을 활용한 에너지 효율형 콜드체인 센터를 구축하여 에너지 비용을 절감하고 탄소배출을 줄임

## ■ 기대효과

- 이 사업을 통해 생산·가공·저온물류·수출을 통합 체계로 구축함으로써 수출 리드타임이 단축되고, 물류비 절감과 신선도 유지율 향상 등 효과가 기대됨

- 스마트 콜드체인·디지털 품질관리 도입으로 위생, 인증, 온도, 탄소 등 글로벌 식품규제에 대응할 수 있으며, 프리미엄·바이오식품 등 고부가 시장 진출이 용이해짐
- 새만금항 신항의 물동량 확보가 가능해지고, 글로벌 식품·리테일·콜드체인 기업의 투자유치 가능성이 증가하여 지역 산업 생태계의 성장동력이 강화될 수 있음
- 장기적으로는 전북자치도-새만금을 중심으로 한 아시아 최고 수준의 콜드체인 수출 허브 구축이 가능해짐

#### ■ 추진체계 및 협력 구조

- 정부, 전북자치도, 국가식품클러스터, 새만금 수산식품단지, 글로벌 푸드허브, 식품·콜드체인 전문기업, 물류기업, 연구기관 등이 참여하는 다기관 협력체계로 추진됨
- 각 기관은 생산-가공-저온물류-수출 기능을 분담하되, 커플링 시티 통합사업관리단이 전체 공급망 성능 관리와 디지털 플랫폼 운영을 총괄하여 통합성과 일관성을 갖춘
- 해양수산부는 콜드체인 하역·냉열활용 인프라 도입을 담당하고, 국가식품클러스터와 새만금 수산식품단지는 고부가가치 가공과 스마트 품질관리 시스템 구축을 담당함
- 글로벌 식품·리테일 기업과 전략적 파트너십을 통해 수출채널 확대와 해외 인증 기반 확보를 병행함

## 10) 프리미엄 식품·바이오 글로벌 시장 개척

### ■ 사업 개요

- 이 사업은 전북·새만금권의 농생명·바이오 소재 기반을 고부가가치 글로벌 시장과 연결하여, 프리미엄 식품·기능성 식품·바이오 푸드테크 제품 중심의 수출 경쟁력을 확대하는 것을 의미함
- 국가식품클러스터, 새만금 수산식품단지, 글로벌 푸드허브, 새만금항 신항 등을 하나의 수출 플랫폼으로 통합해 고부가가치 제품의 해외 진출을 지원함
- 추진이 지연될 경우 지역 산업이 원물·단순가공 구조에 머물고 글로벌 식품·바이오 시장의 성장 기회를 놓칠 수 있음

### ■ 추진 배경 및 문제점

- 전북·새만금권은 프리미엄 식품·기능성 식품·바이오 식품 원료 기반이 풍부함에도 글로벌 시장에서 요구하는 고부가 제품 개발·인증·수출 역량이 축적되지 않음
- 위생·탄소·추적관리 등 국제 식품·바이오 규제 강화, 소비 트렌드의 고급화·개인화, 글로벌 공급망 재편 등이 진행되고 있으나, 지역 산업의 대응체계는 분절되어 있음
- 가공·인증·콜드체인 물류·수출 인프라가 통합되지 않아 고부가가치 제품의 해외시장 진입이 어렵고, 브랜드·마케팅 기반이 부족해 프리미엄 식품 시장에서 후발주자로 남아 있을 위험이 존재함
- 기존 수출 구조가 중국·동남아 중심 저가 시장에 집중되어 있어, 북미·유럽 등 고부가가치 시장 진출을 위한 전환이 필요함

## ■ 주요 내용

- 이 사업은 전복·새만금권의 식품·바이오 기반을 국제시장에서 통용되는 경쟁력으로 전환하기 위한 전략을 추진하고자 함
- 프리미엄 식품·바이오 제품 개발을 위한 공동 연구·실증 프로그램을 구축하여 기능성 식품, 대체 단백질, 바이오푸드, 식물성 식품, 의료·헬스케어 연계 식품 등 고부가 제품을 개발·상용화함
- HACCP·HALAL·Kosher·EU 기준 등 글로벌 인증 체계를 종합적으로 지원하는 ‘K-Food 수출 인증 통합지원센터’를 구축하여 해외시장 진입장벽을 낮춤
- 해외 수요 기반 맞춤형 제품 개발, 글로벌 리테일·HMR 기업 공동개발 모델을 도입해 해외 진출 성공률을 높임
- 새만금항 신항을 수출 플랫폼으로 활용하여 콜드체인·디지털 인증·탄소 MRV 기반의 신뢰성 높은 프리미엄 식품 수출 체계를 구축함
- 북미·유럽·중동·일본 등 고부가가치 시장을 타깃으로 한 해외 마케팅·브랜딩·프로모션 패키지를 운영하고 K-프리미엄 식품을 육성함
- 데이터 기반 글로벌 시장 분석 플랫폼을 구축해 수출 산업이 지속적인 시장·수요 파악과 전략적 진입을 가능하게 함

## ■ 기대효과

- 이 사업을 통해 프리미엄 식품·기능성 식품·바이오 소재 중심의 고부가가치 수출산업이 새만금권에서 성장하는 기반이 마련될 수 있음
- 글로벌 인증·MRV 기반을 확보함으로써 규제 수준이 높은 해외시장 진입이 가능해지고, 단순 수출을 넘어 해외 유통망·브랜드와 연계한 고도화된 진출 전략이 실현됨
- 프리미엄 식품·바이오 수출 증가로 지역 기업의 부가가치 창출이 확대되고, 국가식품 클러스터·수산식품단지·글로벌 푸드허브 간 산업 연계가 강화되어 산업 생태계의 혁신

이 촉진됨

- 새만금항 신항의 초기 물동량 확보에도 기여하며, 글로벌 식품·리테일·헬스케어 기업의 투자를 유도하는 기반으로 작용할 수 있음

#### ■ 추진체계 및 협력 구조

- 정부, 전북자치도, 국가식품클러스터, 새만금 수산식품단지, 글로벌 식품·바이오 기업, 인증기관 등이 참여하는 전략적 협력체계를 구축함
- 전북자치도는 사업 총괄 및 기업지원 플랫폼을 담당하며, 국가식품클러스터·수산식품 단지는 공동 R&D·가공·인증 기능을 수행함
- 해양수산부는 수출전용 인프라 구축을 담당하고, 글로벌 기업·전문기관과 협력하여 시장개척·브랜딩·공동개발 등 해외진출 전략을 통합적으로 추진함
- 탄소중립 커플링 시티 통합사업관리단 중심의 관리 체계를 운영하여 연구-실증-인증-수출까지 전주기 연계가 가능하도록 함

## 라. Sector D: 디지털 전환·투자활성화 기반

### 11) Smart Data Hub, 디지털 트윈, EMS 기반 통합운영 플랫폼 구축

#### ■ 사업 개요

- 이 사업은 새만금항-산업단지-도시-에너지 인프라 전반의 운영 정보를 통합 관리하는 ‘Smart Data Hub’를 구축하고, 이를 기반으로 디지털 트윈·에너지관리시스템·스마트 물류 관제 등을 연동한 통합운영 플랫폼을 조성하는 것을 의미함
- 다부처·다기관 구조로 인해 운영 체계가 분절된 새만금 개발의 구조적 한계를 해결하고, 에너지-물류-산업-환경을 통합적으로 제어·예측하는 디지털 기반 운영 체계를 마련하는 핵심 사업임
- 이 플랫폼이 적기에 구축되지 않을 경우, 탄소중립 커플링 시티의 통합 운영이 불가능해지고, 인프라 간 비효율·에너지 손실·운영 혼잡 등 구조적 병목이 발생할 수 있음

#### ■ 추진 배경 및 문제점

- 새만금은 항만·산단·에너지·도시개발이 진행되는 대형 복합 프로젝트임에도 불구하고, 설계·운영·데이터 체계가 분절되어 있어 상호운용성이 낮음
- 물류, 산업활동, 에너지 수요·공급, 환경 데이터가 통합 관리되지 않아 운영 리스크가 크고, 고비용·저효율 구조가 지속될 우려가 있음
- 수소·암모니아·재생에너지 등 청정에너지 기반 운영모델을 실증·확산하기 위해서 실시간 에너지 통합 제어 체계와 디지털 기반 예측 시스템이 필수적이거나, 현재는 이에 대한 기반이 부족함
- 항만-산단-도시 운영을 실시간으로 통합 제어하는 물류관제·에너지관리·시설운영 플랫폼이 없으면 산업-물류-에너지 통합 모델의 커플링 시티 본래 목적 달성이 어려움



## ■ 주요 내용

- 이 사업은 새만금 전역의 인프라와 운영 시스템을 하나의 디지털 체계로 통합하기 위한 다음과 같은 핵심 기능을 포함함
- 항만·산단·도시·에너지 데이터를 집약하는 Smart Data Hub를 구축해 모든 운영 데이터를 중앙에서 수집·분석·관리함
- 항만·산단·도시의 물리적 환경을 디지털로 모사하는 디지털 트윈을 구축하여 시설 운영 최적화, 물류흐름 예측, 산업·정주환경 시뮬레이션 등을 지원함
- 태양광·풍력·수소·암모니아·ESS 등 다양한 에너지를 통합 제어하는 에너지관리시스템을 도입해 수요예측, 공급계획, 에너지 효율화를 구현함
- 스마트 항만·스마트 산단·스마트 시티 기능을 연계한 통합 관제센터를 구축해 물류·에너지·시설 운영을 실시간 통합 제어함
- 탄소배출을 자동으로 측정·기록·검증하는 MRV 시스템을 도입해 탄소관리·수출규제 대응을 지원하고, 글로벌 공급망 기준을 충족하도록 함
- AI·IoT 기반의 예측제어 기술을 적용하여, 물류 정체 해소, 에너지 피크 관리, 산업공정 최적화, 환경 모니터링 등 운영 효율화를 극대화함

## ■ 기대효과

- 통합운영 플랫폼 구축을 통해 새만금은 산업-물류-에너지-도시 기능을 실시간으로 연계·제어할 수 있는 국내 최초의 디지털 기반 탄소중립 커플링 모델을 확보할 수 있음
- 물류·에너지 공급·산업 활동 간 불일치가 줄어들며 운영 비용을 절감하고, 에너지 자립성과 탄소감축 효과를 높일 수 있음
- 고도화된 디지털 기반은 글로벌 기업에게 예측 가능하고 안정적인 운영환경을 제공하여 투자유치 기반을 강화할 수 있음

- 
- 통합 플랫폼은 향후 데이터센터·스마트팜·푸드테크 등 데이터·에너지 집약 산업을 수용할 수 있는 기반으로 작용하여 산업 생태계 확장의 촉매 역할을 할 수 있음

#### ■ 추진체계 및 협력 구조

- 이 사업은 국무조정실과 정부부처, 전북자치도, 한국전력·에너지공기업, 디지털·AI 전문기관, 민간 ICT 기업 등이 참여하는 범정부 협력체계로 추진됨
- Smart Data Hub와 통합관제센터는 사업관리단과 전문기관이 공동 구축·운영, 항만·산단·도시 분야별 운영기관은 개별 시설의 센서·데이터 기반을 통합 플랫폼과 연계함
- AI·IoT·에너지 제어 기업, 통신사 등이 참여하여 기술적 신뢰성을 확보하고, 디지털 트윈·EMS 기반 운영을 고도화하는 민관협력 구조를 마련함

## 12) 민관협력 기반 민간투자 활성화·녹색금융·안정화 기금 조성

### ■ 사업 개요

- 이 사업은 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 과정에서 발생하는 초기 리스크를 완화하고, 청정에너지·산업·물류 인프라에 대한 민간투자를 안정적으로 유도하기 위해 민관협력 기반 투자모델을 의미함
  - 국내외 녹색금융(Green Finance)\*을 도입하며, 단계별 리스크를 관리하는 안정화 기금을 마련하는 것을 목표로 함
- ※ **녹색금융(Green Finance)**은 기후변화 대응, 온실가스 감축, 환경보호 등에 기여하는 사업·기술·프로젝트에 대출·투자 등 금융자원을 공급하는 활동을 의미하며, 환경 개선 효과가 있는 경제활동에 자금을 우선적으로 배분하는 금융 시스템을 말함
- 새만금의 대규모 인프라·청정에너지·스마트 운영 체계는 장기 투자 구조와 높은 초기 비용을 요구하므로 공공과 민간이 역할을 분담하는 투자 프레임이 필수적임
  - 이 기반이 마련되지 않으면 민간투자 위축, 사업 지연, 초기 산업 생태계 부재 등으로 탄소중립 커플링 시티 조성 전략 실현이 어려울 수 있음

### ■ 추진 배경 및 문제점

- 청정에너지·스마트 물류·대규모 인프라 사업은 기술·시장·정책 불확실성이 높아 민간기업이 단독으로 초기 투자를 감당하기 어려움
- 새만금은 항만·산단·도시·에너지 인프라가 동시다발적으로 조성되는 구조로 투자 회수 기간이 길고, 초기 산업 수요가 부족하여 민간투자의 진입장벽이 형성되어 있음
- 전력·수소·암모니아 등 청정에너지 기반 산업은 시장가격 변동성, 수요 추정 불확실성, 전환 기술의 성숙도 문제 등으로 인해 금융투자 리스크가 있음
- 이런 상황에서 녹색금융·공공지원·민관협력 체계가 부재하면 새만금의 핵심 전략산업이 조기 정착하지 못하고 전체 개발이 지연될 가능성이 있음

## ■ 주요 내용

- 이 사업은 새만금 탄소중립 커플링 시티의 투자 기반을 구축하기 위해 다음과 같은 핵심 기능을 포함함
- 항만-산단-도시-에너지 통합 구조를 기반으로 민관협력 모델을 설계하여 운영·인프라·실증 시설 등에 민간의 전문성과 자본을 참여시키는 구조를 확립함
- 녹색기후기금(Green Climate Fund), 녹색채권(Green Bond), ESG 금융, 정책금융(산업은행·수출입은행 등) 등을 통해 국내외 녹색투자 수요를 유치함
- 암모니아 크래킹·e-연료·에너지저장·스마트물류·MRV 플랫폼 등 기술 리스크가 높은 분야에 대해서 단계별 리스크를 흡수할 공공 주도 안정화 기금을 조성하여 민간의 초기 진입장벽을 완화함
- 통합마스터플랜·통합조정위원회·Smart Data Hub와 연계해 민간투자가 예측 가능한 환경에서 이루어지도록 정책·제도·운영 안정성을 강화함
- 글로벌 기업·투자기관과 전략적 파트너십을 구축해 공동 투자·공동개발·공동 R&D 모델을 도입하고, 해외 투자자 대상 IR 프로그램을 운영함
- 세제·부지 지원·인허가 패키지 등 투자 인센티브와 녹색금융 기반의 리스크 관리 조치를 통합한 새만금형 투자 패키지를 단계적으로 구축함

## ■ 기대효과

- 민관협력 기반과 녹색금융 활성화를 통해 청정에너지·산업·물류 인프라에 대한 대규모 민간투자를 확보할 수 있고, 기술·시장 불확실성으로 인한 위험을 완화할 수 있음
- 공공-민간 공동투자 모델은 사업의 실행력을 높이고, 새만금항 신항·산단·도시 기능의 조기 활성화에도 기여함
- 녹색금융 기반의 투자환경 구축은 글로벌 에너지·물류·식품·데이터 기업의 유치를 촉진하며, 새만금이 아시아 최고 수준의 청정에너지·스마트 물류 클러스터로 성장할 수

---

있는 기반을 제공함

- 안정화 기금을 통해 장기 프로젝트의 지속성을 보장하고, 특별자치권·특구 제도 등과 결합해 투자 매력도와 사업 안정성이 향상될 수 있음

#### ■ 추진체계 및 협력 구조

- 국무조정실·정부부처, 전북자치도, 산업은행·수출입은행 등 정책금융기관, GCF·국제투자기관, 민간 에너지·물류·식품·데이터 기업 등이 참여하는 다층형 투자 거버넌스를 구축하여 추진함
- 통합조정위원회와 사업관리단이 전체 투자전략과 리스크 관리체계를 총괄하며, 공공·민간·금융기관이 역할을 분담하는 형태로 추진됨
- 민간기업은 운영·기술·설비투자 등을 담당하고, 공공은 정책·인허가·규제특례·기금 조성 등을 지원해 장기적이고 안정적인 투자 환경을 조성함

## 마. 결론

- 새만금은 항만-산단-도시-에너지-식품 생태계를 하나의 구조로 통합할 수 있는 국내 유일의 대규모 전략지대임
- 12대 핵심 과제는 통합 인프라-청정에너지-스마트 물류-수출 생태계-디지털 운영-투자 기반을 전주기로 결합하는 국가 차원의 대형 프로젝트임
- 이를 통해 새만금은 무탄소 기반의 산업·물류 허브이자 글로벌 식품·바이오 수출 전진기지로 도약하고, 전북경제의 구조적 성장과 국가 균형발전에 기여하며, 대한민국의 K-탄소중립 산단·도시 커플링 모델을 정립하는 핵심 거점으로 자리매김할 수 있음
- 미추진 시에는 항만·산단·에너지·물류의 시차·단절이 고착되어 경쟁 거점 대비 후발화 되고, 국가적 투자 효과가 반감될 수 있음
- 지금이 통합조정체계 구축과 국책 실증·녹색금융 연계를 통해 ‘새만금 탄소중립 커플링 시티’를 국가 프로젝트로 확정할 최적의 전략적 시점이라고 판단됨



[그림 5-2] 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 추진과제 종합

### 3. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 전략 체계

#### 가. 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 전략 체계 종합

- 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 전략은 항만 개발이나 산업단지 조성의 차원을 넘어 국가 공급망과 에너지 체계를 재구조화하기 위한 전략도시 모델이라는 점에서 기존 개발과 차이점이 있음
- 이 전략은 “글로벌 탄소중립 물류·산업 허브, 새만금”이라는 비전을 중심으로 ① 구조적 통합(Integration)→ ② 무탄소 산업·에너지 전환(Decarbonization)→ ③ 글로벌 공급망 거점화(Globalization)→ ④ 디지털 기반 지능형 운영 체계(Intelligence)→ ⑤ 제도·투자 리스크 최소화(Resilience)라는 핵심 목표가 단계적으로 연결되는 구조를 취함
- 단일 산업 육성이나 SOC 공급 방식이 아니라 도시 전체가 시스템적으로 작동하는 운영 가능한 생태계를 설계하는 접근 방식임
- 특히 6대 전략과 12대 추진과제는 독립적으로 분절된 정책 항목이 아닌 상호보완적·상호작용적 구조를 지니도록 설계되었음
- 통합 인프라·거버넌스(Sector A)는 공간·부처·예산·규제를 하나의 구조로 묶어 개발의 방향성과 실행수단을 통합함
- 청정에너지 운영모델·실증(Sector B)은 그린수소·그린암모니아·냉열 등 에너지 시스템을 산업·물류에 결합하여 글로벌 탈탄소 규범에 대응함
- 신산업·수출형 콜드체인 생태계(Sector C)는 식품·바이오·의약 등 고가치 산업군을 연결해 전주기 수출 모델을 구축함
- 디지털 전환·투자활성화 기반(Sector D)은 데이터·금융·투자·특구 제도를 결합해 생태계의 확장성과 지속가능성을 보증함
- 이 전략은 여러 개의 프로젝트 묶음이 아니라 산업-에너지-물류-디지털-투자가 결합된 커플링 운영 플랫폼을 구축하는 데 초점을 둠

## 나. 단계별 추진 로드맵과 우선순위

- 새만금 탄소중립 커플링 시티 조성 전략은 대규모 시설을 순차적으로 배치하는 단순한 사업이 아니라 시간의 흐름에 따라 산업·에너지·물류·디지털·제도 생태계가 결합하며 성숙해가는 구조적 전환 과정임
- 따라서 추진 로드맵은 단기-중기-장기의 균형적 분할이 아니라 ① 기반 구축(Platforming)→ ② 기술·시장 실증(Validation)→ ③ 글로벌 확산(Standardization & Scaling)이라는 연속적 고도화 프로세스로 이행되어야 함
- 단기는 플랫폼의 뼈대를 설계하고, 중기는 실증을 통해 경쟁력을 증명하며, 장기는 이를 국가 표준으로 확장하는 과정이며, 새만금은 시설의 완성이 아니라 “운영 모델의 완성”을 목표로 하는 장기 생태계 구축 전략을 추진해야 함

### 1) 단기 단계: “기반의 통합”, 기초를 다지는 시기

- 단기(1~3년)의 핵심은 통합적 구조 없이 개별 사업을 착수하는 위험을 사전에 제거하는데 있음
- 이를 위해 항만·산단·도시 인프라를 단위별로 보완하는 접근이 아니라, 마스터플랜을 통해 공간, 에너지, 물류, 환경, 산업 유치, 규제 특례를 하나의 구조로 정렬해야 함
- 이 시기에는 기술 실증보다 제도·조직·조정역량을 먼저 확보하는 것이 핵심이며, 이를 위해 다음의 조치가 필수적임
- (항만·산단·도시·에너지 연계 인프라 구축 방향 확정) 배후 클러스터, 새만금항 신항, 글로벌 푸드허브, 암모니아·수소 공급 인프라의 기능적인 연결을 촉진함
- (통합조정위원회(국무조정실급) 및 사업관리단 설계) 부처 간 예산·특례·인허가의 “분절 리스크”를 제거하는 상시 통합 거버넌스를 구축함
- (투자·특구 제도·R&D 실증 설계) 민간에 대응가능한 정책 프레임을 제공해 초기 유입 기업의 불확실성을 최소화함



- 이 단계는 건물을 올리는 시기가 아니라 토지 형질을 바꾸는 시기에 비유할 수 있으므로 물리적 시설보다 운영 플랫폼을 먼저 구축하지 않으면 전체 프로젝트가 실패할 수 있음

## 2) 중기 단계: “에너지·산업 실증 중심의 가치 창출”, 경쟁력을 만드는 시기

- 중기(3~8년)는 새만금이 다른 항만·산단과 뚜렷하게 차별화되는 전략이 가시화되는 단계로 청정에너지·산업·물류를 결합한 실증 프로젝트를 통해 수익·정책·기술적 신뢰성을 확보하는 것임
- (청정에너지 공급·저장·전환 생태계 구축) 그린암모니아·수소·전력 기반의 산업·물류 운영 표준을 실증함
- (암모니아 크래킹·e-연료 생산·냉열 재활용 시스템 실증) 데이터센터, 콜드체인 제조·가공시설 간 주기적 에너지 순환 모델을 구현함
- (에너지 집약적 산업의 무탄소 운영모델 적용) 식품가공, 바이오·의약품 냉장·냉동 시스템, 스마트양식, 데이터센터 등 무탄소 운영모델 적용을 실증함
- 이 단계에서 중요한 점은 설비의 구축 여부가 아니라 “실증과 시장 결합 능력”으로 테스트베드에서 끝나면 실패이며 이를 수출형 가치사슬로 연결하여 프리미엄 고부가 모델을 확장해야 함
- 생산·가공·저온물류·검역·인증·수출·브랜딩까지 전주기 하나의 플랫폼으로 연결할 경우 기업은 “공장에서 만들고, 항만에서 실어 나르고, 국가가 인증하고, 플랫폼이 관리하는 모델”로 접근할 수 있음

### 3) 장기 단계: “새만금 모델의 표준화·확산”, 국가 전략 플랫폼이 되는 시기

- 장기(8~15년)는 새만금이 더 이상 하나의 지역 프로젝트가 아니라 국가의 시스템을 정의하는 표준 도시 모델로 자리매김하는 단계로 기술 플랫폼, 디지털 운영 체계, 금융·제도 구조가 결합된 확장 가능한 운영 메커니즘을 구축하는 것임
- (Smart Data Hub·디지털 트윈·EMS 기반 통합 운영) 항만·산단·에너지·환경·물류·수출 단위의 운영을 실시간 자동화 및 최적화함
- (민관협력·녹색금융·안정화 기금의 결합) 초기 투자 위험을 줄이고, 장기 운영 안정성을 확보하는 금융 구조를 확립함
- (운영모델의 타 권역 확산 및 수출) “새만금형 탄소중립 커플링 시티 모델”을 국가 타 산단·항만·권역에 확산함
- 여기에서 중요한 것은 시설 중심에서 운영 중심으로 전환, 단지 중심에서 프로토콜 중심으로 전환이라는 관점임
- 새만금은 부산·인천과 비교하는 항만이 아니라, “국가 공급망과 에너지 전환을 운영하는 시스템 도시”로 포지셔닝되어야 함
- 새만금은 한국형 탄소중립 도시 운영 기술의 원천 플랫폼이 되며, 국내 사업뿐 아니라 해외 항만·산단에 수출 가능한 산업 표준을 제공할 수 있음

[표 5-1] 새만금 탄소중립 커플링 시티 단계별 로드맵 제안

구분	목표 단계	핵심 내용	실행 전략	대표 과제(예시)	성과 지표
단기 (1-3년)	통합 기반 구축	항만-산단-도시-에너지-데이터의 단일 구조화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마스터플랜 수립</li> <li>• 통합거버넌스설계</li> <li>• 초기 인프라 결합</li> </ul>	Sector A - 통합 인프라·거버넌스 ① 새만금 커플링 시티 마스터플랜 수립 ② 항만-산단-도시-에너지 연계 인프라 조성 ③ 통합조정위원회·PMO 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 거버넌스 구성</li> <li>• 연계 인프라 승인</li> <li>• 초기기업 유치</li> </ul>
중기 (3-8년)	실증·확산 단계	청정에너지·신 산업 실증과 수출형 밸류체인 확장	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무탄소 모델 실증</li> <li>• 전주기 콜드체인 생태계 구축</li> <li>• 전력·연료순환 에너지 모델 도입</li> </ul>	Sector B - 청정에너지 실증·운영모델 ④ 암모니아 크래킹·연료전환 실증 ⑤ LNG 냉열·초저온 에너지 재활용 실증 ⑥ PtX 기반 무탄소 산업 운영 시스템 구축 Sector C - 신산업·수출형 콜드체인 생태계 ⑦ 프리미엄 콜드체인 밸류체인 구축 ⑧ 스마트양식-가공-수출 연계 산업 생태계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무탄소 운용 사례 확립</li> <li>• 기업 집적도</li> <li>• 수출 실적</li> </ul>
장기 (8-15년)	표준 모델 정립 및 글로벌 허브화	국가·글로벌 확산 가능한 운영 플랫폼 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 디지털 트윈 기반 EMS 통합 운영</li> <li>• 민간·금융 결합</li> <li>• 타 권역 확산</li> </ul>	Sector D - 디지털 전환·투자활성화 기반 ⑨ Smart Data Hub 구축 ⑩ 디지털 트윈·EMS 기반 항만-산단 운영 ⑪ 녹색금융·민관투자·안정화 기금 조성 ⑫ 새만금 모델의 국가 확산 및 국제 표준화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가 표준모델</li> <li>• 실증사례</li> <li>• 글로벌 허브</li> </ul>

## 다. 거버넌스·제도·투자 측면의 정책 과제

- 새만금 탄소중립 커플링 시티 전략을 실질적으로 실행하기 위해서는 단순한 인프라 확충을 넘어 복합 산업·에너지·물류 생태계를 운영할 수 있는 거버넌스·제도·투자 구조의 혁신이 병행되어야 함
- 커플링 시티가 다부처·다영역·다산업이 상호 연동되는 복합 플랫폼이라는 점에서 어느 한 부처의 단일 개발사업으로는 목표 달성이 불가능하기 때문임

### 1) 통합 거버넌스 체계의 제도화

- 국무조정실을 중심으로 한 통합조정위원회는 관계부처 간 정책·예산·규제 기능을 상시적으로 조정하는 상위 거버넌스 플랫폼으로 제도화할 필요가 있음
- 이 기구는 해양수산부의 항만물류 기능, 산업통상부의 제조·수출·투자 기능, 국토교통부의 공간계획 및 SOC 기능, 기후에너지환경부의 청정에너지·탄소정책 기능, 농림축산식품부의 바이오·식품 기능을 수평적으로 통합하여, 부처 단위의 분절된 행정 구조를 프로젝트 단위의 통합 시스템으로 전환하는 역할을 수행해야 함
- 통합사업관리단(PMO)은 실증·운영·인증·데이터 기반의 성과 관리를 담당하는 핵심 실행조직으로 설계하여, 항만-산단-도시-에너지의 운영 데이터를 통합적으로 관제하고, 실증사업·특례처리·민간참여를 일관된 기준으로 관리할 수 있도록 해야 함

### 2) 규제특례·실증특례 기반의 제도 혁신

- 새만금특별법, 국가전략특구, 전북특별자치권을 연계하여 복합 산업 실증을 허용하는 규제특례 패키지를 구축해야 함
- 기존 법체계는 단일 산업·단일 시설을 전제로 설계되어 있어, 암모니아·수소·PtX 같은 신연료의 병커링, 산업-도시 사이 에너지 순환, 항만·물류의 자동화·자율화, 디지털 트윈 기반 도시 운영, 저온물류·식품·바이오-산업단지 간 공동 관리 등 산업 간 연계형 사업모델을 제약하는 구조적 한계를 가지고 있음

- 이에 대한 근본적 대응은 개별 규제를 임시로 면제하는 수준을 넘어서 신기술·신산업·신운영방식을 실증할 수 있는 도시 단위 규제 완화 체계를 설계하는 것임
- 이러한 제도 혁신을 통해 새만금을 국제법·IMO2050·CBAM·RE100 등 글로벌 규범 변화를 선도적으로 시험·적용하는 국가 전략 실증지대로 포지셔닝할 수 있음

### 3) 녹색금융·민관투자 기반의 투자 구조 재설계

- 청정에너지 기반 인프라, 실증형 R&D, 산업-물류 복합 시스템은 초기 설계·조성 비용이 크고 회수 기간이 길기 때문에 민간 투자자의 리스크를 공공이 흡수하는 금융 메커니즘이 필요함
- GCF, 녹색채권, ESG 기반 자본, 산업·정책금융기관의 투자, 스케일업 펀드를 결합한 녹색금융 패키지를 구축하여 초기 투자 부담을 완화하고, 사업 운영 단계에서 안정화 기금을 통해 연료가격 변동, 탄소 규제 변화, 실증 실패, 물동량 급변 등 외생 변수에 대한 리스크를 보정해야 함
- 민간기업이 프로젝트 전 과정에 참여하도록 민관협력 구조를 설계함으로써 대규모 인프라·에너지 허브·디지털 운영·콜드체인 산업 등에 글로벌 기업과 기관투자자의 지속적 유입을 유도하는 투자환경을 조성해야 함
- 이러한 금융·투자 구조는 기술 실증을 일회성 사업에서 상용화 흐름으로 전환시키고, 새만금 모델을 글로벌 표준 도시로 확장시키는 기반이 됨

## 라. 전북·국가경제에 대한 파급효과와 향후 과제

- 새만금 탄소중립 커플링 시티 전략을 6대 전략과 12대 추진과제의 구조에 따라 일관되게 실행하면 이 프로젝트는 단일 항만 배후산단 개발 수준을 넘어 국가 공급망과 산업 운영 방식을 재구성하는 전략 플랫폼으로 도약할 수 있음
- 새만금이 구현하는 무탄소 산업·물류 허브는 청정연료 인수·전환·재활용 시스템을 기반으로 국제 해운 규범과 탄소 규제에 대응 가능한 산업 모델을 제공하며, 프리미엄 식품과 바이오 수출 전초기지로서 지역 산업의 부가가치를 확장시키고, 청정에너지와 디지털 기반 운영모델을 결합한 신산업 테스트베드 역할을 수행할 수 있음
- 이러한 구조는 단순한 산업 유치가 아니라 산업·물류·에너지·데이터가 결합된 운영 모델을 정착시키는 전략적 전환을 의미함

### 1) 전북자치도 지역경제에 대한 구조적 도약 효과

- 이 프로젝트가 성공적으로 추진되면 전북경제는 기존의 내수형 산업 구조에서 벗어나 외향형 산업 생태계로 전환될 수 있음
- 식품·농생명 산업은 1차 생산 중심 단계에서 벗어나 저온가공, 프리미엄 식품, 의약·바이오 소재, 수출 브랜드로 이어지는 고부가가치 가치사슬을 형성하게 됨
- 항만과 수출 인프라, 콜드체인 집적은 지역 산업을 글로벌 물류망에 연결하며, 기존 지역경제가 가지지 못했던 국제시장 접근성을 확보하게 됨
- 청정에너지 실증과 디지털 운영 체계는 탄소중립 정책을 규제 대응의 부담이 아니라 지역의 성장 엔진으로 전환시키고, 전북을 국가 에너지 전환 전략의 선도형 테스트베드로 인식시킬 수 있음

## 2) 국가경제·공급망 전환 측면의 파급효과

- CBAM, 글로벌 배터리·바이오·식품 공급망 재편, IMO 2050과 RE100 같은 규범 변화는 기업 단위 대응을 넘어 산업 운영 방식 자체의 구조 전환을 요구함
- 새만금은 산업·에너지·물류·디지털·인증을 하나의 플랫폼에서 운영하는 방식으로 이를 실현함으로써, 대한민국이 기술 생산자에 머무르지 않고 운영 모델을 수출하는 국가로 전환하는 기반을 마련할 수 있음
- 부산·인천·평택과 같은 기존 항만 거점과 경쟁을 넘어 국가 공급망 경쟁력의 수준을 한 단계 높이는 효과를 가져옴

## 3) 추진 지연 시 발생할 수 있는 구조적 위험

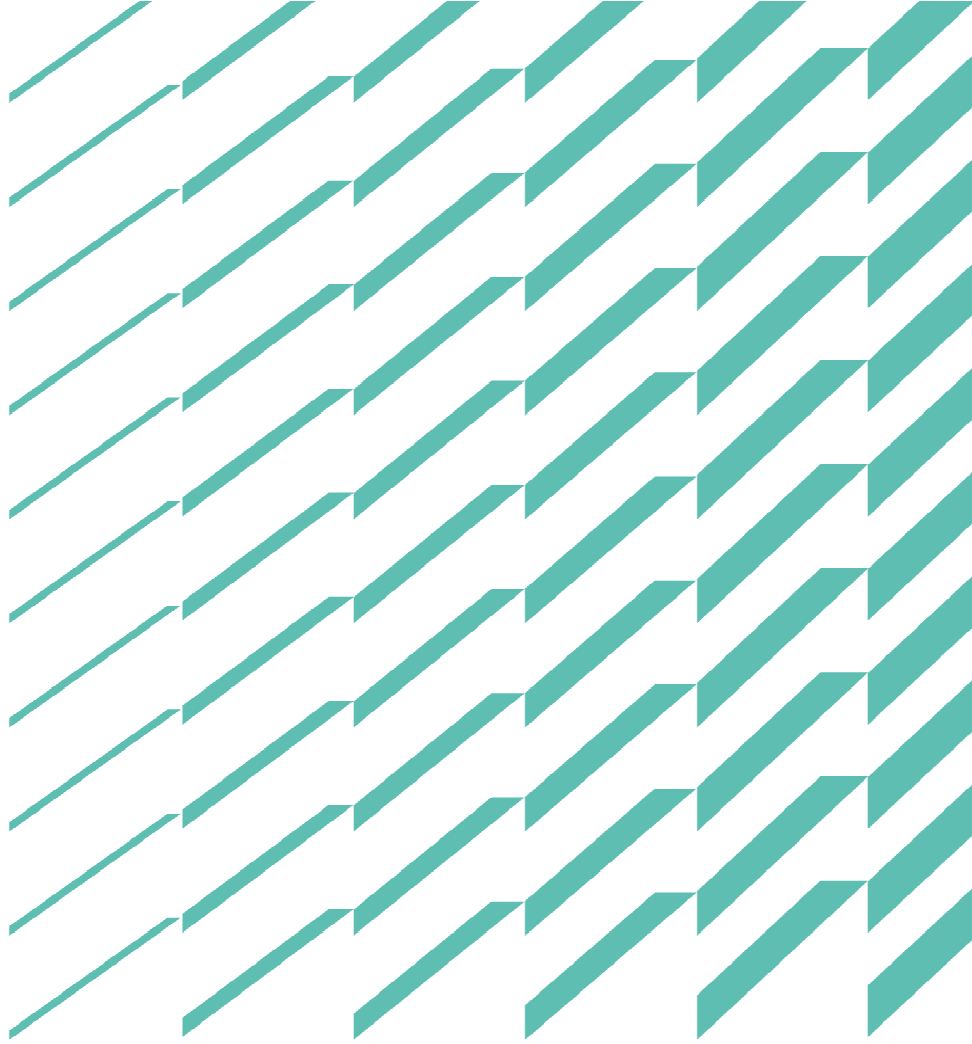
- 통합 마스터플랜 수립, 항만-산단-도시-에너지 인프라 연계, 거버넌스·금융 기반의 구축이 지연될 경우 산업·물류·에너지 시스템의 시차와 단절이 고착되면서 새만금은 기존 국가산단 개발의 한계를 반복할 가능성이 있음
- 항만은 배후 수요 없이 개장하고, 산단은 기업 유치가 지연되며, 에너지 시스템은 실증 없이 표류하고, 콜드체인·바이오 산업은 평택·부산·인천 등 기존 거점으로 이탈하는 악순환이 발생할 수 있음
- 이러한 시나리오가 현실화될 경우, 새만금은 국가 전략 실증 도시가 아니라 대규모 미 활용 부지라는 낙인을 다시 반복하게 되고, 전략적 투자 효과는 분산되거나 축소될 가능성이 있음

## 4) 향후 핵심 과제와 연구 방향

- 현재는 새만금 탄소중립 커플링 시티를 국가 전략 프로젝트로 확정하고, 국무조정실 중심의 통합조정체계, 암모니아·수소·e-연료 실증을 포함한 국책 실증 프로그램, 녹색 금융과 정책 금융을 결합한 투자 체계를 조기에 구축해야 할 결정적 시기라고 판단됨
- 이를 통해 새만금은 단순한 개발지가 아니라 국가가 미래 산업과 공급망을 시험하고 운영하는 플랫폼형 도시로 전환될 수 있음

- 
- 향후 세부 사업별 자원 조달 방식, 단계별 비용·편익 분석, 정주환경과 지역사회 정책의 연결, 데이터 운영 표준, 국제 인증 체계 등 실행 단위의 정교화를 보완하여 전략의 실효성을 높일 필요가 있음





## 제6장

### 결론

1. 기대효과
2. 정책제언





---

## 제6장 결론

### 1. 기대효과

#### 가. 정책적 효과

##### 1) 부처 분절 구조를 통합하는 국가 전략 실행 플랫폼 구축

- 새만금 탄소중립 커플링 시티는 기존의 부처별 분절 구조를 공간 단위가 아닌 운영 플랫폼 단위에서 통합함으로써 국가 전략산업을 직접 설계·실행·평가할 수 있는 정책 역량을 확보하게 함
- 항만·산업·물류·식품·바이오·에너지 정책이 개별 부처 중심으로 산발적으로 작동하던 기존 방식과 달리, 새만금은 이를 산업-에너지-물류-정주 연계형 프로젝트 구조로 재편하여 정책 집행력의 확장을 가능하게 함

##### 2) 초정부적 거버넌스를 통한 정책 충돌 최소화 및 실행력 제고

- 국무조정실 중심의 통합조정위원회와 통합사업단은 단순 자문·협의체가 아니라, 정책 권한·예산·규제·실증 프로그램을 통합적으로 관리하는 상위 거버넌스 조직으로 기능함
- 이를 통해 해양수산부(항만), 산업통상부(제조·수출), 기후에너지환경부(청정에너지), 농림축산식품부(식품), 국토교통부(SOC·공간 전략) 등 각 부처의 정책을 단일 목적으로 결합시키며, 부처 간 정책 충돌을 최소화하고 실행 속도를 개선함

### 3) 규제특례·실증특구 연계를 통한 산업 간 결합형 실증 촉진

- 새만금특별법, 국가전략특구, 전북특별자치권을 연계한 실증·규제특례 체계는 단일 기술 예외가 아니라 산업 결합형 실증을 허용하는 도시 단위의 법제 구조를 형성함
- 암모니아·수소 기반 연료전환, 항만 병커링, 냉열 에너지 재활용, 디지털 콜드체인, 식품·바이오 통합 인증 등 기존 법령상 실증이 불가능했던 사업모델이 실제 산업 환경에서 검증되고 상용화까지 연결되는 제도적 기반을 제공함

### 4) 국가 탄소중립·공급망 정책을 실질적 성장 전략으로 전환

- 이러한 정책 기반은 탄소중립 목표를 규범 이행이 아닌 성장 전략으로 전환할 수 있게 하며, 항만-산단-도시 규모에서 청정에너지·스마트 물류·e-연료·수출 산업을 통합 실증하는 국가 정책 실험실을 확보함
- 이를 통해 정부는 단일 기업·시설 단위가 아닌 지역·거점 단위의 정책 결과를 축적할 수 있으며, 그 성과는 향후 국가 산업정책, 항만정책, 에너지정책, 지방분권정책의 기준을 재설정하는 근거가 됨

### 5) 중앙-지방 정책 체계의 표준화 및 지속가능한 협력모델 제시

- 새만금은 정책의 대상 공간을 넘어 정책 운영의 주체로 전환됨으로써 중앙-지방 간 역할 재배치, 국책사업 실행 방식, 민관 파트너십 구조의 정책 표준화 모델을 제공함
- 국가가 특정 지역을 실험 대상으로 활용하는 방식이 아니라 지역이 국가 혁신과제를 수용·주도하고 운영하는 방식으로 발전하는 행정 패러다임의 전환을 의미하며, 향후 국가 차원의 대형 전략 프로젝트 추진 방식의 대표 사례로 자리매김할 수 있음

## 나. 경제·산업적 효과

### 1) 국가 전략산업의 고부가가치 공급망 구축

- 새만금 탄소중립 커플링 시티는 항만-산단-에너지-콜드체인-바이오 수출-데이터 플랫폼을 하나의 전주기 구조로 결합하여 기존 배후항만 방식과 차별화된 수출 직결형 산업 공급망을 형성함
- 식품·바이오·냉동·의약·차세대 연료 등 고부가가치 상품의 글로벌 시장 접근성을 높여, 새만금이 대한민국 수출경제의 새로운 거점으로 전환되는 효과를 제공함

### 2) 청정에너지 기반 산업 생태계에 의한 비용절감·수익모델 창출

- 암모니아·수소·재생에너지 기반의 에너지 허브 모델은 항만·공장·데이터센터·가공·냉동 산업의 에너지 비용 구조를 혁신하고, 기존 LNG·전력 의존 방식 대비 저비용·저탄소·안정적 운영 체계를 제공함
- 냉열 활용·열회수·수요관리·ESS 결합 등 커플링 구조는 산업 간 에너지 공정의 수익화를 가능하게 하며, 단일 산업이 아닌 도시 단위의 경제 모델을 창출함

### 3) 신산업 실증·상용화에 따른 투자 유치 및 기업 집적 효과

- 새만금은 청정연료 벙커링·암모니아 크래킹·스마트 콜드체인·프리미엄 식품·바이오 물류 등을 실증·상용화·수출로 직결하는 테스트베드 역할을 수행해 국내외 기업이 R&D·운영·투자·공급망 전체를 한 지역에서 수행할 수 있음
- 이러한 구조는 조선·해운·물류·식품·바이오·에너지 기업을 집적시키며 글로벌 기업·투자기관의 유입을 촉진하는 산업 클러스터 효과를 강화함

#### 4) 전북경제의 구조적 업그레이드 및 국가 성장축 재배치

- 전북자치도는 기존의 농생명·식품 산업 중심에서 벗어나 수출형 스마트 식품·바이오·청정에너지·디지털 물류를 결합한 복합 산업구조로 도약할 수 있음
- 단순 지역균형이 아니라 국가 산업 지형을 재조정하는 효과로 연결되며 수도권·영남권 중심의 기존 패러다임에서 서해권 중심의 새로운 성장축을 형성함
- 이러한 구조적 전환은 국가 전체 GDP·수출 성장·에너지 비용 절감·탄소배출 감축에 직·간접적 기여를 확대함

### 다. 사회·환경·지속가능성 효과

#### 1) 청년 정착·일자리 창출을 통한 지역 활력 회복

- 새만금 탄소중립 커플링 시티는 단순 고용 창출이 아니라 청년 창업·기술 인력·고급 정주 수요를 직접 흡수하는 구조를 형성해 인구 감소와 고령화가 심화된 새만금·전북권에 새로운 사회적 동력을 제공함
- 항만·산단·에너지·콜드체인 산업에서 발생하는 고임금 기술직, 운영관리직, 창업형 일자리는 지역 내 장기 정착을 유도하며, 이는 전북자치도가 구조적으로 취약한 청년 유출 문제를 역전시키는 실질적 계기가 될 수 있음

#### 2) 지역 생활·정주 인프라 개선을 통한 지속가능한 커뮤니티 형성

- 항만 배후부지·신산업단지·수출 콜드체인·연구·정주 인프라가 연계된 복합 개발은 생활 교육·의료·문화·주거 서비스로 연결되는 정주 생태계를 구축하며, 단순 공공 인프라 공급을 넘어 산업-정주-문화가 결합된 도시 정체성을 만들
- 주민·근로자·창업자·투자자 등 다양한 주체가 장기적으로 머무를 수 있는 지속가능한 커뮤니티를 형성하는 핵심 기반이 될 수 있음

### 3) 산업·에너지 전환에 대한 지역사회 적응력 및 수용성 제고

- 새만금은 청정에너지·무탄소 물류·프리미엄 식품·바이오 등 고부가가치 산업 전환을 생활권에서 체감할 수 있는 구조를 제공함으로써 지역사회가 에너지 전환·AI·디지털 트윈·스마트 항만 등 첨단 기술을 학습·수용하는 기회를 확대함
- 이러한 경험 축적은 기존 제조·농업·수산 중심의 지역 구조에서 지식기반·혁신경제 중심의 사회 구조로 전환을 촉진함

### 4) 공공-민간-시민이 참여하는 협력 거버넌스의 정착

- 통합조정위원회·통합사업단·민관 협력 투자 구조는 정책 대상자를 보호 대상이 아닌 참여 주체로 전환시키며, 산학연, 시민사회, 청년·기업, 지자체, 중앙정부가 참여하는 협력 방식의 도시 운영 모델을 정착함
- 개발 갈등·수용성 문제를 예방하고 장기 프로젝트의 지속성을 높이는 사회적 신뢰 기반을 구축하여, 국가 대형 전략사업의 일반적 난제를 해결하는 모델을 제공함

---

## 2. 정책제언

### 가. 통합 거버넌스와 단일 마스터플랜 조기 구축

#### 1) 분절 관리의 한계를 해소하는 통합 운영 체계

- 새만금 탄소중립 커플링 시티는 항만·산단·에너지·콜드체인·도시·데이터를 개별 부처·기관 단위로 분리 관리하는 방식으로는 성공할 수 없으며, 이를 하나의 운영 플랫폼으로 묶는 통합 거버넌스의 조기 마련이 필수적임
- 국무조정실을 중심으로 통합조정위원회와 통합사업관리단(PMO)을 제도화하고, 관계 부처·전북자치도·새만금개발청의 기능 및 예산을 단일 마스터플랜으로 관리함으로써 개발 시차, 책임 공백, 중복 투자 문제를 구조적으로 해소해야 함

#### 2) 운영 중심의 상위 플랫폼: 공간계획을 넘어 도시 운영 체계로

- 통합 거버넌스는 단순 협의체가 아니라 정책·인허가·투자·운영 의사결정을 단일 지휘 체계에서 수행하는 상위 플랫폼이어야 함
- 항만·산단 배치, 에너지 허브 설계, 수출형 콜드체인 구역, 디지털 트윈·EMS 설치 기준, 정주·인력 계획은 동일한 계획 계층에서 상호 영향을 갖도록 관리되어야 부처별 권한 분절이 초래하는 사업 시차·책임 부재·중복투자를 원천적으로 차단할 수 있음
- 통합 마스터플랜은 단순 SOC 기반 공간계획이 아니라 기술·시장·공급망을 선행 설계하고 해당 운영조건을 수용하는 도시 운영 모델이어야 함

#### 3) 골든타임 대응과 도시 OS(Operating System)의 확립

- 2027~2030년은 새만금항 신항 개장, 첫 산업 입주, 에너지 인프라 구축이 교차하는 전략적 시기이며, 해당 시점에 통합 운영계획이 부재할 경우 새만금은 항만만 있는 도시·산단만 있는 도시·에너지만 존재하는 도시로 분절될 위험이 있음



- 반대로 통합 거버넌스를 기반으로 단일 운영계획을 조기에 확립하면 새만금은 분절된 개발지가 아니라 국가 전략 공급망 플랫폼으로 도약할 수 있음
- 새만금의 성패는 인프라 규모가 아니라 누가 어떤 기준으로 도시 전체를 운영하느냐에 의해 결정되며, 통합 거버넌스는 새만금을 부처 사업의 집합이 아닌 도시 OS(Operating System)로 구현하는 출발점임

## 나. 인프라의 연계 구축을 통한 항만-산단-에너지-콜드체인 결합

### 1) 분절 개발의 한계를 벗어난 결합형 공간 모델 구축

- 새만금의 핵심 경쟁력은 개별 SOC의 건설이 아니라 항만·배후산단·에너지 허브·콜드체인 수출·디지털 운영 체계를 작동 가능한 하나의 공간 시스템으로 결합하는 데 있음
- 새만금항 신항이 개장된 후 산업단지가 뒤늦게 활성화되거나, 에너지 인프라가 산단과 독립적으로 구축되거나, 콜드체인이 사후 연계되는 방식은 SOC는 존재하지만 산업이 움직이지 않는 전형적 실패 패턴을 초래함
- 청정연료 인수·전력망·냉열·저온물류·바이오 가공이 하나의 운영 구조에서 설계되면 산업·물류·에너지 간 상호 증폭 효과가 발생하며 도시 단위 경쟁력이 형성됨

### 2) 기존 항만도시와의 차별화: 운영 시점의 동시성

- 부산·울산·여수·평택 등 기존 항만도시들은 수십 년에 걸쳐 항만-산업-연료-가공-물류 공급망을 순차적으로 확장해 왔으나, 새만금은 후발주자로서 동일한 경로를 반복하여 따라잡을 수 없음
- 새만금은 더 빠르게 짓는 도시가 아니라 “처음부터 결합된 구조로 작동하는 도시”가 되어야 하며, 신항·산단·에너지 허브·수출 콜드체인·디지털 운영 플랫폼이 가동되는 상태를 목표로 설계해야 함
- 이 방식은 SOC의 기능 향상이 아니라 운영 단계에서 시간 격차를 제거하는 구조적 경쟁 전략임

### 3) 골든타임에 대한 집중 투자와 시스템 설계

- 결합형 인프라 전략의 실효성은 새만금항 신항 1-1단계(2027) 개장을 중심으로 한 3~5년(2026~2030)에 달려 있음
- 이 기간에 핵심 기능이 연계 구축되지 않으면, 새만금은 항만만 있는 도시·산단만 있는 도시·에너지만 존재하는 도시로 분절되며 글로벌 기업·R&D·투자기관의 진입 가능성이 떨어질 수 있음
- 이 기간에 인프라가 연계 구축되면 새만금은 국내 최초의 운영형 항만-산업-에너지-수출 허브 도시로 자리잡으며, 실증 단계를 넘어 직접적인 시장 참여·수출·산업 집적을 촉발하는 전략 거점으로 도약할 수 있음

## 다. 실증-상용-수출을 잇는 앵커 산업과 녹색금융 생태계 조성

### 1) 기업 모집이 아닌 “시장 형성 전략”

- 새만금은 입주 기업을 유치하는 단순한 개발 모델이 아니라, 실증-상용-수출이라는 단일 가치사슬을 통해 시장 자체를 새만금 내부에서 형성하는 전략이 필요함
- 암모니아·수소 기반 청정연료, 프리미엄 식품·수산·바이오 콜드체인, 스마트 항만·자율물류 등 핵심 산업 분야에 대한 실증특례와 상용화 경로를 사전에 설계함으로써, 기업이 파일럿 테스트 공간이 아닌 제품·서비스·공정·기술을 시장으로 전환할 수 있는 완성형 테스트베드를 확보해야 함
- 이 방식은 기업을 불러 모으는 전략이 아니라 기업의 매출·수익·글로벌 공급망을 지역 내부에서 만들어 주는 전략이며 새만금이 후발 지역임에도 불구하고 선도 시장으로 진입할 수 있는 전략적 경로라고 판단됨

## 2) 실증특례-상용화 패스-수출 인증의 삼각 구조

- 청정연료·스마트물류·콜드체인 바이오 산업은 규제 진입장벽, 기술 리스크, 초기 수요 부재라는 세 가지 난제가 있음
- 이를 해결하기 위해서 ① 신기술 실증특례, ② 제한적 상용화, ③ 국제 인증·수출이라는 단계형 제도 패스가 필요함
- 새만금특별법, 국가전략특구, 전북특별자치권을 따로 운영하는 것이 아니라 미국 IRA·EU 규제 기준·IMO 2050·의약·바이오 콜드체인 GMP 수준에 대응하는 특화 실증 구역을 지정해 글로벌 수요를 먼저 받아들이는 구조를 구축해야 함
- 새만금은 국내 규제 기준을 따라가는 지역이 아니라, “해외 수요-국내 실증-지역 생산-수출 상용화”를 연결하는 공급망 중심 지역으로 설계되어야 함

## 3) 녹색금융 패키지를 통한 장기 투자·리스크 분담 생태계 구축

- 청정에너지·바이오·스마트 항만 등 대규모 실증·상용 인프라는 초기 자본비용이 크고 회수 기간이 길어 일반적인 지방재정·산단 분양 기반 모델로 지속성이 확보되지 않음
- 새만금은 GCF·ESG 펀드·정책금융·국제개발은행·전략적 민간투자·재무적 투자자를 결합한 녹색금융 패키지를 도입해야 하며, 이를 통해 초기 기술 리스크·수요 리스크·운영 리스크를 공공-민간-글로벌 기관이 분담하는 구조를 설계해야 함
- 이러한 금융 설계는 단순 재원 확보가 아니라 새만금에 참여하는 기업의 시장 진입 비용을 낮춰 앵커 기업을 장기 정착시키는 핵심 메커니즘이며, 나아가 실증·상용·수출로 이어지는 재투자 선순환이 작동하는 산업 생태계를 형성할 수 있음



## 참 고 문 헌

### REFERENCE

- 관계부처합동. (2025. 11. 10). '35년까지' 18년 대비 온실가스 53%~61% 감축. 보도자료.
- 국가기후환경회의. (2024). 탄소중립 이행전략 및 중기 감축 로드맵 개편안. 국가기후환경회의.
- 국정기획위원회. (2025). 제123대 국정과제 주요 이행계획.
- 국토교통부. (2024). 스마트 물류·스마트 항만 종합 추진전략.
- 권지옥, 임태영, 노경석, 황정환, 배기덕, 최영호. (2023). 남극 탐사 로봇의 온도 유지 시스템과 초저온(-50℃) 테스트를 한 로봇 상태 변화 분석. 제어로봇시스템학회 논문지, 29(12), 1067-1073.
- 김동윤, 조규성, 박영태. (2021). 4.0i 한중일 신선물류 관련 정책 및 제도 비교 연구. 무역보험연구, 22(3), 39-51.
- 김민성, 김소연, 정민규, 구돈익. (2023). 국내외 콜드체인 기술 시장과 전망. 대한설비공학회 학술발표대회논문집. 478-480.
- 김상재, 송영진. (2023). GPS기반 콜드체인 물류 추적 관제센터 웹서버구축에 관한 연구. 한국산학기술학회 논문지, 24(7), 142-149.
- 김승철, 최용석. (2024). 국내 수산물시장 콜드체인 물류시스템 개선에 관한 연구. 해운물류연구, 40(1), 117-135.
- 김시구, 박영태, 류광열. (2022). 인공지능 기반 콜드체인 배송차량 에너지 소비량 예측. 국제상학, 37(2), 173-190.
- 김원욱. (2024). 콜드체인 냉동·냉장장치 성능시험 방법 및 인증제도. 설비저널, 53(8), 30-37.
- 김은빈. (2024). 콜드체인 신선식품 운송 서비스의 품질이 이용자에게 미치는 영향 : 사용빈도에 따른 조절효과. 통상정보연구, 215-237.
- 김은빈, 원종하. (2024). 콜드체인 운송플랫폼의 IPA분석을 통한 가구 특성별 물류서비스에 관한 연구. 국제상학, 39(3), 153-177.
- 김이경, 김나미, 장충훈, 김준년, 김현옥. (2022). 혈액제제의 콜드체인 점검 및 평가. 대한수혈학회지, 33(1), 1-13.
- 김주원. (2024). 농산물도매시장의 콜드체인 현황과 정온경매장 도입. 설비저널, 53(8), 40-51.
- 김창봉, 서덕문. (2024). 농수산물 수출입 업체의 4IR 기술 콜드체인 시스템 구축이 운영성과에 미치는 영향에 관한 실증연구 : 식품 국제인증 활용 수준의 조절효과. 무역상무연구, 103, 159-178.

- 김창봉, 오유진. (2024). 한국 식품 중소수출기업의 콜드체인 운용한계에 따른 물류 효율성 증진 방안 연구. 무역상무연구, 101, 191-210.
- 김태훈, 김동진. (2024). 국내 콜드체인 물류 산업경쟁력을 위한 운송상의 위험성 요인 평가. 로지스틱스연구, 32(1), 1-18.
- 김장수, 신희인. (2023). 기후 온난화에 따른 콜드체인 물류 서비스 패키지 디자인 개발. 상품문화디자인학연구, 72, 71-80.
- 나정호, 조원지, 김민경, 정미선. (2022). 국가식품콜드체인물류시스템 구축방안 연구. 전북연구원. <http://repository.jthink.kr/handle/2016.oak/749>
- 나정호, 은성태, 정미선, 김민경. (2023). 전북형 물류 서비스 산업화 방안 연구. 전북연구원. <http://repository.jthink.kr/handle/2016.oak/1239>
- 나정호, 김현민, 양현석, 장성언, 조승현, 김민경. (2023). 새만금 초저온 산업물류 거점 조성전략. 전북농생명혁신성장위원회.
- 나정호, 손재권, 안정동, 양현석, 장성언. (2024). 새만금신항 수요창출을 위한 배후산업단지 특화개발 방안. 전북농생명혁신성장위원회.
- 류하영, 한하늘, 김용진. (2022). 국내외 식품 콜드체인 비교 연구 -키워드 네트워크 분석 접근-. 물류학회지, 32(6), 23-39.
- 류희찬, 박근식. (2023). 콜드체인 역량이 물류 서비스 품질과 고객 만족에 미치는 영향에 관한 연구. 무역학회지, 48(4), 233-262.
- 문영훈, 이동휘, 이유명, 박민규, 안재환. (2024). 콜드체인트럭 외부패널에서 베이퍼챔버 설치시 냉각성능에 대한 수치해석적 연구. 대한설비공학회 학술발표대회논문집. 85-88.
- 박성제. (2023). 콜드체인 냉동기 기술 현황. 설비저널, 52(8), 34-40.
- 박영태, 김동윤, 고창성. (2022). 4.0i시대 스마트공동물류센터에 관한 연구 - 스마트물류센터의 문제점과 개선방안을 중심으로 -. 국제상학, 37(1), 159-175.
- 박영태, 김시구, 이화섭, 류광열. (2021). 인공지능 기반 콜드체인 제품 환경 분석 및 예측. 한국 SCM 학회지, 21(2), 53-61.
- 박지문. (2021). ASEAN 지역과의 신선식품 콜드체인 물류 협력에 관한 연구 - 일본-ASEAN 콜드체인 협력 사례를 중심으로 -. 지역산업연구, 44(4), 3-22.
- 박지문, 한낙현. (2022). 국내 콜드체인 신선화물의 수출입활성화를 위한 방안에 관한 연구. 한국무역경영연구, 26, 153-178.
- 박흥규, 민찬홍. (2021). 콜드체인 물류의 경쟁력 강화요인에 관한 연구. 경영경제연구, 43(4), 135-155.

- 산업통상자원부. (2023). 수소경제 추진 기본계획.
- 산업통상자원부. (2023. 12. 4.). 전력계통 혁신을 통해 송전선로 건설기간 30% 단축. 보도자료.
- 산업통상부. (2025. 10. 2.). RE100 산단 조성을 국정과제에 근거하여, 체계적·단계적으로 추진 중. 보도설명자료.
- 새만금개발청. (2021). 새만금기본계획.
- 성백진. (2024, 8). 시장동향 친환경 콜드체인 확산 위해, 대체냉매 기술개발 · 제도개선 시급. 냉동공조저널, 90, 46-48.
- 송세웅, 신창훈. (2020). 국내 콜드체인 의약품 운송의 개선방안: 온도관리 포장 관련 적격성 평가와 제도 개선을 중심으로. 물류학회지, 30(3), 71-81.
- 송윤하, 응웬티난, 안재환, 박찬우. (2024-11-06). 콜드체인 시스템 단열을 위한 강화 에어로겔 복합체 합성에 관한 연구. 대한기계학회 춘추학술대회. 661.
- 신석현. (2021). 국내 콜드체인 산업의 유엔 조달시장 진출방안. 한국항해항만학회지, 45(6), 333-345.
- 신석현. (2021). 물류산업 변화에 따른 국내 물류기업의 특화 물류시장 진출에 관한 연구. 한국항만경제학회지, 37(2), 55-71.
- 신해웅, 김장수. (2023). IoT 기술과 서비스디자인을 활용한 반려동물 헬스케어 서비스를 위한 검체 운반 콜드체인 배송 서비스 개발. JOURNAL OF PLATFORM TECHNOLOGY, 11(1), 60-71.
- 안길섭, 박성훈, 이해찬, 여기태. (2020). 수도권 콜드체인 클러스터 경쟁력 평가에 관한 연구. 디지털융복합연구, 18(10), 181-194.
- 안재환. (2024). 식품 콜드체인 택배유통 패키지에서의 저온유지 기술동향. 설비저널, 53(8), 18-26.
- 양수정, 문상영, 박지현. (2022). 콜드체인 물류센터에서의 온도관리 모니터링에 관한 실증 연구. 로지스틱스연구, 30(5), 13-21.
- 양수정, 박지현, 문상영. (2023). 콜드체인 물류센터에서의 온도 모니터링 효율화 방안 연구. 해운물류연구, 39(4), 747-765.
- 양연호. (2022). 콜드체인용 냉장비에서의 인버터 시스템 기술 적용 효과와 필요성. 설비저널, 51(8), 18-25.
- 오승철, 안영효, 마진희. (2020). 인천지역의 콜드체인 물류거점화 전략에 관한 연구. 물류학회지, 30(3), 57-69.
- 왕거, 서영준, 곽동욱. (2020). 중국 내 콜드체인 물류업체 선정요인의 우선순위 분석.

- 해양정책연구, 35(2), 195-219.
- 유장현, 박사무엘, 류종하, WANG XINLIN, 임혁순, 이협승, 안성훈. (2021). IoT 백신 냉장고를 사용한 개발도상국 백신 콜드체인 모니터링 시스템. 적정기술학회지, 7(1), 26-32.
- 윤한영, 박성식. (2024). 콜드체인과 친환경 기술을 활용한 지방공항 화물터미널 발전 방안 연구: 국내외 공항 운영 사례를 중심으로. 한국산학기술학회 논문지, 25(7), 305-312.
- 이관호, 조찬혁. (2020). 국내 저온 택배서비스의 이용실태 및 효율적 운영방안에 관한 연구. 물류학회지, 30(4), 49-64.
- 이지원, 이향숙. (2024). 콜드체인 식품 기업의 3PL 선정에 관한 연구. 로지스틱스연구, 32(4), 23-33.
- 이천규, 김진만, 이정길, 차동안, 김선창. (2023). 반도체 식각공정용 100 냉각 온도의 비가연성 혼합냉매 초저온 냉각 시스템 개발. 대한설비공학회 학술발표대회논문집. 225-227.
- 이춘식, 염충섭. (2024). 냉각제를 사용하지 않는 반도체 공정챔버용 초저온 냉각시스템에 대한 개념설계. 한국가스학회 학술대회논문집. 141.
- 이현수, 김진성, 유병철. (2022). 항공기반 Global Cold Chain 핵심성공요인 및 활성화 모델에 대한 연구. 한국항공경영학회지, 20(2), 25-54.
- 장수은, 한헌탁, 박재현. (2021). 고단열 컨테이너를 활용한 콜드체인 철도수송의 경쟁력 평가. 한국철도학회 논문집, 24(3), 313-322.
- 장정재. (2023). 해외 커피산업 발전 도시의 동향과 부산의 정책 과제. 부산연구원.
- 전라북도. (2023). 전라북도 농생명산업수도 비전 선포식 발표자료.
- 정진, 이준우, 정준. (2024). LNG 저장 탱크용 초저온 철근 국산화 개발 현황. 대한토목학회 학술대회. 353-354.
- 조은하, 이유황. (2023). 초저온 방사성의약품 운송시스템 개발. 방사선산업학회지, 17(4), 321-326.
- 조종재, 신형기, 이범준, 왕은석, 최봉수, 오봉성, 제상현, 조준현, 이영복, 나선익, 강은철, 나호상, 이길봉. (2024). KIER 자연냉매 적용 초저온 냉열설비 터보-팽창기 개발 현황. 한국유체기계학회 학술대회 논문집. 20-21.
- 조지성. (2020). 블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 연구. 한국해양수산개발원.
- 지성우, 하현구. (2022). 의약품 콜드체인 물류서비스 품질에 근거한 물류서비스 협력사 결정요인 분석: AHP(Analytic Hierarchy Process)의 적용. 로지스틱스연구, 30(2), 1-19.
- 차준현, 박상형, 김시현. (2023). 수출입 냉동물류센터 입지경쟁력 결정요인분석. 무역학회지, 48(5), 27-46.



- 한관순. (2021). 가락시장 청과물 저온유통체계 선진화 과제와 발전 방안. *물류학회지*, 31(1), 39-59.
- 해양수산부. (2022). 새만금산항 건설기본계획(변경).
- 해양수산부. (2025. 1. 13.). 미래 선박연료 수요의 든든한 뒷받침 「친환경 선박연료 인프라 펀드」 출범. 보도자료.
- 행정안전부. (2025). 정부조직 개편방안 발표 자료.
- 환경부. (2023). 국가 온실가스 감축목표(NDC) 이행계획.
- 황병은. (2021). 선진국의 콜드체인 장비 효율 관리 제도 사례와 필요성. *설비저널*, 50(9), 62-68.
- Balan, P., Kim, Y. H. B., Stuart, A. D., et al. (2019). Effect of fast freezing then thawing on meat quality attributes of lamb *M. longissimus lumborum*. *Animal Science Journal*, 90, 1060-1069.
- Baust, J. G., & Gao, D. (2021). Cryopreservation: An emerging paradigm shift in biopreservation. *BMC Biology*, 19(1), 56.
- Climate Group & CDP. (2022). RE100 annual disclosure report 2022.
- Dawson, P., Al-Jeddawi, W., & Rieck, J. (2020). The effect of different freezing rates and long-term storage temperatures on the stability of sliced peaches. *International Journal of Food Science*, 2020, Article ID 5812849.
- European Commission. (2023). Critical Raw Materials Act (CRMA) and Net-Zero Industry Act (NZIA) policy package. EU Publications.
- European Commission. (2023). EU carbon border adjustment mechanism (CBAM).
- European Commission. (2023). Fit for 55 package overview. EU Publications.
- Gawwad, A. (1980). Structural and ultrastructural changes in *M. longissimus dorsi* of beef at different temperatures from -10°C to -196°C [Doctoral thesis, Faculty of Technology, University Novi Sad, Yugoslavia].
- Global Maritime Forum. (2023). The global ports & shipping decarbonization outlook.
- GlobeNewswire. (2024). Global Cold Chain Logistics Market 2024-2033.
- Hunt, C. J. (2019). Technical considerations in the freezing, low-temperature storage and thawing of stem cells for cellular therapies. *Transfusion Medicine and Hemotherapy*, 46(3), 134-149.
- Hwang, I. G., Jeong, H. S., Lee, J., Kim, H. Y., & Yoo, S. M. (2012). Influences of

- freezing and thawing temperature on the quality characteristics of mashed red pepper. *Korean Journal of Food & Nutrition*, 25, 691-696.
- International Energy Agency (IEA). (2021). *World energy outlook 2021*.
- International Energy Agency (IEA). (2022). *Hydrogen in clean energy systems*.
- International Energy Agency (IEA). (2023). *Net zero roadmap 2023 update*.
- International Energy Agency (IEA). (2025). *Korea 2025: Energy policy review*.
- International Maritime Organization. (2023). *2023 IMO strategy on reduction of GHG emissions from ships*.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). *World energy transitions outlook 2022: 1.5°C pathway*.
- IPCC. (2022). *Sixth assessment report (AR6): Mitigation of climate change*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2023). *Climate change 2023 synthesis report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jin, T. Y., Oh, D. H., & Eun, J. B. (2006). Change of physicochemical characteristics and functional components in the raw materials of Saengsik, uncooked and food by drying methods. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 38, 188-196.
- Lascar Electronics. (2020). *Temperature monitoring deep frozen vaccines*.
- Lee, J. J., & Jung, H. O. (2012). Changes in physicochemical properties of *Spergularia marina* Griseb by blanching. *Korean Journal of Food Preservation*, 19, 866-872.
- Matsumoto, J. J. (1980). Chemical deterioration of muscle proteins during frozen storage. *American Chemical Society Symposium Series*, 123, 95.
- Nakamura, Y. N., Tsuneishi, E., Kamiya, M., & Yamada, A. (2010). Histological contribution of collagen architecture to beef toughness. *Journal of Food Science*, 75(1), E73-E77.
- OECD. (2023). *Rural transitions to net zero GHG emissions in Korea*.
- Pérez-Chabela, M. L., & Mateo-Oyague, J. (2004). Frozen meat: Quality and shelf life. In Y. H. Hui (Ed.), *Handbook of frozen foods* (pp. 201-214). New York, NY: Marcel Dekker.

- Petrović, L. (1982). Investigation of effects of different freezing procedures on myofibrillar proteins in beef *M. longissimus dorsi* [Doctoral dissertation, Faculty of Technology, University Novi Sad, Yugoslavia].
- Rahelić, S., Puać, S., & Gawwad, A. (1985a). *Meat Science*, 14, 63.
- Rahelić, S., Gawwad, A., & Puać, S. (1985b). *Meat Science*, 14, 73.
- Sahari, M. A., Boostani, F. M., & Hamidi, E. Z. (2004). Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry. *Food Chemistry*, 86, 357-363.
- Setyabrata, D., Tuell, J. R., & Kim, Y. H. B. (2019). The effect of aging/freezing sequence and freezing rate on quality attributes of beef loins. *Meat and Muscle Biology*, 3(1), 488-499.
- Sjöström, M. (1975). Ice crystal growth in skeletal muscle fibres. *Journal of Microscopy*, 105(1), 67-80.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). Paris Agreement.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2023). Global stocktake report 2023.
- Vieira, C., Diaz, M. T., Martínez, B., & García-Cachán, M. D. (2009). Effect of frozen storage conditions (temperature and length of storage) on microbiological and sensory quality of rustic crossbred beef at different states of ageing. *Meat Science*, 83(3), 398-404.

## SUMMARY

---

### Strategic Plan for the Creation of a Carbon-Neutral Cold-Chain Logistics and Energy-Coupling City in Saemangeum

Jungho Na · Jihun Lee · Heesu Kim

#### 1. Research Goals and Methods

- The Saemangeum Project requires a strategic redesign to adapt to several key factors. These include the 2025 government reorganization, the tightening of global carbon-neutrality frameworks—such as the IMO 2050 Net-Zero target, CBAM, and RE100—shifts in supply-chain strategies from major countries, advances in cold-chain and clean-energy technologies, and changes in the local policy environment in Jeonbuk.
- During a work briefing at the Saemangeum Development Agency in December 2025, President Lee Jae-myung emphasized the importance of expediting projects that can be realized within his term, stressing the need to identify new strategic initiatives to catalyze tangible development outcomes for Saemangeum.
- This study aims to provide a strategic and operational roadmap for transforming Saemangeum into a carbon-neutral cold-chain logistics and energy-coupling city, in response to the shifting development environment shaped by the opening of the new Saemangeum Port and the phased development of industrial complexes, a hinterland city, and clean-energy infrastructure.

- A core objective of this study is to move beyond conventional SOC development by designing a model that showcases a future industrial and logistics ecosystem that integrates ports, industrial complexes, energy infrastructure, cities, and data into a single, unified mechanism.
- Through an integrated approach, this study examines policy needs by employing the following research methods: a literature and policy assessment; global response strategy benchmarking; technology and industry trend analysis; a review of Saemangeum development and SOC plans; expert Delphi surveys; and the SWOT, TOWS, and value chain frameworks.

## 2. Conclusions and Policy Recommendations

- The key challenge in developing Saemangeum is not the shortage of individual projects but the lack of connectivity among ports, industrial complexes, cities, and energy networks; therefore, an integrated, coupling-based strategy is essential to incorporate all future infrastructure into a unified system.
- Amid the accelerating transition of global supply chains toward decarbonization, clean energy, and digitalization, it is imperative that Saemangeum, Korea's only integrated development zone, become a carbon-neutral port and industrial complex that is also an energy hub.
- Experts participating in the Delphi survey concluded that Saemangeum should move beyond a single infrastructure project to function as a testbed for national transition policies. This includes prioritizing infrastructure integration, clean-energy demonstration, policy and regulatory institutionalization, industrial ecosystem building, anchor tenant

attraction, and the establishment of central government-led R&D-demonstration-commercialization pipelines.

- The proposed “Saemangeum carbon-neutral cold-chain logistics and energy-coupling city” represents a system-based urban model, rooted in linkage, integration, demonstration, and data-driven operations. To embody this model, this study presents six strategic pillars, twelve key initiatives, and an implementation framework.
- The mid- to long-term strategy involves creating a phased model that focuses on the interactions among port, industrial, urban, energy, and digital infrastructures. This plan will progress from pilot demonstrations to demand-driven clusters, culminating in Saemangeum’s transformation into a global energy and logistics hub.
- Anchor projects will drive the advancement of the region’s industrial ecosystem. These initiatives include clean-fuel supply and bunkering, low-temperature and cold-energy sharing systems, export-oriented cold-chain businesses, integrated digital twin-EMS management platforms, and regulatory sandbox, green finance, and public-private investment frameworks.
- (1) Establishing integrated governance and a single master plan.
  - An integrated coordination committee and unified program office will be established under the Office for Government Policy Coordination. Its role will be to consolidate ports, industrial complexes, cities, energy infrastructure, and data into a single planning, budgeting, and performance framework. It will also legally institutionalize a unified master plan that addresses development mismatches, overlapping investments, and fragmented accountability.
- (2) Creating an integrated industrial and energy hub based on clean energy, cold-chain logistics, and digital platforms

- It is necessary to implement green ammonia, hydrogen, and e-fuel demonstration projects and create port-industrial-urban energy-circulation clusters. It is also vital to foster a coupling ecosystem that integrates export-oriented cold-chain, food, and bio value chains with a digital twin-based integrated operations platform.
- (3) Establishing a global testbed and a sustainable investment and fiscal system
  - Efforts should focus on attracting global anchor firms from key strategic sectors and on fostering a demonstration-to-commercialization testbed through regulatory sandboxes and investment promotion zones, thereby laying the foundation for sustainable projects within a multilayered financing structure that leverages green finance, public-private investment, and joint funds.
  - In addition to accelerating Jeonbuk's industrial transition, the Saemangeum carbon-neutral cold-chain logistics and energy-coupling city has the potential to serve as a new national strategic model for Korea, requiring a proactive joint initiative from the central government, local governments, and the private sector.

#### Key Words

Saemangeum, Saemangeum New Port, Carbon-Neutral Industrial-Logistics-Energy Coupling City

미래전략연구 2025-02

새만금 탄소중립 콜드체인

물류·에너지 커플링 시티 조성 전략 연구

---

발 행 인 | 장 성 화

발 행 일 | 2025년 12월 31일

발 행 처 | 전북연구원

55068 전북특별자치도 전주시 완산구 콩쥐팍쥐로 1696

전화: (063)280-7100 팩스: (063)286-9206

---

ISBN 978-89-6612-607-1 95530 (PDF)

본 출판물의 판권은 전북연구원에 속합니다.



## 2025년도 주요 연구과제

### 기초연구

전북특별자치도 지역대학의 지역사회 기여도 분석 연구  
전북특별자치도 청년의 결혼·출산·양육 인식 및 정책 수요조사 연구  
전북자치도 기후변화에 따른 신선식품 가격변동 요인 분석 연구  
지방재정투자심사 제도 운영 사례 검토 및 전북형 모델 개발 연구  
농촌 식품사막 지수 개발 및 전북자치도 활용 방향  
전북자치도 농촌지역 마을소멸 분석 및 대응 전략  
전북 수자원의 효율적 활용을 위한 물발자국 정책활용 방안 연구  
인구감소 시대 공간계획방향 설정을 위한 토지이용 특성 분석  
전북자치도 외국인 유학생들의 적응 경험 연구

### 기획연구

도민 건강증진을 위한 생활체육 활성화 방안  
농생명 전통·미래 자산 예코뮤지엄 구축 방안  
전북자치도 지역특화자원의 글로벌 관광콘텐츠 방안 연구  
새만금 농생명용지 경관농업 적용과 추진방안  
전북자치도 지역상권 활력제고 전략 수립  
전북 스타트업 생태계 활성화를 위한 지원 방안  
전북자치도 중추도시 육성 전략(공간체계 개편 중심)  
체류인구 활성화를 위한 어메니티 웨딩(Amenity Wedding) 연구

### 미래전략연구

전북형 RE100 특구 도입 방안 연구  
K-방위산업 MRO 클러스터 조성 방향 연구  
K-컬처 복합 엔터테인먼트파크 조성 방향  
전북자치도 초저온 산업 육성 전략 연구  
합계출산율 제고를 위한 전북형 반일제 정규직 도입방안 연구

### 정책연구

전북특별자치도 산업맞춤형 인력양성 실태와 발전방안  
사회적 질병으로서 외로움과 문화적 치유 방안 연구  
혁신도시 성과공유 지역균형발전기금 활용방안 연구  
전북자치도 수소특화단지 조성 방향 연구  
전북자치도 정부 R&D사업 대응력 제고 방안 연구  
전북 동부산업권 체류형 생태관광 활성화 방안 연구  
군산시 산단 체류인구의 정주화를 위한 과제발굴 연구  
전북형 쌀 생산안정 기금 조성·운용 방안 수립 연구  
프로스포츠클럽단 창단 타당성 분석 연구  
전북특별자치도 청년농업인 농산물 유통실태 및 개선방안 연구(시설농업 중심)  
전북특별자치도 생성형 AI 적용방향 연구  
전북특별자치도 상용차산업 근로자 복지 증진 방안  
전북자치도 반려식물산업 육성 방안 연구  
농지관리 제도 개편에 따른 전북자치도의 대응방안 연구  
전북특별자치도 소방본부 별도청사 신축·이전 타당성 연구  
전북특별자치도 기후대응기금 활성화 방안

### 현안연구

제2중앙경찰학교 입지 경제성 분석을 위한 연구  
한익임상술기교육센터 건립을 위한 기초연구  
전북자치도 시외버스 재정지원의 효율적 배분기준 연구



55068 전북특별자치도 전주시 완산구 공취팔주로 1696

Tel 063. 280. 7100

Fax 063. 286. 9206

[www.jthink.kr](http://www.jthink.kr)

