

중국 해양수산분야 탄소중립 정책과 시사점

China's Carbon Neutralization Policy in Maritime and Fishery
Industries and its Implications

박성준 · 김은우 · 진선선 · 하염뢰 · 덩팅팅 · 러자화 · 리밍지에 · 평찬성



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	박성준·김은우·진선선·하염뢰·딩팅팅·러지화·리밍지에·평환성
내부 연구진	연구책임자 박성준 한국해양수산개발원 대외협력사업부 부연구위원 공동연구원 김은우 한국해양수산개발원 대외협력사업부 부연구위원 공동연구원 진선선 한국해양수산개발원 대외협력사업부 중급연구원 공동연구원 하염뢰 한국해양수산개발원 대외협력사업부 중급연구원 공동연구원 딩팅팅 한국해양수산개발원 대외협력사업부 연구원
외부 연구진	러자화(乐家华) 중국 상하이해양대 부교수 리밍지에(李明杰) 중국 자연자원부 해양발전전략연구소 연구원(교수급) 평환성(彭传圣) 중국 교통운수부 수운과학연구원 연구원(교수급)

연구기간 2022. 5. 24. ~ 2022. 12. 31.

보고서 집필 내역

연구 책임자	박성준 연구총괄, 제1장, 제2장 일부, 제4장 일부, 제6장
내부 연구진	김은우 제5장 일부 진선선 제2장, 제3장 일부 하염뢰 제4장 일부 딩팅팅 제5장 일부
외부 연구진	러 자 화 제4장 일부 리밍지에 제3장 일부 평 환 성 제5장 일부

산·학·연·정	김율성 한국해양대학교 물류시스템공학과 교수
연구 자문위원	안진우 해양수산부 해양정책실 해양환경정책과 사무관 한승훈 중국 텐진대학교 녹색발전연구원 한국법연구센터 교수

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

한국은 삼면이 바다로 둘러싸여 있고 수출입의 99.7% 이상을 해운에 의존할 수밖에 없는 해양국가이다. 또한 한국 무역의 약 25%를 한중 무역이 차지하고 있어 양국 관계의 안정적인 유지·발전은 한국의 지속가능한 해양 국가 발전 목표와 밀접한 상관관계를 갖는다.

올해 양국은 ‘수교 30주년’이라는 뜻깊은 해를 맞았지만, 해양수산 관계는 유례없는 불안정한 상황에 놓여 있다. 수년간 지속되어온 코로나19 팬데믹과 이로 인한 공급망 불안, 러시아-우크라이나 전쟁에 따른 원자재 가격 상승과 국제유가 급등, 글로벌 인플레이 등이 양국의 해양수산 정책 역량을 당면한 위기 극복에 전력을 다하도록 강제하고 있다.

동시에 2010년대 중반부터 시작하여 코로나19 대응 과정에서 가속화되고 있는 디지털 전환과 4차 산업혁명 기술의 확산, 2018년 10월 기후변화 정부간패널(IPCC) 특별 보고서를 통해 환기된 기후 위기 대응 및 세계적인 탄소중립·탈탄소 추세는 양국에 새로운 협력 방식의 모색을 요구하고 있다.

본 연구는 급변하는 환경 속에 한중 해양수산 분야에서 협력의 새로운 길을 모색하기 위한 시도로 수행되었다. 먼저 탄소중립이라는 세계적인 조류에 중국의 대응 방식과 현재 유지하고 원칙·방향, 그리고 정책 시행 방안을 살펴본다. 다음으로 해양수산의 세부 분야(해양, 어업, 해운·항만 물류)에 이와 같은 원칙·방향이 어떻게 적용되고 실제 추진되고 있는지를 지역별·사례별로 조사·분석함으로써, 양국 협력의 토대가 되는 공통점과 차이점을 구분·분석해내고자 했다. 마지막으로 이와 같은 공통점과 차이점에 근거하여 시사점을 도출하고, 실행 가능한 양국 해양수산 협력 방향을 제시하고자 했다.

지금까지 중국의 탄소중립(탄소피크·탄소중립의 ‘쌍탄 정책’) 방향성과 내용에 대한 연구 성과는 있었으나, 해양수산 분야를 특화하여 세부 정책 내용과 사례를 망라해 조사·분석한 예는 많지 않았다. 본 연구 결과가 한국

해양수산 분야 탄소중립 과제의 대응은 물론, 양국 탄소중립 정책 이해의 지평을 넓히고, 나아가 양국 간 해양수산 협력 연구를 심화시킬 수 있는 디딤돌이 되어줄 수 있기를 기대한다.

본 연구는 상하이 주재 KMI 중국연구센터 연구진(박성준, 김은우, 진선선, 하염희)을 주축으로 하여, 리밍지에 박사(해양발전전략연구소 연구원, 해양 분야), 리자화 교수(중국 상하이해양대, 어업 분야), 평완성 박사(중국 교통운수부 수운과학연구원, 해운·항만 분야) 등 각 분야를 대표하는 중국 현지 전문가들이 참여한 협동 연구 형식으로 이뤄졌다. 또한 연구 진행 과정과 보고서 완성 과정에 많은 국내외 외부 전문가의 조언이 있었다. 이 자리를 빌려 본 연구에 참여해주신 연구진과 한중의 내외부 전문가들께 깊은 사의를 표한다.

2023년 2월
한국해양수산개발원
원장 김 종 덕

목차

정책 제안_i

요약_iii

Executive Summary_xvii

01

서론_1

제1절 연구 배경 및 목적	1
1. 연구 배경과 필요성	1
2. 연구 목적	4
제2절 연구 방법과 내용	6
1. 연구 추진 방법	6
2. 연구 내용	8
3. 선행연구 분석 및 차별성	10

02

중국의 탄소배출 현황과 탄소중립 정책_13

제1절 탄소중립의 개념과 의미	13
제2절 세계의 탄소중립 노력	15
제3절 중국의 탄소중립 실현 경로	17
1. 탄소배출 현황	17
2. 탄소중립 실현 경로	21
제4절 중국의 탄소중립 목표 및 정책	29
1. 탄소중립 목표의 제시 및 도전	29
2. 탄소중립 추진 전략	30
3. 탄소중립 관련 정책 및 주요 내용	32

03 중국의 해양수산 분야 탄소중립 정책_45

제1절 탄소중립 주요 추진 방향	45
제2절 블루카본 정책 및 추진 현황	48
1. 블루카본 개념 및 기능	48
2. 블루카본 정책	52
3. 블루카본 관련 사업 추진 현황	72
4. 향후 정책 방향	94
제3절 해상풍력 발전 정책 및 전망	96
1. 해상풍력 발전 산업 개발 현황	97
2. 해상풍력 발전 정책	99
3. 해상풍력 발전 주요 사례	126
4. 쌍탄 목표 하의 해상풍력 발전 산업 전망	131

04 중국의 어업 분야 탄소중립 정책_137

제1절 어업 탄소싱크 정책	137
1. 모색 단계(2011~2014년)	138
2. 시작 단계(2015~2019년)	139
3. 발전 단계(2020년~현재)	140
제2절 어업 탄소싱크 발전 현황과 주요 발전 모델	143
1. 어업 탄소싱크의 개념	143
2. 어업 탄소싱크 발전 현황	144
3. 주요 어업 탄소싱크 발전 모델	151
제3절 평가 및 향후 정책 방향	155
1. 평가	155
2. 향후 정책 방향	157

05 중국의 해운·항만 분야 탄소중립 정책 _161

제1절 해운·항만 분야 탄소중립 정책	163
1. 탄소중립 목표 제시 이전의 정책	163
2. 탄소중립 목표 제시 이후의 정책	165
제2절 탄소중립 추진 방식 및 사례	167
1. 노후선박 퇴출 및 선박 대형화 촉진	167
2. 선박의 육상전원 사용	168
3. 컨테이너 트랜스퍼 크레인 연료의 전기 전환	172
4. 완전 전력 자동화 컨테이너 부두	174
5. 전동 예인선 개발 및 응용	178
6. 신에너지·청정에너지 개발 및 응용	181
제3절 평가 및 향후 정책 방향	184
1. 평가	185
2. 향후 정책 방향	189

06 시사점 및 한중 협력방안 _193

제1절 한국 관련 시사점	193
1. 해양 분야	193
2. 어업 분야	197
3. 해운·항만 분야	199
제2절 한중 협력 방향	201
1. 해양 분야	201
2. 어업 분야	204
3. 해운·항만 분야	206

표 목차

〈표 1-1〉 선행 연구와의 차별성	10
〈표 2-1〉 주요 국가 탄소피크 도달 현황	14
〈표 2-2〉 중국의 국가차원의 쌍탄 정책	32
〈표 2-3〉 중국 쌍탄 전략의 단계적 목표	36
〈표 2-4〉 중국 주요 정부 부처의 쌍탄 정책	38
〈표 3-1〉 중국 해양 탄소흡수 관련 주요 정책	55
〈표 3-2〉 「하이난성 탄소피크 달성 시행방안」 중 블루카본 관련 내용	59
〈표 3-3〉 웨이하이 블루카본 경제발전 실행방안 주요내용	64
〈표 3-4〉 중국 연안 블루카본 생태계 탄소 흡수량 추산	74
〈표 3-5〉 ‘14·5’ 계획 기간 맹그로브 숲 조성 및 복원 면적	80
〈표 3-6〉 2020년 전국 해상풍력 발전 현황	125
〈표 5-1〉 탄소중립 목표 제시 이전 중국 해운·항만 부문의 탄소중립 정책 및 조치 ..	163
〈표 5-2〉 탄소중립 목표 제시 이후 중국 해운·항만 부문의 탄소중립 정책 및 조치 ..	165
〈표 5-3〉 「녹색교통 ‘14·5’ 발전계획」 중 해운·항만 분야 세부 목표	167
〈표 5-4〉 2020년 12월 선전항의 AMP 설치 현황 협력	170
〈표 5-5〉 일반 예인선 대비 순수 전도 예인선의 비용 비교	180
〈표 5-6〉 중국의 주요 수소에너지 항만 발전 현황	183

그림 목차

〈그림 1-1〉 연구 추진 방법	7
〈그림 2-1〉 중국 탄소 배출량 변화 추세	18
〈그림 2-2〉 2020년 중국 탄소배출 구성	19
〈그림 2-3〉 2020년 중국 부문별 에너지 소비 배출	20
〈그림 2-4〉 중국의 탄소중립 실현 3단계 전략	31
〈그림 3-1〉 장쑤 해상풍력 발전소 입지계획(렌원강 및 옌청 북부해역)	108
〈그림 3-2〉 장쑤 해상풍력 발전소 입지계획(난통 해역)	108
〈그림 3-3〉 광둥성 해상풍력 발전 계획장소 분포	114
〈그림 3-4〉 산둥성 해상풍력 발전소 계획도	119
〈그림 3-5〉 푸칭 하이탄해협 해상풍력 발전소 사업 평면도	128
〈그림 3-6〉 쑤샤 광둥성 양장시 양시 사파 5단계 300MW 해상풍력 발전 사업 평면도 ..	131
〈그림 4-1〉 중국의 연도별 해수양식 및 패류·해조류 생산량 추이	145
〈그림 5-1〉 2001-2021년 중국 내륙수로 선박의 순증량톤수 변화 추이	168

약어 목록

- AGV: Automated Guided Vehicle
- AMP: Alternative Maritime Power
- ARMG: Automated Rail Mounted Gantry Crane
- ART: Artificial Intelligence Robot of Transportation
- ASC: Automated Straddle Carrier
- BECCS: Bioenergy with Carbon Capture and Storage
- CCB: Climate, Community & Biodiversity Standards
- CCS: Carbon Capture and Storage
- CCUS: Carbon Capture, Utilization and Storage
- CEADs: Carbon Emission Accounts and Datasets
- CI: Conservation International
- CII: Carbon Intensity Indicator
- CNOOC: China National Offshore Oil Corporation
- CNPC: China National Petroleum Corporation
- COP: Conference of Parties
- CQC: China Quality Certification
- DAC: Direct Air Capture
- DWT: Dead Weight Tonnage
- FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations
- GDP: Gross Domestic Product
- GWEC: Global Wind Energy Council
- HP: Horse Power
- ICAP: International Carbon Action Partnership
- ICES: International Council for the Exploration of the Sea
- IMO: International Maritime Organization

-
- IOC: Intergovernmental Oceanographic Commission
 - IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change
 - IUCN: International Union for Conservation of Nature
 - LGPCPN: Leading Group on Carbon Peaking and Carbon Neutrality
 - LNG: Liquefied Natural Gas
 - NDC: Nationally Determined Contribution
 - ONCE: Ocean Negative Carbon Emissions
 - PICES: North Pacific Marine Science Organization
 - RCEP: Regional Comprehensive Economic Partnership
 - RMTG: Rail Mounted Gantry Crane
 - RTGC: Rubber Tired Gantry Crane
 - SINOPEC: China Petroleum & Chemical Corporation
 - SOC: Social Overhead Capital
 - TEU: Twenty foot Equivalent Units
 - UNEP: United Nations Environment Programme
 - UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change
 - VCS: Verified Carbon Standard
 - VER: Verified Emission Reduction
 - YSLME: Yellow Sea Large Marine Ecosystem
 - ZPMC: Shanghai Zhenhua Heavy Industries

정책 제안

■ 분석 내용 및 방법

1. 국내외 선행연구, 중국 관계 부처별 탄소중립 관련 정책, 보도자료 등 현지 기초 자료 조사를 통해 중국의 탄소중립 정책 방향 및 전략, 중국의 해양, 어업, 해운·항만 분야 탄소중립 정책을 체계적으로 분석함
2. 해양수산 각 분야별 중국의 탄소중립 정책 수립 및 자문에 참여한 현지 국책 연구소 및 대학교 교수급 전문가들과 협동 연구를 통해 정책 변화, 주요 사례, 문제점, 향후 개선 방향 등을 구체적으로 분석함
3. 현지 온·오프라인 세미나와 간담회 등을 적극 활용해 정책 동향 정보를 수집하고 협력 방안, 세부 사업 등을 발굴하여 보고서에 반영함
4. 중국의 해양수산 분야 탄소중립 정책을 면밀하게 분석하여 한중 간 해양수산 분야 탄소중립 협력에 대해 구체적인 방안을 제시함

■ 정책 제안

1. 탄소중립과 관련해 해양 분야 한중 협력의 지리적 공간은 항해를 우선적으로 고려할 수 있으며, 그 출발점은 초국경 해양공간계획이 될 수 있음

-
2. 우리나라 해양수산물발전기본계획의 이행 과정 점점 시 적극적으로 블루 카본 개념을 반영하고 중국의 단계적인 접근법을 한국의 실정에 맞게 활용할 수 있음
 3. 해상풍력 발전 분야의 협력 공간은 크지 않지만, 우리나라도 탄소중립 시대에 글로벌 경쟁력을 가질 수 있는 미래산업이라는 관점에서, 중국과 연구개발 협력을 촉진할 필요가 있음
 4. 한국 연안 지방 정부는 중국 연안 지방 정부들(성·시)과 정기적이고, 상설적인 교류 플랫폼을 구축하여, 중국의 앞선 정책과 사례를 벤치마킹 할 필요가 있음
 5. 한중 간 어업 탄소싱크 협력을 추진하기 위해 단기적으로 어업 탄소싱크 분야의 교류를 강화하고, 장기적으로 양국 쌍탄 전략과 저탄소·녹색 발전 추진 전략과 함께 어업 탄소싱크의 역할을 강화해야 함
 6. 양국이 해운·항만산업의 탄소중립을 추진하는 경로와 정책요구에는 차이가 있을 수 있으므로 양국 해운산업 정책 의사결정자와 의사결정 지원 연구자들 간의 경험 교류를 강화할 필요가 있음
 7. 한국과 중국은 모두 해운 강국으로 국제해운 부문의 배출저감 시장 메커니즘 구축에 공동 대응할 필요가 있으며, 지리적 인접성과 해운 연계성이 뛰어나 한중 녹색해운 회랑 구축방안의 공동 연구 추진이 가능함
 8. 항만의 탄소중립 경로에서는 자동화·스마트화, 신에너지 융합 발전 등에서 중국과 교류를 촉진할 필요가 있음
 9. 양국은 신에너지 산업, 녹색금융, ‘탄소중립’ 도시 건설 등에서 ‘탄소중립’이라는 공동 목표를 갖고 있으며, 이에 중국과 상호 협력이 가능한 사업을 적극 발굴하려는 노력을 강화할 필요가 있음¹⁾

1) 박성준·진선선(2022), p.10.

요 약

중국 해양수산분야 탄소중립 정책과 시사점

박성준 · 김은우 · 진선선 · 하염희 · 덩팅팅 · 러자화 · 리밍지에 · 평환성

1. 연구 목적

- 2018년 10월, 국제사회의 탄소중립 목표 설정은 에너지 소비가 많은 각국 정부에게, 특히 세계 최대 이산화탄소 배출국인 중국에게 커다란 부담으로 작용함
 - 제48차 기후변화정부간패널(IPCC)이 ‘지구온난화 1.5℃’ 특별보고서를 통해 기후위기 대응 목표치 및 달성기간을 각국에 제시하면서 세계적으로 ‘탄소중립’(carbon neutralization) 바람이 몰아침
 - IPCC는 2030년까지 국제사회 이산화탄소 배출량을 2010년 대비 최소 45% 감축하고, 2050년까지 순제로(net-zero) 배출을 달성하자는 목표를 제시함
- 2020년 9월, 중국은 2060년까지 탄소중립 목표를 선언하고 해양수산 분야에서도 전방위적인 계획 수립과 자금 투자, 제도 개선을 추진 중임
 - 2020년 9월 제75차 유엔총회에 참석한 중국 시진핑 국가주석은 총회연설을 통해 △ 2030년 이전 자국의 탄소 배출량을 정점에 이르게 하고 △

2060년까지 탄소중립을 달성한다는 이른바 ‘쌍탄’ 목표를 공표함

- 중국의 전 산업·생활 분야에 걸친 대규모 탄소중립 정책의 추진은 중국 해양수산은 물론 중국을 제1교역국으로 하고 있는 한국의 해양수산에도 매우 큰 영향을 끼칠 것으로 보임
- 중국의 ‘쌍탄 정책’은 해운·항만, 수산·어촌, 해양에너지 및 블루 카본, 해양폐기물, 이산화탄소 포집·전환 등 해양수산 전 분야에서 정책 대전환을 예고하고 있음
- 그러나 한국은 아직 중국의 해양수산 분야 탄소중립 정책 전반에 대한 체계적인 조사·연구는 이루어지지 않은 실정임
- 따라서 중국 전체의 국가발전 계획과 별도로 해양수산 분야에 대한 세부 정책 방향과 내용을 충분히 검토해야 함
- 이에 본 연구는 중국의 해양수산 각 부문별(해양, 어업, 해운·항만 등) 탄소중립 정책이 한국에 갖는 함의 도출과 더불어 해당 부문에서 향후 실현 가능한 한중 협력 방안을 개략적으로 제시하는 것을 목적으로 함

2. 연구 방법 및 특징

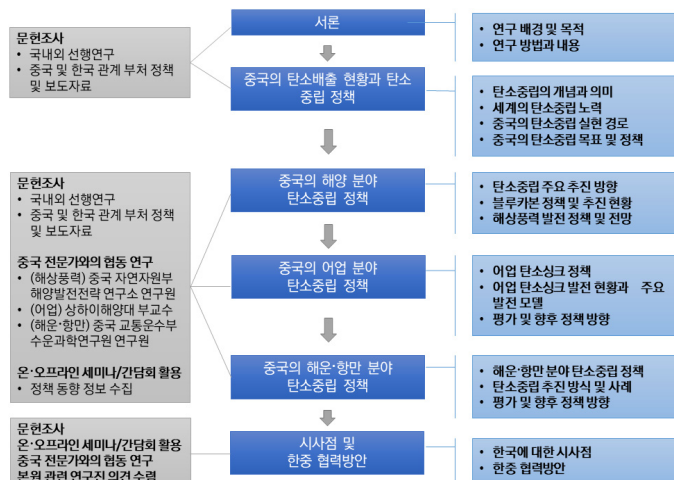
1) 연구 방법

- 본 연구는 국내외 문헌조사, 중국 전문가와 협동 연구, 온·오프라인 세미나 및 간담회 활용 등 방법을 활용하여 수행함
- 국내외 문헌조사
 - KMI 중국연구센터가 중국 현지에 주재하는 이점을 충분히 활용하여 해운·항만, 수산, 해양 분야 연구진이 중국 관계 부처별 탄소중립 관련 정책,

보도자료 등 현지 기초 자료를 충실히 수집·분석함

- 국내외 관계 기관 및 연구기관의 연구 보고서 등 선행 연구를 대상으로 문헌조사를 실시함
- 중국측 관련 전문가와의 협동 연구 실시
 - 중국 대학 및 연구기관 소속으로 해양, 수산, 해운·항만 분야 등 각 분야별 탄소중립 정책의 수립에 직접 참여했거나 정부 정책을 자문하고 있는 교수급 전문가들과 협동 연구 방식으로 분야별 원고 자문을 받음
- 온·오프라인 세미나와 간담회 등을 적극 활용
 - 한·중 양국의 전문가가 참여하는 학술정책 세미나 또는 전문가 간담회에 참여하여 정책 동향 정보를 수집하고 협력 방안, 세부 사업 등을 발굴하여 보고서에 반영함
- 이를 바탕으로 본원 및 산학연 관계자와 협의하여 본원(본국)의 의견을 수렴하여 최종 보고서에 반영함

〈요약 그림 1〉 연구 추진 방법



자료: 저자 작성

2) 연구 특징 및 기대 효과

- 본 연구는 해양수산 분야에 특화된 중국의 탄소중립 정책을 체계적으로 분석하고 향후 한중 협력방안을 제시했다는 점에서 의의를 가짐
 - 기존 연구는 중국의 탄소중립 정책 및 전략 전반에 대해 포괄적 연구 또는 산업 전반에 걸친 영향 분석 위주인 반면, 본 연구는 해양수산 분야에 특화하여 부문별 중국 내 현황을 분석하고 한중 협력방안을 제시함
- 본 연구는 KMI 중국연구센터가 중국 현지에 주재하는 이점을 충분히 활용하여 수행함
 - 해외에서 접근성이 어려운 중국 관련 정부 부처와 전문기관 등이 발표한 관련 제도, 보고서 등 전문 매체 보도자료를 현지에서 확보해 전면적으로 검토함
- 본 연구는 이론 연구에서 벗어나 중국의 해양수산 분야 탄소중립 정책을 면밀히 분석하고 한중 간 해양수산 분야 탄소중립 협력 관련 구체적인 방안을 제시하는 데 주안점을 둠
- 특히, 본 연구는 중국 탄소중립 정책 수립 및 자문에 참여한 현지 국책 연구소 및 대학교 교수급 전문가들과의 협동 연구를 통해 해양수산 각 분야별 세부적인 정책, 사례 등을 매우 구체적으로 분석함
 - 해양 분야는 중국 자연자원부 해양발전전략연구소, 어업 분야는 수산업에 특화된 상해해양대, 해운·항만 분야는 중국 교통운수부 수운과학연구원 교수급 전문가와 협동 연구를 진행함
- 본 연구는 우리의 인접국이자 제1의 교역국인 중국과 향후 해양수산 각 분야에 구체적인 협력 방안 연구의 초석이 될 것으로 기대됨
 - 비록 한중 양국이 해양수산 분야에서 경쟁 관계에 있지만 해양을 공유하고 있으며 무역 분야 상호의존성이 크므로 협력의 잠재력도 높다고 판단됨

- 본 연구는 한중 양국의 해양수산 분야 탄소중립 실현을 위한 긍정적인 효과를 만들어 갈 것으로 기대됨

〈요약 표 1〉 선행연구와의 차별성

차별성	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
• 기존 연구는 중국의 '탄소중립' 정책 및 전략 전반에 대해 포괄적으로 연구 수행 • 본 연구에서는 해양수산분야에 특화된 중국의 '탄소중립' 정책을 체계적으로 파악	• 해운·항만, 해양에너지, 어업 분야에서 한중 탄소중립 협력방안 제시 • 우리나라의 해양수산 분야 탄소중립에 기여	• 문헌조사 : 중국 관련 정부 부처, 전문기관 등이 발표한 관련 제도, 보고서 등과 전문매체 보도자료 검토 • 협동 연구 : 해양수산 분야의 관련 중국 대학 및 연구기관 전문가와 협동연구 추진 • 전문가 자문 및 세미나 : 해양수산분야별 '탄소중립' 정책 추진 동향, 사례, 전망 자문 • 본원 관련 연구진 의견 수렴 및 반영	• 중국의 탄소중립 정책 주요 내용 및 추진 방향 조사·분석 • 해양수산 분야별 중국의 탄소중립 정책 동향 및 주요 사례 분석 • 한국에 대한 정책적 함의 및 한중 협력방안 제시

자료: 저자 작성

3. 연구 결과

1) 결과 요약

- (해양) 중국이 탄소중립 목표를 달성하는 과정에서 해양은 핵심 영역으로 부각되고 있으며, 블루카본 및 해상풍력 발전이 대표적인 해양 분야 탄소중립 정책으로 추진되고 있음
- 이중 중국의 블루카본 관련 정책은 그 중요성 인식과 정책 방향의 천명 차원을 넘어 시범사업 등을 중심으로 실행 단계로 접어들고 있음
- 해양 탄소흡수 실행방안 수립, 로드맵 설계 등을 조속히 전개하고, 블루카본과 생태환경 보호 간의 통합발전을 추진하고 있음

-
- 또한, 지속가능한 성장, 생태보상 및 인센티브 지원 등 다방면에서 블루카본 발전 촉진 정책조치를 제정하고 국가발전전략계획과의 연계를 꾀하고 있음
 - 향후 해양 탄소흡수 산업발전 계획, 연안 생태계 탄소흡수 이용 종합관리 계획, 해양 탄소흡수 시범구 건설 계획 등 관련 중장기 발전 계획을 지속적으로 보완해나갈 것으로 보임
 - 중국은 이미 2018년부터 해상풍력 발전 단계를 ‘성숙전환 단계’로 규정한 바, 해상풍력 발전 분야에서 세계적으로 앞서나갈 수 있는 기반을 이미 마련했음
 - ‘14.5’ 계획의 발전 방향은 그동안의 경험과 성과를 바탕으로 대규모 발전을 추진하고 집중 송전, 집중 운영 모델을 탐색해 해상풍력 발전의 대규모화로 확대해 나간다는 것임
 - 아울러 중국 계획 당국은 2021년 10월 발표된 ‘2030 탄소피크 로드맵’에서 태양력과 풍력을 목표 달성의 전략 대상으로 명시함
 - 다만, 해상풍력 발전은 향후 쌍탄 목표 실현을 위한 장려정책, 시장환경, 발전 계획 배치 등 여러 분야에서 국가 차원의 유도과 지원이 필요함
 - (어업) 최근 몇 년 동안 해양 분야의 탄소싱크가 발전하면서 정부는 어업 분야에 대한 정책을 수립하기 시작함
 - ‘14.5’ 계획 이전까지 중국 어업 분야 탄소 정책 기본 방향은 어업의 에너지 절약 및 이산화탄소 배출 저감에 맞추어져 있었으며, 주로 에너지 절약형 어선 개발, 탄소 배출저감 신기술, 신설비, 신장비의 도입 및 보급 등을 포함함
 - 어업 탄소싱크는 가장 일반적이면서도 효과적인 탄소싱크 방식 중의 하나로, 최근 10년 동안 중국 어업 탄소싱크 발전은 제도 수립, 기초연구, 해역 모니터링·평가와 표준화 체계 건설, 거래 정산 이론 및 실천 네 가지 측면에 중점을 두고 있음

- 중국의 대표적인 어업 탄소싱크 발전 모델로는 맹그로브 숲 조성, 해수양식, 혼합 양식 세 가지 유형이 있음
- 2022년 7월, 중국 농업농촌부와 국가발전개혁위원회는 「농업농촌 배출 저감·탄소흡수 실시 방안」을 발표했으며, 어업 분야 탄소 저감 및 흡수를 강화하기 위해 유기농 어업, 대(大)수면 생태 어업, 생태통합 양식 등 친환경 양식 모델을 개발하고 메탄의 배출을 줄이기로 함
- 이와 더불어, 갯벌 및 근해 패류·조류 양식, 국가급 해양목장 건설, 입체화 생태양식 체계 구축, 어선·어업 기계의 에너지 절약 및 배출물 저감 등 방침을 추진하기로 함
- 이 정책들을 기반으로 텐진시, 저장성, 광둥성 등을 비롯한 다수 연해 지역 정부들은 현지 현황에 맞는 어업 탄소싱크 정책을 잇달아 발표함
- 향후 중국의 어업 분야 탄소중립 정책은 체계적인 발전 정책 보완, 탄소순환 모델 구축, 생산 표준 통일화, 저탄소 양식 시설 및 기술 보급, 어업 탄소싱크 산업화, 국제협력 추진 등 방면에서 조정될 것으로 보임
- (해운·항만) 중국의 해운·항만 부문은 2020년 정부의 쌍탄 목표 제시 훨씬 이전부터 정부의 기후변화 대응, 온실가스 감축 정책을 이행하기 위해 노력함
 - 목표 제시 이전 정책은 주로 노후 선박 도태 및 선박 대형화, 내륙수로 선형 표준화, 해상-철도 복합 운송, 하역기계 동력 전환, 육상전원 사용, 청정에너지(재생에너지) 개발 및 응용, 선박 에너지 효율 관리 등을 포함함
 - 쌍탄 목표 제시 이후에는 기존 정책 중에 가장 효과적이었던 조치를 강화하는 방향으로 정책을 수립하고 시범사업을 추진함
 - 특히, 신에너지 또는 청정에너지(재생에너지) 구동 항만 기계 및 선박의 개발과 적용, 항만 접안 선박의 육상전원 사용, 항만 배후 운송구조의 조정을 포함하는 오염 및 탄소 저감 시너지 증대 조치의 실시가 더욱 강조됨

-
- 다만, 중국은 그동안의 정책 추진 과정에서 성숙한 기술 응용을 위한 투자, 신기술 시범 응용, 기존 정책 장벽 해소, 신기술에 대한 R&D 투자재원, 표준규범 제정, 신에너지·청정에너지에 대한 인식 제고 등 관련 문제를 발견했으며, 앞으로 이러한 문제를 해결하기 위한 정책 조정이 이루어질 것으로 예상됨

2) 시사점

- 탄소중립은 해운·항만, 수산업촌, 해양에너지, 블루카본 등의 분야에서 정책 변화를 요구하여 한국의 해양수산 발전에도 큰 의미가 있음
- 한국은 2021년 12월 「해양수산 분야 2050 탄소중립 로드맵」을 발표하고 해양수산 분야 탄소저감 정책 추진 방향을 담은 ‘2050 탄소중립 로드맵’을 제시함
- 한국은 2021년 수립한 제3차 해양수산발전기본계획(2021~2030)에서 ‘환경 친화적·합리적 해양 이용’을 6대 전략에 포함하여 ‘탈탄소·친환경의 쾌적한 항만 실현’을 주요 과제로 선정하여 추진하고 있음
- 블루카본 경제 실현을 위한 중국의 단계적인 접근법을 한국 실정에 맞게 활용할 필요가 있음
- 중국은 블루카본 경제를 실현하기 위해 해양 분야의 탄소거래 가치 정산 시스템과 거래 시스템을 구축하고 정산 결과를 기반으로 탄소중립 투자와 자금 조달 체계 구축을 필수 조건으로 확인함
- 또한 블루카본 기금 제도를 수립하고 블루카본 산업에 대한 금융정책 지원을 확대하여, 해양수산 분야의 탄소흡수 시범구를 지정·운영하여 시범 사업을 추진하고, 그 성과에 따라 확대하는 방안을 모색 중임
- 이와 같은 접근법은 새로운 정책의 효과를 극대화하고 실패 확률을 줄이기 위한 방법의 하나로 참고의 가치가 있음

- 우리나라 해양수산발전기본계획 이행 과정 점점 시 적극적으로 블루카본 개념을 반영할 필요가 있음
 - 우리나라 제3차 해양수산발전기본계획(2021~2030) 중 해양정책 방향과 해양공간 이용 관련 주요 사업 내용을 살펴보면, 상대적으로 중국에 비해 탄소중립 및 블루카본 시장 확대와 관련한 구체적인 정책 수단이 미흡함
 - 한국은 연간 60만 톤의 이산화탄소를 포집 및 격리할 수 있는 세계 5대 갯벌 중 하나를 보유하고 있어 블루카본 정책을 펼치는 데 유리한 조건을 갖추고 있음
 - 그러나 현재까지 갯벌 관련 정책 방향은 생물 다양성 제고, 수산자원 증진 효과와의 연계성 강화, 생산량 증대 중심으로 어장 및 갯벌 관리에 초점이 맞추어져 있음
- 향후 국제 경쟁력 제고 차원의 연구개발 노력, 국제 해상풍력 시장에서 중국 기술력 발전 등 모니터링을 지속할 필요가 있음
 - 한국은 해상풍력을 개발하면서 발전 사업 허가와 해역 관리 조율 문제, 수산업과 해양환경 관련 부정적인 영향 문제, 이해 관계자 간 갈등 대두 등 각종 문제점이 노출된 바 있음
 - 한국의 정책 당국이 중국 해상풍력 발전 경험과 정책 방향을 한국의 현실에 그대로 적용하기에는 무리가 따를 것으로 보임
 - 중국식 대규모 해양풍력 개발 및 장기적인 저탄소 정책 수단의 잠재력은 크지 않을 것으로 판단되나 탄소중립 시대 국제 신·재생 에너지 시장에서 해상풍력이 갖는 비중과 잠재력이 증가할 가능성이 있음
- 중국의 어장 환경은 규모와 발전 단계가 한국과 다르지만, 블루카본 측면에서 어업이 갖는 잠재력, 해양 공간 및 자원의 공공성 강화와 친환경 이용, 자원 회복 등을 전제로 여러 시사점을 제공함
 - 넓은 정책 방향에서 생산량 증대 중심 어장과 갯벌 관리 계획을 단계적으로 탄소싱크 증대 중심의 관리 계획으로 전환할 필요가 있음

-
- 특히, 어촌의 고령화 현상을 고려할 때 생산량 증대보다는 효율성 개선과 친환경 비중 강화 등 장기적인 정책 전환이 필요함
 - 어업 분야 탄소싱크 축진을 위해서 체계적인 상층 설계 및 발전 계획을 강화하여 어업 탄소싱크 발전 로드맵을 설계할 필요가 있음
 - 다양한 어업 탄소싱크 실천 경로를 모색하고 어업 탄소싱크 증가의 새로운 모델 개발할 필요가 있음
 - 세계 경제가 어려워진 상황에서도 중국 해운·항만·물류 부문의 쌍탄 목표는 기술 혁신과 제도 지원에 더 많은 힘을 쏟을 것으로 보임²⁾
 - 해운 분야에서 2023년에 IMO에 탄소집약도지수(CII) 등 강화된 환경 규제가 시행될 예정이어서 ‘탄소중립’을 위한 압력은 당장 ‘발등에 떨어진 불’이 되고 있음³⁾
 - 현재 제시되고 있는 새로운 감탄 정책에 따르면 향후 바이오 원료 등을 중심으로 한 선박연료 개발과 이를 채택한 신형 선박 건조 등 혁신으로 무게 중심이 옮겨갈 가능성이 매우 높다고 볼 수 있음⁴⁾
 - 항만 분야에서 ‘쌍탄 목표’를 달성하기 위해 ‘녹색항구 건설’(绿色港口建设)이라는 기치 아래 전국의 주요 항만에서 자동화 궤도 크레인 설치, 신에너지 자율운행 트럭 도입 등을 ‘주요 역점 사업’으로 실시하고 있음⁵⁾
 - 향후 탄소배출권 거래제에서 유리한 위치를 차지하기 위해 중국 항만이 자체적으로 혁신기술을 통해 상호 경쟁하는 구조를 갖게 할 수 있으며, 이를 통해 기술혁신을 더욱 촉진시킬 수 있음⁶⁾
 - 중국 ‘쌍탄 정책’은 탄소배출권 거래시장을 통해 기술 혁신을 촉진하고 이를 다시 시장 확대와 연계한다는 측면에서 참조할 부분이 있음⁷⁾

2) 박성준·진선선(2022), p.8.

3) 위의 자료, p.8.

4) 위의 자료, p.9.

5) 위의 자료, p.9.

6) 위의 자료, p.9.

- 한국도 과거 해운 분야에서 '해운재건 5개년 계획' 등 독자적인 노력을 통해 위기를 기회로 만들어 왔으며, 일정한 성과를 거둠⁸⁾
- 특히 해운·항만 분야에서 '탄소중립'을 가능케 해주는 신기술 및 혁신기술 솔루션을 탄소배출권 거래시장 상품으로 적극 개발할 필요성이 있음⁹⁾
- 해운·항만·물류 분야에서 한국 실정에 맞는 ESG 경영의 표준 확립에 더 많은 노력이 필요함¹⁰⁾
- 특히 ESG 경영의 실천 여부는 향후 유럽 등 해외 시장 진출(예컨대 현지 투자) 등 주요 변수로 작용할 전망이다¹¹⁾
- 장기적으로 ESG 표준 제정 및 도입이 늦어질 경우, 관련 해외 시장에서의 국제 경쟁에 뒤쳐질 수 있다는 점을 고려할 필요가 있음¹²⁾

3) 한중 협력 방안

- 탄소중립과 관련하여 해양 분야 한중 협력의 지리적 공간은 황해¹³⁾를 우선적으로 고려할 수 있으며, 주요 출발점은 초국경 해양공간계획이 될 수 있음
- 블루카본의 주요 내용은 △ 해양재생에너지의 개발 및 활용 △ 해양생물자원의 지속가능한 이용 △ 해양생태 환경 보호복원 등을 뜻하며, 이는 모두 해양공간(활용)계획과 연결되어 있음
- 현재 한국은 국가 차원에서 황해광역생태계(YSLME) 사업이라는 다자 플

7) 위의 자료, p.10.

8) 위의 자료, p.10.

9) 위의 자료, p.10.

10) 위의 자료, p.10.

11) 위의 자료, p.10.

12) 위의 자료, p.10.

13) 이하에서는 국제협력을 대상으로 하므로 동아시아 국제사회에서 공식 명칭으로 확립된 황해(Yellow Sea)를 사용함

랫폼을 통해 중국과 협력해왔으며, 이를 블루카본 실현을 위한 협력 창구로 더욱 확대할 필요가 있음

- 양자 협력 분야에서는 한중협력대화(2021년 4월 정례화)에서 블루카본 실현 및 탄소중립 목표 하의 협력 방안을 심도 있게 논의할 필요가 있음
- 한국 연안 지방 정부가 경험을 축적한 중국 연안 지방 정부들(성·시)과 정기적인 교류 플랫폼을 구축하여, 중국의 앞선 정책과 사례를 벤치마킹할 필요가 있음
- 탄소싱크를 전국 단위가 아닌 지방 차원의 시범사업으로 추진할 때 중국 지방 정부의 경험에 대한 지식 공유를 통해 가능성을 확인하고, 세부 추진 사항을 점검할 수 있음
- 지방 정부 간 협력을 탄소거래 시장의 일환인 ‘블루카본 거래 시장’에 초점을 맞추어 강화할 필요가 있음
- 중국은 각 지방(하이난, 산둥성, 저장성, 푸젠성, 샤먼시 등) 블루카본 실현을 위해 탄소흡수 계획을 경쟁적으로 수립했을 뿐만 아니라, 해양 분야 탄소거래시장 활성화를 위한 시도를 활발하게 펼치고 있음
- 해상풍력 발전 분야의 협력 공간은 크지 않지만, 우리나라도 탄소중립 시대에 글로벌 경쟁력을 가질 수 있는 미래산업이라는 관점에서, 중국과 연구개발 협력을 촉진할 필요가 있음
- 중국은 다양한 조건에서 해상풍력 발전기지를 건설한 경험이 있으며, 중국 해상풍력 발전 관련 기술이 발전할수록 해외에서 기술 표준 등 영향력이 확대될 수 있음
- 아울러 중국은 해상풍력 발전을 태양력 발전과 연계하거나 해상유전과 심층 통합, 에너지섬 시범사업 등 다양한 융합을 시도하고 있음
- 우리나라 해상풍력 발전산업이 다양한 제약 요인이 존재하는 ‘국내’를 벗어나 글로벌 성장산업으로서 경쟁력을 갖추고자 한다면 중국과 연구개발 교류 협력은 매우 좋은 경쟁력 제고의 장이 될 수 있음

- 양국이 어업 탄소싱크 협력을 추진하기 위해 단기적으로 어업 탄소싱크 분야의 교류를 강화하고, 장기적으로 양국 어업 생산과 무역의 주도 역할을 발휘하여 쌍탄 전략과 저탄소·녹색 발전 추진 분야에서 어업 탄소싱크의 역할을 강화해야 함
 - 양국의 해수양식 생산량은 각각 해양어업 생산량의 64%와 62%를 차지해 해수양식 제품의 탄소 저장량 연구를 강화할 필요가 있음
 - 양국의 근해 어업 생산량은 각각 전체 해양 어획 생산량의 약 80%, 65.8%를 차지하고 어획 방식도 유사하고 다양해 근해 어선 생산의 저탄소·배출 감축 기술·시설 연구를 강화할 필요가 있음
 - 갯벌, 해양목장 탄소싱크 방법학 등 상호 간 연구개발 경험을 전문가 워크숍이나 포럼 등을 통해 공유하고 어업 탄소 배출량 및 탄소 배출량 측정기술에 대한 공동 연구를 수행하여 탄소 배출량 계산의 정확도를 높이며 공통 문제를 해결할 필요가 있음
 - 양국은 각각 ‘제로 탄소’ 어업 양식과 가공 유통 기업을 시범적으로 건설하고, 오염 및 탄소 저감 시너지 효과 메커니즘을 모색하고 있어 녹색 어업 공급 사슬을 구축할 필요가 있음
 - 어업은 국제 수산물 가공 및 보관 및 유통 등 글로벌 콜드체인과 밀접하게 연관되어 있다는 점에서 협력 방안 모색이 필요함
- 양국이 해운·항만산업의 탄소중립을 추진하는 경로와 정책요구에는 차이가 있을 수 있으므로 해운산업 정책 의사결정자와 의사결정 지원 연구자들 간의 경험 교류를 강화할 필요가 있음
 - 서로의 경험과 인식에 대한 이해와 벤치마킹은 각국의 정책 제정 수준 향상과 정책 실시 효과 개선에 도움이 될 것임
- 한국과 중국은 국제 해운 부문의 배출 저감 시장 메커니즘 구축에 공동 대응이 필요함

-
- 현재 IMO의 논의에 포함된 시장 메커니즘에는 장단점이 있으며, 양국 관련 연구기관은 해당 메커니즘이 각국의 해운산업 및 국제무역 발전에 미치는 영향을 분석하여 이를 줄이는 방법을 모색할 수 있음
 - **한중은 해운 강국으로서 거리가 가깝고 해운 연계성이 뛰어나며, 녹색 해운 회랑 구축 여건이 조성되어 있으므로 공동 연구를 추진해야 함**
 - 국제해운의 배출 저감 경로가 불분명하기 때문에 항만 간에 녹색해운 회랑을 설치하여 저공해 또는 제로 배출 운송을 달성하기 위한 기술 및 관리 문제를 탐구할 수 있음
 - 이를 통해 향후 관련 규칙 수립을 위한 실무 경험과 근거를 제공할 수 있음
 - **항만의 탄소중립은 자동화·스마트화, 신에너지의 융합 발전 등 세부 분야에서 중국과 교류를 촉진할 필요가 있음**
 - 중국 항만의 탄소중립 경로는 항만기계와 항만 작업선의 전동화이며, 항만과 신에너지 융합발전은 풍력 및 태양광 발전을 발전시켜 풍력, 태양광 저장 통합을 추진하고 있음
 - 중국은 완전 전력 자동화 컨테이너 터미널 건설, 전동 항만 작업 예인선 개발·응용, 무인 전동 컨테이너 트럭 사용, 항만 풍력·태양광 발전 시스템 건설, 탄소중립 자동화 컨테이너 터미널 인증 등에서 많은 진전을 거둠
 - 아울러 제5차 국가물류기본계획(2021~2030)에 자율운행트럭과 자율운항선박 기술 개발 및 도입 등 운송 수단의 스마트화 관련 사업을 근거로 기술·개발 비중을 더욱 확대할 필요가 있을 것으로 보임
 - **한국은 ‘탄소중립’이라는 공동 목표를 갖고 있는 중국과 신에너지 산업, 녹색금융, ‘탄소중립’ 도시 건설 등의 분야에서 상호 협력 가능한 사업을 발굴하려는 노력을 강화할 필요가 있음¹⁴⁾**

14) 위의 자료, p.10.



EXECUTIVE SUMMARY

China's Carbon Neutralization Policy in Maritime and Fishery Industries and its Implications

Sung-Jun Park · Eun-Woo Kim · Shan-Shan Chen · Yan-Lei He ·
Ting-Ting Ding · Jia-Hua Le · Ming-Jie Li · Chuan-Sheng Peng

1. Purpose

- Setting the target for carbon neutrality reached by the international community on October, 2018 has been a significant burden to individual governments that consume a large amount of energy, especially to China, the largest carbon emitter in the world.
- The 48th session of the Intergovernmental Panel on Climate Change presented specific targets and periods to the international community through the 'IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C', which has served as a catalyst for the movement towards 'carbon neutrality'.
- The IPCC proposed that the international community cut CO₂ emissions at least 45% by 2030, compared to 2010 levels and

reach net-zero around 2050.

- Since the announcement of the target of achieving carbon neutrality by 2060 on September 2020, China has been establishing relevant plans in all areas, and implementing financial investment and institutional improvements.
- On September 2020, President Xi Jinping made a statement at the 75th session of the United Nations General Assembly, proclaiming the so-called 'double carbon' policy. The policy aims to have CO₂ emissions peak before 2030 and achieve carbon neutrality before 2060.
- The Implementation of China's large-scale policy for carbon neutrality encompassing all industries and livelihoods is likely to impact not only to China's maritime and fisheries industry but also Korea's ocean and fisheries industry with China being Korea's largest trading partner.
- China's 'dual carbon' policy foresees the great policy transition in all the areas of maritime and fisheries including shipping and ports, fisheries and fishing villages, ocean energy and blue carbon, marine waste, and carbon capture and transition etc.
- However, there has not been any systematic research or study in Korea on China's overall policies pertaining to carbon neutrality in the maritime and fisheries industry.
- Separate from China's national development strategic plan, it is necessary to review on more specific policy directions and contents for the maritime and fisheries sector.

- Under these circumstances, this study aims to examine implicit meanings that China's carbon neutrality policy in each sector of maritime and fisheries (marine, fisheries, shipping and ports) has on to Korea while suggesting plausible cooperation measures between Korea and China.

2. Methodology and Features

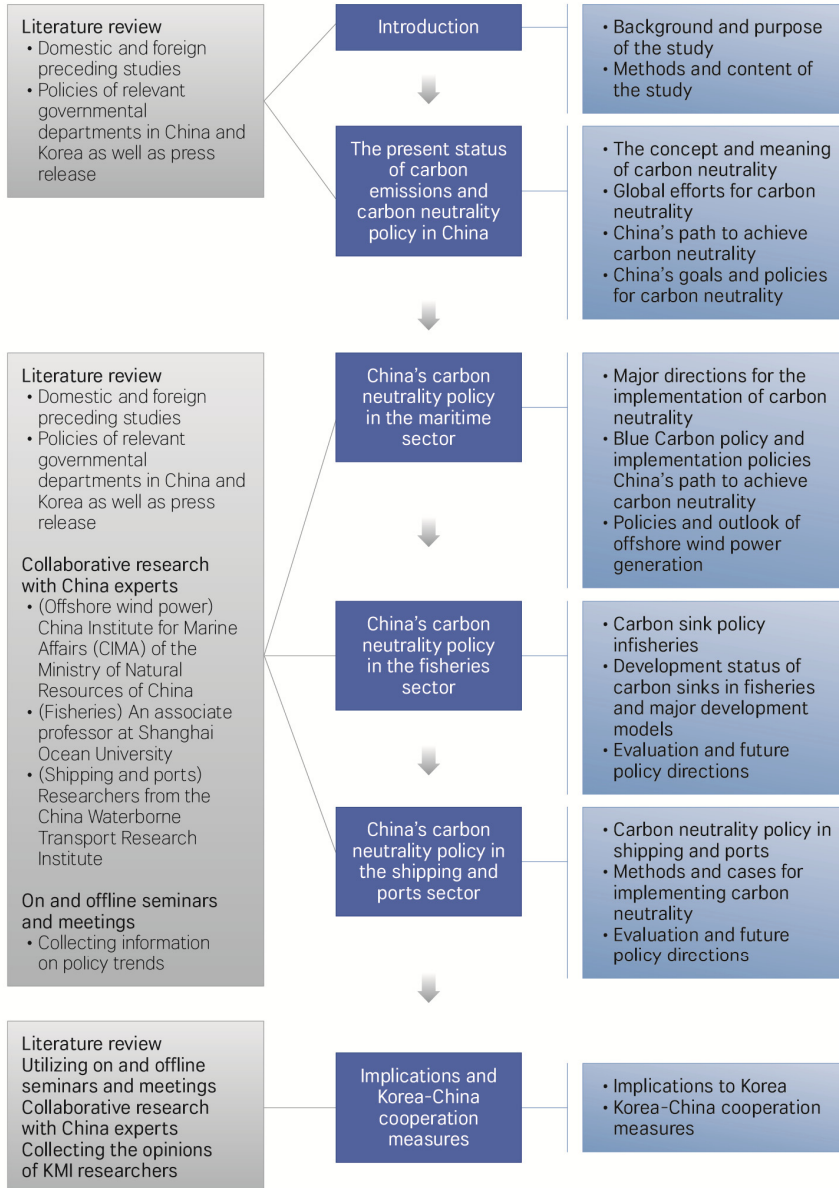
1) Methodology

- This study was carried out by utilizing methodologies such as domestic and foreign literature review, collaborative study with experts in China, on and offline seminars and meetings.
- Review of domestic and foreign literature
 - By taking the full advantage of the KMI China Research Center being located in China, researchers in each sector of shipping, ports, fisheries and marine were thoroughly collected and analyzed local data obtained from carbon neutrality relevant policies from China's governmental departments and press releases.
 - A literature review was carried out with preceding studies such as research papers published by domestic and foreign relevant institutes and research institutes.
- Collaborative research with experts in China
 - This study was written based on consultations per each sector

in the form of collaborative research from those who participated in the establishment of carbon neutrality policies in each sector of marine, fisheries, shipping and ports as a member of Chinese universities or research institutes or professor-level experts who advise to the Chinese government's policies

- Active utilization of on and offline seminars and meetings
 - By participating in seminars or expert meetings in which experts in relevant areas of the academy, the industry and research institutes were joined, researchers collected information on policy trends and discovered cooperation measures as well as specific programs to reflect to this study.
- Based on the result produced from the aforementioned methodologies, this study collected the opinions of the KMI headquarter office through consultations with relevant officials in the KMI headquarter office, the academy, the industry and research institutes and then reflected them to the final report.

〈Summary pic 1〉 Research process



Source: Prepared by the authors

2) Features and Expected benefits

- This study bears significance as it systematically analyzes China's carbon neutrality policies specifically in the maritime and fisheries sector, and suggests future cooperation measures between Korea and China.
- Existing studies have failed to encompass all the areas of maritime and fisheries by conducting fragmentary studies rather than covering China's overall carbon neutrality policies and strategies.
- This study was carried out by taking the full advantage of the KMI China Research Center being located in China.
- This study relatively easily obtained and reviewed relevant statements and reports published by China's governmental departments and specialized organizations as well as special media reports, which would have been hardly accessible abroad.
- Rather than focusing on theoretical research, this study conducted a thorough review on China's carbon neutrality policy in the maritime and fisheries sector and suggested specific measures on the bilateral cooperation in pursuit of carbon neutrality.
- In particular, specific policies and cases were analyzed in detail through collaborative research with professor-level experts who have participated in the establishment of and advisory for carbon neutrality policies in each sector of

marine, fisheries, shipping and ports in China's state-sponsored research institutes and local universities.

- Collaborative research was carried out with professor-level experts in the China Institute for Marine Affairs (CIMA) of the Ministry of Natural Resources of China for the marine sector, the Shanghai Ocean University for the fisheries sector and the China Waterborne Transport Research Institute, an agency under China's Ministry of Transport for the shipping and ports sector.
- This study is expected to serve as the cornerstone for the research on concrete cooperation measures in each sector of maritime and fisheries with China, which is Korea's No.1 trading partner and a neighboring country.
- Although the two countries have a competitive relationship in the field of maritime and fisheries, room for mutual cooperation is considered quite large.
- This study is expected to provide a positive impact to both Korea and China for achieving carbon neutrality in the maritime and fisheries sector.

〈Summary table 1〉 Differentiations from preceding studies

Differentiation	Research purpose	Research method	Major content
• Preceding studies: Conducting a comprehensive research on China's overall policies and strategies on	• Suggesting Korea - China cooperation measures for carbon neutrality in the shipping, ports, marine energy and	• Literature review: Reviewing systems and reports announced by China's relevant government departments and specialized institutes as well as press	• Investigating and analyzing major content and implementation directions of China's carbon neutrality policy

Differentiation	Research purpose	Research method	Major content
carbon neutrality • This study: Systematically examining China's carbon neutrality policy specifically in the maritime and fisheries sector	fisheries sector • Contributing to achieving carbon neutrality in Korea's maritime and fisheries sector	releases • Collaborative research: Conducting collaborative research with experts in Chinese universities and research institutes in the maritime and fisheries sector • Consultation with experts and seminars: Requesting advice on the trends, cases and outlook for 'carbon neutrality' policy per each maritime and fisheries sector • Collecting and reflecting the opinion of researchers in the KMI headquarter office	• Analyzing China's carbon neutrality policy trends per maritime and fisheries sector and conducting case analysis • Suggesting policy implications to Korea and Korea-China cooperation measures

Source: Prepared by the authors

3. Result

1) Summary

- (Maritime industry) In the process of achieving China's 'dual carbon' goal (reaching carbon emissions peak in 2030 & achieving carbon neutrality in 2060), the ocean is considered as a key sector and integral part, and blue carbon and

offshore wind power generation are being promoted as representative carbon neutrality policies in the Chinese maritime industry.

- Among others, China's policy regarding blue carbon has already been entering its implementation stage based on pilot projects, etc. beyond the recognition of its significance and the declaration of its policy direction.
- China has been promptly carrying out the establishment of a marine carbon absorption plan and roadmap design, etc. and working on the integrated development of blue carbon and ecological environment protection.
- In addition, the country has enacted policy measures to facilitate the development of blue carbon in the terms of sustainable growth, ecological compensations and incentive supports and been attempting to link them with the national development strategic plan.
- The country is expected to continuously update related mid-and long-term development plans, including the development plan for the marine carbon absorption industry, comprehensive management plan for the use of carbon absorption in the coastal ecosystem, and construction plan for pilot marine carbon absorption zones.
- Since China has defined the development stage of its offshore wind power generation as 'the mature transition' since 2018, it is considered that China has already laid the foundation for leading the world offshore wind power generation sector.

-
- The development direction of China's 14th Five-Year Plan is to proactively promote large-scale power generation based on its experiences and achievements in the past and continue to work on the scale-up of offshore wind power generation through exploration on intensive transmission and intensive operation models.
 - Moreover, in "2030 Carbon Peak Roadmap", announced in October 2021, the Chinese planning authorities specified wind power alongside solar power as the strategic subject to achieve the goal.
 - In order to achieve the 'dual carbon' goal in the future, however, the offshore wind power generation sector will still require inducements and supports at the national level in various fields such as an incentive policy, market conditions, development plan arrangement, etc.
 - (Fishery industry) As carbon sinks in the maritime industry have developed in recent years, the Chinese government has begun to establish a policy for the fishery industry as well.
 - Before the 14th Five-Year Plan, the basic direction of China's carbon policy in the fishery industry was focused on energy saving and CO₂ emission reduction, mainly including the development of energy-saving fishing vessels and the introduction of new technologies, installations, and equipment for carbon emission reduction.
 - Fishery carbon sink is one of the most common and effective carbon sink methods, and the development of China's fishery

carbon sinks has been concentrated on four aspects: the establishment of institutions; basic researches; the building of sea area monitoring and evaluation as well as standardization systems; and the theory and practice of trading settlement.

- There are three representative fishery carbon sink development models in China as follow: mangrove forestation; seawater aquaculture; and mussel aquaculture.
- In July 2022, the Chinese Ministry of Agriculture and Rural Affairs and National Development and Reform Commission announced the ‘Emissions Reduction and Carbon Absorption Implementation Plan in Agriculture and Rural Areas’. This plan is intended to develop environmentally friendly aquaculture models such as organic aquaculture, ecological aquaculture in Wild Water Areas and integrated multi-trophic aquaculture and reduce methane emissions in order to enhance carbon reduction and absorption in the fishery industry.
- In addition, it was also determined to work on policies such as scientific shellfish and alga aquaculture in tidal flats and offshore, the construction of national marine ranches, the establishment of the three-dimensional ecological aquaculture system and energy saving and emission reductions in fishing vessels and fishing machines.
- Based on such policies, local governments of many coastal areas, including Tianjin, Zhejiang and Guangdong, announced fishery carbon sink policies tailored to their local conditions in succession.
- In the future, China’s carbon neutrality policy for the fishery industry is expected to be adjusted in terms of the

supplementation of systematic development policies, the establishment of carbon cycle models, the unification of settlement standards, the distribution of low-carbon aquaculture facilities and technologies, the industrialization of fishery carbon sinks and the facilitation of international cooperation.

- (Shipping and ports) China's shipping and port sectors have already been making effort in implementing government's policies to deal with climate change and reduce greenhouse gas emissions long before the 'dual carbon' goal was presented in 2020.
- Policies before the 'dual carbon' goal largely included the retirement of old ships and enlargement of ships, the standardization of ship types for inland waterways, marine-rail multimodal transportation, the power conversion of unloading machines, the use of alternative marine power (AMP), the development and application of clean (renewable) energy and the management of ship energy efficiency.
- After the 'dual carbon' goal was presented, policies were established and pilot projects were carried out in the way of enhancing measures which was proven to be effective among what were implemented so far.
- Specifically, more emphasis was put on the implementation of measures to enhance the synergy of pollution and carbon emissions reduction, including the development and application of new energy or clean (renewable) energy-powered port machines and ships, the use of AMP by ships berthing the port,

and the adjustment of the transportation structure in port hinterlands.

- In the process of promoting such policies so far, however, China discovered problems related to investment in mature technology applications, the test operation of new technologies, the ease of existing policy barriers, R&D investment resources for new technologies, the enactment of standard norms and the improvement of awareness on renewable energy, and it is expected that policy adjustments would be carried out for such problems in the future.

2) Implications

- Carbon neutrality is of great significance to the development of Korean marine and fishery industries as well since it requires policy changes in areas such as shipping and port, fisheries and fishing villages, marine energy, and blue carbon.
- In December 2021, Korea announced '2050 Carbon Neutrality Roadmap for Maritime and Fisheries Industries' and presented '2050 Carbon Neutrality Roadmap' containing the direction of carbon reduction policies for the maritime and fishery industries.
- In the 3rd Ocean Korea 21 (Master Plan for Maritime and Fisheries Development, 2021-2030), Korea designated the 'environmentally friendly and reasonable use of the ocean' as one of the major 6 strategies and has been working on the 'realization of decarbonized and eco-friendly, pleasant ports'

which was selected as the main task.

- It is necessary to adjust and use China's phased approach for realizing the blue carbon economy to suit Korea's situations.
- In order to realize the blue carbon economy, China considers that it is indispensable to build the carbon emission trading value settlement system and the carbon emission trading system and then prepare the carbon neutrality investment and financing system based on the settlement results.
- In addition, China also intends to establish the blue carbon fund system to expand financial policy supports for the blue carbon industry, and seeks ways to designate as well as operate pilot carbon absorption zones in the maritime and fishery industries to carry out a pilot project and then expand it depending on the results.
- Such approaches are worth referring to as one of ways to maximize the effect of new policies and reduce the probability of failure.
- It is needed to reflect the blue carbon concept more actively in checking the implementation process of Korea's Ocean Korea 21.
- Looking at the marine policy direction or major projects related to maritime space uses from the 3rd Ocean Korea 21 (2021-2030), the specific means of policy on the expansion of the carbon neutrality and blue carbon market is relatively insufficient.
- Korea has one of world's five largest tidal flats which make it possible to capture and sequester 600,000 tons of carbon

dioxide annually, and thus boasts favorable conditions for implementing the blue carbon policy.

- However, the policy direction related to tidal flats have so far been focused on improving biodiversity, enhancing the link with the effect of enhancing fishery resources, and managing fishing grounds and tidal flats mainly for productivity improvement.
- It is required to continue to make R&D efforts in improving international competitiveness and monitor Chinese technology advancement in the global offshore wind power market.
- With the development of offshore wind power, Korea has already been faced with a variety of problems, including the coordination of power generation permits and sea area management, negative impact on the fisheries and marine environment and conflicts occurring among stakeholders.
- It seems difficult to apply the Chinese experiences and future policy directions of offshore wind power generation to Korea's situations without any adjustment.
- Although it is determined that Chinese-style large-scale offshore wind power development and long-term low-carbon policy means does not present great potential in Korea, the share and potential of offshore wind power in the global renewable energy market are likely to increase in the era of carbon neutrality down the road.
- Although China's fishing ground environment is different from that of Korea in terms of its scale and development stage, it has several implications on the premise of the blue

carbon-related potential of the fishery industry itself, the enhancement and eco-friendly use of maritime spaces and resources and resource recovery.

- In the big policy direction, it is required to gradually turn the fishing ground and tidal flat management plan focusing on productivity improvement into the management plan focusing on the expansion of carbon sinks.
- Specifically, considering the aging population of fishing villages, long-term policy shifts are needed to focus on improving efficiency and enhancing the share of eco-friendliness, etc., rather than improving productivity.
- It is necessary to strengthen more systematic upper-layer design and development plans and design a roadmap to develop fishery carbon sinks, in order to facilitate carbon sinks in the fisheries sector.
- It is required to find various routes to realize fishery carbon sinks and develop new models for increasing fishery carbon sinks.
- Despite the struggling global economic situation, for its ‘dual carbon’ goal in the shipping, port and logistics industries, China is expected to focus more on technology innovation and institutional supports.
- Since enhanced environmental regulations such as IMO’s Carbon Intensity Indicator (CII) are scheduled to be executed in the shipping industry in 2023, pressure on ‘carbon neutrality’ has become the most pressing issue at hand.
- According to new carbon reduction policies presented currently,

it is highly likely that emphasis will be shifted to innovations such as developing new marine fuel based on bio raw materials and building new ships with such marine fuel applied.

- In order to achieve the ‘dual carbon’ goal in the port sector, major ports across China have been carrying out the ‘mainly emphasized projects’ to install automated rail cranes and introduce new energy-powered autonomous trucks, etc. under the banner of ‘building a green port’.
- In order to occupy a favorable position in the carbon emission trading system in the future, Chinese ports are likely to have the structure of mutual competition among themselves through innovation technologies, which in turn could rather facilitate technology innovation further.
- It is worth noting that China intends to link the acceleration of technology innovation with the facilitation of the carbon emission trading market in the future implementation direction of its ‘dual carbon’ policy emphasizing innovation and market.
- Korea has also turned crisis into opportunity and achieved certain results through its independent efforts such as the ‘Five-year Plan for Shipping Reconstructing’ in the shipping industry for the past years.
- Nevertheless, it is necessary to more actively review as products in the carbon emission trading system, new technology and innovation technology solutions enabling ‘carbon neutrality’, especially in the shipping and port sectors.

-
- More efforts, mainly by large enterprises, are required to establish ESG management standards suitable for Korean situations in the shipping, port and logistics industries.
 - Specifically, whether to implement ESG management is expected to serve as an important variable in terms of future expansion into overseas market such as Europe (for example, local investment), etc.
 - In the long term, it is needed to consider that if the enactment and introduction of the ESG management standards is delayed, we could be left behind in global competition in the related overseas market.

3) Korea-China Cooperation

- Regarding carbon neutrality, the Yellow Sea¹⁵⁾ can be preferentially considered as the geographic space for Korea-China cooperation in the maritime sector, and its main starting point is likely to be a cross-border marine space plan.
- Policies for blue carbon mainly include the development and use of marine renewable energy, the sustainable use of marine living resources, and the protection and restoration of the marine ecological environment, all of which are connected to the marine space (use) plan.

15) Hereinafter the term 'the Yellow Sea' is used for the target of international cooperation as it is the official terminology established in the East Asian community

- Currently, Korea has been continuously cooperating with China via the multilateral platform of the Yellow Sea Large Marine Ecosystem (YSLME) at the national level, which needs to be further expanded as a cooperation channel to accelerate the realization of blue carbon.
- For bilateral cooperation, it is necessary to have in-depth discussions on the cooperation plan aiming at realizing blue carbon and carbon neutrality at the Korea-China cooperation dialogue first held in April 2021.
- Local governments of coastal areas in Korea should build a regular, permanent exchange platform together with Chinese coastal local governments (provinces and cities) who have already accumulated related experiences, in order to benchmark the advanced policies and cases of China.
- When carrying out a carbon sink project not at the national level but at the local level, it is possible to identify its possibility and check detailed action plans, by sharing knowledge on Chinese local governments' experiences.
- It is required to enhance cooperation between local governments of the two countries, by focusing on the 'blue carbon trading market' which is as a part of the carbon emission trading market.
- Each area in China (Hainan, Shandong, Zhejiang, Fujian, Xiamen, etc.) has already established its own carbon absorption plan for the realization of blue carbon competitively and been actively working to facilitate the carbon emission trading market as well.

-
- Although the room for cooperation in the offshore wind power generation industry is not that much large, Korea needs to facilitate R&D cooperation with China in that it is a future industry of great potential to secure global competitiveness in the era of carbon neutrality.
 - China has experiences in the construction of offshore wind power plants under various conditions, and the more the technological level of China's offshore wind power generation develops, the greater the influence of technology standards, etc. could expand in overseas countries.
 - Furthermore, China is attempting various convergence such as the linkage of offshore wind power generation with solar power generation or in-depth integration with offshore oil fields, and pilot energy island projects.
 - If the Korean offshore wind power generation industry intends to get out of the narrow realm of the 'domestic' market with various constraints and secure the competitiveness of the global growth industry, R&D exchange cooperation with China could provide a very good venue to improve competitiveness.
 - In order to facilitate cooperation for fishery carbon sinks between Korea and China, it is required to strengthen exchanges in the field of fishery carbon sinks in the short run and enhance the role of fishery carbon sinks in both countries' 'dual carbon' and low-carbon and green development strategies by tapping into the leading role of both countries' fishery production and trade in the long run.

- Since the production of seawater aquaculture in Korea and China accounts for 64% and 62% of each country's marine fishery production, respectively, it is required to enhance research on the carbon storage in products from seawater aquaculture.
- The offshore fishery production in Korea and China accounts for about 80% and 65.8% of each country's total landings, respectively, and fishing methods of both countries are almost similar and various. Accordingly, there is a need to enhance research on low-carbon and emission reduction technologies as well as facilities for the production by offshore fishing vessels.
- It is necessary to continue to boost mutual R&D experiences, including carbon sink methodologies for tidal flats and marine ranches, via expert workshops or forums, and improve the accuracy of carbon emission calculations and solve shared problems through joint research on fishery carbon emissions and carbon emission measuring technologies.
- As each of the two countries is conducting pilot projects to construct 'zero-carbon' aquaculture and processing and distribution companies and seeking the synergy mechanism of pollution and carbon reduction, it is necessary to build a green fishery supply chain.
- Cooperation plans should be sought in that the fishery industry is closely related to the global cold chain such as international fishery product processing, storage, and distribution.
- Since there may be differences in the two countries' paths and policy needs for the carbon neutrality of the maritime and port industries, it is necessary to enhance experience

exchanges between the decision-makers of marine industry policies and researchers supporting such decision-making in the two countries.

- Understanding and benchmarking of each other's experiences and awareness would help each country improve the level of policy enactment and the effect of policy implementation.
- Both Korea and China are shipping powerhouses, and their joint response is needed to establish market mechanisms for reducing emissions in the global shipping sector.
- Currently, there are advantages and disadvantages in market mechanisms included in IMO's discussions. By discussing them, both countries' related research institutions could analyze an impact these mechanisms have on the development of each country's maritime industry and international trade and explore a way to reduce such impact.
- Since Korea and China, as shipping powerhouses, are very closely located, have excellent shipping connectivity and secure conditions for building green shipping corridors, it is possible to carry out joint research on a plan to build Korea-China green shipping corridors.
- Because emission reduction paths are not clear in the international shipping sector, establishing green shipping corridors among ports could help explore technical and management issues to achieve low-carbon or zero-emission shipping.

- In doing so, practical experiences and evidences could be provided for developing related rules in the future.
- For the carbon neutrality path of ports, it is necessary to facilitate exchanges with China in fields of automation and smartization, the convergence development of new energy, etc.
- The carbon neutrality path of China's ports is the electrification of port machines and port working ships, and the convergence development of ports and new energy contributes to the development of wind and photovoltaic power generation, facilitating the integration of wind and photovoltaic power storage.
- Currently, there has been a lot of progress, including the construction of fully power-automated container terminals, the development and application of electric port working tugs, the use of unmanned electric container trucks, the construction of the port wind and photovoltaic power generation system and the certification of carbon-neutral automated container terminals.
- Besides, based on the project related to the smartization of transportation modes such as the development and introduction of autonomous truck and ship technologies as a part of the 5th Master Plan for National Logistics (2021-2030), it seems necessary to further expand the share of technology and development for them.
- There is a need to strengthen effort to actively discover projects which allow mutual cooperation between Korea and China in the fields of new energy industry, green finance and 'carbon-neutral' city construction, etc., which have the shared goal of 'carbon neutrality'.

01

서론

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경과 필요성

2018년 10월, 제48차 기후변화정부간패널(IPCC)이 ‘지구온난화 1.5℃’ 특별보고서’를 발표했다. 그 핵심 내용은 국제사회의 이산화탄소 배출량을 2030년까지 2010년 대비 최소 45% 감축하고, 2050년까지 순제로(net-zero) 배출을 달성하자는 기후위기 대응 목표치 및 달성기간을 제시한 것이다.¹⁶⁾ 국제적인 합의에 근거한 보고서라는 점에서 이후 세계적으로 ‘탄소중립’(carbon neutralization) 바람이 몰아쳤다.

탄소중립 충격은 일차적으로 기업과 산업계에 가해졌다. 특히 유럽을 중심으로 광범위한 후속 규제안이 발표됐다. 기후변화 저감, 기후변화 적응, 물과 해양자원의 지속가능한 사용과 보호, 순환경제로의 전환, 오염방지 및 통제, 생물다양성 및 생태계 보호 및 복원(restoration) 등을 주요 목표(‘6대 목표’)로 하여 투자를 규제한다는 내용이다. 이에 대한 방안 마련은 기업

16) IPCC(2018), p.12.

과 산업계에게 ‘발등에 떨어진 불’이 됐다.¹⁷⁾

국제사회의 탄소중립 목표 설정은 에너지 소비가 많은 각국 정부에 특히 세계 최대 이산화탄소 배출국인 중국에 커다란 부담으로 작용했다. 2019년 탄소중립 글로벌 규제강화가 시작될 무렵, 중국의 이산화탄소 배출량은 101.7억 톤으로 세계 최대였다(당시 세계 이산화탄소 배출량의 약 30%, 아시아 전체 이산화탄소 배출량의 60%를 차지).¹⁸⁾ 중국 등 주요 배출국이 동참하지 않는 한 세계의 탄소중립 합의는 ‘선언적 의미’에 그칠 것이라는 전망과 함께, 중국의 동참 가능성에 대해서도 대체로 회의적인 여론이 우세했다.

그러나 2020년 9월 제75차 유엔총회에서 반전이 일어났다. 당시 유엔총회에 참석한 중국 시진핑 국가주석은 총회연설을 통해 △ 2030년 이전 자국의 탄소 배출량을 정점에 이르게 하고(‘탄소피크’. 碳达峰) △ 2060년까지 탄소중립을 달성한다(‘탄소중립’. 碳中和)는 자국의 목표를 공표했다. 이른바 ‘쌍탄 정책’의 출발점이다. 이후 쌍탄 정책의 실질적인 내용과 추진 방법은 중국의 ‘국민경제사회 발전 제14차 5개년 계획(2021-2025) 및 2035년 원경목표’(이하 ‘14·5 계획 및 2035 원경목표’)를 통해 구체화됐다.¹⁹⁾

중국은 쌍탄 목표 달성을 위한 대상으로 △ 에너지 소비 총량과 탄소 집약도를 통제하기 위한 제도 완비 △ 화석 에너지원 소비의 증점 억제를

17) Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088, pp. 13-18 참조. 이 규제안은 유럽환경청, ESAs, 유럽투자은행 및 유럽투자기금 등 금융 부문이 ‘지속가능 금융 플랫폼’을 결성해 유럽 내 투자, 제3국의 대 유럽 투자에 ‘지속가능성’을 심사해 비지속가능성 투자를 규제하는 내용을 포함함. 세부 내용은 EUR-Lex - 32020R0852 - EN - EUR-Lex (europa.eu) 참조

18) 김성진 외(2021), p.26.

19) 2021년 3월 11일 제13기 전국인민대표회의 제4차 회의에서 통과됨. 공식 문건 명은「中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要」임

제시했다. 아울러 탄소피크를 달성하기 위한 구체적인 방안으로 대기업(중점 기업)의 탄소피크 목표달성 솔루션법, 제조업·건설·교통 등 영역에서의 청정·저탄소 에너지로의 전환을 추진하기로 했다. 특히 중국은 에너지원 대체와 관련해 관련 제도 마련과 수소 에너지를 비롯해 수력·풍력·태양력·바이오 에너지 등 재생가능에너지원 개발 및 확대·보급에 대대적인 투자를 병행하고 있다.²⁰⁾ 아울러 중국은 탄소중립 목표를 도시농촌(城乡) 건설, 농수산물 생산, 기초시설(SOC) 발전과 연결 짓고 있다.

중국의 전 산업·생활 분야에 걸친 대규모 탄소중립 정책 추진은 중국 해양수산은 물론 한국의 해양수산(해운·항만·국제물류, 수산, 해양관리 등 해양 정책)에도 큰 영향을 끼칠 것으로 보인다.

그 이유는 첫째, 중국 탄소중립 실현 방법 대부분이 에너지 전환, 에너지 효율 제고와 관련된 해양수산 전반의 디지털화·스마트화, 더 나아가 신산업 시장 창출과 직·간접적으로 연결되어 있기 때문이다. 중국은 해양수산 분야의 탄소중립 실현 주요 수단으로 스마트화를 간주하고 있다. 이는 중국이 해양수산 분야의 탄소중립 목표 달성 속도를 높이면 높일수록 중국 해양수산 분야의 디지털 전환 또는 스마트화 속도가 빨라질 것이며, 중국의 디지털화·스마트화 기술 경쟁력이 앞서나가게 될 것임을 시사한다.

다음으로, 중국의 해양수산 분야 탄소중립은 국제 사회와 협력을 강조하고 있다는 측면에서 면밀하게 검토할 필요가 있다. 중국은 2060년 전까지 탄소중립 목표 달성을 △ 기후변화 국제협력의 건설적인 참여와 주도 △ 유엔기후변화협약(UNFCCC) 및 파리협정의 이행 △ 기후변화 ‘남남(南南) 협력’ 등 국제협력을 전제로 하고 있다. 이는 기후변화(또는 기후위기) 대응이 갖는 국제적 성격에 기인하는 것이기도 하지만, 중국이 탄소중립을

20) 중국은 청정에너지 개발, 석탄의 청정·고효율 이용을 위한 기금으로 약 16조 위안(한화로 약 3,177조 원)을 확보함. 能源环境产业联盟(2022.9.22.)(검색일: 2022.9.27.)

이행함에 있어 국제협력을 ‘주도’하려는 적극성을 갖고 있기 때문이다.

마지막으로 중국의 탄소중립 정책을 면밀히 살펴보아야 할 또 다른 이유는 세계 해양수산 분야 중국의 위상과 비중 때문이다. 중국은 국제화물 운송 분야에서 가장 큰 시장이다. 또한 세계 수산물 총생산량의 30% 이상을 차지하고 있으며, 33년간 세계 1위를 지키고 있는 부동의 세계 최대 수산대국이기도 하다.²¹⁾ 중국은 세계 최대 조선국으로 한국과 경쟁하고 있으며, 해양플랜트 장비의 조립·건설 면에서도 세계 선두권이다.²²⁾

2. 연구 목적

중국은 2020년 9월, 2060년까지 탄소중립 목표를 선언하고, 해양수산 분야에서도 전방위적으로 계획 수립과 자금 투자, 제도 개선을 추진하고 있음에도 한국은 아직 중국의 해양수산 분야 탄소중립 정책에 대한 체계적인 조사·연구를 이행하지 못하고 있다.

중국의 ‘쌍탄 정책’은 해운·항만, 수산·어촌, 해양에너지 및 블루 카본, 해양폐기물, 이산화탄소 포집·전환 등 해양수산 전 분야에서 정책 대전환을 예고하고 있다. 중국 전체의 국가발전 계획과 별도로 해양수산 분야에 대한 좀 더 세부 정책 방향과 내용에 대한 충분한 검토를 필요로 한다. 더욱이 해양수산 분야에서의 탄소중립 문제는 한중 양자 교역은 물론, 역내 포괄적경제동반자협정(RCEP)과 향후 진행될 한-중 FTA 2단계 협상(상품 무역의 추가 협상 및 무역 물류·해상운송 서비스 무역 등을 포함)에도 직간접적인 영향을 줄 것으로 보인다.

21) 2020년 중국 수산물 생산량은 6,549만 톤으로 세계 총생산량의 30% 이상을 차지함. 하염뢰(2022), p.1.

22) 최근 중국공산당 중앙선전부의 성과 소개에 따르면, 중국의 해양 신산업은 지난 10년간 연평균 10%를 웃돌고 있음. 진선선(2022), p.1.

이에 본 연구는 중국의 해양수산 분야 전체 정책방향을 재확인하는 한편, 각 부문별(해양, 어업, 해운·항만 등)로 중국이 수립하거나 추진 중인 정책의 세부 내용을 살펴보고, 중국의 탄소중립 정책이 한국에 갖는 함의 도출과 더불어 향후 실현 가능한 한중 협력 방안을 제안하고자 한다.

구체적으로는 중국의 탄소중립 정책 및 관련 기술이 한국에 적용 가능한지를 검토하여 한국의 해양수산 분야 탄소중립 목표 실현에 정책 참고 자료를 제공하고자 한다. 1차로 자료 제공이 가능할 것으로 판단되는 정부 간 플랫폼(또는 채널)으로는 한중일 물류장관회의, 한중 해양협력 대화²³⁾, 한중어업위원회 등을 들 수 있다. 2차로 해양 신산업 부문(조선, 해양플랜트, 4차 산업혁명 기술을 이용한 스마트 해운·항만 부문)과 관련된 유관 기관, 해당 기업에 대해 협력 과제 발굴에 참고점을 제공하고자 한다.²⁴⁾

나아가 해양수산 분야의 탄소중립과 관련하여 부문별로 한중 공동 연구, 기술협력 방안을 제안하고자 한다. 특히 교통·운송 분야의 탄소중립과 ‘에너지 전환’ 문제는 선사와 포워더를 비롯한 해운물류 서비스, 국제물류 서비스²⁵⁾ 분야는 물론, 제조업과 농수산업 분야 투자 및 생산 활동에도 큰 파급 효과를 불어올 것으로 예상되고 있다. 이에 각 기업이 새로운 시장을 창출하거나 새로운 사업 기회를 찾는데²⁶⁾ 실질적인 도움을 줄 수 있는 정보를 제공하고 가능한 대안을 제안하고자 한다.

23) 양국의 외교부 담당(국장급)을 대표로 하며, 해양수산부 등 관련 기관 실무급이 참여함. 2021년 4월 제1차 대화가 화상으로 개최되었으며, 상호 정례화하기로 합의함. 1차 회의에서 합의된 주요 협력가능 영역으로는 공공 위생(보건), 디지털 경제, 녹색 발전, 과학교육, 문화예술 등이 있으며, 세부 분야로 ‘해양실�크로드 혁신’과 함께, 기후변화 대응(중국 표현 ‘应对气候变化’)이 포함되어 있음

24) 해운·항만 분야의 경우, 대표적으로 해운재건계획을 추진해온 해양진흥공사, 부산항 등 각 항만공사 등을 들 수 있음

25) 공급사슬 부문에서도 탄소중립 실현은 시급한 과제로 부각되고 있음. 현재 이 부문에서는 탄소 에너지 사용 최적화·효율화를 위해 생산 공정 최적화 및 운송·보관 등 물류 과정 최적화 방안이 논의되고 있음. 단적인 사례로 WEF(2021) 등을 참조

26) 선박 연료의 경우, 바이오연료, LNG, 수소, 암모니아, 연료전지 등을 예로 들 수 있음. 이 중 수소는 생산 및 저장, 운송 등의 기술 외에 안전성 확보 기술 등이 요구되며 상용화 및 관련 기업의 시장 개척 기회가 됨

궁극적으로 한중 협력을 통해 우리나라 해양수산 분야가 당면한 탄소중립 과제의 충격을 줄이고, 이익을 확대하는 정책 수립에 기여하고자 한다.

제2절 연구 방법과 내용

1. 연구 추진 방법

본 연구는 크게 네 단계로 나누어 추진한다.

첫째, KMI 중국연구센터가 중국 현지에 주재하는 이점을 충분히 활용하여 해운·항만, 수산, 해양 분야 연구진이 중국 관계 부처별 탄소중립 관련 정책, 보도자료 등 현지의 기초 자료를 충실히 수집·분석한다. 아울러 국내외 관계 기관 및 연구기관의 연구 보고서 등 선행 연구를 대상으로 문헌 조사를 실시한다.

국내 문헌의 경우, ‘2030 한국형 친환경 선박(Greenship-K) 추진전략’, ‘제1차 친환경선박 개발보급 기본계획(2021-2030)’ 등 해양수산 분야 탄소중립 관련 현재 추진 중인 정부 계획을 검토하여 중국 탄소중립 관련 정책과의 공통점·차이점 등을 비교·분석하고 한중 협력 관련 시사점 도출에 활용한다.

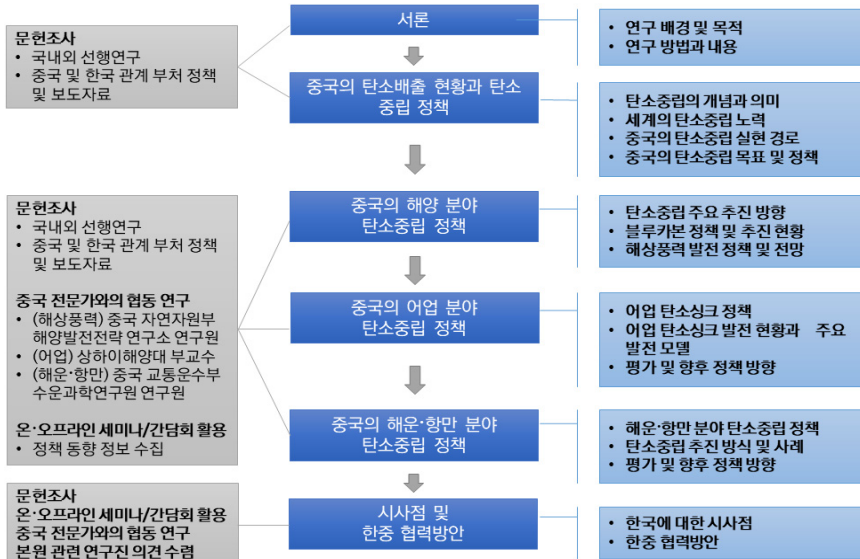
둘째, 중국측 관련 전문가와 협동연구를 실시한다. 협동연구 우선 대상은 중국 각 대학 및 연구기관 소속으로 해양, 수산, 해운·항만 분야 등 각 분야별 탄소중립 정책 수립에 직접 참여했거나 정부 정책을 자문하고 있는 전문가를 우선으로 한다. 협동연구 방식으로는 분야별 원고 자문, 세부 주제 혹

은 중국이 현재 진행 중인 프로젝트와 관련하여 현장 방문 및 전문가 면담 등을 적극 추진한다.

셋째, KMI 중국연구센터가 중국 현지에서 주재 중인 이점과 코로나19 상황을 감안하여 현지 온·오프라인 세미나와 간담회 등을 적극 활용한다. 산·학·연 관련 분야 한·중 양국의 전문가가 참여하는 세미나 또는 전문가 간담회 참가를 통해 정책 동향 정보를 수집하고 협력 방안, 세부 사업 등을 발굴하여 보고서에 반영한다.

넷째, 상기의 방법에 의한 결과를 본원의 각 분야별 연구 담당자와의 협의를 통해 본원(본국)의 의견을 수렴하여 최종 보고서에 반영한다. 중간보고 및 워크숍 등의 형식을 활용하여 국내 해당 분야 정책 담당자와 업·단체의 참여를 유도하고, 이를 통해 좀 더 현실적인 정책 제언이 나올 수 있도록 하며 활용 가능성을 제고한다.

〈그림 1-1〉 연구 추진 방법



자료: 저자 작성

2. 연구 내용

2장에서는 국제사회에서 통용되는 탄소중립 개념화 과정을 간략히 살펴보는 한편, 중국 적용 과정, 탄소중립 정책의 전반적인 흐름을 개관하고, 해양수산 분야에서 탄소중립 정책 추진 방향, 추진 현황 등을 개괄적으로 소개한다.

국가 전체의 발전 계획상 탄소중립의 문제가 어떤 과정을 거쳐 오늘에 이르렀는가를 파악하기 위해서 중국의 가장 상위 발전계획인 ‘국민경제 및 사회발전 5개년 계획’²⁷⁾(이하 차수에 따라 ‘13.5 계획’, ‘14.5 계획’ 등 중국식 관행을 따름)의 관련 내용, 특히 ‘녹색 발전’을 비교·검토한다.

아울러 탄소중립 실현을 위한 기본적인 정책 방향의 내용을 ‘탄소피크 및 탄소중립 업무 추진 의견’ ‘탄소피크 행동방안’ 등을 통해 알아보고, △ 산업구조 전환 △ 에너지 전환 △ 에너지 절약 및 효율 향상 △ 저탄소 기술 개발 등 중국 당국이 설정한 ‘탄소중립 실현 경로’를 검토한다.

3~5장은 해양수산 분야 세부 부문별로 구체적인 정책 내용, 이에 따른 주요 역점 사업과 모범 사례(주요 사례), 문제와 한계점, 향후 정책 방향을 살펴본다.

3장(해양 분야)에서는 중국의 해양관리, 해양환경 보호 등 거시적인 해양 정책의 탄소중립 실현 노력을 ‘블루카본 정책’에 집중하여 살펴본다. 우선 중앙 차원의 총체적인 계획으로 ‘14.5 계획’의 세부 내용을 알아보고, 하이난성, 웨이하이시 및 광둥성, 광시자치구, 푸젠성 등 연안 성·시급 차원에서

27) 신중국 성립 이래 중국의 5개년 계획은 1953~57년을 계획기간으로 한 제1차 5개년 계획(약칭 1.5 계획) 수립 이후 2022년 현재까지 14차에 이른다. ‘계획’의 중국 공식 명칭은 ‘11.5 계획’까지는 ‘지화’(计划)를 사용하다 ‘12.5 계획’부터 규범성이 더 강화된 ‘궈이화’(规划)로 변경했으나, 본 연구에서의 번역어로는 ‘계획’을 채택하여 사용함(한국의 ‘국토종합계획’ 등 관행을 고려). 중국의 ‘5개년 계획’ 변천과정에 대해서는 尹俊·徐嘉(2021) 참조

‘14.5 계획’이 어떻게 현실화되고 있는지를 살펴본다. 다음 블루카본 실현을 위한 세부 수단(조사모니터링, 생태복원, 시범사업 등)의 적용 사례를 살펴본다. 아울러 해양 분야에서 탄소중립 노력의 주요 대안으로 떠오르고 있는 해상풍력 발전 정책의 내용과 실재를 확인하고, 해양 분야 여러 정책 수단의 갖는 문제점, 향후 정책 방향을 전망하고, 한중 협력 시사점을 도출하고자 한다.

4장(어업 분야 탄소중립 정책)에서는 어업 탄소싱크를 중심으로, 어업 탄소싱크 개념의 도출 과정, 정책의 변천·발전 과정을 알아보는 한편, 어업 탄소싱크의 확대·보편화를 위한 각종 제도적·정책적 수단의 내용을 분석한다. 또한, 이에는 탄소 격리에 따른 보상 메커니즘의 개발, 해역 모니터링 표준화, 어업 탄소싱크의 거래시장 육성 등을 포함한다. 아울러 이와 같은 정책 수단들이 어업 현장에서 어떻게 작동하고 있는지를 광둥성 잔장(湛江)의 맹그로브숲 조성 사례, 푸젠성 푸저우시 련장(连江)의 친환경 양식, 저장성 성쓰(嵊泗)의 혼합양식 사례를 통해 알아본다. 끝으로 정책 추진 과정에서 이제까지 제기된 문제점과 향후 정책 방향을 전망하고 한중 협력 시사점을 도출한다.

5장에서는 해운·항만 부문 탄소중립 정책의 내용을 다룬다. 구체적인 사업으로는 △ 노후선박 감적 및 선박 대형화 △ 선박의 육상전원 사용 △ 컨테이너 터미널 자동화 및 스마트화 등의 추진 현황과 모범 사례를 제시하고, 이를 종합하여 문제점 및 향후 정책 방향을 전망하고 한중 협력 시사점을 도출한다.

6장에서는 이상의 조사·연구 결과를 종합하여 해양수산 분야에서 탄소중립이라는 목표 실현을 위한 한중 협력 방향과 가능한 사업들을 제안하고자 한다.

3. 선행연구 분석 및 차별성

현재까지 중국의 탄소중립 정책, 나아가 중국의 기후변화 대응에 대한 연구는 주로 국제 경제적(경제안보적) 관점, 산업 경쟁력 관점, 에너지 산업 관점에서 이뤄져왔다.

가장 관심이 집중된 것은 국제 경제적(경제안보적) 관점으로 이는 국제 사회에서 기후변화의 파급력이 코로나19라는 팬데믹 위기 못지않은 ‘기후위기’로 간주되며, 탄소중립 목표가 그 광범위한 파급력의 대응방안으로 받아들여지고 있는 데에서 기인한다. 이주관 외(2021)에 따르면 이와 관련한 연구 경향은 2018년 탄소중립 목표가 제기되던 무렵의 ‘근본적인 전환’을 대신하여 최근에는 통상정책 및 산업정책, 수출 경쟁력을 고려한 ‘완급’과 ‘우선순위’ 조절이 강조되고 있다.²⁸⁾

중국의 탄소중립 정책 자체에 초점을 맞춘 연구는 ‘중국의 2060 탄소중립 추진전략 연구’(김성진 외, 2021)가 있다. 이 연구는 중국의 탄소중립 정책을 중국의 ‘전략적 대응’이라는 관점에서 접근하고 있으며, 중국의 중장기 시나리오, 전략 실현을 위한 법제화 현황, 중앙과 지방의 탄소중립 목표 추진을 위한 거버넌스에 초점을 맞추고 있다. 중국의 국가경제 전체를 분석 단위로 하고 있어, 해운·항만 등 국제적인 성격이 강한 산업 분야에서 한중 협력 시사점을 얻기가 쉽지 않다.

〈표 1-1〉 선행 연구와의 차별성

구분		연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
주요 선행	1	- 과제명: 2050 탄소중립 추진체계 해외사례 연구 - 연구자(년도): 한국환경 정책학회, 한국법제연구	법령조사, 문헌조사, 전문가 인터뷰 실시 및 분석	- 국제사회의 탄소중립 추진체계 및 동향 - 해외 주요국의 탄소중립 추진체계 동향

28) 이주관 외(2021), pp.18-19.

구분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
연구	- 원, 한국도시정책연구소 (2021) - 연구목적: 우리나라의 2050 탄소중립 달성 및 안정적이고 지속가능한 추진체계 및 실행조직 구축방안 제시		- 탄소중립을 위한 해외 주요국(5개국)의 거버넌스 구성 분석 - 국가별 탄소중립 운영사례 연구
	- 과제명: 국내외 탄소중립 기술 로드맵 분석 및 거버넌스 구축방안 - 연구자(년도): 에너지경제연구원 (2021) - 연구목적: 해외 주요국의 탄소중립 기술 정책 및 추진체계를 분석 하여 국내 탄소중립기술 로드맵 및 거버넌스 구축 시사점 도출	- 국내외 관련 선행 보고서 문헌조사 - 국내외 탄소중립 정책 및 기술 관련 전문가 설문조사 - 분야별 전문가 대상 초점집단면접조사 (FGI) 실시	- 글로벌 탄소중립 기술 로드맵 현황 분석 - 국내 탄소중립 기술 로드맵 현황 분석 - 국내 탄소중립 기술 로드맵 거버넌스 구축 방안
	- 과제명: 세계 주요국 탄소중립 전략과 중국의 저탄소 전략의 비교 분석 - 연구자(년도): 이성규 외 (2021) - 연구목적: 정부의 다자간 기후변화 대응 협상 전략과 국내 기업들의 탄소배출 저감 및 수출전략 수립을 위해 주요국의 탄소중립 전략과 중국의 2060 탄소중립 시나리오 분석	- 중국 내 공식적인 에너지 전문기관에서 발표한 중국의 2060년 탄소중립 시나리오 활용 - 중국 국제 에너지정치 분야 전문가와 공동연구 수행 - 중국 연구협력 기관 연구진과의 전문가 워크숍 개최	- 글로벌 2050 탄소중립 시나리오 - 주요국의 탄소중립 전략 - 중국 2060 탄소중립 선언과 이행 시나리오 분석 - 중국의 탄소중립 관련 국제공조 및 대응 전략
	- 과제명: 중국의 2060 탄소중립 추진전략 연구 - 연구자(년도): 김성진 외 (2021) - 연구목적: 중국의 탄소중립 추진과정에 대한 평가 및 향후 전망을 중심으로 정책적 시사점 도출	- 문헌 연구 - 전문가 좌담회 개최	- 탄소중립 선언 이전 중국의 기후변화 대응 전략 - 탄소중립을 위한 중국의 중·장기 시나리오 - 탄소중립을 위한 중국의 법제 - 중국 지방 차원에서의 탄소중립 추진 - 중국의 탄소시장

구분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
차별성	• 기존 연구는 중국의 '탄소 중립' 정책 및 전략 전반에 대해 포괄적으로 연구 수행 • 본 연구에서는 해양수산 분야에 특화된 중국의 '탄소 중립' 정책을 체계적으로 파악 • 해운·항만, 해양에너지, 어업 분야에서 한중 탄소 중립 협력방안 제시 및 우리나라의 해양수산 분야 탄소중립에 기여	• 문헌조사 : 중국 관련 정부 부처, 전문기관 등이 발표한 관련 제도, 보고서 등과 전문 매체 보도자료 검토 • 협동연구 : 수산, 해운·항만 분야의 관련 중국 대학 및 연구기관 전문가와 협동연구 추진 • 전문가 자문 및 세미나 : 해양수산분야별 '탄소중립' 정책 추진 동향, 사례, 전망 자문 • 본원 관련 연구진 의견 수렴 및 반영	• 중국의 탄소중립 정책 주요 내용 및 추진 방향 • 해양수산 분야별 중국의 탄소중립 정책 동향 파악 • 한국에 대한 정책적 함의 및 한중 협력방안 제시

자료: 저자 작성

02

중국의 탄소배출 현황과 탄소중립 정책

제1절 탄소중립의 개념과 의미

산업화 시대에 접어들면서 공업생산, 일상생활에서 배출되는 온실가스가 많아지고 대기 중 온실가스의 농도가 높아지면서 지구온난화 등 일련의 기후 문제가 발생하고 있다.

온실가스 중 이산화탄소의 비중은 약 60%로 가장 크고 2020년 대기 중 이산화탄소 농도는 400pp를 초과했다. 탄소배출은 주로 이산화탄소 배출을 가리키지만 온실가스 배출의 총칭이기도 한다.

탄소피크는 한 경제체(지역) 활동에 의한 연간 이산화탄소 배출량이 사상 최고치에 도달한 후 지속적인 감소세로 전환하는 과정을 말하며, 이산화탄소 배출량이 증가에서 감소로 전환되는 변곡점이다.²⁹⁾ 따라서 탄소피크는 국가가 기후변화에 대처하는 핵심 단계이다.

2019년 기준, 세계 49개국의 탄소 배출량이 정점에 도달하였고 이는 세계 탄소 배출량의 약 36%를 차지한다. 이들 국가 중 일부는 경기 침체와

29) 国合华夏城市规划研究院(2021), p.2.

경제구조 전환으로 탄소피크를 달성했으며, 주로 구소련 공화국과 동유럽 국가에 집중됐다. 유럽의 일부 국가는 엄격한 기후정책과 느린 경제성장으로 인해 탄소피크에 도달했다.³⁰⁾

〈표 2-1〉 주요 국가 탄소피크 도달 현황

시간	국가
1990년 이전	아제르바이잔, 벨라루스, 불가리아, 크로아티아, 체코, 에스토니아, 그루지아, 독일, 헝가리, 카자흐스탄, 라트비아, 몰도바, 노르웨이, 루마니아, 러시아, 세르비아, 슬로바키아, 타지키스탄, 우크라이나
1990~2000년	프랑스, 리투아니아, 룩셈부르크, 몬테네그로, 영국, 폴란드, 스웨덴, 핀란드, 벨기에, 덴마크, 네덜란드, 코스타리카, 모나코, 스위스
2000~2019년	아일랜드, 미크로네시아, 오스트리아, 포르투갈, 호주, 캐나다, 그리스, 이탈리아, 스페인, 미국, 산마리노, 키프로스, 아이슬란드, 리히텐슈타인, 슬로베니아

자료: 国家电力投资集团有限公司&中国国际经济交流中心(2021), p.3.

탄소중립은 자연적 수단(탄소흡수, 광물 풍화 등) 및 인위적인 조치(식수 조림(植树造林), 에너지 절약, 탄소포집, 탄소격리 등)를 통해 발생하는 이산화탄소 배출량을 상쇄하고 온실가스의 ‘제로배출’을 달성하는 것을 의미한다.³¹⁾ 다시 말해 이산화탄소 배출량과 이산화탄소 흡수량을 대등하게 하는 것이다.

탄소피크와 탄소중립은 본질적으로 탄소 배출량에 대한 목표 개념이며 이들의 목적과 의미는 탄소 배출량을 제한하는 것이다. 탄소피크는 특정 시점에 탄소 배출량이 사상 최고치에 이르는 것을 말하며, 탄소중립은 특정 시점에서 해당 지역의 탄소 배출량과 흡수량이 서로 상쇄되어 상대적으로 배출량이 없는 것을 의미한다.³²⁾

30) 国家电力投资集团有限公司&中国国际经济交流中心(2021), p.3.

31) 范振林(2021), p.13.

32) 环球网(2021.7.5.)(검색일:2022.7.15.)

중국이 제시한 2030년 탄소피크 목표는 이산화탄소 배출의 정점을 의미하나, 2060년까지 달성해야 할 탄소중립은 이산화탄소, 메탄, 불화수소 등 온실가스를 모두 포함한다.

제2절 세계의 탄소중립 노력

산업혁명 이후 산업화와 도시화는 대량의 온실가스 배출을 유발했고 대기 중 이산화탄소, 메탄 등 온실가스의 농도를 크게 증가시켜 인류의 생존과 발전을 심각하게 위협하고 있다. IPCC(2019)에 따르면 1970년 이후 세계 해양이 지구 과잉 열량의 90% 이상을 흡수하면서 해수온도가 지속적으로 상승했고, 1980년대 이후에는 인류가 배출한 이산화탄소 20~30%가 해양에 흡수되어 해양 산성화가 유발되었다.³³⁾ 1993년 이후 해양 온난화 속도가 2배 이상 빨라졌으며, 1902-2015년 사이 지구 평균 해수면은 0.16m 상승했다.³⁴⁾

IPCC(2018)는 1.5°C의 온도제어 목표를 달성하려면 21세기 중반까지 전 세계 이산화탄소 배출 제로를 달성해야 한다고 지적했다.³⁵⁾ 유엔환경계획(UNEP)이 발간한 「2019 배출량 격차 보고서」에 따르면 지난 10년간 온실가스 배출량은 매년 1.5%씩 증가했고³⁶⁾ 2014-2016년에만 일시적으로 안정되었으며, 2020-2030년에는 전 세계 온실가스 배출량을 매년 7.6%씩 줄여야 온도변화 임계치를 넘지 않을 수 있다.³⁷⁾

33) IPCC(2019), p.9., 재인용: 段克等(2021), p.38.

34) 위의 책, p.38.

35) IPCC(2018), p.12.

36) UNEP(2019), p.XIV, 재인용: 段克等(2021), p.38.

37) 위의 책, p.26., 재인용: 위의 책, p.38.

21세기 이후 기후변화는 식량안보 및 환경오염과 같은 글로벌 문제를 심각하게 야기하여 자연생태계, 인류생존 및 국제질서에 지대한 영향을 미치고 있다. 기후변화에 적극적인 대응에 국제사회의 공감대가 널리 형성된 상황에서 더 많은 국가들이 탄소저감 진영에 합류하고 탄소저감 행동을 강화하며 탄소중립 목표 설정으로 기후정책을 적극 조정하여 새로운 에너지 기술과 산업혁명의 불씨를 붙였다.

이를 위해 세계 각국은 여러 차례 기후회의를 통해 탄소저감 목표와 세부 규칙을 합의하고 1997년에 「교토의정서」를 체결해 전 세계적으로 온실가스 배출을 규제하고 있다. 2015년 12월 12일, 파리 기후변화회의는 「파리협정」을 체결하여 “전 세계 평균기온의 산업혁명 초기 대비 상승폭을 2℃ 이내로 억제하고 온도 상승폭을 1.5℃ 이내로 억제하기 위해 노력한다”는 목표를 확정하고 2030년까지 전 세계 탄소 배출량 400억 톤, 2080년 제로배출, 21세기 후반 온실가스 제로배출 달성을 제시했다. 「파리협정」은 세계 기후 거버넌스의 이념을 ‘저탄소·녹색 성장’으로 정했으며, 이는 전 인류가 직면한 기후 문제를 해결하기 위한 새로운 글로벌 협력 시대의 법적 구속력을 가진 두 번째 협정으로, 현재 중국을 포함해 약 200개 국가가 「파리협정」에 서명했다.³⁸⁾

「파리협정」을 체결한 국가가 21세기 중반까지 제로배출 달성을 약속했으며 제로배출은 전 세계의 목표가 되었다. 2021년 12월 말까지 전 세계 136개 국가, 115개 지역, 235개 주요 도시 및 2,000개 글로벌 상위 기업 중 682개 기업이 탄소중립 목표를 설정했다. 이러한 목표는 세계 온실가스 배출의 88%, 세계 경제의 90%, 세계 인구의 85%를 포함한다. 또한, 2021년 말까지, 47개 아시아 국가 중 25개국이 탄소중립을 약속했다. 아시아 경제규모 상위 7개 국가 중 한국과 일본은 탄소중립 달성 시점을 2050년,

38) 国合华夏城市规划研究院(2021), p.3.

터키는 2053년, 중국, 인도네시아, 사우디아라비아는 2060년, 인도는 2070년으로 잡고 있다.³⁹⁾

2021년 11월, 스코틀랜드 글래스고에서 열린 제26차 유엔기후회의(COP26)에서 많은 아시아 국가들이 탄소중립을 약속하고 온실가스 감축 목표(NDC)를 제출하거나 갱신했다. COP26에 참여한 모든 아시아 국가는 기후변화 대응 능력을 강화하고 온실가스 배출을 줄이며, 석탄사용을 점차 줄이고 화석연료 보조금 감소를 약속하는 「글래스고 기후합의」에 서명했다. 한국, 일본, 사우디아라비아, 인도네시아를 포함한 17개 아시아 국가들은 COP26에서 「글로벌 메탄서약」에 서명했다.

제3절 중국의 탄소중립 실현 경로

1. 탄소배출 현황

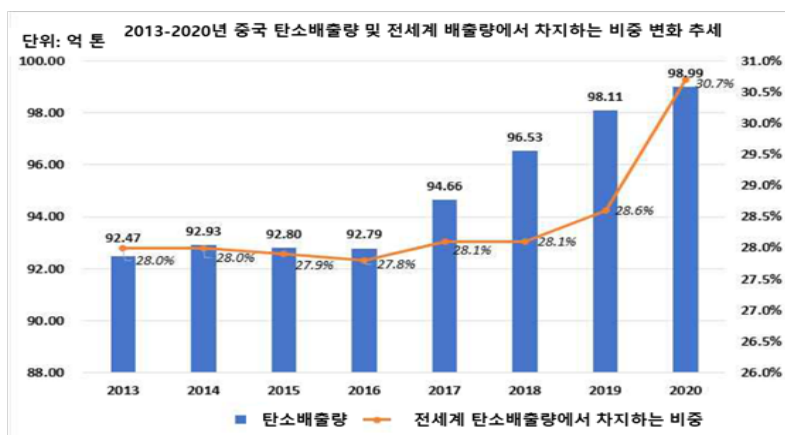
1750년부터 2019년 사이 전 세계 이산화탄소 누적 배출량은 1조 6,500억 톤을 초과했으며, 이 중 중국 배출량은 약 0.22조 톤으로 세계 이산화탄소 배출량의 13%를 차지했다.⁴⁰⁾ 20세기 후반, 산업화가 빨라짐에 따라 중국의 이산화탄소 배출량이 크게 증가했다. 중국의 산업발전은 늦게 시작되어 여전히 개발도상국에 속하고 경제성장에 많은 석탄을 필요로 하여 탄소 배출량은 여전히 증가하고 있다. 중국의 탄소 배출량은 건국 초기 7,858만 톤에서 개혁개방 시기 14.6억 톤으로 전반적으로 완만한 증가세를 보였

39) 高卓(2022), p.4.

40) 杨建初等(2021), p.71.

다.⁴¹⁾ 그러나 2000년 이후 급속한 성장단계에 진입하여 2019년까지 탄소 배출량은 98.11억 톤에 달했다. 2020년 코로나19의 영향으로 인해 세계 각국은 경제적 타격을 받아 탄소 배출량이 큰 산업 발전이 다소 둔화되었다. 중국은 철저한 코로나19 방역 덕분에 다양한 분야에서 빠르게 회복되고 있다. 영국 BP사가 발간한 「세계 에너지 통계연감 2021」에 따르면, 2020년 중국 탄소 배출량은 98.99억 톤으로 사상 최대치를 기록했고, 전 세계 탄소 배출량에서 차지하는 비중도 30.7%로 세계 1위이다.⁴²⁾ 그러나 1900-2019년 사이 중국의 1인당 이산화탄소 배출량은 세계 평균보다 낮았다. 이 기간 동안 전 세계 1인당 누적 탄소 배출량은 약 209.62톤, 중국은 약 157.39톤이다.⁴³⁾

〈그림 2-1〉 중국 탄소 배출량 변화 추세



자료: 前瞻经济学人(2021.7.13.)(검색일:2022.7.15.)

41) 环球网(2021.7.5.)(검색일:2022.7.15.)

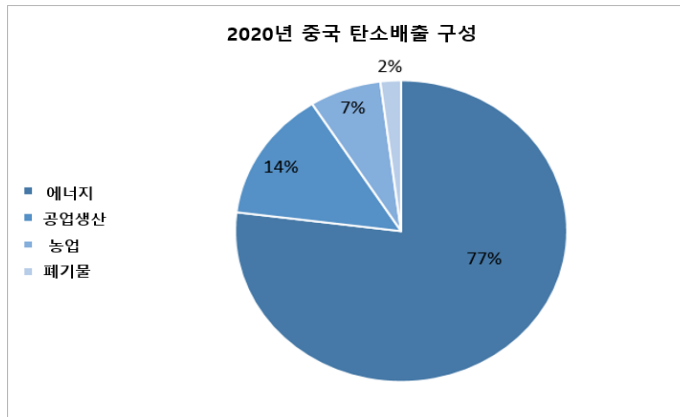
42) BP(2021)(검색일: 2022.7.15.), p.15.

43) 杨建初等(2021), p.72.

중국은 2005년 ‘11·5 계획’(2006-2010년)에서 이미 에너지 절약 및 탄소저감을 제안했으며, 이후 중국의 거시경제 환경에 변화가 생겼다. 중국의 단위 GDP당 탄소 배출량은 2005년의 달러당 2.524kg에서 2010년의 달러당 1.39kg으로 급격히 감소했으며, ‘11·5’ 계획 기간 에너지 절약 및 탄소배출 저감 효과가 뚜렷했다. 이후 중국은 에너지 절약과 탄소저감 정책을 지속적으로 추진하면서 단위 GDP당 탄소 배출량은 지속적으로 떨어지는 추세를 보였다. 2020년, 중국의 단위 GDP당 탄소 배출량은 달러당 0.653kg으로 2005년의 약 4분의 1에 불과하다.⁴⁴⁾

탄소 배출원의 관점에서 볼 때 중국의 탄소 배출량은 주로 에너지(에너지 공급 및 에너지 소비 포함) 분야에서 발생하며, 국제탄소행동파트너십(ICAP) 통계에 따르면 2020년 중국의 에너지 관련 탄소 배출량은 국가 전체 배출량의 77%, 공업 생산과정의 탄소 배출량은 14%, 농업 및 폐기물의 탄소 배출량은 각각 7%와 2%를 차지한다.⁴⁵⁾

〈그림 2-2〉 2020년 중국 탄소배출 구성

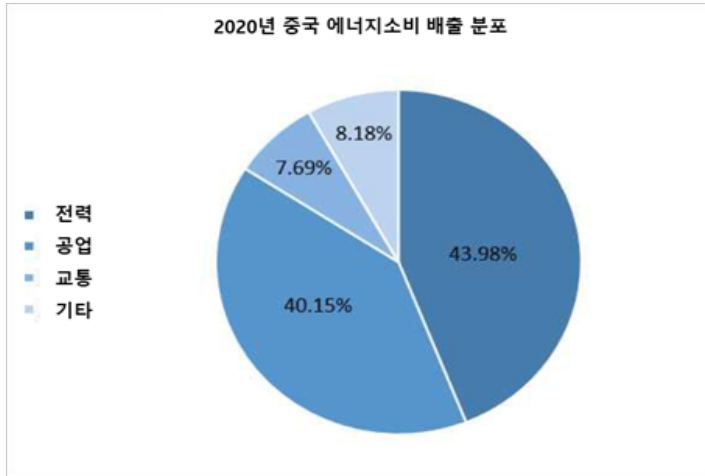


자료: ICAP(2021)(검색일:2022.7.15.), p110.

44) 前瞻经济学人(2021.7.8.)(검색일:2022.7.15.)

45) ICAP(2021)(검색일:2022.7.15.), p.110.

〈그림 2-3〉 2020년 중국 부문별 에너지 소비 배출



자료: 国家电力投资集团有限公司&中国国际经济交流中心(2021), p.22.

에너지 소비에 의한 탄소배출 분포를 보면 전력생산으로 인한 탄소배출이 43.98%로 가장 높았고 공업 분야가 40%를 넘었으며, 교통과 기타 분야는 각각 7.69%, 8.18%를 차지했다.

중국의 에너지 소비구조에서 탄소배출을 일으키는 화석에너지는 주로 석탄, 석유, 천연가스 등으로 전체 에너지 소비량의 84%를 차지한다.⁴⁶⁾ 화석에너지 중 석탄의 탄소 배출량은 석유보다 30%, 천연가스보다 70% 높다. 중국의 에너지 구조는 석탄 위주이며 2019년 석탄 사용이 에너지 소비의 약 58%를 차지하며 이 중 석탄에 의한 전력생산은 약 40%의 이산화탄소를 배출했다.⁴⁷⁾

46) 国合华夏城市规划研究院(2021), p.54.

47) 国家电力投资集团有限公司&中国国际经济交流中心(2021), p.21.

2. 탄소중립 실현 경로

탄소피크와 탄소중립을 실현하려면 주요 탄소 배출원을 엄격하게 통제하고 총 탄소 배출량을 효과적으로 줄여야 한다. 중국의 산업구조는 공업에 편중되었고, 주로 석탄을 사용하기 때문에 에너지 효율성이 낮고 총 탄소 배출량과 집약도가 모두 높은 편이다. 따라서 탄소배출을 줄일 수 있는 분야에서는 산업 구조조정, 에너지 구조조정, 에너지 절약 및 효율성 향상을 지속적으로 추진하는 것이 탄소피크와 탄소중립을 달성하는 주요 방법이다. 배출을 완전히 피할 수 없는 분야에서는 탄소 포집·활용·저장기술(CCUS) 또는 숲과 바다에 의한 자연흡수를 통해 궁극적으로 탄소중립을 달성할 수 있다. 이처럼 중국은 세부적으로 탄소중립 목표 달성을 도모하고 있다.

1) 산업구조 최적화

첫째, 중국은 에너지 소비와 배출량이 많은 산업구조에 대한 최적화를 추구하고 있다. 중국은 세계 제조업 대국으로 2차 산업 비중이 높아 에너지 소비 1위 국가이며, 2차 산업 중 5대 산업인 철강, 비철금속, 건축자재, 석유화학, 화학 산업이 가장 높은 비중을 차지한다. 2017년 5대 산업의 에너지 소비가 전체 제조업의 85% 이상을 차지하여 엄격한 생산 규모 확대를 엄격히 통제할 필요성이 제기되었다.⁴⁸⁾

중국은 2015년 1·2·3차 산업 비중이 8.8 대 40.9 대 50.2로 3차 산업 비중이 처음 50%를 넘어섰으며, 2020년 비중은 7.5 대 37.5 대 55로 3차 산업의 비중이 더욱 높아졌다. 중국은 앞으로 3차 산업의 주도적 지위가 한층 강화되겠지만 제조업 경쟁력 유지와 함께 제조업 강국을 지향하고

48) 国家电力投资集团有限公司&中国国际经济交流中心(2021), p.13.

있다. 그리고 중국은 제조업 산업사슬 고도화와 함께 현대 서비스 산업, 첨단기술 산업 및 선진 제조업의 발전도 추진하고 있다. 기존의 산업 뿐 아니라 새로운 산업의 창출, 산업사슬 고도화 추진 과정에서 에너지소비 산업의 신규 확장을 엄격하게 통제하는 것은 탄소피크와 탄소중립을 실현하는 중요한 방법으로 간주하고 있다.

둘째, 중국은 친환경 및 저탄소 순환 발전을 위한 산업체계와 사회적 소비패턴을 구축하고 디지털 및 전자화를 통해 산업의 탈탄소화를 꾀하고 있다. 이를 위해 신에너지, 신소재, 첨단장비, 친환경 산업 등 전략적 신흥 산업을 적극 발전시키고 현대 서비스업, 첨단기술 산업, 선진 제조업의 발전을 추진하고 있다. 아울러 친환경 저탄소 산업을 육성 및 확장하고 친환경 저탄소 기술의 실제 응용과 산업화 발전을 지원하고 있다. 산업의 친환경 및 저탄소 전환을 지원하고 기술혁신을 통해 전통 산업의 스마트화 및 친환경 전환을 촉진하는 한편, 제로탄소 공장과 같은 새로운 모델의 개발에도 관심을 기울이고 있다.⁴⁹⁾

2) 에너지 구조 전환

탄소중립 목표는 결국 에너지 사용의 문제로 귀착된다. 중국은 에너지 사용 전환을 추진하고 기존 에너지 구조를 바꾸는 것을 필수적으로 보고 있다. 현재 중국의 에너지 구조에서 화석연료 에너지는 여전히 주요 에너지원이다. 2020년, 중국의 화석에너지 소비는 1차 에너지 소비의 약 85%를 차지하며 석탄 소비는 약 57%, 석유 소비는 약 18%, 천연가스 소비는 약 8%를 차지한다. 2020년, 석탄 소비량은 40.4억 톤에 달해 역대 세 번째로 높으며 소비는 주로 전력(52.1%), 철강(17.1%), 건설(12.4%), 화학(7.2%) 산업에 집중되어 있다. 화석연료 에너지 소비로 인한 탄소 배출량은

49) 위의 책, p.28.

100억 톤에 육박하며, 석탄소비로 인한 탄소 배출량은 75억 톤 이상, 석유 및 천연 가스 소비로 인한 탄소 배출량은 각각 약 14억 톤과 7억 톤이다.⁵⁰⁾

중국은 공급측 구조개혁과 급격한 신에너지 발전으로 에너지 구조에서 석탄 비율을 감소하였지만, 석탄의 지배적인 위치는 바뀌지 않았다. 또한, 석탄을 천연가스로 대체하는 국제적 추세에 따르고 있지만, 천연가스 생산량이 적고 대외 의존도가 높아 중국의 에너지 구조에서 천연가스가 차지하는 비중은 여전히 낮다. 천연가스 소비량은 2015년 1,931.8억㎥에서 2020년 3,288억㎥로 연평균 11% 이상 증가했지만, 2020년 천연가스의 대외 의존도는 43%로 증가했다.⁵¹⁾ 따라서 신재생 에너지는 중국 에너지 전환의 중요한 방향이 되었고, 탄소중립 달성을 위해 화석연료 에너지는 점차 저탄소 또는 심지어 탄소배출이 없는 신재생 에너지에 의해 대체될 것이다.

실제로 중국의 에너지 개혁은 이미 일정 부분 성과를 거두기 시작했다. 수력·원자력·풍력 등 신에너지가 에너지 사용 구조에서 차지하는 비중이 눈에 띄게 높아졌다. 특히 ‘13·5’ 계획 기간(2016-2020년) 신에너지 설비 규모와 발전량의 성장이 빨라졌다. 2020년 중국의 비화석연료 에너지 발전 설비용량은 총 9.8억kW으로 총 발전 설비용량의 44.8%를 차지했다. 한편 태양광, 풍력, 수력, 원자력, 바이오매스 발전은 연평균 10% 이상의 성장률을 보이고 있다. 2020년 에너지 소비에서 비화석연료 에너지의 비율은 15.9%⁵²⁾이며, 탄소중립 맥락에서 이 같은 과정이 가속화될 것으로 보인다.

각 기관의 예측에 따르면, 2020-2035년 에너지 소비구조에서 화석연료 에너지의 비율은 84.1%에서 약 60%로 떨어질 것이며, 이 중 석탄의 비율은 약 30%로 크게 감소하고 석유의 비율은 15-20%를 유지하고 천연가스의

50) 袁志刚(2021), p.42.

51) 国家电力投资集团有限公司&中国国际经济交流中心(2021), p.13.

52) 위의 책, p.15.

비율은 다소 증가할 것이다. 2060년까지 탄소중립을 실현하려면 비화석 연료 에너지 비율을 현재의 16% 미만에서 80% 이상으로, 비화석연료 에너지 발전량을 현재 34%에서 약 90%로 늘려야 한다.⁵³⁾

따라서 깨끗하고 저탄소이며 효율적이고 안전한 에너지 생산 및 소비 체계를 구축하고 신재생에너지를 주체로 하는 제로배출 에너지 체계를 형성하는 것이 탄소중립을 실현하는 핵심 경로이다.

3) 에너지 절약과 효율성 개선

중국은 에너지 절약 및 탄소배출 감소를 추진하여 상당한 성과를 거두었고 에너지 이용 효율성 역시 크게 향상되었다. 2012년 이후 단위 GDP당 에너지 소비량은 누적 24.4% 감소했으며, 이는 표준석탄 12.7억 톤을 줄이는 것과 같다. 2012년부터 2019년까지 에너지 소비량의 2.8% 증가로 국가경제의 연평균 7% 성장을 이끌었다. 이와 동시에 많은 공업제품은 에너지 절약과 효율성 증가를 통해 단위 GDP당 에너지 소비량을 지속적으로 감소시켰다.⁵⁴⁾

그러나 선진국에 비해 중국의 단위 GDP당 에너지 소비량은 여전히 높은 수준으로 세계 평균을 웃돌고 있어 중국은 에너지 절약과 에너지 효율성 향상을 더욱 강력하게 추진할 것으로 보인다. ‘14·5’ 계획 기간(2021-2025년) 단위 GDP당 에너지 소비 13.5%, 이산화탄소 배출 18% 감소를 사회경제 발전의 주요 목표로 설정했다.

에너지 절약 및 효율성 개선은 에너지 소비 총량을 크게 줄이고 탄소저감 목적을 달성할 수 있으며 탄소피크와 탄소중립을 촉진하는 효율적인 방법

53) 위의 책, p.16.

54) 위의 책, p.17.

이다. 에너지 절약과 효율성 향상은 성장 이념, 생산 및 생활 방식 등의 체계적인 조정을 포함한다. 새로운 에너지 절약과 탄소저감 기술의 적용은 관련 산업과 순환경제 발전을 효과적으로 견인할 수 있다. 뿐만 아니라 산업구조를 조정하고 최적화하여 새로운 경제성장 포인트를 형성할 수 있다.

첫째, 자원 절약을 최우선으로 하고 에너지 소비 집약도를 엄격하게 통제해야 한다. 총 에너지 소비량을 합리적으로 통제하는 시스템을 개선하고 에너지 집약도(강도)와 탄소 집약도(강도)를 지역의 발전수준을 가늠하는 중요한 지표로 정해야 한다. 둘째, 산업과 건설 및 운송 분야에서 탈탄소 기술을 보급해야 한다. 친환경 제조를 촉진하고 새로운 건물의 친환경 설계를 추진하며 교통 구조를 최적화 및 조정하는 동시에 디지털 기술을 사용하여 에너지 공급 시스템의 효율성을 높이고 스마트 운영을 실현해야 한다. 셋째, 자원 재활용을 촉진하고 순환경제를 발전시켜야 한다. 넷째, 에너지 절약 및 효율성 향상 기술혁신을 강화하고 에너지 절약 신기술, 새로운 모델 및 비즈니스를 추진하며 공공 서비스의 통합적인 운용을 강화하고 기업의 에너지 절약 혁신을 위한 기술 및 재정 지원을 제공해야 한다.

4) 저탄소 기술 개발

중국은 심층 탈탄소 기술 연구개발에도 관심을 쏟고 있다. 산업 분야에서 제로배출을 달성하려면 산업구조 및 에너지 구조를 변경하는 것 외에 CCUS와 같은 기술을 도입하고 자연적인 탄소 흡수원을 통해 탄소배출을 상쇄해야 한다. 이러한 기술에는 CCUS, 바이오매스 탄소 포집 및 격리, 직접 공기포집(DAC) 등이 포함된다.

탄소 포집·저장(CCS)은 일종의 탄소배출 저감 기술로 이산화탄소를 공업 혹은 관련 에너지 배출물에서 분리한 뒤 압축과 정제를 거쳐 운송 편의성을 높이고, 신중하게 선택한 지점의 암석과 심해에 이산화탄소를 주입하여

다량의 이산화탄소가 대기 중으로 배출되는 것을 방지하고 영구적으로 격리하는 기술이다.⁵⁵⁾

탄소 포집·활용·저장(CCUS)은 탄소중립을 실현하는 중요한 방식 중 하나로 중국에서도 주목하고 있다. 우선 CCUS 시스템 구축과 관련하여 탄소 포집, 운송, 지질 격리, 해양 격리, 광석 탄소화 및 이산화탄소의 산업적 이용을 설계 기술이 포함된다. 현재 중국은 글로벌 CCUS 기술이 완전하지 않아 탄소포집과 같은 기술적 한계를 극복해야 한다고 보고 있으며, 기술 비용이 높기 때문에 비용을 더욱 절감하고 공법을 개선해야 한다고 판단하고 있다.

CCUS의 시행 로드맵은 ①탄소중립을 위한 CCUS 기술개발 로드맵 구체적으로 제시 ②CCUS 정책지원 및 표준체계 보완 ③법률 및 규제 틀 완비, 관련 표준체계 수립 ④CCUS 인프라 구축 ⑤CCUS 상용화 및 산업화 응용 전개, 다양한 CCUS 기술과 탄소배출의 융합 실현 ⑥CCUS 핵심 기술 돌파 등이 있다.⁵⁶⁾

최근 몇 년 동안 중국은 CCUS 시범사업을 적극적으로 추진해왔다. 중국 석유화학그룹(SINOPEC)은 자원과 기술, 인력의 장점을 충분히 활용하여 CCUS 기술 발전을 심층적으로 추진하고 있다. SINOPEC사는 2021년 말 치루석유화학(齐鲁石化)-승리(胜利)유전 100만 톤급 CCUS 시범사업을 완료했다. 이 사업은 치루석유화학 합성천연가스(Synthetic Natural Gas) 제조 장치 내 배기가스에 포함된 이산화탄소를 포집하여 승리유전으로 보낸 뒤 지하 3,000m 깊이에 주입·봉인하는 폐쇄루프 방식을 도입하여 연간 100만 톤의 이산화탄소를 줄일 수 있다. 시범사업은 중국석유화학공의 포집 시스템은 이산화탄소 배출을 줄이고 석유 채취율을 높여 석유화학기업의 탄소배출

55) 国合华夏城市规划研究院(2021), p.167.

56) 위의 책, p.167.

저감과 효율성 개선 면에서 모범 사례를 보여줬다는 평가를 받고 있다.⁵⁷⁾

또한 2022년 6월 28일, 중국해양석유(CNOOC), 광둥성 발전개혁위원회, 쉘(중국)유한회사, 엑손모빌(중국)투자유한회사는 위에강아오대만구(粤港澳大湾区) CCUS 클러스터 연구사업 양해각서를 체결해 중국 최초의 해상 규모화 CCUS 클러스터를 공동으로 건설키로 했으며 저장 규모는 연간 최대 1,000만 톤에 달한다.⁵⁸⁾ 2022년 6월 30일, 바오강그룹(包钢集团)은 200만 톤 규모 CCUS 사업의 1단계(50만 톤) 시범사업을 시작했다. 1단계 사업이 완료되면 연간 36.53만 톤의 이산화탄소 저감이 가능할 것으로 예상되는 중국 국내 최대이자 철강업계 최초의 CCUS 산업사슬 시범사업이다.⁵⁹⁾ 중국석유그룹(CNPC)도 2022년 2월에 열린 CCUS 업무추진 회의에서 CCUS 산업구축을 강화하고 대규모 적용을 추진하며, 석유 및 가스 사업의 친환경·저탄소 발전을 촉진하고 300만 톤 규모의 CCUS 시범사업을 추진할 것을 제안했다.⁶⁰⁾

중국은 탄소저감 주요 기술인 CCUS가 화석연료 에너지의 대규모 사용으로 인한 탄소배출을 줄이고 탄소저감, 에너지 안전 보장 및 지속가능한 성장을 위해 자국에 강력한 보장을 제공할 것으로 기대하고 있다. 중국은 CCUS 사업이 점점 증가함에 따라 화석연료 에너지 연소 과정에서 탄소배출을 줄이고 탄소저감 및 탄소중립을 강력하게 지원하기 위해 더 저렴한 비용에 효율은 높은 CCUS 기술 시스템 및 산업 클러스터를 구축할 수 있다.

향후 몇 년 동안 중국 CCS/CCUS 산업의 발전은 다음과 같은 특징을 보일 것이다.⁶¹⁾ 첫째, 전력산업의 탄소포집을 늘린다. 중국은 화력발전으로 인한 탄소배출이 큰 비중을 차지한다. 전력산업일 경우, CCS/CCUS 기술의

57) 澎湃新闻(2022.8.12.)(검색일:2022.8.19.)

58) 界面新闻(2022.6.28.)(검색일:2022.7.15.)

59) 闪电新闻(2022.7.4.)(검색일:2022.8.18.)

60) 北极星碳管家网(2022.2.28.)(검색일:2022.7.13.)

61) 袁志刚(2021), pp.86-87.

개발은 탄소저감을 실현하고 제로배출을 달성하는 중요한 방법이다. 2019년 중국 국가에너지그룹(CHN ENERGY)은 CCUS 기술 로드맵 및 발전계획을 발표했으며, 어얼뒤쓰(鄂尔多斯) 이산화탄소 지질저장 시범사업과 이산화탄소 탄소 포집·격리 전체 과정을 포괄하는 시범사업(그룹 산하 발전소 주도), 광물, 생물, 화학합성, 바이오닉 등을 이용하는 새로운 이산화탄소 활용기술 연구개발 등 많은 핵심과제를 제안했다.⁶²⁾

둘째, 석유회사는 탐사·개발 분야에서 축적한 기술적 우위를 활용해 CCUS 사업을 지속적으로 추진하고 있다. 현재 전 세계적으로 운영되는 CCUS 사업은 석유 생산을 강화하는 형태로 운영되는 사업이 큰 비중을 차지하며, 특정 지질격리 유형 사업은 극히 일부에 불과하다. 이산화탄소 격리 영역에서 석유회사는 기술적 우위를 가지고 있다. 앞으로 전력회사는 석유회사와 협력을 강화하여 완전한 CCS/CCUS 산업사슬을 구축할 것이다.

현재 1차 에너지 구조에서 비화석연료 에너지의 비율이 지속적으로 증가하고 에너지 공급의 안정성이 널리 주목받고 있다. 탄소중립의 맥락에서 중국은 ‘화석 에너지 + CCUS’의 발전 모델을 제시하고 많은 기회를 창출할 것이다. 또한, SINOPEC, CNPC, CNOOC와 같은 대형 에너지 기업은 기회를 포착하여 높은 성장을 달성하기 위해 CCUS 사업에 대한 투자를 지속적으로 늘리고 CCUS 사업의 빠른 발전을 촉진해나갈 것으로 보인다.⁶³⁾

62) 北京市昌平区人民政府(2019.5.21.)(검색일:2022.8.18.)

63) 袁志刚(2021), p.88.

제4절 중국의 탄소중립 목표 및 정책

1. 쌍탄 목표의 제시 및 도전

2020년 9월 22일, 제75차 유엔총회에서 중국 시진핑(習近平) 국가주석은 “중국은 국가의 자주적 기여도를 높이고 보다 강력한 정책과 조치를 취하며 이산화탄소 배출량이 2030년까지 정점에 달하고 2060년까지 탄소중립 실현을 위해 노력할 것”이라고 선언했다. 또한 2020년 12월 12일, ‘2020 기후 정상회담’에서 “2030년까지 중국의 단위 GDP당 이산화탄소 배출량은 2005년보다 65% 감소, 1차 에너지 소비에서 비화석에너지가 차지하는 비중은 25% 달성, 산림 비축량은 2005년보다 60억^{m³} 증가, 풍력·태양광 발전의 총 설비용량은 12억kW 이상 확보”라는 보다 세부적인 목표를 공표 하기도 했다.

탄소피크와 탄소중립 목표의 실현은 에너지, 경제, 환경, 기술 및 기타 분야를 포함하는 광범위하고 복잡한 사회경제적 과제이다. 중국은 여전히 급속한 경제발전과 에너지 총 소비량 상승 단계에 있고 탄소배출 총량과 집중도 모두 높은 수준으로 탄소피크에서 탄소중립에 이르기 위해서는 많은 난제를 극복해야 한다. 이러한 도전에는 지속적인 경제성장에 필요한 에너지 증가와 탄소저감 목표 사이의 갈등, 탄소배출이 높은 산업의 해외 이전의 어려움, 선진국 탄소관세의 장벽과 충격, 청정에너지와 친환경에너지 관련 기술적 한계 등이 포함된다.⁶⁴⁾

64) 国合华夏城市规划研究院(2021), p.44.

2. 탄소중립 추진 전략

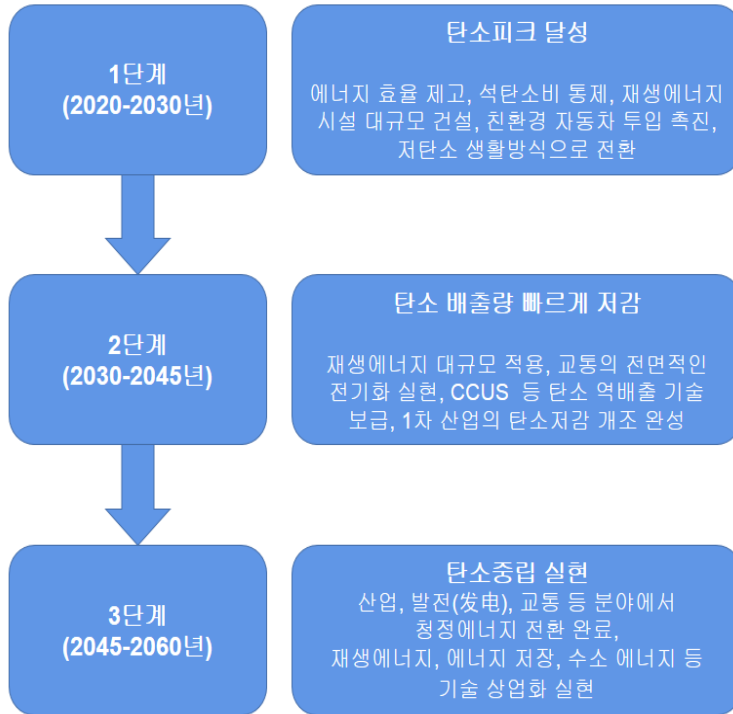
중국은 2060년까지 탄소중립을 달성하기 위해 '14·5' 계획에 관련 사항을 포함했다. 이에 '14·5'를 기점으로 제로탄소와 마이너스탄소 분야로 투자를 유도하며, 5년 주기로 이산화탄소 저감 목표와 정책을 수립한다는 세부 추진 일정이 포함되어 있다.

중국은 2030년까지 탄소피크를 달성하고, 2045년까지 그다음량을 빠르게 줄이며, 마지막으로 2060년까지 탄소중립을 실현하는 3단계 전략으로 탄소중립 목표에 접근하고 있다. 단계별 세부 추진 사항은 다음과 같다.

첫 번째 단계(2020-2030년)에서는 에너지 효율을 높여 석탄소비를 통제하고 재생에너지 시설을 대규모로 건설하며 친환경 자동차의 투입 촉진으로 주민들이 저탄소 생활방식으로 전환하도록 인도해야 한다. 두 번째 단계(2030-2045년)에서는 재생에너지를 대규모로 적용해 교통의 전면적인 전기화를 실현하고 CCUS, 바이오매스 탄소 포집 및 격리(BECCS) 등 탄소 역배출 기술을 보급해 1차 산업의 탄소저감 개조를 완성한다. 세 번째 단계(2045-2060년)에서 CCUS와 BECCS 같은 기술이 이미 성숙한 것으로 간주하고 대규모 확대를 추진한다. 동시에 산업, 발전(发电), 교통 및 기타 분야에서 청정에너지의 전환을 완료하고 재생에너지, 에너지 저장, 수소 에너지 등 기술을 상업적으로 활용한다. 통제할 수 없는 탄소배출의 경우 CCUS, BECCS 및 기타 기술과 탄소배출권 거래 등 방식으로 탄소중립을 달성할 수 있다.⁶⁵⁾

65) 前瞻经济学人(2021.7.8.)<검색일:2022.7.15.)

〈그림 2-4〉 중국의 탄소중립 실현 3단계 전략



자료: 前瞻经济学人(2021.7.8.)(검색일:2022.7.15.)을 바탕으로 저자 재작성

3. 탄소중립 관련 정책 및 주요 내용

1) 중앙정부의 쌍탄 정책 상위 설계

중국은 쌍탄 목표 달성을 위한 친환경 거버넌스 특징은 중앙정부가 핵심적이고 주도적인 역할을 하는 톱-다운 방식이다.⁶⁶⁾ 중국 정부는 2020년 9월, 탄소피크 및 탄소중립 목표를 제시한 이후 일련의 회의 및 정책을 통해 탄소피크 및 탄소중립 추진 작업을 지시하고 탄소피크 및 탄소중립을 달성하기 위한 기본 아이디어를 명확히 하였다.

〈표 2-2〉 중국의 국가 차원의 쌍탄 정책

시기	회의/정책/문서	주요 내용
2020.12	중앙경제업무회의	- 탄소피크 및 탄소중립 업무를 여덟 개 핵심 과제에 포함 - 중국 이산화탄소 배출은 2030년 피크에 달하고, 2060년 탄소중립을 실현 2030년 탄소 배출량 피크를 위한 행동방안을 서둘러 마련해 조건이 허락되는 지역은 조기 피크 도달을 추진 - 산업 및 에너지 구조의 조정과 최적화, 석탄소비가 조속히 정점에 도달하도록 추진 - 신에너지를 대대적으로 발전시키고 전국 에너지 사용권 및 탄소배출권 거래시장, 에너지 소비 이중통제 제도를 구축 - 생태계의 탄소흡수 능력을 향상시키기 위해 대규모 토지녹화 활동을 수행
2021.02	「녹색, 저탄소 및 순환경제 체계의 구축 및 개선에 관한 국무원의 지도의견」	- 친환경 계획, 디자인은 물론, 투자, 건설, 생산, 유통, 생활, 소비를 전방위적으로 추진하여 효율적인 자원 이용, 엄격한 생태환경 보호, 온실가스 배출의 효과적인 통제를 바탕으로 고품질 발전과 높은 수준의 보호를 총괄 추진 - 친환경 저탄소 순환발전의 경제체계를 구축하여 탄소 피크, 탄소중립 목표를 실현하고 국가의 친환경 성장을 추진

66) 高卓(2022), p.20.

시기	회의/정책/문서	주요 내용
2021.03	「2021년 정부업무보고」	- 산업 및 에너지 구조를 최적화하고 석탄의 청정 고효율 이용을 추진 - 신에너지를 발전시켜 안전을 확보하는 전제 하에 원자력 발전 등 핵심과제를 적극적으로 추진
2021.03	「중국 국민경제 및 사회발전을 위한 '14·5' 계획 및 2035년 원경목표 개요」	- 현대화 인프라 시스템 구축, 제조강국 전략 등 여러 방면에서 녹색발전, 산업배치 최적화 및 구조조정을 제시하고, 탄소피크, 탄소중립 목표 달성을 위해 노력 2030년 탄소피크 도달 위한 실행계획을 수립하고, 2060년 탄소중립 실현을 위해 더 강력한 정책과 조치를 취함 - 화석에너지 소비 통제에 중점을 두고 총 에너지 소비량과 집약도에 대한 이중통제를 시행 - 탄소 집약도 관리를 위주로 하고 총 탄소 배출량 관리를 보조로 하는 제도를 시행 - 여건이 허락하는 지역, 중점 산업과 기업이 조기에 탄소피크를 실현하도록 지원 - 청정, 저탄소, 안전 에너지 사용을 추진하고, 산업, 건설, 운송 및 기타 분야에서 저탄소 전환을 촉진 - 메탄, 불화수소, 과불화탄소 등 기타 온실가스에 대한 통제를 강화 - 생태계의 탄소흡수 능력을 향상
2021.04	기후정상회의	- 석탄발전 사업을 통제하고 '14·5' 계획 기간 석탄소비 증가를 엄격히 통제하며 '15·5' 계획 기간에는 점차 감소 「몬트리올 의정서」 키갈리 수정안」을 수용해 비(非) 이산화탄소 온실가스 통제를 강화 - 전국 탄소시장에서 온라인 거래를 시작
2021.07	중앙정치국 경제 형세와 경제업무 분석연구회의	탄소피크, 탄소중립 사업을 총괄하고 2030년 탄소피크 행동계획을 조속히 공포하며 전국 범위에서 불합리한 '탄소감소'를 시정
2021.09	제76차 유엔총회 일반토론	- 글로벌 환경 거버넌스 개선, 기후변화 적극 대응, 인류와 자연생명 공동체 구축 - 저탄소 전환 가속화, 친환경 회복 성장 실현 2030년 탄소피크, 2060년 탄소중립 목표 실현을 위해 최선을 다할 것 - 개발도상국의 에너지 친환경 및 저탄소 발전을 강력 지원하고, 해외 석탄발전 사업을 신규로 추진하지 않을 것

시기	회의/정책/문서	주요 내용
2021.10	「완전하고 정확하며 전면적으로 새로운 발전이념 관철, 탄소피크 및 탄소중립 추진에 관한 의견」	• 녹색·저탄소 순환경제 체계 구축, 에너지 효율성 개선, 비석유화학 에너지 비율 제고, 이산화탄소배출 감소, 생태계 탄소흡수 능력 향상 등 다섯 가지 주요 목표를 제시 • 국가 탄소배출권 거래시장 건설 및 개선을 추진하고, 블루카본 거래를 국가 탄소배출권 거래 시장에 통합하며, 탄소흡수의 가치를 반영할 수 있는 생태보호 보상 메커니즘을 구축 및 개선 • 2025년까지 녹색·저탄소 순환경제 체계를 기본적으로 형성하고, 주요 산업 에너지 이용 효율성을 크게 향상하며, 탄소피크, 탄소중립 달성 위한 토대를 마련 • 2030년까지 사회경제 발전이 녹색패턴으로 전환하는 데 괄목할 만한 성과를 이루고, 주요 에너지소비 산업의 에너지 이용 효율성이 국제 선진수준에 도달하며, 이산화탄소 배출량은 피크에 달성 • 2060년까지 녹색·저탄소 순환경제 체계와 청정·저탄소·안전·고효율 에너지 체계를 구축하고, 에너지 이용 효율성이 국제 선진수준에 도달하며, 탄소중립 목표 실현으로 생태문명 건설은 풍성한 성과를 거두어 인간과 자연의 조화로운 공생을 실현
2021.10	「2030년까지 탄소피크 달성 행동방안」	• 탄소피크 10대 과제 제시
2021.12	국무원 「재화 시장화 배치 종합개혁 시범사업 종합방안」	• 녹색 재화 거래 메커니즘 구축 지원. 시범 지역을 지원하여 탄소배출권, 오염배출권, 에너지사용권, 수자원 사용권 등의 거래 메커니즘을 개선하고 녹색 재화 거래 촉진과 에너지 환경목표와의 연동을 모색 • 탄소배출 할당량 및 에너지 사용권 지표에 대한 유료 획득 메커니즘의 구축을 모색하고, 거래품종 및 거래 방법을 다양화하게 추진 • 녹색 정산 시스템, 생태제품 가치실현 메커니즘과 정부, 기업 및 개인의 친환경 책임 계정 구축을 모색
2022.03	「국무원의 '정부 업무 보고서'의 핵심 업무 시행에 관한 의견」	• 탄소피크 행동계획 시행. 에너지 혁명 촉진, 에너지공급 보장, 바이오매스 에너지 개발 지원, 녹색·저탄소 기술 연구개발 및 적용 촉진, 생태계 탄소흡수 능력 향상 • 에너지 소비 '이중 통제(에너지소비 총량 과 단위GDP 당 소비량)'에서 탄소 총 배출량과 집약도의 '이중 통제'로 전환 촉진, 오염감소 및 탄소감소 인센티브 및 제한 정책 개선, 녹색금융 개발, 녹색·저탄소 생산 및 생활 방식 형성 추진

시기	회의/정책/문서	주요 내용
2022.04	「국무원 전국 통일 대시장 건설에 관한 의견」	• 전국적으로 통합된 에너지 시장 건설. 석유 및 가스 선물 체계 개선, 석유 및 가스 거래 센터 건설 표준화, 천연가스 시장화 개혁 추진, 다차원적이고 통합된 전력 시장 시스템 완비, 적시에 국가 거래센터 설립, 국가통합 석탄거래시장 개선 • 국가통일 생태환경시장 육성, 공공자원 거래 플랫폼에 의존하여 전국적으로 통일된 탄소배출권 및 수자원 사용권 거래시장 구축, 오염 배출권 및 에너지 사용권의 시장 지향적인 거래 촉진

자료: 박성준·진선선(2022), pp.4-5를 바탕으로 저자 재작성

중국 정부는 2021년 8대 핵심과제로 탄소피크, 탄소중립을 주요 전략으로 삼아 생태문명 건설계획에 포함시키며 ‘14·5’ 계획과 ‘2035 원경목표’에서 녹색·저탄소 발전을 촉진하고 사회경제적 발전방식에 큰 변혁을 일으킬 것을 명시했다.

현재 중국은 탄소피크 및 탄소중립 추진 메커니즘이 확립되었다. 탄소피크 및 탄소중립 영도소조(LGCPN)를 설립했고 2021년 5월 26일에 첫 번째 전체회의를 개최했다. 국가발전개혁위원회, 과학기술부, 재정부, 공업신식화부, 생태환경부, 상무부, 중국인민은행 및 기타 관련 부처 및 위원회가 영도소조의 구성원이다. 탄소피크 및 탄소중립 영도소조는 국가의 탄소피크와 탄소중립 관련 업무를 총괄하고 조정하며, LGCPN의 지도하에 모든 부처와 위원회는 중앙정부가 제시한 비전, 전략, 로드맵 및 정책이 제대로 설계, 조정 및 구현될 수 있도록 해야 한다.

2021년 10월 24일, 중국 국무원은 「완전하고 정확하며 전면적으로 새로운 발전이념 관철, 탄소피크 및 탄소중립을 추진에 관한 의견」과 「2030년까지 탄소피크 달성 행동방안」을 발표하여 탄소피크 및 탄소중립 목표 달성을 위한 근거로 삼았다. 해당 발표는 탄소피크 및 탄소중립 두 단계를 관통하는 최상위 설계를 구성하였으며, 관련 업무에 대한 종합적이

고 체계적인 계획을 수립한다. 이 「의견」과 「행동계획」은 중국의 탄소피크와 탄소중립 실현에 대한 단계적 목표를 제시했다.

〈표 2-3〉 중국 쌍탄 전략의 단계적 목표

지표	2025년	2030년(탄소피크)	2060년(탄소중립)
단위 GDP당 에너지 소비량	2020년 대비 13.5% 감소	대폭 감소	-
단위 GDP당 이산화탄소 배출량	2020년 대비 18% 감소	2005년 대비 65% 감소	-
비화석연료 소비 비중	20%	25%	80%이상
산림피복률	24.1%	25% 달성	-
산림 축적량	180억m³	190억m³	-
풍력 및 태양에너지 발전 총 설비용량	-	12억kW 이상	-

자료: 中国政府网(2021.10.24.)(검색일: 2022.11.5.)을 바탕으로 저자 재작성

「행동방안」은 「의견」을 보다 구체적으로 반영하였고 ‘탄소피크 10대 과제’⁶⁷⁾에 국민 전체 참여를 중점적으로 실시한다.⁶⁸⁾

동시에 탄소피크 및 탄소중립 추진에 대한 제도적 보장을 제공하기 위해 다양한 핵심 분야 및 산업의 탄소피크 실행계획과 함께 ‘1+N’ 정책 체계를 구성했다.

또한, 국가발전개혁위원회의 지시에 따라 앞으로 중국의 탄소중립은 에너지 구조조정, 산업전환 추진, 에너지 이용 효율성 향상, 저탄소기술 연구 개발 및 응용, 저탄소 발전체계 완비, 생태계 탄소흡수 증가 등 6개 방면에서 추진된다.

67) ‘탄소피크 10대 과제’에는 에너지 녹색·저탄소 전환, 에너지 절약 및 탄소저감 효율성 제고, 산업 분야 탄소피크 달성, 도시·농촌 건설 탄소피크 달성, 교통운수 녹색·저탄소 달성, 순환경제를 통한 탄소저감, 녹색·저탄소 과학기술 혁신, 탄소흡수 능력 향상, 녹색·저탄소 행동 등이 포함됨

68) 박성준·진선선(2022), p.5.

‘14·5’ 계획 기간은 탄소피크를 달성하는 중요한 기간이다. 2021년에 채택된 「‘14·5’ 계획 및 2035년 원경목표 개요」는 2030년 기후변화 대응에 대한 국가 자주적 기여 목표를 명확하게 제시했다. 더불어 청정·저탄소·안전·효율적인 에너지 체계 구축, 중점 산업 분야의 오염 및 탄소 저감 조치 시행, 녹색·저탄소 정책 및 시장 환경 개선, 기후변화 대응 국제협력 강화 등 핵심 과제를 제시했다. 중국은 이 계획 기간 동안 경제발전 방식을 전환하고 녹색 경제와 저탄소 경제를 적극적으로 발전시키며 탄소피크를 조속히 달성하고 탄소중립을 위한 양호한 기반을 마련하는 것을 핵심 목표로 설정하고 있다.

2022년에 열린 중국 공산당 제20차 전국대표대회에서 탄소중립을 추진하고 단계별로 탄소피크에 달성할 것을 제안했다. 구체적인 요구사항은 총 에너지 소비량 및 집약도를 조절하고 화석에너지 소비 통제에 중점을 두며, 점진적으로 총 탄소배출 및 집약도에 대한 ‘이중 통제’ 제도로 전환하는 것이다. 또한 석유 및 가스자원의 탐사 및 개발, 저장 및 생산 증대와 새로운 에너지 체계 마련 등을 통해 에너지 혁명을 추진하고 석탄의 깨끗하고 효율적인 이용을 강화한다. 더불어 수자원 개발과 생태보호를 조정하고 원자력 발전을 안전하고 질서 있게 추진하여 에너지 안전을 보장한다. 나아가 탄소배출 통계·정산 체계를 완비하고 탄소배출권 관련 시장거래 체계를 개선한다. 이와 함께 생태계의 탄소흡수 능력을 향상시키고 기후변화 대응을 위한 글로벌 거버넌스에 적극적으로 참여한다.

2) 부처별 쌍탄 정책 조치

탄소피크 및 탄소중립 로드맵의 수립은 ‘톱-다운’ 정책 외에 ‘다운-톱’ 실천도 필요하며, 이를 위해 지방정부와 탄소배출권 주요 산업은 탄소피크 시간표를 제정하고 있다. ‘1+N’ 정책체계 보완 요구에 따라 에너지, 공업,

도시·농촌 건설, 교통운송, 농업농촌 등 분야와 철강, 석유화학, 비철금속, 건축자재, 석유·천연가스 등 주요 업종의 실시방안과 기술지원, 재정, 금융, 탄소흡수 능력, 통계·정산, 인력 양성, 감사·평가 등 보장방안을 마련해야 한다. 중국 국가발전개혁위원회, 생태환경부 및 기타 부처는 탄소피크 및 탄소중립 추진 관련 요구를 잇달아 발표하여 탄소피크 및 탄소중립 정책 체계의 지속적인 개선을 추진하고 있다.

〈표 2-4〉 중국 주요 정부 부처의 쌍탄 정책

시기	부처	정책 명	관련 내용
2022.05.07	농업농촌부, 국가발전 개혁위원회	「농업농촌 배출 감소 및 탄소격리 시행방안」	• 재배업 에너지 절약 및 탄소저감, 축산업 탄소저감, 어업 탄소저감 및 탄소흡수 증가, 농지 탄소격리 및 용량 확장, 농업기계 에너지 절약 및 탄소저감, 재생 에너지로 대체 등 6개 과제 제안 • 논밭 메탄배출 저감, 비료감소 및 효율성 증가, 가축 탄소저감, 어업 탄소저감 및 탄소흡수 증가, 농기계 에너지 절약, 농경지 탄소흡수 능력 향상, 짚 종합이용, 재생에너지 대체, 기술혁신 지원 및 모니터링 시스템 구축 등 10개 주요 조치 제시
2022.06.30	주택도시 농촌건설부, 국가발전 개혁위원회	「도시·농촌 건설 분야 탄소 피크 달성 시행 방안」	• 2030년까지 도시·농촌 건설 분야의 탄소 배출량 피크 도달, 2060년까지 도시·농촌 건설 방식이 녹색·저탄소로 전면 전환 • 4개 분야에서 19개 과제 제시: 녹색·저탄소 건축 수준 제고, 도시 건설의 에너지 구조 최적화, 재생가능 에너지 보급 등
2022.06.24	교통운수부, 국가철도국, 중국민간항공국, 국가우체국	「‘안전하고 정확하며 전면적으로 새로운 발전이념 관철, 탄소 피크 및 탄소중립 추진에 관한 의견’에 대한 시행의견」	• 교통운송구조, 교통수단, 이동방식, 녹색전환 네 가지 관점에서 종합·입체 교통망 구축, 종합운송에서 철도와 수로 운송 비중 제고, 신에너지 및 청정에너지 운송 수단 적극 발전, 교통전기화 대체 추진, 자동차와 선박 연비효율 기준 제고, 국가 대중버스 도시 건설, 녹색·저탄소 발전계획 강화 등 12가지 조치 제시
2022.04.19	교육부	「탄소피크, 탄소	• 친환경저탄소 교육 강화, 전공 전환 및 업그레

시기	부처	정책 명	관련 내용
		중립 고등교육 인력양성 체계 구축사업 방안」	이드 추진, 핵심 인력 양성 가속화, 산·학·융합 협동 교육, 인력양성 및 기술연구 능력 향상, 교사 인력 강화, 국제교류 및 협력 추진, 탄소 피크 및 탄소중립 목표 달성을 위한 강력한 인 력 보장 및 노하우 지원
2022.05.25	재정부	「탄소피크와 탄 소중립을 위한 재정적 지원에 관한 의견」	- 탄소피크 달성 지원에 중점을 두고 재정자금 지원, 조세 조정, 다양화 투자, 정부의 녹색구 매 등 정책 시행 - 탄소피크 및 탄소중립 '1+N' 정책체계 중의 하 나로 재정부의 당중앙, 국무원의 중대한 의사 결정을 집행하는 중요한 보장 방안
2022.07.07	공업정보화부 국가발전 개혁위원회 생태환경부	「공업 분야 탄소 피크 시행방안」	2025년까지 규모 이상 공업의 부가가치 에너 지 소비는 2020년에 비해 13.5% 감소, 공업 부가가치 이산화탄소 배출 감소 폭은 사회 전 체 감소 폭보다 크며, 주요 산업의 이산화탄소 배출 집약도는 크게 감소 '15·5' 계획 기간 공업 분야의 탄소피크 달성 을 기반으로 탄소중립 능력을 강화하고 기본 적으로 고효율, 녹색, 순환 및 저탄소를 중요 특징으로 한 현대산업 체계를 구축하고, 2030 년까지 공업 분야 이산화탄소 배출은 피크에 달성 - 산업구조 심층 조정, 에너지 절약 및 탄소저감, 친환경 제조 적극 추진, 순환경제 발전, 산업의 녹색·저탄소 기술혁신 추진, 공업 분야의 디지 털 전환 추진 등 6대 핵심 과제 명시 - 두 가지 주요 조치 제시: ①핵심산업에 초점을 맞추고 철강, 건축자재, 석유화학, 비철금속 및 기타산업의 탄소피크 실행계획 수립, 소비 재, 장비 제조, 전자 및 기타산업의 저탄소 개 발 로드맵을 연구 ②녹색·저탄소 제품 및 장비 가 탄소피크 및 탄소중립 실현과정에서 역할 을 발휘하여 에너지 생산, 교통 운송, 도시·농 촌 건설 및 기타 분야에 고품질 장비를 제공하 고, 녹색·저탄소 제품 공급 시스템을 구축해 사회 전체 탄소피크를 실현함
2022.06.24	과학기술부 등 9개 부처	「탄소피크 및 탄소중립 달성을 위한 기술지원 시행방안」	2025년까지 핵심 산업 및 분야에서 저탄소 핵 심 기술 돌파, 단위 GDP당 이산화탄소 배출량 을 2020년 대비 18%, 단위 GDP당 에너지 소비량을 2020년 대비 13.5% 감소

시기	부처	정책 명	관련 내용
			• 2030년까지 탄소중립 관련 획기적 기술을 연구하고, 큰 영향력을 가진 저탄소 기술 솔루션과 종합 시범사업을 구축하며, 더욱 완벽한 녹색·저탄소 기술혁신 체계를 구축하고 단위 GDP당 이산화탄소 배출을 2005년 대비 65% 이상 감소 • 에너지 녹색·저탄소 전환 기술 지원, 저탄소 및 제로탄소 공업 프로세스 재건기술 확보, 도시·농촌 건설 및 교통 분야의 저탄소·제로탄소 기술 확보, 탄소 역배출 및 비이산화탄소 온실가스 저감 능력 향상, 획기적 저탄소 기술혁신, 저탄소 및 제로탄소 기술 시범, 탄소피크 및 탄소중립 관련 의사결정 지원, 탄소피크 및 탄소중립 혁신사업, 기지 및 인력 등 협동으로 효과 증대, 녹색·저탄소 과학기술기업 육성 및 서비스 제공, 이를 위한 기술혁신 국제협력 등 10대 과제 제시

자료: 中华人民共和国农业农村部(2022.5.7.)(검색일: 2022.8.16.); 中华人民共和国住房和城乡建设部(2022.6.30.)(검색일: 2022.8.16.); 中华人民共和国交通运输部(2022.6.24.)(검색일: 2022.8.16.); 中华人民共和国教育部(2022.4.19.)(검색일: 2022.8.16.); 中华人民共和国财政部(2022.5.25.)(검색일: 2022.8.16.); 中华人民共和国工业和信息化部(2022.7.7.)(검색일: 2022.8.16.); 中华人民共和国科技部(2022.6.24.)(검색일: 2022.8.16.)를 바탕으로 저자 작성

3) 중국 각 지방 수준 쌍탄 정책

「2030년까지 탄소피크 달성 행동방안」에서 각 지역은 합리적인 목표를 설정하고 지역 경제사회와 자원환경 수준을 감안하여 각급 정부 간 협력을 통해 지역 여건에 따라 정책을 시행하고, 단계적인 탄소피크 추진을 요구하였다. 이를 위해 성 정부는 쌍탄 목표 달성을 위한 실행계획을 발표했다.

톈진시(天津市)는 중국 최초로 탄소피크와 탄소중립 목표 달성을 위한 입법 취지로 지역 규정인 「톈진시 탄소피크 및 탄소중립 촉진 조례」를 공포하여 2021년 11월 1일부터 시행했다. 「조례」는 중점 분야와 업계에서 우선적으로 탄소배출 통제 및 저감, 공업생산 에너지 소비 감소, 친환경적·신에너지

구동 차량과 선박사용, 친환경 항만 건설 강화, 건물 에너지 절약 및 저탄소화 추진, 고형 폐기물 발생량 감소, 기업의 절수 개조, 농업 절수 및 효율성 개선을 추진할 것을 제안했다. 이에 더해 생태계 탄소흡수 능력 강화와 친환경 생태장벽 구축, 습지 생태계 안전 유지, 해양생태계 보호 강화, 탄소흡수 사업개발 장려, 산림, 습지, 해양, 토양 등의 탄소격리 역할 발휘 등도 제안했다.

허베이성(河北省)은 2021년 9월 「탄소저감 제품 가치실현 메커니즘 구축에 관한 시행방안(시범시행)」을 발표했다. 「방안」은 허베이성 생태제품 가치실현 체계 구축과 개선, 탄소저감 제품 가치의 효과적인 전환, 에너지 소비 및 탄소배출이 높은 산업의 맹목적인 발전 억제 등을 통해 경제사회발전의 전면적인 녹색전환을 추진하는 데 목적을 두고 있다. 또한, 탄소격리 능력 향상, 사업개발 강화, 탄소저감 제품 가치실현 촉진, 운영 메커니즘 구축 및 녹색·저탄소 전환 촉진 등 다섯 가지 핵심 과제를 제안했다.

저장성(浙江省)은 전국 최초로 탄소피크 및 탄소중립 기술혁신 행동방안인 「저장성 탄소피크 및 탄소중립 과학기술혁신 시행방안」을 발표하고 구체적인 기술 로드맵과 행동계획을 제시했으며, 기술혁신의 힘을 활용하여 저장성이 탄소피크와 탄소중립을 실현할 수 있도록 지원한다.

창장삼각주 지역은 중국 최초로 여러 행정구역이 공동으로 「창장삼각주 생태·녹색 통합발전 시범구 탄소피크 실시방안」을 발표했는데, 행정구역 한계를 타파하고 중점지역에서 선도적으로 탄소피크를 추진하고 탄소피크 목표를 협력으로 실현하며, 이를 통해 복제 및 보급 가능한 경험을 제공해 창장삼각주 통합과 쌍탄 국가전략의 이행을 뒷받침한다.

현재까지 허베이(河北), 상하이(上海), 장시(江西), 광시(广西), 광둥(广东), 쓰촨(四川), 지린(吉林), 후난(湖南), 네이멍구(内蒙古), 충칭(重庆), 푸젠(福建), 저장(浙江), 장쑤(江苏), 헤이룽장(黑龙江) 등 지역은 각자의 「완전하고 정확

하며 전면적으로 새로운 발전이념 관철, 탄소피크 및 탄소중립 추진에 관한 의견」을 발표했으며, 탄소중립에 관한 구체적 목표를 제시했다. 상하이, 장시, 닝샤(宁夏), 지린, 하이난(海南), 헤이룽장, 장쑤, 베이징(北京), 랴오닝(辽宁), 톈진(天津) 10개 지역은 자체의 「탄소피크 실행 계획」을 발표하여 탄소피크 실현을 위한 조치를 제안했다.

지방마다 에너지 여건과 산업구조가 다르기 때문에 탄소피크 및 탄소중립 시행방안에 자체 현실을 반영했다. 일반적으로 에너지 및 산업 구조조정, 에너지 절약 강화, 에너지 구조 최적화, 생태계 탄소흡수 증가, 녹색금융 개발, 기술혁신 촉진 등 영역에 초점을 두었다. 각 지역에서 추진하는 탄소피크 사업은 다음과 같다.

① 청정·저탄소·안전·효율적인 에너지 체계를 구축하고 화석연료 에너지 총량을 통제하여 효율성을 향상시킨다. 재생에너지 대체전략을 시행하고 전력 시스템을 개선하며, 신에너지에 기반을 둔 새로운 전력생산 시스템을 구축한다.

② 중점산업 분야에서 오염저감 및 탄소저감 조치를 실시하고 친환경 제조를 촉진한다. 건설 분야의 에너지 절약 기준을 개선하고, 운송 분야에서 녹색·저탄소 운송수단을 투입한다.

③ 녹색·저탄소 핵심기술을 확보하여 저탄소 첨단기술에 대한 연구를 전개하고 오염 및 탄소저감 기술의 대중화 및 적용을 추진한다. 친환경저탄소 기술 평가 제도를 수립 및 개선하고, 거래 시스템 및 기술혁신 서비스 플랫폼, 녹색금융을 적극적으로 개발한다.

④ 녹색·저탄소 정책 및 시장체계를 개선하고 에너지 ‘이중 통제’ 제도를 보완한다. 재정, 세금, 가격, 금융, 토지, 정부조달 및 기타 녹색·저탄소 발전에 도움이 되는 정책을 시행하고, 탄소배출권 거래를 추진하여 녹색금융을 적극 발전시킨다.

⑤ 녹색·저탄소 생활을 지향하고 사치와 낭비에 반대하며 친환경 여행을 장려하고 녹색·저탄소 생활 패턴을 구축한다.

⑥ 생태계의 탄소흡수 능력을 향상시키고 국토공간에 대한 계획 및 용도 관리를 강화하며 산림, 초원, 습지, 해양, 토양 및 툰드라의 탄소격리 역할을 효과적으로 발휘하여 생태계의 탄소흡수 능력을 강화한다.

⑦ 기후변화 대응에 관한 국제협력을 강화하고 국제 규칙 및 표준 제정을 추진한다.

이처럼 각 지방 정부의 쌍탄 정책은 에너지 소비가 많은 산업의 신규 사업을 엄격히 통제하고 재생 가능한 자원, 대규모 에너지 저장, 친환경 자동차, 친환경 건물, 청정 난방, CCUS 등 녹색·저탄소 기술과 산업을 적극적으로 발전시킨다고 제시했다. 또한, 자원 재활용 효율성을 개선하여 원천에서 탄소배출을 감소시키고 중요한 에너지 인프라의 구도 배치 최적화를 통해 핵심지역 및 산업에서 우선적으로 탄소피크 달성을 추진한다. 이와 더불어 에너지 가격, 탄소 가격, 재정·세금, 녹색 투융자 등 장려 정책 개선으로 전국 및 지역을 통합 및 조율하는 메커니즘을 구축하고, 국제협력 및 교류를 강화한다.

각 지역은 탄소피크와 탄소중립을 선도하고, 각지의 경제와 산업 현실을 감안하여 탄소저감과 민생경제를 조율하고, 경제성장 방식, 에너지 체계 및 소비 패턴의 전환을 추진한다. 또한, 저탄소 기술 혁신, 재생에너지 전력생산, 바이오 에너지 및 CCUS, 수소 에너지 기술, 탄소 역배출 기술 영역에 대한 투자를 확대한다. 탄소시장의 장려와 단속 메커니즘을 발휘하고, 에너지 및 상품 공급을 보장하는 전제 하에 경제 전환 리스크에 대한 모니터링, 평가와 조정을 실시하여 경제성장과 탄소피크 목표 사이의 균형을 보장한다.

03

중국의 해양수산 분야 탄소중립 정책

제1절 탄소중립 주요 추진 방향

해양은 기후변화를 완화시킬 수 있는 주요 분야로 기후변화 대응에 중요한 역할을 한다.⁶⁹⁾ 첫째, 해양은 대량의 이산화탄소와 열을 흡수하고 저장하는 기후조절 장치이며, 전 세계적으로 중요한 식량 원천이자 경제성장 엔진이다. 둘째, 해양은 기후변화의 영향을 크게 받는다. 그동안의 연구에 따르면 온실가스와 열의 증가는 해양 산성화, 해양 온난화, 해수면 상승 및 해양 악천후 증가로 이어져 해안침식, 해수침입, 생태계 악화 및 생물 다양성의 손실을 초래하고 연안 도시의 안전을 위협하며 사회, 경제 및 문화 측면에도 중대한 영향을 미친다.

해양은 중국이 쌍탄 목표를 달성하는 과정에서 핵심 분야로 필수 역할을 수행한다. 안정적인 기후 시스템을 유지하기 위한 가장 직접적이고 안전한 방법은 탄소배출을 줄이고 위험경계 내에서 탄소 배출량을 제어하는 것이다. 다만, 사회의 정상적인 운영과 국가경제 발전의 수요도 고려해야 한다. 따라서 탄소흡수와 탄소저감이 유기적으로 결합되어야 기후변화에 대응할

69) 진선선·한광석(2021), p.2.

수 있으며, 해양 분야에서도 탄소흡수 능력 증대와 배출 감소를 강조해야 한다. 중국 탄소정산 데이터베이스(CEADs)의 분석에 따르면, 중국의 이산화탄소 배출은 주로 전력과 열 생산 산업에서 발생하며 해양재생에너지 기술을 활용하여 전력생산으로 인한 이산화탄소 배출을 효과적으로 줄일 수 있다. 따라서 해양 탄소흡수 능력 강화를 통해 탄소를 저감하는 것은 탄소중립 목표를 실현하는데 중요한 역할을 할 것으로 전망된다.⁷⁰⁾

지속가능 해양경제 고위급패널(High Level Panel for a Sustainable Ocean Economy)은 해양 재생에너지, 해상운송, 연안 및 해양 생태계, 해양 어업과 양식, 해저 탄소저장 등으로 다양한 기후변화 대응 솔루션을 제공할 수 있다고 밝혔다.⁷¹⁾ 해양 재생에너지 개발과 활용, 친환경·저탄소 해운산업 발전, 해양생물자원 보존 및 활용, 해양 탄소흡수 기능은 탄소배출을 줄이고 경제와 사회의 녹색 전환을 실현하는 데 매우 중요한 수단이다.⁷²⁾ 구체적으로 살펴보면 항만과 해운업, 해양 재생에너지, 해양생물자원 등 분야의 녹색·저탄소 발전과 해양 생태환경에 대한 보호 및 복원을 통해 녹색 전환을 실현할 수 있다.

첫째, 해양 재생에너지를 대대적으로 발전시킨다. 해상풍력 발전 및 해양에너지와 같은 해양 재생에너지는 매장량이 풍부하고 잠재력이 큰 저탄소·안전·고효율 에너지 체계의 주요 구성 부분이 될 수 있다. 에너지 구조를 최적화하는 것은 탄소중립 실현의 핵심 방향이다. 해양 재생에너지 개발 및 활용도 제고, 해상풍력 발전 육성, 풍력·태양광 발전 상호보완 모델 구축, 원해(远海) 풍력발전산업기지 건설, 조석 및 파도 에너지 등 해양 에너지의 대규모 이용, 해상 ‘에너지섬’ 건설 추진 등을 통해 화석에너지 중심의 에너지 구조를 변화시켜 탄소배출을 원천적으로 대폭 줄일 수 있다.⁷³⁾

70) 王文涛等(2022), p.2.

71) 高学文(2022), p.12.

72) 观沧海(2021.7.21)(검색일:2022.7.20.)

73) 李晓璇&刘大海(2022), pp.4-5.

둘째, 해운·항만 분야의 녹색·저탄소 발전을 촉진한다. 전 세계 무역의 90%가 해운을 통해 이루어지는데 친환경·저탄소 선박과 해운업 발전은 큰 의미를 지닌다. 따라서 선박의 에너지 구조를 최적화하고, 선박용 저유황 연료 및 액화천연가스 공급 시스템을 구축 및 개선하며, 신에너지와 청정에너지 선박의 발전을 추진하고, 선박의 항만AMP 사용을 적극 추진해야 한다. 또한, 선박 오염 방지와 통제를 강화하고 에너지 절약 및 친환경 선박을 개발하며, 선박 오염물질 배출에 대한 감독과 선박 배출에 대한 통제를 강화하는 스마트 해운의 발전을 추진한다. 해운업에서 탄소배출을 통제해야 한다는 목소리가 높아짐에 따라 항만이 추구할 친환경 및 저탄소 발전에 대한 기대가 점점 더 커지고 있다. 스마트 항만과 친환경 항만 개발이 항만건설의 주요 추세가 되었으며 ‘스마트·탄소제로’ 항만 건설을 통해 스마트 친환경 에너지 이용 체계를 구축하고 진정한 ‘제로배출’을 실현한다.

셋째, 해양 생물자원에 대한 지속가능한 이용이다. 해조류, 조개류 및 기타 해양생물은 광합성 또는 플랑크톤을 여과하고 흡수하여 대기와 해수에서 탄소를 흡수할 수 있다. 이에 더해 해양양식 조개류, 해조류 등에 중점을 둔 어업 탄소흡수를 개발하고 해양 자원을 최대한 활용하여 가치를 발굴하며, 해양어업 관리를 강화하여 해양 생물자원을 보존하고 해양 생태환경을 개선한다.

넷째, 해양 생태환경에 대한 보호와 복원을 강화한다. 블루카본은 해양 생태계에서 강한 탄소저장 능력과 높은 탄소저장 효율성, 긴 탄소저장 주기, 특히 해초지, 맹그로브 숲 및 염습지 등에 중요한 탄소흡수 기능을 가지고 있다. 따라서 해양의 탄소흡수 효과를 효과적으로 활용하여 해양 생태계의 탄소흡수 능력을 개선하는 것은 탄소중립을 실현하는 주요 방법이다.

해양의 녹색·저탄소를 실현하려면 해양산업의 고품질 발전을 중심으로 추진해야 한다. 이를 위해 해양산업 구조 및 구도 배치를 최적화하고 신규

(新旧) 발전 추진력의 전환을 추진하며 해양 산업이 녹색패턴으로 발전 추진력과 해양 산업 녹색패턴으로 전환을 촉진해야 한다. 또한 해양 재생에너지 산업을 육성 및 확장하고, 해양 생물자원과 해양 환경에 대한 보호·복원을 강화하며, 저탄소·순환·집약·효율적인 해양 산업의 새로운 패턴을 형성해야 한다.

제2절 블루카본 정책 및 추진 현황

1. 블루카본 개념 및 기능

1) 블루카본의 개념

기후변화를 통제하는 효과적인 방법은 크게 두 가지가 있다. 하나는 탄소 배출을 원천적으로 줄이는 것이고 다른 하나는 배출된 탄소를 효과적으로 흡수하는 것이다. 전자는 에너지 구조조정, 화석연료 사용 감소, 재생에너지 사용 증가, 에너지 효율성 개선 등을 통해 실현하고, 후자는 식수조림, 탄소격리 및 탄소저장 등 기술에 의존한다. 중국은 여전히 빠른 경제성장이 필요하기 때문에 계획적이지 않은 탄소 저감은 막대한 경제적 대가를 불러일으킬 수 있다. 따라서 현 단계에서 경제성장을 보장하면서 이산화탄소의 흡수 및 저장 즉 탄소흡수를 증가하는 것이 중국이 이산화탄소 저감 목표를 달성하기 위한 효과적인 조치이며 이 방식은 경제발전을 제약하지 않는 배출감소 방식이다.⁷⁴⁾ 유엔환경계획(UNEP), 식량농업기구(FAO), 유네스코 정부간해양학위원회(IOC)가 2009년에 공동으로 발표한 「Blue

74) 焦念志等(2018), p.11.

Carbon: The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon」(이하 「Blue Carbon」(2009)로 약칭함)에 따르면, 전 세계적으로 탄소흡수 능력 증가 계획을 시행하면 2030년까지 이산화탄소 환산량 약 40억 톤, 2050년까지 약 110억 톤 줄일 수 있다고 한다.⁷⁵⁾

탄소흡수(Carbon Sink)는 기후변화에 대응하고 경제 및 사회의 고품질 성장을 달성하기 위한 기본 방식이며 탄소중립 목표를 달성하기 위한 가장 경제적인 수단 중 하나이다. 탄소흡수는 다양한 자연요소가 상호 의존적으로 작용하여 탄소순환을 실현하는 자연 사슬이며 자연 탄소순환 및 탄소제거의 주요 방법이다. 탄소흡수는 실제로 산림, 해양, 토양 및 툰드라와 같은 생태계가 이산화탄소를 흡수하고 격리하는 능력과 효율성을 가리킨다.⁷⁶⁾

이에 더해 탄소흡수는 식수·조림, 해양보호, 해역복원 등 조치를 취하고 식물과 생물의 광합성이나 생물학적 펌프(Biological Pump)를 이용해 대기 중의 이산화탄소를 흡수 및 제거하고 식생, 심해 및 토양에 격리하여 대기 중의 온실가스 농도를 줄이거나 줄이는 과정과 활동, 메커니즘이다.⁷⁷⁾

경우에 따라 탄소흡수는 육지생태계 탄소흡수와 해양 생태계 탄소흡수로 나눌 수 있다. 육지 생태계의 탄소흡수는 탄소격리 물질에 따라 경작지, 산림, 초원 및 습지 탄소흡수로 구분된다. 해양 생태계 탄소흡수는 주로 해양 생물량의 90% 이상을 차지하는 미생물 탄소격리(해양생물 탄소흡수)와 연안지역의 맹그로브 숲, 염습지 및 해초지와 같은 생태계의 탄소격리 두 가지 유형을 포함한다.⁷⁸⁾

블루카본은 탄소흡수의 일종으로 해양 탄소흡수라고도 한다. 「Blue

75) UEEP&FAO&IOC(2009), p.40., 재인용: 贺义雄(2021.6.18.), p.3.

76) 朱辉&李梦言(2022), p.2.

77) 范振林(2021), p.13.

78) 위의 책, p13.

Carbon」(2009)에서 처음으로 ‘블루카본’이라는 용어를 명확하게 정의했다. 탄소흡수 정의에 따르면, 좁은 의미의 블루카본은 해양생물이 이산화탄소를 흡수하여 심해에서 장기간 격리하는 활동을 의미한다.⁷⁹⁾ 넓은 의미의 블루카본은 해양생물과 해양 활동을 통해 대기 중의 이산화탄소를 흡수하고 해양에 격리하는 과정, 활동 및 메커니즘을 의미한다.⁸⁰⁾ 범위는 연안지대, 습지, 늪, 하구, 근해, 천해(淺海) 및 심해(深海)를 포함한다.⁸¹⁾ 맹그로브 숲, 염습지, 해초지는 3대 연안지대 탄소저장 장소이고, 해양미생물, 조류, 어류, 패류 등도 탄소격리 및 탄소저장 측면에서 다양한 역할을 한다.

블루카본 개념이 정의된 이후 IOC와 세계자연보전연맹(IUCN) 및 국제보호협회(CI)는 공동으로 ‘블루카본 이니셔티브’를 발표했다. 블루카본의 탄소격리 역할을 강조하며 해양 생태계 복원과 해양 동식물에 대한 지속가능한 이용을 통해 지구 온난화를 지연시키는 것을 목표로 한다. 이후 블루카본 이니셔티브 정책실무단은 「블루카본 정책프레임워크」(Blue Carbon Policy Framework)를 발표하여 블루카본 보호 및 육성을 위한 5가지 목표를 설정하고 연안 생태계의 가치를 강조하며 블루카본을 시장거래 범주에 포함시켰다.⁸²⁾

2) 블루카본의 기능

해양은 지구의 기후와 탄소 순환 과정에 근본적인 역할을 한다. 육지 탄소흡수에 비해 해양 탄소흡수는 다음과 같은 장점이 있다. 첫째, 탄소 저장량이 매우 많다. 해양은 대기의 약 50배, 육지의 약 20배에 달하는 지구상 최대 탄소 저장고로 지구상 이산화탄소의 약 93%(40조 톤)를 저장하고 산업

79) 潘晓滨(2018), p.156.

80) 朱辉&李梦言(2022), p.2.

81) 贺义雄((2021.6.18.), p.3.

82) 朱辉&李梦言(2022), p.2.

혁명 이후 인간의 활동으로 인해 발생하는 이산화탄소의 약 30%를 흡수하였다.⁸³⁾ 둘째, 탄소저장 효율성이 높다. 해양식물 총량은 육지의 0.05%에 불과하지만 연간 탄소 순환량은 육지와 거의 동일하다. 단위 해역 생물의 탄소격리량은 산림의 10배, 초원의 290배이다. 셋째, 탄소 저장주기가 길다. 많은 해양생물이 포집한 탄소의 저장주기는 수천 년에 달하는 반면 육지 탄소흡수는 수십 년에 불과하다. 해양 탄소흡수는 탄소순환 과정에서 핵심 역할을 하여 탄소 역배출 잠재력이 크기에 기후변화에 대처하는 중요한 수단이며, 쌍탄 목표를 달성하기 위한 효과적인 방법이다.

앞서 언급한 「Blue Carbon」(2009) 보고서에 따르면, 전 세계적으로 해양을 기반으로 한 탄소흡수 증가계획을 통해 2030년까지 매년 약 40억 톤의 이산화탄소 배출량을 줄이고 2050년까지 매년 약 110억 톤을 줄일 수 있다.⁸⁴⁾ 해양 탄소흡수는 기후변화를 완화하고 사회경제의 지속가능한 발전을 촉진하는 중요한 수단이며 탄소중립 실현을 위한 가장 경제적인 선택이라고 할 수 있다.⁸⁵⁾

블루카본은 기후변화에 대처하는 역할과 탄소흡수 기능 외에도 여러 생태계 서비스, 사회경제적 가치를 가지고 있다. 연안지역일 경우 대부분 경제적 잠재력과 관광가치가 높은 지역으로 해양어업, 광업, 양식업, 관광업 및 기타 해양관련 산업의 발전을 병행하여 식량공급, 생계유지 및 경제성장 역할을 할 수 있다. 블루카본을 보호하는 것은 기후변화에 대처하는 중요한 조치일 뿐만 아니라 연안지역 자연 생태계의 생산성과 자체회복 유연성을 향상시키고 연안지역의 생태안전, 생산 및 생계, 고품질 발전에 필수적인 조치이다.⁸⁶⁾

83) 焦念志等(2018), p.14.

84) UEEP&FAO&IOC(2009), p.40., 재인용: 贺义雄(2021.6.18.), p.3.

85) 范振林(2021), p.14.

86) 위의 책, p.16.

오늘날 해양 활동에 의해 형성·증가된 블루카본은 쌍탄 목표를 달성하는 가장 효과적인 방법 중 하나이다. 탄소중립 목표를 달성하기 위해서는 전통 화석에너지 위주의 에너지 구조를 재생에너지 에너지 구조로 전환하는 것 외에도 블루카본의 거대한 탄소흡수 능력을 충분히 발휘하여 탄소중립 목표를 실현하는 로드맵을 제공해야 한다.

2. 블루카본 정책

1) 국가 차원 블루카본 정책

중국 정부는 오래전부터 탄소흡수를 증가하고 기후변화를 완화하는 과정에서 해양의 중요한 역할을 인식하고 해양 탄소흡수 능력 향상을 위한 전략을 추진하였고 점차 블루카본을 기후변화에 대응하고 사회경제 및 사회 발전을 위한 정책계획 체계에 포함시켰다.

2015년 이전의 해양 탄소흡수 개발은 경제발전 및 기후변화 대응과 상호 연동되지 않았다. 2011년에 발표된 「산둥성 블루경제구 발전계획」은 당시 해양 탄소흡수 개발을 제안한 유일한 성급 해양 분야 발전계획이다.⁸⁷⁾ 2013년 전(前)국가해양국이 발표한 「국가 해양사업발전 ‘12·5’ 계획」은 맹그로브 숲, 연안습지 등 해양 탄소흡수 자원 관련 내용을 처음으로 다루어 해양생태계의 복원과 보호를 강조했다.

2015년 이후 중국은 생태문명 건설을 추진하고 생태문명 체제 개혁을 시작했으며 해양 탄소흡수 개발 관련 사항이 국가정책에 등장하기 시작했다. 2015년은 블루카본 보호가 본격적으로 국가 차원 전략에 편입된 해로, 중공중앙과 국무원이 출범한 「중공중앙 국무원 생태문명 건설 추진에 관한

87) 毛竹等(2022), p.50.

의견」에서 해양 탄소흡수 증가를 기후변화 대응방식의 하나로 삼아야 한다고 언급했다. 「중국 국민경제와 사회발전 ‘13·5’ 계획 강요」는 연안 및 습지에 대한 보호·복원을 강화하고, ‘남홍북류’(南红北柳)⁸⁸⁾ 습지복원 사업, ‘생태도서’ 사업, ‘블루베이(Bay)’ 정비사업을 실시한다고 제안했다. 「전국 해양주체기능 구획」은 해상풍력, 해양에너지 등 재생에너지를 적극 개발하여 녹색경제 발전을 촉진하고 해양 탄소흡수 기능 강화할 것을 요구했다. 블루카본은 「중국 기후변화 격년보고서」 내용에 정식으로 포함됐다. 이후 「생태문명 체제개혁 종합방안」, 「‘13·5’ 온실가스 배출통제 업무방안」, 「주체기능구역의 전략 및 제도 개선에 관한 약간의 의견」, 「국가 생태문명시범구(하이난) 시행방안」 등은 해양 탄소흡수 메커니즘 수립, 해양생태계 탄소흡수 시범사업 실시, 해양 탄소흡수 표준체계 및 시장거래 메커니즘 구축에 대한 요구사항을 잇따라 제시했다.

2016년, 국무원은 해양 탄소흡수에 대한 시범사업을 적극적으로 수행하고 해양영역의 저탄소 기술 연구개발에 중점을 둘 것을 제안했다. 같은 해에 전(前)국가해양국은 ‘블루카본 워킹그룹’을 설립하여 「국가 블루카본 연구 보고서: 국가 블루카본 사업 타당성 연구」를 실시했다. 2017년 초, 중국은 유엔에 「중국 기후변화 격년 보고서」를 제출했는데, 기후변화에 대응하기 위해서 해양 탄소흡수 보호를 위한 중국의 기후변화 대응정책과 행동을 포괄적으로 설명했다. 2017년, 「‘일대일로’ 건설 해상협력 구상」과 「주체기능구역의 전략 및 제도 개선에 관한 약간의 의견」은 연선국가와 공동으로 해양 및 연안 블루카본 계획을 추진하고, 국제 블루카본 협력 메커니즘을 구축하며, 블루카본 표준체계 및 거래 메커니즘 수립의 필요성을 지적했다. 2019년, 중국은 국가 및 지역에서 해양환경의 탄소 역배출 생태 시범사업을 추진하기 위해 「해양 탄소 역배출에 관한 국제 해양과학계획(ONCE)」을 제안했다.

88) ‘남홍북류’(南红北柳): 남방지역에 맹그로브 위주, 북방지역에 위성류(*tamarix chinensis*) 위주

2020년 쌍탄 목표가 제시된 이후 해양 탄소흡수의 제도 구축은 새로운 단계에 진입했다. 해양 탄소흡수는 중국 국가 통합계획에서의 지위는 더욱 뚜렷해지고 해양생태환경 복원과 기후변화 대응을 서로 연결하는 핵심 연결 고리로 정해졌다. 2021년 10월, 국무원이 발표한 두 개의 쌍탄 지침서는 모두 블루카본을 포함했다. 첫째, 「완전하고 정확하며 전면적으로 새로운 발전이념 관철, 탄소피크 및 탄소중립 추진에 관한 의견」은 “해양생태계 보호·복원을 통합 추진하여 기존 해양의 탄소흡수 능력을 강화하고 맹그로브 숲, 해초지, 염습지 등의 탄소흡수 능력을 향상시키며 해양 탄소흡수 현지 조사 및 탄소 저장량, 생태 보호·복원 탄소흡수 효과 모니터링 및 평가를 실시”할 것을 요구했다. 둘째, 「2030년까지 탄소피크 달성 행동방안」은 “산림, 초원, 습지, 해양, 토양, 툰드라, 카르스트 등에 대한 탄소흡수 능력 조사, 탄소 저장량 평가와 잠재력 분석을 실시하고 생태 보호·복원 탄소흡수 효과 모니터링 및 평가를 실시하며, 탄소흡수 가치를 반영할 수 있는 생태보호 보상 메커니즘을 구축하고 탄소흡수 사업을 전국 탄소배출권 거래에 포함시키는 규칙을 연구한다”고 제안했다. 2021년 생태환경부는 「기후변화 대응 및 생태환경 보호 통합 강화에 관한 지도의견」을 제정하여 해양 및 연안의 생태계 보호·복원 추진과 기후변화 적응 사이의 시너지 효과 창출을 제안했으며, 이는 실질적으로 해양 탄소흡수 개발을 제안한 것이다. 자연자원부는 같은 해 7월 「해양생태 조기경보 모니터링 체계 구축 및 완비에 관한 통지」를 발표해 해양 탄소흡수에 대한 모니터링 및 평가를 실시할 것을 제시했다.

2022년 1월 생태환경부는 「‘14·5’ 해양생태환경보호 계획」을 발표하여 “기후변화 대응과 해양환경 관리, 생태 보호·복원을 협동적으로 추진하고, 해양 탄소흡수원에 대한 모니터링 및 평가를 실시하며, 해양의 기후변화 대응에 대한 모니터링 및 평가를 추진하고 해양의 탄소격리 능력을 효과적으로 발휘하여, 해양의 기후변화 적응능력을 향상시키고 오염 및 탄소저감의

시너지 효과를 촉진해야 한다”는 요구를 포함했다. 같은 해 8월 과학기술부 등 9개 부처가 공동으로 발표한 「탄소피크 및 탄소중립 달성을 위한 기술지원 시행방안(2022-2030)」에서는 블루카본 관련 탄소 역배출 기술력 제고에 초점을 맞춰 맹그로브 숲, 해초지, 염습지 등 해양생태계 탄소흡수 기술을 개발할 것을 제안했다.

〈표 3-1〉 중국 해양 탄소흡수 관련 주요 정책

시간	정책명	발표 기관	관련 내용
2015.4	「중공중앙 국무원의 생태문명 건설 추진에 관한 의견」	중공중앙, 국무원	• 산림, 초원, 습지, 해양의 탄소흡수 등 수단 증가를 통해 이산화탄소, 메탄, 과불화탄소, 육불화황 등 온실가스 배출을 효과적으로 통제
2015.4	「전국 해양주체기능 계획」	국무원	• 해양 재생에너지를 적극적으로 개발 및 이용하고, 해양 탄소흡수 기능을 강화
2015.9	「생태문명 체제개혁 종합방안」	중공중앙, 국무원	• 산림, 초원, 습지, 해양 등 탄소흡수를 증가하는 효과적인 메커니즘을 구축
2016.10	「13·5 온실가스 배출 통제 업무방안」	국무원	• 해양 등 생태계의 탄소흡수원 시범 사업 추진
2017.8	「주체기능구역의 전략 및 제도 개선에 관한 약간의 의견」	중공중앙, 국무원	• 블루카본 표준체계 및 거래 메커니즘 구축
2017.11	「‘일대일로’ 건설 해상 협력 구상」	국가발전개혁위원회, 국가해양국	• 중국 정부는 ‘21세기 해상 실크로드’ 블루카본 계획을 제안하고, 연선국가와 공동으로 해양 및 연안 블루카본 생태계 모니터링, 표준·규범 및 탄소흡수 연구 등 수행 • 공동으로 「21세기 해상 실크로드 블루카본 보고서」 발행, 국제 블루카본 포럼 및 협력 메커니즘 구축
2019.5	「국가 생태문명시범구(하이난) 시행방안」	중공중앙, 국무원	• 해양생태계 탄소흡수 시범사업 추진

시간	정책명	발표 기관	관련 내용
			• 기존 블루카본 생태계 보호 및 복원 • 블루카본 표준체계 및 거래 메커니즘 연구 수행, 법에 따라 국제 탄소 배출권 거래소 설립 모색
2021.3	중앙재정경제위원회 제9차 회의	-	• 생태계 탄소흡수 능력 향상, 국토공간에 대한 계획과 용도통제 강화 • 산림, 초원, 습지, 해양, 토양, 툰드라의 탄소격리 기능 발휘, 생태계 탄소흡수 능력 제고
2021.10	「완전하고 정확하게 전면적으로 새로운 발전 이념 관철, 탄소피크 및 탄소중립 추진에 관한 의견」	중공중앙, 국무원	• 탄소흡수 능력 지속적으로 강화, 해양생태계에 대한 보호·복원 추진, 맹그로브 숲, 해초지, 염습지 등의 탄소격리 능력 향상
2021.10	「2030년까지 탄소피크 달성 행동방안」	국무원	• 생태계 탄소격리 역할 강화, 생태계 탄소흡수 능력 향상
2022.1	「'14·5' 해양생태환경 보호 계획」	생태환경부 등 6개 부처	• 해양 탄소흡수 모니터링 및 평가 실시, 기후변화에 대한 모니터링 및 평가 추진, 해양 탄소격리 기능을 효과적으로 발휘, 해양의 기후변화 적응력 향상

자료: 中国政府网(2015.5.5.)(검색일: 2022.9.20.); 中国政府网(2015.8.1.)(검색일: 2022.9.20.); 中国政府网(2015.9.21.)(검색일: 2022.9.20.); 中国政府网(2016.10.27.)(검색일: 2022.9.20.); 中城研究(2021.8.20.)(검색일: 2022.9.20.); 中国政府网(2017.6.20.)(검색일: 2022.9.20.); 中国政府网(2019.5.2.)(검색일: 2022.9.20.); 中国政府网(2021.3.15.)(검색일: 2022.9.20.); 中国政府网(2021.10.24.)(검색일: 2022.9.20.); 中国政府网(2021.10.26.)(검색일: 2022.9.20.); 中国人民共和国生态环境部(2022.1.7.)(검색일: 2022.9.20.)를 바탕으로 저자 작성

중국은 해양 탄소흡수 개발의 초기 작업을 이미 개진하고 있으며 기초과학 연구, 모니터링, 조사 및 평가, 표준화 체계 구축, 거래·정산 이론 및 실천 등 여러 분야에서 정책과 제도적 토대를 마련하였음을 확인하였다.

2) 지역별 블루카본 정책과 추진 현황

중국의 블루카본 개발은 전면 시행되었다. 블루카본의 중요성이 부각됨에 따라 각 지방에서는 시범사업을 통해 관련 모색과 적극적인 실천을 이어가고 있으며, 현재 하이난(海南), 산둥(山东), 저장(浙江), 푸젠(福建), 광둥(广东) 등 국내 여러 연해 성 및 도시는 블루카본 관련 정책을 내놓아 관련 사업을 추진하고 있다.

(1) 하이난성(海南省) 블루카본 정책 및 추진 현황

하이난성은 풍부한 블루카본 자원을 가지고 있다. 하이난의 맹그로브 숲 면적은 전국 3위, 습지 총 면적은 32만 헥타르이며 습지 유형이 전국에서 가장 다양한 편으로, 하이난은 국가계획에 따라 블루카본 관련 개발을 꾸준히 추진하고 있다.

국가계획을 보면, 2018년 4월에 발표된 「중공중앙 국무원의 하이난 전면적인 개혁개방 심화에 관한 지도의견」은 국가 생태문명시범구 건설을 하이난의 다음 단계 전략적 목표로 정하고 하이난 해양 탄소흡수 시범사업을 추진할 것을 요구했다. 2019년 5월 발표된 「국가 생태문명시범구(하이난) 시행방안」에서는 해양 탄소흡수 시범사업의 구체적인 내용을 추가로 제시하고 하이난 블루카본 개발을 위한 중요한 계획지침을 마련했다. 세부적으로 보면, 하이난성 블루카본 생태계의 분포현황, 탄소흡수 증가 로드맵 및 잠재력을 조사 및 연구하여 다양한 유형의 탄소흡수 시범사업을 수행한다고 요구했다. 또한, 기존 블루카본 생태계를 보전 및 복원하고, 해양생태목장 건설과 결합하여 생태어업의 탄소격리 메커니즘과 탄소흡수 증가 모델을 시범 연구하며, 동시에 블루카본 표준 체계와 거래 메커니즘에 대한 연구를 수행하고 법률·규정에 따라 국제 탄소배출권 거래소의 설립을 추진한다.

현재 하이난은 해양 탄소흡수 시범사업을 수행하고 있다. 블루카본 생태계 기본현황 조사, 맹그로브 숲 및 해초지 등 블루카본 생태계 보호·복원과 어업 탄소흡수 확대 등을 추진하고 있다.⁸⁹⁾ 하이난의 계획을 살펴보면, 2018년 말 생태환경부와 하이난성 정부가 체결한 「하이난 생태환경보호 전략협력 전면 강화 협정」은 해양 탄소흡수 시범사업을 전개하고 기후변화 대응 및 탄소배출 저감을 강화해야 한다고 언급했다. 2020년 12월에 승인된 「하이난성 ‘14·5’ 계획」에서는 해양 탄소흡수 시범사업과 제로탄소 시범지역을 지정하여 탄소중립 실현 메커니즘을 마련할 것을 제안했다. 「2021년 하이난성 정부업무 보고서」에서도 해양 탄소흡수 연구를 수행하고 생태제품의 가치 실현 메커니즘을 구축할 것을 제안했다. 2021년 8월 발간된 「하이난성 ‘14·5’ 생태환경보호 계획」에서 해양 탄소흡수 현지조사 실시, 맹그로브 숲 및 해초지 생태계 보호·복원 사업과 탄소흡수 개발사업 결합, 맹그로브 숲 및 해초지 등 해양생태계의 기후변화 대응 시범사업 실시 및 시범구 구축, 블루카본 거래 방법론 및 메커니즘 연구, 동남아 지향 블루카본 플랫폼 구축 등을 통해 블루카본 개발 능력을 더욱 향상시킬 것을 명시했다.

2022년 8월에 발표된 「하이난성 탄소피크 달성 시행방안」에서는 생태계의 탄소흡수 능력 제고에 관한 구체적인 요구사항을 제시하고 블루카본 생태계 건설 사업을 녹색·저탄소 시범사업에 포함시켰다.

89) 应验(2021), p.179.

〈표 3-2〉 「하이난성 탄소피크 달성 시행방안」 중 블루카본 관련 내용

주요 조치	주요 내용
블루카본 증가 추진	• 높은 수준의 블루카본 연구센터 구축, 과학연구 혁신 및 교류 플랫폼 구축, 블루카본 정산 및 모니터링 기술 개발, 탄소흡수 증가 방안, 투자 및 자금 조달 메커니즘 등 연구 수행 • 블루카본 표준 제정에 적극 참여, 다양한 탄소흡수 관련 방법론 개발, 시범사업 추진, 하이난성 블루카본 잠재력 발굴 • 주요 산업단지, 대학 및 연구기관에 의존하여 남중국해 해역의 지질 탄소저장 및 탄소저장 적합성 평가지표 체계에 대한 연구 추진, 지질 탄소저장 표준규범 및 모니터링 기술체계 구축 • 블루카본 생태계 개선사업 수행, 습지생태 복원사업 시행, 생태계 보호를 기반으로 한 연안 종합관리 추진 • 생태계 복원 중대 사업 실시, 연안 생태 보호·복원 추진 • 2025년까지 맹그로브 숲 면적 2.55만 묘(亩) 증가, 맹그로브 숲 습지 4.8만 묘 복원
블루카본 생태 계 건설사업	• 이미 추진된 블루카본 거래 관련 연구에 의존하여 국가급 블루카본 기술혁신 관리 플랫폼을 구축하고, 하이난성 블루카본 자원 조사통계, 탄소매장량 조사 및 방법론 개발 등 추진으로 블루카본 자원 현황 파악 • 맹그로브 숲, 염습지, 해초지 및 기타 조류를 대상으로 블루카본 연구·실천 기지 건설, 수질 및 지형과 같은 외부요인을 종합적으로 고려하여 하이난 특색의 블루카본 생태계 구축 • 단계별로 관측, 검증, 복제, 보급이 가능한 블루카본 사업 모델 구축, 국가 블루카본 시범구 건설 추진, 블루카본 관련 이론 연구를 위한 실천 및 발전 기반 제공 • 해양쓰레기 정비 추진, 연안 블루카본 생태계 보호·복원 강화, 해양생태 보상 메커니즘과 해양 지속가능한 개발 방식 완비, 하이난성 블루카본 잠재력 최대한 발굴 • 2025년까지 지식공유 및 학술성과 국제 교류 플랫폼 구축, 높은 수준의 블루카본 연구기관 설립, 기후변화 대응의 국가전략 적극 협조 • 2030년까지 하이난성의 기후변화 대응과 생태문명 건설 성과를 중국의 대표 사례로 전 세계에 홍보

자료: 海南省人民政府(2022.8.22.)(검색일:2022.9.22.)를 바탕으로 저자 재작성

또한 2022년 7월, 하이난성 자연자원계획청은 「하이난성 해양 탄소흡수 시범사업 방안(2022-2024)」을 발표했으며, 해양 탄소흡수 자원의 조사, 평가, 보호와 복원을 중심으로 해양 탄소흡수를 강화하고 해양자원의 생태적 가치 실현 로드맵을 모색하여 해양 탄소흡수 개발모델과 로드맵을 혁신할

것을 요구했다. 「방안」은 2024년까지 하이난성 전체의 맹그로브 숲, 해초지 및 해조류 농장 등 해양생태계의 탄소흡수 능력을 파악하여 탄소흡수 시범 사업 5개를 개발, 신형 탄소흡수 사업 2개를 모색하고 참고가치가 있는 탄소흡수 모델을 구축할 것이라고 명시했다.⁹⁰⁾

또한, 「방안」은 하이이의 해양 탄소흡수를 조사할 것을 요구했다. 해양 탄소흡수 조사를 해양생태 조기경보 및 모니터링 체계에 포함시켜 해양생태계 기본조사, 탄소흡수 모니터링 및 정산을 전개하여 관련 정산체계를 구축하고 해양 탄소흡수 자원관리 플랫폼을 구축한다.

「방안」은 2024년 말까지 맹그로브 숲 생태계 10곳, 해초지 생태계 7곳, 해조류 생태계 6곳의 탄소흡수 기본조사를 완료하고 썬야(三亚), 링수이(陵水) 등에서 섬 주변 산호초 생태계 조사를 실시하여 산호초의 분포와 생태현황을 파악해야 한다고 요구했다.

또한, 「방안」은 하이난이 해양 탄소흡수 생태계의 질 향상, 퇴화된 연안 생태계 복원과 생태계의 자연 회복과 인공 복원 조치를 추진하며, 해양생태계의 효과적인 탄소흡수 증가 방법을 모색할 것이라고 제시했다. 썬야 맹그로브 숲 및 산호초 탄소흡수 시범사업, 원창(文昌) 바먼만(八门湾) 맹그로브 숲 탄소흡수 시범사업 등을 추진한다. 이와 더불어 하이난은 해양 탄소흡수 증가를 추진하는 과정에서 ‘인공 용승’ 탄소흡수를 모색할 것이다. 해양목장 건설과 결합하여 ‘인공 용승 기술 및 응용’ 성과를 활용하여 탄소흡수 시범사업을 수행하고, 용승 효율성을 제고하여 양식 생산량을 증가시킨다. 이를 통해 해양생태환경을 효과적으로 복원하고 해양의 이산화탄소 흡수 능력을 향상시킨다.

하이난성의 실천을 보면, “하이난성 해양생태계 탄소흡수 발전 로드맵 연구”를 완료하여 지역의 연안 블루카본 생태계 탄소저장고 조사방안을 제정

90) 海洋开发咨询(2022.7.30)(검색일:2022.9.23.)

하고 모니터링, 원격탐지 영상 및 드론 등 다양한 방법을 통해 맹그로브 숲 복원구역에 대한 현장조사를 진행했다.⁹¹⁾ 또한 하이커우시는 「하이커우시 해양생태계 탄소흡수 시행방안」을 제정하여 관련 시범사업을 추진했다.

하이난 블루카본 관련 연구 플랫폼 구축이 시작하였으며, 하이난대학(海南大学)의 남중국해 해양자원 이용 국가중점실험실과 야저우만(崖州湾)과 학기술성(科技城)에 입주한 일부 연구기관은 블루카본에 대한 심층 연구를 수행했다. 또한 블루카본 개발의 정책체계를 구축했고 관련 실천 경험을 축적했다. 2022년 2월, 하이난 국제블루카본연구센터는 하이커우시에서 설립하여 블루카본 증가 시범사업과 블루카본 공공정책 통합 및 혁신에 관한 연구를 추진할 것이다.⁹²⁾ 같은 해 7월 또 쑤야시에 ‘탄소 역배출 시범기지’를 설립하여 해양영역의 탄소 역배출 관련 핵심기술 연구개발을 수행할 예정이다.⁹³⁾

(2) 산둥성(山东省) 블루카본 정책 및 추진 현황

산둥성은 중국에서 가장 대표적인 연안지역으로 해양 탄소흡수 건설을 적극적으로 탐색하고 있다. 특히, 웨이하이시는 산둥성 블루카본 개발을 주도하는 대표적인 도시이다.⁹⁴⁾

바다는 웨이하이의 가장 큰 특징이자 장점이며 잠재력이다. 웨이하이시의 해안선 길이는 산둥성의 1/3, 전국의 1/18을 차지하며, 주요 베이는 27개, 섬은 185개, 관할해역 면적은 11,449km²에 도달한다. 최근 몇 년 간 웨이하이는 산업 생태화와 생태 산업화를 핵심으로 하는 해양생태 경제체계 구축에 박차를 가하며, 생산, 생활, 생태의 ‘삼생공융(三生共融)’ 구도를 형성했으며, 전국에서 유일하게 해양 분야 국가급 ‘국가 해양생태문명 건설 시범

91) 海南省生态环境厅(2021.6.8.)(검색일:2022.9.22.)

92) 海南省人民政府(2022.2.24.)(검색일:2022.9.22.)

93) 智汇海洋(2022.8.1.)(검색일:2022.9.19.)

94) 山东自然资源(2022.7.12.)(검색일:2022.9.22.)

구’, ‘국가 해양첨단기술 산업단지 시범도시’, ‘국가 해양경제 혁신발전 시범도시’, ‘국가 해양경제발전 시범구’, ‘국가 수산양식 녹색발전 시범구’ 5개를 획득한 도시이다.

웨이하이시는 조류·패류, 해초지 등 블루카본 자원을 보유하고 있으며 일련의 연구센터, 혁신센터, 실험실 등이 잇따라 입주함에 따라 블루카본 연구를 가장 빨리 수행하는 지역 중 하나가 되었으며, 관련 영역에서 가장 큰 성과를 보이고 있다. 따라서 웨이하이시는 블루카본 경제발전, 해양경제 패턴 전환 및 업그레이드 여건을 조성하였으며, 특색 있는 해양 탄소흡수 모색의 길을 걸어가고 있다.

지금까지 웨이하이시는 블루카본 경제발전 분야에서 많은 사업을 추진해 뚜렷한 성과를 얻었다. 웨이하이시는 해양생태 복원을 지속적으로 강화하고 있으며, ‘블루베이’, ‘남홍복류’, ‘생태도서’ 등 51개 복원·정비 사업을 실시 해왔다. 백사장 100만㎡, 습지 1.2만 모 이상, 식생 40.9만㎡, 해조류 2만㎡, 파괴된 해안선 100km 이상을 복원했으며, 연간 탄소격리는 1,000톤에 육박 한다.⁹⁵⁾

웨이하이는 대표적인 어업 탄소흡수 근해 양식 지역으로 수산물 생산량은 오랫동안 전국 지급시(地级市) 중 1위였으며, 국가급 해양목장 14곳 및 성급 해양목장 34곳을 보유하고 있다.

이에 더해 국가 패류산업기술 기술체계의 룡청(荣成) 종합시험소, 상거우만(桑沟湾) 조류·패류 탄소흡수 실험실, 추섬(楮岛) 해초지 탄소흡수 관측소, 해양생물 탄소흡수 연구개발 기지 등 연구 플랫폼이 웨이하이에 집중되고 있다. 이밖에 산동성 해양 탄소자산 공정기술 협동혁신 센터도 웨이하이에 설립되다. 2020년 말 웨이하이시는 해양 탄소흡수 원사 워크스테이션(院士工作站)과 전국 최초의 해양영역 탄소 역배출 연구센터를 설립했다.

95) 光明网(2022.5.22.)(검색일:2022.9.20.)

연구 성과 측면에서 보면 천해(淺海) 조류·패류의 탄소흡수 증가를 위한 표준화 양식모델 구축 및 시범사업을 수행하고 다시마의 탄소흡수 능력평가 및 정산을 완료했으며, 해양 탄소흡수 데이터베이스를 초보적으로 구축했다. 또 칭화대학교(清华大学) 등과 협력하여 다시마 탄소흡수 계량방법을 확립하고 ‘블루카본 방법론’인 ‘다시마 양식 탄소흡수 방법론’을 편성했으며, 국내 최초의 블루카본 산업 업계표준을 신청하였다. 이와 더불어 관련 기업과 협력하여 어업 탄소흡수 거래를 위한 첫 번째 시범 로드쇼를 열었다.⁹⁶⁾

2022년 5월 웨이하이시에서 전국 최초의 해양 탄소흡수 지수 보험을 출시하였다. 해양 탄소흡수 지수 보험은 중국생명보험사(China Life)에 의해 개발되었으며, 이는 금융혁신과 지역 탄소흡수 가치의 다양화를 추진하는 중요한 방법이다. 이 보험은 해초지의 재해 발생 리스크를 효과적으로 해결하고 재해 후 해초지 탄소흡수 자원의 구조, 복구, 양식 유지의 자금부족 문제를 해결하는 데 도움이 될 것이며, 해양자원 활용을 확대하고 녹색금융 혁신을 촉진할 수 있다.⁹⁷⁾

2021년 4월 웨이하이시는 중국 최초의 블루카본 경제발전 실행방안인 「웨이하이 블루카본 경제발전 실행방안(2021- 2025)」을 발표했다. 「방안」은 2025년 말까지 웨이하이시의 블루카본 경제체제를 구축하여, 웨이하이시 블루카본의 경제적 기여도가 해양경제에서 차지하는 비중이 30% 이상을 넘도록 한다는 목표를 제시했다. 그리고 해양생태환경은 전국 최고수준을 유지하고 환경수용력과 해양산업의 생태화 수준을 크게 향상시키고 전국적으로 영향력이 있는 해양생태제품 가치 실현 메커니즘을 조성한다.⁹⁸⁾ 더불어 해양환경 보호와 경제성장 사이의 유기적 통합을 실현해 국제적 영

96) 齐鲁壹点(2021.4.14.)(검색일:2022.8.19.)

97) 海洋知圈(2022.5.8.)(검색일:2022.10.12.)

98) 진선선·한광석(2021). p.5.

향력을 갖춘 국내 블루카본 경제발전 선도 지역으로 건설할 계획이다.⁹⁹⁾

「방안」은 ‘12356’으로 요약할 수 있는 5개 범주의 20개 핵심과제를 제시했다. 웨이하이시는 「방안」의 시행을 계기로 해양생태경제 혁신발전 시범구를 계획 및 구축하고 해양기술 혁신 플랫폼을 육성하며 생태 번식기지, 생태계 보호·복원 과학기술 혁신 본부, 생태 스마트 제조 산업단지를 조성하여 해양 저탄소경제 신산업 조성에 박차를 가할 예정이다.

〈표 3-3〉 웨이하이 블루카본 경제발전 실행방안 주요내용

주요 내용	향후 조치
“1”: 1개의 연구기지 조성 높은 수준의 ‘원사 워크스테이션’ 건설, 웨이하이 해양생태경제 연구원 역량 강화, 핵심기술 R&D 및 표준제정 추진	①해양 역배출 연구센터 설립 • 상급 부처와의 연계 강화, 해양탄소 역배출 연구센터 공동 설립, 국가급 해양 탄소흡수 연구개발 플랫폼 구축 • 해양탄소 역배출 연구센터는 웨이하이에서 해양 탄소 흡수 실내 시뮬레이션 시스템 구축 • 일상 모니터링 및 연구 수행, 웨이하이시 해양 탄소흡수 능력에 대한 기본조사를 수행, 탄소흡수 거래 기본 현황 파악
“2”: 2개의 시범기지 구축 해양생태계 모니터링 시범기지과 해양 생태계 경제시범구를 구축	②해양 생태제품 공급 확대 • ‘블루베이’, ‘남홍북류’, ‘생태도시’와 같은 해양생태 복원 및 정비 사업 전개, 해초지 복원 규모 확대 • 내염성 경제작물 번식기지 건설, ‘블루카본 산림’ 조성. 해수 입체 종합양식 추진, 해수양식업(특히 조류 및 패류)의 탄소격리 및 탄소저장 기능을 발휘해 어업 탄소흡수량을 확대
“3”: 3개의 혁신센터 구축 해양생태 종자업 혁신센터, 해양탄소 역배출 연구 혁신센터, 해양 탄소흡수 거래 혁신센터 구축	③해양 탄소흡수 표준체계 및 거래시장 구축 • 다양한 유형의 해양 탄소흡수 연구개발 플랫폼 구축, 해양 탄소흡수 조사, 측정 및 평가를 위한 기술규범 구축, 해양 탄소흡수 방법론 개발 추진, 과학적이고 표준화된 해양 탄소흡수 표준체계 조속히 형성 • 거래기관 및 금융기관과의 협력으로 해양 탄소흡수 거래 제품 개발, 거래 플랫폼 구축 및 거래시장 시범사업 추진, 해양 생태제품 가치 실현

99) 진선선·한광석(2021). p.5.

주요 내용	향후 조치
"5": 5개 특별사업 추진 해양 탄소흡수 증가 사업, 해양에너지 절약 및 탄소배출 감소 사업, 블루카본 시범기업 육성 사업, 데이터 자원 공유·개방 사업, 국제협력 및 교류 사업	④해양생태산업 적극 육성, 해양 탄소흡수 산업사슬 확장 추진 및 6대 해양생태 산업 발전
"6": 6대 해양생태산업 육성·확장 녹색수산양식업, 해양폐기물 고부가가치 이용 산업, 해양 모니터링 및 탐색장비 산업, 해양 에너지 절약 및 환경보호 장비 산업, 해양생태 신소재 산업 및 해양생태 서비스 산업	⑤국제교류 및 협력 적극 추진 • 동북아지역 해양·어업 전문위원회의 상시 운영 실현, 동북아 블루카본 교류 협력 확대 • 블루카본 국제포럼(박람회) 정기 개최, 포럼·전시회·세미나 등 개최를 통해 '해상 실�크로드' 연선국가 및 관련 국제기구와 블루카본 분야 교류 및 협력 강화, 신기술 및 새로운 성과를 웨이하이시에서 활용하도록 추진

자료: 진선선·한광석(2021), p.6.를 바탕으로 저자 재작성

「방안」은 세 가지 내용을 강조했다. 첫째, 블루카본 경제발전을 해양경제 패턴전환 및 업그레이드의 중요한 일환으로 삼는다. 원사 워크스테이션 등 플랫폼을 통해 해양 탄소흡수 연구 및 탄소흡수 거래를 추진하고 해양생태제품 공급을 강화하며 탄소흡수 경제산업을 육성, 확장한다. 이를 바탕으로 해양생태를 보호하는 전제 하에 해양생태 모니터링 장비, 해양폐기물 종합이용, 해양서비스산업, 해양 고품질 종자업 등 해양신흥산업을 육성한다. 둘째, 육·해 통합을 강화하고 해양생태계를 보호하여 기술 연구개발과 성과전환을 동시에 추진한다. 이와 함께 해양에너지 절약과 탄소배출 감소를 추진하면서 해양 탄소흡수를 증가해야 한다. 셋째, 블루카본 경제모델을 구축하여 탄소피크 및 탄소중립 목표 실현을 위해 해양우위를 생태우위, 경제우위로 전환하며, 복제 및 보급 가능한 경험 축적으로 해양경제의 저탄소 및 고품질 발전을 위한 모델을 수립한다.¹⁰⁰⁾

엔타이시(烟台市)도 블루카본 사업 추진방안을 모색하고 있으며, 창다오

100) 观沧海(2021.4.19.)<검색일:2022.7.20.)

(長島) 국제 제로탄소섬 선행 시범구를 구축하고 있다. 해당 시범구에서는 해양에너지 발전(发电)과 해상 태양광에너지 개발을 모색하는 한편, 해상 에너지섬 건설을 추진할 예정이다. 또한 해양 탄소흡수 모니터링 기지를 설립하고 해양목장에 의존하여 어업 탄소흡수 시범구를 조성할 계획이다.¹⁰¹⁾ 2022년 5월 ‘창다오 해양 탄소흡수 연구개발 실험기지’가 산둥 자유무역 시범구 옌타이 국제인재항(国际人才港)에서 설립됐다. 실험기지는 대학 및 기업과 긴밀히 협력하여 제로탄소 생태섬 건설, 해양자원, 조개류 탄소흡수, 어업 탄소흡수, 제로탄소 관광, 녹색 에너지, 블루카본 거래 등을 연구한다.¹⁰²⁾ 같은 달에 ‘황발해(黃渤海) 블루카본 모니터링평가 및 연구센터(창다오 기지)’를 설립하여 해양 탄소흡수 시범사업을 시작으로 창다오 쌍탄 발전전략 및 실현 로드맵을 탐색하고 해양 탄소흡수 산업을 더 높은 수준으로 발전시킬 것이다.¹⁰³⁾ 같은 해 7월, 창다오 해양생태문명 종합시범구는 블루카본 관련 연구기관과 선도기업들과 적극적으로 협력해 해초지 생태계의 탄소 저장량 조사를 수행하고 성 전체의 해초지 생태계 탄소 저장량을 파악했다.¹⁰⁴⁾

또한, 칭다오(靑島) 서해안신구인 링산섬(靈山島) 성급 자연보호구는 중국 최초로 인증을 받은 탄소 역배출 구역이며 탄소 배출량 정산 결과는 중국 품질인증센터의 인증(CQC)을 받았다. 최근 몇 년 동안 링산섬 자연보호구는 태양광 조명, 태양광 발전, 청정 에너지 전환, 산림보호를 적극적으로 추진해왔으며, 원천으로부터 탄소배출을 점차 감소하고 탄소흡수를 늘리는 과학적으로 표준화된 전문 관리를 실시했다. 동시에 칭다오 기후변화 전략연구 및 탄소시장 역량육성 센터, 칭다오 녹색개발 및 생태환경 연구센터, 칭다오과기대학과 같은 연구기관과 협력하여 탄소피크 및 탄소중립 관련 연구

101) 海洋开发咨询(2022.8.17.)(검색일:2022.8.19.)

102) 海洋知圖(2022.5.22.)(검색일:2022.9.28.)

103) 海洋知圖(2022.5.27.)(검색일:2022.9.28.)

104) 山东省海洋局(2022.7.20.)(검색일:2022.9.28.)

를 추진하고 「링산섬 성급 자연보호구 탄소피크 및 탄소중립 실행방안」을 수립하며, 탄소배출 정산, 전문가 평가 및 성과인증을 완료했다. 중국 품질 인증센터에서 인증한 2020년 보호구의 이산화탄소, 메탄 및 아산화질소 연간 배출량은 이산화탄소 5,668톤 배출량에 맞먹고 산림 탄소 흡수량은 이산화탄소 7,001톤에 해당하며, 연간 자주적 탄소 역배출량은 1,333톤으로, 진정한 탄소 역배출을 실현한 지역이 되었다.

링산섬 자연보호구는 특색이 있는 에너지섬 조성을 목표로 하고 있다. 저탄소적이며 생태적인 건강한 휴양, 견학 등 관광 상품을 개발하고 관련 서비스 시설을 보완하여 기존 민박 시설을 친환경, 생태, 고품질로 개선을 유도한다. 또한 생태관리 및 보호 능력 강화와 산림 탄소흡수 능력 향상을 바탕으로 청정에너지 난방 개조를 전면 지원한다.¹⁰⁵⁾ 이에 더해 링산섬 친환경 버스 개통과 ‘탄소 포인트 뱅크’ 설립을 추진하며, ‘저탄소 마을공동체’ 조성, ‘저탄소 관광 달인’ 선정 등을 통해 주민과 관광객의 자발적 참여를 유도할 예정이다.¹⁰⁶⁾

‘14·5’ 계획 기간 산둥성 생태환경부는 5개 영역에서 해양 탄소흡수 개발을 추진할 것이라고 밝혔다.¹⁰⁷⁾ 첫째, 연해습지의 탄소격리 및 탄소흡수 능력을 향상하고, 대표적인 연해습지의 블루카본 기본조사를 수행하여 염습지 생태계 복원으로 해초지 면적과 범위를 늘리고 해양생태계의 탄소흡수 능력을 향상시킨다. 둘째, 근해 해양목장과 심해양식에 중점을 둔 현대식 해양어업 발전의 새로운 모델을 구축하고 높은 수준의 해양목장 시범구를 건설한다. 셋째, 연해습지, 해양미생물, 해수양식과 같은 대표적인 생태계의 탄소흡수 저장량을 모니터링, 평가와 탄소격리 잠재력 분석을 수행하고 블루카본 데이터베이스를 구축한다. 넷째, 해양 탄소흡수 원사 워크스테이션,

105) 中国海洋信息网(2022.2.21.)(검색일:2022.9.28.)

106) 위의 자료

107) 海报新闻(2022.4.7.)(검색일:2022.9.28.)

해양탄소 역배출 연구센터, 항발해 블루카본 모니터링 및 평가 연구센터 등 플랫폼 구축을 강화하고 해양 탄소흡수 기술연구를 추진하여 해양 탄소 흡수 방법론을 개발하며, 자발적 탄소배출 감소(VER) 사업을 장려한다. 다섯째, 지역의 탄소 일반우대 제도 메커니즘을 구축하고 웨이하이시 블루카본 거래 플랫폼 구축을 지원하며 해양 탄소흡수를 자원에서 자산으로 전환하도록 촉진한다.

(3) 저장성(浙江省) 블루카본 정책 및 추진 현황

저장성은 2021년 5월 발표한 「저장성 해양생태환경보호 '14·5' 계획」에서 해양이 기후변화에 대한 적응력을 강화하고 해양 탄소흡수 개발을 적극 추진하며 탄소배출 집약도를 지속적으로 낮추어 '제로탄소섬'을 건설할 것을 제안했다. 이와 함께 해양 탄소흡수를 통해 Ningbo(宁波), Wenzhou(温州), Zhoushan(舟山), Taizhou(台州) 등 연해 도시에서 시범사업을 수행하여 해양생태계의 기후변화 대응능력을 향상시키고 해양 탄소중립 로드맵을 모색할 것이다. 2025년까지 해양 탄소흡수 능력 제고를 지향하는 해양생태 보호·복원의 새로운 모델을 구축한다.

첫째, 저장성 전체의 해양 탄소흡수의 분포, 상태 및 흡수 잠재력을 조사하고, 대표적인 연안 생태계의 탄소 저장량 모니터링과 평가 기술방법에 대한 연구를 수행한다. 이와 함께 저장성에 적합한 해양 탄소흡수 모니터링, 평가 기술, 표준체계와 관련 연구 및 데이터 네트워크를 구축한다. 둘째, 해양 탄소흡수 생태계 구조 및 기능의 완전성을 유지하고, 연해습지 생태계 보호·복원을 강화하며, 탄소중립 지표를 해양생태계 및 해안선에 대한 보호·복원 평가 기준에 포함시켜 해양생태계 질과 안정성을 향상시킨다. 셋째, 조류 및 패류 등 양식제품의 생태계 탄소격리 기능을 충분히 발휘하고 어업 탄소흡수 개발을 추진한다. 탄소흡수 사업 모니터링과 보고, 검증 체계를 구축하고 해양 탄소흡수 제품을 개발해 저장성 탄소배출권 거래 시

장에 포함시킨다.¹⁰⁸⁾

동시에 저장대학교(浙江大学) 해양대학이 발표한 저장성 탄소중립에 관한 최초 연구를 통해 저장성 탄소흡수 현황 및 자연환경을 바탕으로 탄소흡수 증가를 위한 로드맵을 제안했다. 특히 저장성은 연해지역으로 관할해역 면적이 육지의 2배가 넘고 연안지역 및 해양의 탄소흡수 잠재력이 크기 때문에 연안지역에서 맹그로브 숲 복원과 조류·패류 양식 등 수단으로 탄소흡수를 효과적으로 증가시킬 수 있다.¹⁰⁹⁾

저장성 각 시의 블루카본 추진현황을 보면, Ningbo시(宁波市)는 항저우만(杭州湾) 남안 연안의 탄소흡수 조사 및 가치평가 사업을 수행하였으며, 이는 Ningbo시의 해양 탄소흡수 조사, 평가 및 모니터링 전면적 실시와 연안 종합 관리, 해양 탄소흡수 경제발전 등에 큰 의의가 있다.¹¹⁰⁾ Jiaxing시(嘉兴市)는 2022년 9월 「자싱시 ‘블루카본’ 과학기술 혁신 특별 행동방안」을 발표했다. 주요 내용으로는 △ 2025년까지 블루카본 기술혁신 체계를 구축하여 해양 탄소흡수 원천 첨단기술 혁신능력을 강화하고 △ 해양 탄소배출 저감, 탄소흡수 증가, 탄소격리 등 관련 핵심기술의 연구개발 능력을 향상시키는 것 △ 블루카본 생태계 건설에 획기적인 성과를 거두고, 해양산업 패턴전환 및 업그레이드에 현저한 진전을 이루는 것 △ 해양 탄소흡수 능력을 향상시켜 자싱시의 탄소피크 달성을 촉진하는 것이 포함되어 있다.

저우산시(舟山)도 높은 블루카본 경제발전 잠재력을 드러내고 있다. 풍부한 해양자원을 보유하여 저우산 강·바다 직항운송(江海直达运输) 서비스센터와 같은 다수의 해양 관련 국가 전략시설을 건설했다. 저우산시는 ‘블루카본 경제 시범구’ 건설을 위한 산업기반과 시장수요를 갖추고 있으며 「저우산시 블루카본 경제발전 행동방안」도 초안을 완성하였다.¹¹¹⁾ ‘14·5’ 계획 기

108) 진선선·한광석(2021), p.7.

109) 海洋知園(2022.9.26.)<검색일:2022.10.12.>

110) 海洋知園(2022.7.16.)<검색일:2022.10.10.>

간 동안 저우산시는 여러 대학교와 협력하여 국가급 및 성급 블루카본 혁신 플랫폼 5개 이상을 구축하고, 5년 이내에 저탄소, 제로탄소, 탄소 역배출에 관한 중대 기술연구 사업 30개 이상을 추진할 계획이다. 저우산과학 기술국은 해양생태 복원 지원을 위해 조류·패류 탄소흡수 고효율 양식기술, 종합양식 탄소흡수 증가기술, 인공어초 구축기술 연구를 중점적으로 추진할 예정이며, 5년 내에 탄소격리 해수양식 신제품 2개 이상을 개발하고 생태복원 사업 5개를 추진하여 단위 해역면적당 탄소격리 능력 10% 향상시킬 것이다. 2025년까지 저우산시는 해양 특색이 뚜렷한 녹색·저탄소 기술혁신 체계를 구축하고 도시의 녹색·저탄소 기술혁신 수준을 크게 제고하여 오염저감 및 탄소배출 저감을 위한 핵심기술 연구능력을 크게 향상시킬 것이다.¹¹²⁾

(4) 푸젠성(福建省) 블루카본 정책 및 추진 현황

푸젠성은 2021년 5월 「‘해양푸젠’ 건설 촉진 및 해양경제 고품질 발전 추진 3년 행동방안(2021-2023)」을 발표했으며, 해양 탄소흡수 개발의 고지를 선점하는 것을 핵심과제 중 하나로 선정하였다. 특히 해양 탄소흡수 관련 심층 연구를 수행하고 해양 탄소중립 시범사업을 추진할 것을 제안했다. 같은 해 7월에 열린 “푸젠성 해양경제 고품질 발전 추진회의”에서 해양 탄소흡수 개발의 고지 선점을 강조하였다.

2022년 8월, 푸젠성 정부가 발표한 「완전하고 정확하며 전면적으로 새로운 발전이념 관철, 탄소피크 및 탄소중립 추진에 관한 의견」은 해양 탄소흡수 능력 향상의 필요성을 다시 한번 강조했다. 구체적으로 산두만(三都灣), 민장하구(闽江口) 등 생태계의 정비·복원으로 퇴화된 해양생태환경을 복원하고 해양생태계를 개선한다. 동시에 조류 및 패류 양식구역의 종

111) 傅明燕(2022.7.7.), p.3.

112) 智汇海洋(2022.1.6.)(검색일:2022.7.20.)

합이용을 추진하고 해양생태목장 건설을 전개하며, 인공 해양 탄소흡수 증가, 해양 탄소 역배출 등에 관한 규범과 기술표준 연구를 추진으로 양식업 탄소흡수 모니터링 기술체계 및 규범을 수립한다. 이와 더불어 해수양식, 연해습지 및 맹그로브 숲, 해양 미생물 등의 탄소흡수 증가 시범사업을 추진하여 해양 생태계의 탄소흡수 증가를 실현한다.

샤먼은 해양 탄소흡수 개발에 많은 우위를 가지고 있으며, 훌륭한 성장 기반을 갖추었다. 현재 해양강시(海洋強市) 육성에 박차를 가하고 있는 샤먼시는 “국제특색 해양중심도시 육성”을 샤먼 해양경제발전 ‘14·5’ 계획에 포함시켰다. 이 과정에서 블루카본 거래를 추진하고 거래 플랫폼을 구축하며 해양 탄소중립 시범사업을 추진한다. 동시에 “해양 탄소흡수 모니터링 방안, 정산표준, 해양 탄소흡수 거래규칙 제정”과 “해수양식, 연해습지 및 맹그로브 숲, 해양미생물 등의 탄소흡수 증가 시범산업 추진”을 강조했다. 2021년 9월, 샤먼시 정부가 발표한 「해양강시 건설 촉진 및 해양경제 고품질발전 추진 3년 행동방안(2021-2023)」은 해양 탄소흡수 개발 고지 선점을 재차 강조했고, 해양 탄소흡수 심층 연구와 해양 탄소중립 시범사업 추진이 포함되었다.

2021년 7월, 샤먼재산권거래센터는 전국 최초의 해양 탄소흡수 거래 플랫폼을 구축했다. 또한, 상예은행(兴业银行)과 협력해 “블루카본 기금”을 설립했고 블루카본 금융업무를 시작했으며, 같은 해 9월, 해양 탄소흡수 거래를 완성했다. 이는 샤먼대학(厦门大学)이 개발한 중국 최초의 맹그로브 숲 해양 탄소흡수 방법론인 「맹그로브 숲 조성 탄소흡수 사업 방법론」을 이용하여 탄소흡수량을 정산하고 2,000톤의 맹그로브 숲 복원사업의 해양 탄소흡수 거래를 성사했다. 이것은 샤먼이 해양 탄소흡수 개발 고지를 선점하는데 실질적인 성과를 이루었음을 의미한다. 2022년 1월 1일, 해양어업 탄소흡수 거래를 완성했으며, 중국 어업 탄소흡수 거래 분야의 공백을 채웠다. 또한 샤먼 귀마오펜청주민단지(国贸天成小区)는 해양 탄소흡수를 활

용하여 전국 최초로 탄소중립을 실현하는 ‘제로탄소 주민단지’이 되었다. 브릭스 정상회담 등 샤먼에서 열린 주요 행사는 탄소 ‘제로배출’을 실현했다.¹¹³⁾ 이러한 사례들은 모두 샤먼시가 해양 탄소흡수 거래 등 분야에서 선두를 달리고 있음을 나타내며, 샤먼이 해양 탄소흡수 발전에 실현한 실질적인 성과이고, 샤먼의 국가급 해양 탄소흡수 거래센터 건설을 위한 기반을 다진 것으로 볼 수 있다.

푸젠 장저우시(漳州市)는 「블루카본 사법(司法)보호 및 생태 거버넌스 실행 방안(2021-2025)」을 내놓았으며, 2021년 10월 전국 최초의 블루카본 사법보호 및 생태 거버넌스 연구센터를 설립했다. 이를 통해 블루카본 생태의 사법보호 협력 메커니즘을 구축하고 블루카본 발전을 촉진하여 장저우시의 국가급 청정에너지 기지 구축과 탄소피크 및 탄소중립 목표의 실현에 도움을 준다. 센터는 또 「실행방안」에 따라 블루카본 사법보호 시범사업, 해양 탄소흡수 증가 및 탄소배출 저감 사업, 블루카본 기술발전 사업, 지역 협력 교류 사업, 블루카본 문화홍보 사업 등 5대 과제를 추진할 예정이다.¹¹⁴⁾

3. 블루카본 관련 사업 추진 현황

1) 연안 생태계 블루카본 개발

연안 생태계는 지구상에서 생산성이 가장 높은 생태계 중 하나로 태풍, 해일 등 해양재해에 대응과 해양생물 번식에 대체불가 역할을 하고 있을 뿐만 아니라, 대기와 해양으로부터 블루카본을 흡수하고 저장한다. IPCC

113) 张佳欣(2022), p.7.

114) 台海网(2021.10.22.)(검색일:2022.10.12.)

(2018) 보고서에 따르면 전 세계 해양생식물 탄소저장량 절반은 맹그로브 숲, 해초지, 염습지 등을 포함한 연안 생태계에 저장되며 이는 생물권에서 가장 집중된 탄소흡수 지역으로 전 세계 탄소순환에서 매우 중요한 역할을 하고 있다.¹¹⁵⁾

맹그로브 숲, 염습지, 해초지는 대표적인 연안 블루카본 생태계로 많은 양의 탄소를 포집하고 저장할 수 있으며, 높은 탄소격리 속률, 지속적인 탄소 격리 능력, 긴 탄소격리 주기로 기후변화 대응 과정에서 대체할 수 없는 역할을 발휘한다. 이 세 가지 유형 생태계 면적은 전 세계 해저의 0.5% 미만이고 식물 바이오매스는 육지 식물 바이오매스의 0.05%에 불과하지만 탄소 저장량은 전체 해양 탄소 저장량의 50% 이상으로, 심지어 71%까지 도달할 수 있다. 특히, 연안 생태계의 탄소는 맹그로브 숲, 염습지 및 해초지의 토양, 지상 바이오매스, 지하 바이오매스 및 비활성 바이오매스에 저장된다. 연안 생태계는 수질을 조절할 수 있을 뿐만 아니라 어패류에 중요한 서식지를 제공하는 인접 생태계 영양 공급원이다. 특히 하구 및 근해 대륙붕을 포함한 연안 블루카본 생태계의 연간 탄소 매장량은 2.376억 톤으로 심해의 탄소 매장량보다 훨씬 높으며, 이들 생태계의 단위 면적당 탄소 매장량은 육지 온대 산림의 4.5배, 열대 산림의 3.0배, 북방산림의 4.8배이다.¹¹⁶⁾

중국은 다양한 연안 생태계를 가지고 있으며 해초지, 맹그로브 숲, 염습지 등 국제적으로 인정받는 3대 블루카본 생태계를 동시에 보유한 국가 중 하나이며, 580만 헥타르의 연해습지는 탄소흡수 개발을 위한 넓은 공간을 제공한다.¹¹⁷⁾ 중국 해안선에는 맹그로브 숲, 해초지, 염습지 등 3대 연안 블루카본 생태계가 분포하고 있으며 서식지 총면적은 1,733~3,965km²이다.

115) UEEP&FAO&IOC(2009), p.19.

116) 梅宏&张艳(2021), p.24.

117) 海南省地质局(2020.4.7.)(검색일:2022.9.16.)

중국의 3대 연안 블루카본 생태계의 연간 탄소 흡수량은 126.88만~307.74만 톤이며, 맹그로브 숲은 연간 27.15만 톤, 해초지는 연간 3.2만~5.7만 톤, 염습지는 연간 96.52만~274.88만 톤의 이산화탄소를 흡수해 모두 큰 탄소격리 잠재력을 지니고 있다.¹¹⁸⁾

〈표 3-4〉 중국 연안 블루카본 생태계 탄소 흡수량 추산

연안 생태계	분포 지역	면적(km ²)	연간 탄소 흡수량(만톤)
맹그로브 숲	광둥, 광시, 하이난, 푸젠	300	27.15
해초지	황발해 구역, 남중국해 구역	231	3.2-5.7
염습지	랴오허(辽河), 황하(黄河), 창장(长江), 민장(闽江) 등의 하구구역	1,207-3,434	96.52-274.88

자료: 진선선·한광석(2021), p.8.

근해 부영양화, 바다매립, 연안 개발 등 일련의 인류활동의 영향으로 중국의 해양 및 연안 생태계가 심각하게 파괴되었으며, 맹그로브 숲 면적은 60%, 산호초 면적은 80% 감소했고 해초지는 대부분 사라졌다.¹¹⁹⁾ 이들에 대한 보호 및 복원이 아주 시급한 상황이다.

(1) 해양 탄소흡수 조사 및 모니터링

해양생태계의 탄소포집 기능을 발전시키기 위해서는 연안 블루카본 생태계의 탄소흡수 능력을 파악할 필요가 있으며, 이를 위해 관련 부처와 대학교는 해양 탄소흡수 모니터링, 조사, 평가 및 표준화 체계 구축을 추진해왔다.

전(前) 국가해양국은 2008년부터 해양-대기 이산화탄소 교환 흐름량 원격감지 모니터링, 현장 모니터링 및 단면 주행 모니터링을 진행하고 해양-대기 이산화탄소 흐름량 감지 체계를 구축했으며, 2017년부터 해양 탄소

118) 梅宏&张艳(2021), p.24.

119) 中国科学院(2021), p.240.

흡수 관련 표준의 제정 작업을 본격적으로 시작했다. 2018년, 국무원 조기 개편 후 해양 탄소흡수 모니터링, 조사, 평가 및 표준화 체계 구축 관련 업무는 생태환경부와 자연자원부에 각각 이전되었다. 생태환경부는 중국 근해의 이산화탄소의 분포를 파악했고, 「‘14·5’ 해양생태환경 품질 모니터링 네트워크 구축 방안」을 통해 온실가스 모니터링을 ‘14·5’ 계획 기간의 해양 모니터링 업무에 포함시켰다.¹²⁰⁾

2021년에 생태환경부가 발표한 「탄소 모니터링 및 평가 시범사업 업무 방안」은 판진(盘锦), 난통(南通), 선전(深圳), 잔장(湛江) 등 4개 도시에 염습지, 맹그로브 숲, 해초지 및 조류양식 관련 탄소흡수 모니터링을 시범 추진할 것을 명시했다. 또한 이 「방안」은 중점 구역, 도시 및 중점 업계를 대상으로 시범사업을 통해 2022년까지 탄소 모니터링 및 평가를 위한 기술 방법 체계를 구축하여 효과를 내도록 요구하였다. 탕산(唐山), 타이위안(太原), 상하이(上海), 항저우(杭州), 판진(盘锦), 난통(南通) 등 16개 도시를 선정하여 대기 온실가스 및 해양 탄소흡수 모니터링 시범사업을 수행하기로 했다.¹²¹⁾

자연자원부는 「대형조류 및 이매패류 조개류 양식에 따른 탄소흡수 측정 방법-탄소저장량 변화법」(Estimation method of maricultural seaweed and bivalve carbon sink-Carbon stock variation method)을 발표하여 2021년 6월부터 시행하였다. 같은 해 7월, 자연자원부는 「해양생태계 조기경보 모니터링 체계 구축 및 개선에 관한 통지」를 발표했으며, 해양 탄소흡수 관련 모니터링과 평가 실시를 제안했고, 생태계 기선(基线) 조사과정에서 해초지, 맹그로브 숲, 염습지 등 대표적인 블루카본 생태계의 탄소 저장량 조사·평가를 통해 2025년까지 산호초, 해초지, 맹그로브 숲 등 10가지 유형의 생태계에 대한 전국적인 조사를 완성할 것을 요구했다. 이어서

120) 毛竹等(2022), p.51.

121) 矿业界(2021.9.26.)<검색일:2022.10.10.>

자연자원부가 발표한 「전국 해양생태계 조기경보 모니터링 종합방안 (2021-2025)」에서는 '14·5' 계획 기간 통합적으로 추진될 해양생태계 조기경보 모니터링 사업 관련 7가지 주요 과제를 명시했고, 이 가운데 대표적인 생태계 현황조사 및 조기경보 모니터링이 포함된다. 구체적인 원격탐지 방식으로 맹그로브 숲, 염습지, 갯벌해안, 사질(砂质)해안 등에 대한 모니터링을 실시함으로써 유형, 분포, 면적 등 변화 현황을 파악하며, 대표지역에 장기 해양생태 모니터링 기지를 설치하고 장기 고정 모니터링을 실시한다. 자연자원부와 국가임업초원국은 공동으로 「2022년 산림·초원·습지 조사 및 모니터링 업무에 관한 통지」를 발표했고 2022년에 맹그로브 숲 습지 등을 대상으로 습지 조사 및 모니터링을 실시하여 맹그로브 숲 습지의 동적 변화를 파악한다고 요구했다.¹²²⁾

2021년 8월, 자연자원부 남해국(南海局)과 제2해양연구소는 연안 생태계의 탄소 저장량에 대한 시범조사를 실시했다. 남해국과 남해환경모니터링센터는 하이난성 리안강(黎安港)의 해초지 생태계 탄소 저장량 조사, 평가를 위한 시범조사를 실시하였다. 제2해양연구소는 저장성 갯벌해안 생태계의 탄소 저장량 관련 파일럿 조사를 통해 갯벌해안 생태계의 탄소 저장량과 잠재력을 파악했다. 또한 「블루카본 생태계 탄소저장고 규모 조사·평가 기술규정-갯벌해안」을 편성할 계획이며, 체계적인 조사방안, 조사방법 및 탄소 저장량 정산 등 구체적인 규범과 요구사항을 제시할 것이다.¹²³⁾ 2022년 5월, 남해국 소속의 산웨이(汕尾) 해양환경모니터링센터, 남해환경모니터링센터, 남해계획·환경연구원은 산터우(汕头) 이펑시(义丰溪) 하구에서 맹그로브 숲 및 해초지 생태계의 탄소 저장량 조사를 공동으로 실시했다.¹²⁴⁾

122) 中华人民共和国自然资源部(2022.6.26.)(검색일:2022.7.12.)

123) 观沧海(2021.9.7.)(검색일:2022.7.20.)

124) 海洋知圖(2022.5.25.)(검색일:2022.10.9.)

산둥성 해양자원환경연구원은 웨이하이와 옌타이 창다오(长岛)에 각각 황발해 블루카본 모니터링·평가 연구센터를 설립했다. 연구센터는 염습지 및 해초지 생물에 대한 탄소격리 모니터링·평가와 해양생태 조기경보 신기술 연구 등에 주력하고 있으며, 앞으로 산둥성 대표적인 연해습지의 블루카본 현황조사와 산둥 연안 생태계 탄소흡수 잠재력 평가를 위주로 실시할 것이다. 또한 황발해 해역의 블루카본에 대한 모니터링과 평가, 해양생태계 현황 평가, 중대 해양생태 재해와 해양생태 파괴사건의 리스크 평가, 해양생태 보호·복원 등 다방면에서 연구 및 응용을 전개할 예정이다.¹²⁵⁾

자연자원부 제1해양연구소는 전국 연해습지 조사를 주도적으로 추진했고 「연해습지 조사 기술규범」을 제정했다. 이를 통해 통일된 기준에 따라 중국 대륙 연안의 연해습지 유형, 면적, 범위, 분포 등 기본현황 전반을 체계적으로 파악할 수 있는 토대를 마련했다.¹²⁶⁾

화동사범대학(华东师范大学) 블루카본 연구팀은 세계 최초로 연해습지 블루카본 모니터링 네트워크와 빅데이터 플랫폼을 구축했고 식생 탄소저장고, 토양 탄소저장고, 수직 탄소 흐름량 및 수평 탄소 흐름량을 기반으로 연해습지 블루카본 정량적 조사 및 관측 시스템을 구축했다. 현재 화동사범대학 블루카본 기술연구센터를 설립하여 산·학·연을 아우르는 글로벌 연구개발 플랫폼을 구축하고 있다. 이는 미래의 연해습지 블루카본 기능을 식물 레이선을 통해 보다 정확하게 예측하고 연해습지 생태복원과 탄소격리, 탄소흡수 증가를 위해 새로운 방안을 제공할 것이다.¹²⁷⁾

광시과학원의 광시 맹그로브 숲 연구센터는 10여 년의 노력 끝에 화난(华南) 연안지역 해초지 생태계의 탄소 흡수량의 기본현황을 파악했고¹²⁸⁾,

125) 海洋开发咨询(2021.11.23.)(검색일:2022.10.10.)

126) 海洋开发咨询(2021.10.24.)(검색일:2022.9.22.)

127) 智汇海洋(2022.2.3.)(검색일:2022.9.23.)

128) 海洋知网(2022.7.7.)(검색일:2022.9.28.)

「맹그로브 숲 습지생태계 탄소격리 능력평가 기술규범」을 내놓았으며, 현재 맹그로브 숲 탄소격리 모니터링 및 평가를 위한 가장 직접적인 기술적 근거로 사용되고 있다.

하이난성은 2019년 지역 전체의 맹그로브 숲 현황과 잠재적 복원 지역에 대한 특별조사를 진행하여 맹그로브 숲 자원 현황을 파악했다. 맹그로브 숲 실태조사를 바탕으로 멸종위기 맹그로브 숲 식물의 복원, 연해습지 생태기능 가치평가, 외래종 맹그로브 숲의 생태적 효과 평가 등 일련의 연구 성과를 얻으며 하이난성 맹그로브 숲 보호에 중요한 역할을 했다.¹²⁹⁾

앞으로도 자연자원부는 전국 해양 탄소흡수에 대한 모니터링과 조사, 평가를 계속 수행하고, 전국 탄소 저장량 및 연간 저장량 증가율에 대한 모니터링 및 평가에 중점을 두고 생태계 모니터링 및 평가 체계를 구축한다. 그리고 해양-대기 흐름량 모니터링 및 평가 체계를 개선하여 기존 데이터 관리 플랫폼을 완비하며, 블루카본 관련 조사 및 평가표준의 연구 및 제정을 추진할 것이다.¹³⁰⁾

(2) 연안 생태계 복원 사업

가. 중국의 연안 생태계 복원 현황

중국은 바다매립을 엄격하게 통제하고 ‘블루베이’ 및 연안 복원 등 생태계 복원사업으로 연안 체계의 면적과 서비스 기능을 복원하고 연안 생태자원의 탄소흡수 능력을 효과적으로 안정, 향상시켰다.

2010년부터 중국은 대규모 해양 생태계 보호 및 복원을 추진해왔다. 해양보호구역을 설정하고 ‘남홍북류’ 생태복원 사업을 실시함으로써 지방 정부는 블루카본 생태계의 복원 및 보호에 상당한 성과를 이루었다. 2017년

129) 光明网(2022.6.2.)(검색일:2022.9.28.)

130) 中华人民共和国自然资源部(2021.7.1.)(검색일:2022.7.12.)

까지 복원된 맹그로브 숲, 해초지, 연해갯벌 등 탄소흡수 기능을 지닌 연해습지 생태계 면적은 4,100헥타르로 해양 생태계의 탄소흡수 잠재력을 효과적으로 향상시켰다.¹³¹⁾ 통계에 따르면 중앙정부는 2010-2017년까지 총 137억 위안을 투자하여 해역, 섬 및 연안지대에 대한 보호·복원 사업 270개와 18개 도시의 ‘블루베이’ 복원산업을 지원했다. 중국은 지금까지 ‘블루베이’ 복원사업 58개, 연안 보호·복원 사업 24개, 발해(渤海) 통합관리 생태복원사업 61개를 추진해왔으며, 맹그로브 숲, 염습지, 해초지 등 생태계의 퇴화 추세를 조기에 억제하여 지역의 해양 생태환경을 뚜렷이 개선했다.¹³²⁾

생태환경부에 따르면 11개 연안 성(자치구, 직할시)의 해양생태보호 레드라인이 모두 설정되었으며, 전국 해양 자연보호지 145개, 총면적은 약 791만 헥타르이다. ‘13·5’ 계획 기간 동안 중국은 해안선 약 1,200km, 연해습지 약 2.3만 헥타르를 누적 정비 및 복원했으며, 2021년 모니터링에 포함된 24개 대표적인 해양생태계는 이미 ‘아건강(亚健康)’ 상태에서 벗어났다.¹³³⁾

해안지대 수호자로 알려진 맹그로브 숲은 탄소격리와 탄소저장 등 중요한 생태 기능을 가지고 있어 지난 20년 동안 중국은 맹그로브 숲 보호·복원을 적극적으로 추진해왔다. 국가임업초원국의 데이터에 따르면, 현재 중국의 맹그로브 숲 면적은 2.71만 헥타르로¹³⁴⁾ 전 세계 맹그로브 숲 면적이 감소하는 것과 달리 2000년 이후 중국의 맹그로브 숲 면적은 7,000헥타르 증가했으며, 세계에서 몇 안 되는 맹그로브 면적이 증가하는 국가 중 하나이다. 2018년부터 2020년까지 중국의 신규 맹그로브 숲 면적은 490헥타르에 근접하며, 인공 재배·복원으로 약 290헥타르를 증가하여 약 60%를 차

131) 贺义雄(2021.6.18.). p.3.

132) 中国政府网(2022.6.8.)(검색일:2022.8.12.)

133) 光明网(2022.9.15.)(검색일:2022.9.28.)

134) 极目新闻(2022.10.3.)(검색일:2022.10.9.)

지하며, 주로 광둥, 광시, 푸젠, 하이난 등지에 분포한다.¹³⁵⁾ 2020년 8월에 발표된 「맹그로브 숲 보호·복원 특별 행동방안(2020-2025)」은 맹그로브 숲 면적을 효과적으로 확장하고 생태계의 질과 기능을 향상시키기 위해 2025년까지 기존 맹그로브 숲 9,750헥타르를 복원하고 맹그로브 숲 9,050헥타르를 신규 조성한다고 밝혔다. 자연자원부와 국가임업초원국은 저장, 푸젠, 광둥, 광시, 하이난의 5개 지역 맹그로브 숲 보호·복원 특별 행동방안 수립을 요구했다.¹³⁶⁾ 5개 지역은 기존 맹그로브 숲을 보호하고, 적합한 지역에는 맹그로브 숲을 조성하는 한편 퇴화구역에 복원을 실시할 것이다. 앞으로 중국은 맹그로브 숲 자연보호지의 관리를 더욱 강화함으로써 맹그로브 숲 전체 면적에서 자연보호지 면적이 차지하는 비중을 55%로 늘릴 계획이다.¹³⁷⁾

〈표 3-5〉 ‘14·5’ 계획 기간 맹그로브 숲 조성 및 복원 면적

단위: 헥타르

지역	2025년까지 조성 면적	2025년까지 복원 면적
전국	9,050	9,750
광둥	5,500	2,500
광시	1,000	3,500
하이난	2,000	3,200
푸젠	350	550
저장	200	-

자료: 国家林业和草原局政府网(2020.8.28.)(검색일: 2022.9.12.)을 바탕으로 저자 재작성

또한 중국은 맹그로브 숲을 전문적으로 조사하여 맹그로브 숲 자원의 현황을 파악했다. 2021년에는 국가임업초원국과 자연자원부는 맹그로브 숲 보호지에 대한 관리 및 기술지원을 강화하기 위해 「맹그로브 숲 생태계 복원

135) 国家林业和草原局政府网(2021.9.1.)(검색일:2022.9.20.)

136) 国家林业和草原局政府网(2020.8.28.)(검색일:2022.10.12.)

137) 极目新闻(2022.10.3.)(검색일:2022.10.9.)

기술 매뉴얼」을 공동으로 발행했으며, 맹그로브 숲 보호·복원 국가혁신 연합을 설립했다. 이와 더불어 국가임업초원국은 맹그로브 숲의 보호·복원 관련 기술표준 및 규범을 제정하는 동시에 2022년 6월부터 새로 시행된 「습지보호법」을 바탕으로 맹그로브 숲 보호·복원을 별도로 규정하였다. 또 맹그로브 숲 침전 및 파괴에 대한 구체적인 벌칙규정을 설정하고 맹그로브 숲의 보호·복원에 대한 지방정부의 책임을 명시했다.

나. 광둥성 맹그로브 숲 복원 현황

중국 전국에서 맹그로브 숲을 가장 많이 보유한 광둥성은 맹그로브 숲 보호·복원을 강화하고 있다. 2021년 말 기준, 광둥성은 새로 조성된 맹그로브 숲 1,058.87헥타르, 복원된 기존 맹그로브 숲 63.73헥타르에 도달했으며, 맹그로브 숲 조성·복원 사업 34개를 추진했다. 또한, 중앙 및 지방에 생태복원 특별예산 6.6억 위안을 투자하여 맹그로브 숲 조성 사업 17개를 지원했다. 제3차 전국토지조사 결과에 따르면, 광둥성의 기존 맹그로브 숲 면적은 총 10,651.25헥타르로 전국 맹그로브 숲 면적의 39.3%를 차지했다.¹³⁸⁾

「맹그로브 숲 보호·복원 특별 행동방안(2020-2025)」에 따라 광둥성은 2025년까지 8,000헥타르의 맹그로브 숲을 조성·복원해야 한다. 이를 위해 광둥성은 「광둥성 1만 묘 급 맹그로브 숲 시범구 건설 사업방안」을 발표했으며, 2025년까지 1만 묘 급 맹그로브 숲 시범구 5개를 조성하고, 새로 조성 및 복원된 맹그로브 숲 면적은 7만 묘 이상에 도달한다는 목표를 세웠다. 이와 더불어 맹그로브 숲 생태제품의 가치를 발굴하고 맹그로브 숲과 주변 생태계의 양식, 탄소흡수 거래, 생태관광 및 교육 등 관련 녹색산업을 육성하여 ‘맹그로브 숲+생태산업’의 새로운 발전 모델을 구축한다.

138) 中国发展网(2022.8.9.)(검색일:2022.8.16.)

광둥성 잔장시(湛江市)는 전국에서 가장 큰 맹그로브 숲 자연보호구를 보유하고 있으며 세계 습지생태 복원의 성공적인 사례이다. 2021년 4월, 광둥 잔장 맹그로브 숲 조성사업은 중국 최초로 VCS(Verified Carbon Standard)와 CCB(Climate, Community and Biodiversity) 표준에 부합하는 맹그로브 숲 탄소흡수 사업에 등록되었으며, 중국에서 개발한 최초의 블루카본 거래 사업이자 맹그로브 숲 탄소흡수 사업이 되었다. 이 사업은 보호구 내에서 2015년부터 2019년까지 심어진 380헥타르의 맹그로브 숲을 VCS 및 CCB 표준에 따라 개발한 것이며, 2015년부터 2055년까지 약 16만 톤의 이산화탄소 배출량이 감소할 것으로 예상된다.¹³⁹⁾ 그 후 베이징 기업이 환경보호재단은 재단의 일상 업무 및 활동으로 인해 발생하는 탄소배출을 상쇄하기 위해 이산화탄소 배출량 5,880톤을 66위안/톤의 가격으로 구매했다. 특히, 이번 탄소거래의 부가적인 성과로 재단은 잔장 맹그로브 숲의 보호·복원 및 지역사회 공동 건설을 위해 780만 위안 이상을 모금했다.¹⁴⁰⁾

잔장시의 맹그로브 숲 보호가 효과적일 수 있었던 것은 맹그로브 숲과 관련한 입법 덕분이다. 잔장시 정부는 2017년 12월 「광둥 잔장 맹그로브 숲 국가급 자연보호구 관리방법」을 공포·시행하여 공식적으로 맹그로브 숲 자원보호를 위한 법적기반을 마련했다. 2021년 말, 잔장은 ‘맹그로브 숲 도시’ 건설을 공식적으로 제시했고, 「맹그로브 숲 도시 건설 실행방안(2021-2025년)」을 발표하여 특색있는 맹그로브 숲 생태관광 경제벨트를 육성하고 맹그로브 숲 관광요소를 문화관광 산업사슬에 융합한다고 명시했다.¹⁴¹⁾ 잔장 맹그로브 숲 조성 사업의 추진은 맹그로브 숲 복원에 따른 탄소흡수의 생태적 가치 실현을 위한 모델을 제공하여, 블루카본 경제발전을 촉진하고 탄소중립을 실현하는 데 적극적인 의미가 있다.

139) 观沧海(2021.4.7.)(검색일:2022.9.20.)

140) i自然全媒体(2022.8.15.)(검색일:2022.8.17.)

141) 21经济网(2022.8.4.)(검색일:2022.8.9.)

다. 광시 맹그로브 숲 복원 현황

광시는 중국공산당 제18차 전국대표대회 이후 ‘블루베이’ 복원사업, 삼·해안선 생태복원 사업을 추진하고 파괴된 해안선, 베이, 하구, 섬 등 핵심 지역의 구조와 기능 복원을 진행하며 멸종위기에 처한 해양생물과 어업자원의 보호·복원을 전개했다. 팡청강시(防城港市)는 국가 ‘블루베이 1기 도시’로, 베이하이시(北海市)는 ‘블루베이 2기 도시’로 선정됐으며, 두 도시는 총 8개의 관련 사업을 추진하여 해안선 393km, 습지 6,850헥타르, 섬 11.2헥타르를 복원할 계획이다.¹⁴²⁾ ‘블루베이’ 복원사업의 시행은 해안선, 맹그로브 숲 등 중요한 연안 자원을 효과적으로 보호하고 해안침식을 방지하여 해역 및 해안 환경을 개선할 수 있다. 동시에 정부는 해양생태 보상 메커니즘을 구축하고 「광시좡족자치구 해양생태 보상 관리방법」을 공포·시행했다.

광시의 맹그로브 숲 면적은 해마다 증가하고 있으며 맹그로브 숲 습지의 생물다양성도 회복하고 있다. 2011년부터 광시는 맹그로브 숲 총 607.8헥타르를 조성하여 광시 맹그로브 숲의 총 면적은 9,412.11헥타르로 전국의 34.7%(전국 2위)를 차지하며, 베이하이(北海), 팡청강(防城港), 친저우(钦州) 3개 도시에 주로 분포돼 있다.¹⁴³⁾

최근 몇 년 동안 광시는 「광시좡족자치구 습지보호 조례」, 「광시좡족자치구 맹그로브 숲 자원보호 조례」, 「광시좡족자치구 산커우(山口) 맹그로브 숲 생태자연보호구와 베이룬하구(北仑河口) 국가급 자연보호구 관리방법」을 잇달아 공포하여 맹그로브 숲 보호와 관리를 법으로 추진하고 규범화 했다. 특히 2018년 12월, 「광시좡족자치구 맹그로브 숲 자원보호 조례」이 시행된 이후 광시 맹그로브 숲의 보호·복원은 괄목할 만한 성과를 거두어 3년 동안 면적이 81헥타르 이상 증가했다. 또한 「조례」 시행 이후 광시에서 맹

142) 国际环保在线(2020.9.22.)(검색일:2022.9.22.)

143) 人民网(2022.7.31.)(검색일:2022.9.23.)

그로브 숲 누적 224헥타르를 신규 조성하였으며, 기존 맹그로브 숲 누적 588헥타르를 복원했다.¹⁴⁴⁾ 동시에 ‘블루베이’ 복원사업, 연안 보호·복원 사업, 습지 보호·복원 사업, 연안 보호림 건설 등의 추진으로 자연복원과 적절한 인공복원을 결합해 맹그로브 숲 보호·복원을 전개했다.

광시임업국은 광시의 맹그로브 숲 자원 보호·복원과 관리를 강화하기 위해 2021년 3월 「광시 맹그로브 숲 자원 보호계획(2020-2030)」을 발표했다. 세부적으로 살펴보면 2025년까지 광시의 모든 맹그로브 숲 관리와 보호 책임을 이행하고, 1,000헥타르를 새로 조성하여 광시 전체 맹그로브 숲 보유량이 1만 헥타르를 돌파하며 기존 맹그로브 숲 3,500헥타르를 복원하겠다는 목표를 설정했다. 또한 자연보호지의 통합 및 신규 건설을 통해 새로운 맹그로브 숲 자연보호지를 건설하며, 자연보호지에 포함된 맹그로브 숲 비율은 50% 이상 달성하여 맹그로브 숲 보호단지 2곳을 신설하고, 기존 맹그로브 보호단지 6곳을 보완할 것을 제안했다. 2030년까지 광시 맹그로브 숲 보유량은 10,000헥타르 이상에 달할 것이다.¹⁴⁵⁾

라. 하이난 맹그로브 숲 복원 현황

1998년 9월, 하이난성은 「하이난성 맹그로브 숲 보호 규정」을 발표하고 시행하였으며, 명시적으로 맹그로브 숲 벌채와 기타 파괴행위를 금지했다. 하이난성은 연못을 습지로 회복하고 해양생태 보호·복원을 통해 습지자원의 지속가능한 활용을 추진했다. 2016년부터 2021년까지 하이난성은 2,777헥타르의 연못을 습지로 회복했고 이 중 새로 조성된 맹그로브 숲 면적은 1,400헥타르이다. 이에 따라 맹그로브 숲 면적은 꾸준히 증가하였고 생물종이 풍부해지며 연안 생태환경은 지속적으로 개선되었다.¹⁴⁶⁾ 현재 하이난성에는 맹그로브 숲을 주요 보호대상으로 하는 자연보호구 9개가 있고,

144) 人民网(2022.7.31.)(검색일:2022.9.23.)

145) 智汇海洋(2021.10.31.)(검색일:2022.9.23.)

146) 极目新闻(2022.10.3.)(검색일:2022.10.9.)

맹그로브 숲을 중점 보호대상으로 하는 국가급 및 성급 습지공원은 12개이며, 현재까지 하이난성 전체 맹그로브 숲의 2/3 이상이 보호구 관리에 포함되었다.¹⁴⁷⁾

하이난 등자이강(东寨港) 국가자연보호구는 중국 최초의 맹그로브 숲 습지 보호구로 보호구역에 각종이맹그로브 숲 묘목(苗木)을 심고 육해통합의 생태복원, 연안 식생복원을 통해 맹그로브 숲 습지환경과 해양생태계 기능과 생물다양성을 지속적으로 개선하고 있다.

하이난은 '14·5' 계획 기간 동안 습지보호 면적을 확대해나갈 예정이며, 이 가운데 맹그로브 숲 3만 묘를 추가하고 퇴화된 맹그로브 숲 습지 4.8만 묘를 복원할 계획이다.¹⁴⁸⁾ 2021년 하이난성 임업과학연구원 등은 공동으로 지역 표준인 「하이난성 맹그로브 숲 습지 생태복원 기술규정(의견수렴 초안)」을 제정했는데, 맹그로브 숲 습지생태계의 완전성, 특징, 희귀 정도, 취약한 정도와 파괴 정도에 따라 분류했다. 복원 목표, 정책 및 기술을 규정했으며, 이는 하이난 맹그로브 숲 복원을 위한 맞춤형 기술 지원을 제공한다고 볼 수 있다.¹⁴⁹⁾ 중국 「습지보호법」 제34조에 맹그로브 숲 습지보호를 별도로 명시하여 습지의 생태적 기능을 강화하고 습지의 생물다양성을 유지하는 것을 목표로 하며, 이는 맹그로브 숲 생태계 보호를 위한 명확한 법적 근거를 제공한다.

푸젠성은 2020년 12월 「푸젠성 맹그로브 숲 보호·복원 특별조치 시행방안」을 발표했으며, 2025년까지 성 전체에 맹그로브 숲 675헥타르를 조성하고 기존 맹그로브 숲 550헥타르를 복원한다는 목표를 세웠다. 이를 위해 맹그로브 숲 보호, 관련 자연보호지 관리 강화, 생태복원 실시 및 계획 강화, 기술지원 강화, 모니터링 및 평가 강화, 보호제도 개선 등 7대 중점

147) 海南日报(2022.6.1.)(검색일:2022.8.18.)

148) 위의 자료

149) 海洋开发咨询(2021.11.20.)(검색일:2022.9.26.)

과제를 제안했다.¹⁵⁰⁾

(3) 해양생태계 블루카본 시범사업 추진

중국은 중국공산당 제18차 전국대표대회 이후 블루카본 경제와 기술 발전을 중점에 두고 ‘해양 탄소흡수 증가’, ‘해양생태계 탄소흡수 시범사업 모색 및 추진’, ‘블루카본 표준체계 및 거래 메커니즘 구축’과 같은 조치를 마련했다. 전(前)국가해양국은 관련 부처와 함께 블루카본 개발을 적극적으로 추진하고 「제1차 해양생태계 탄소흡수 시범사업 실시에 관한 통지」를 발표하여 지역 블루카본 연구 및 시범사업을 지원하겠다고 밝혔다.

자연자원부는 광시의 해양 탄소흡수 시범사업을 지원하며, 광시 맹그로브 숲 블루카본 경제 기술 연구개발과 시범기지 건설을 추진했다.¹⁵¹⁾ 광시 팡청강시는 「맹그로브 숲 탄소흡수 사업 시행방안」을 발표하며 광시 최초로 맹그로브 숲 탄소흡수 사업에 착수, 맹그로브 숲 탄소흡수 사업 개발과 해양 탄소흡수 금융혁신을 앞장서 추진했다. 팡청강시는 녹색금융 서비스 수준을 개선하고, ‘해양 탄소흡수 대출’ 등 녹색금융 용자모델을 완비하며, 관할 금융기관의 탄소할당 수익권 담보대출, 맹그로브 숲 탄소흡수 수익권 담보대출 등 금융상품을 혁신하도록 적극 유도하여 ‘탄소흡수 대출’의 범위를 확대할 계획이다.¹⁵²⁾

생태환경부는 하이난성 정부와 「하이난 생태환경보호 전면 강화를 위한 전략적 협력 협정」을 체결했으며, ‘제로탄소섬’과 해양 탄소흡수 시범사업을 추진할 것을 제안했다.¹⁵³⁾ 하이커우시(海口市)는 해양 탄소흡수 시범사업 연구를 추진해왔으며, 해양 탄소흡수 현황조사 및 증가계획 제정, 블루카본 빅데이터 플랫폼 구축, 해양 탄소흡수 시범사업 시행방안 제정 등을 포함한

150) 中国海洋信息网(2021.1.18.)(검색일:2022.9.28.)

151) 中华人民共和国农业农村部(2018.8.15.)(검색일:2022.9.19.)

152) 中国经济网(2022.8.28.)(검색일:2022.8.30.)

153) 海南省生态环境厅(2018.12.28.)(검색일:2022.9.22.)

다. 특히, 해양 탄소흡수 현황조사 및 증가계획 관련 연구를 통해 하이커우시 맹그로브 숲과 해초지 생태계 탄소저장량을 파악했고 현지의 해양 탄소흡수 잠재력을 평가했다. 또한 하이커우시 ‘해만책임자제도(湾长制)’ 관리 플랫폼을 통해 성 전체에서 처음으로 블루카본 빅데이터 시스템을 구축했으며, 현지의 블루카본 관련 현황을 시각화하고 전시하여 블루카본 관리 능력을 크게 향상시켰다.¹⁵⁴⁾

해양자원이 풍부한 선전시 다펑신구(大鹏新区)는 블루카본 자원의 시장화를 촉진하기 위해 2020년에 전국 최초의 「해양 탄소흡수 정산지침」을 제정했고 해양 탄소흡수 표준체계를 구축했다. 또한 「선전시 해양 탄소흡수 정산지침」을 지역표준으로 인정받도록 전국 해양 탄소흡수 정산에 대한 경험을 제공할 것이다. 동시에 다펑신구는 해양 탄소흡수 자원 현황조사 및 탄소흡수 증가 연구를 시작했고, 해양 탄소흡수 데이터 관리센터 설립, 해양 탄소흡수 개발 플랫폼 구축과 탄소흡수 증가 관련 과학기술 개발계획 수립 등을 추진하고 있다.¹⁵⁵⁾

광둥 잔장시가 발표한 「잔장시 해양생태환경보호 ‘14·5’ 계획」은 해양 탄소흡수 금융 개혁·혁신 시범구 건설을 요구했다. 이 「계획」은 맹그로브 숲 보호·복원을 강화하고 맹그로브 숲 조림 사업의 블루카본 거래를 적극적으로 추진하고 있다. 더불어 시장 메커니즘을 통해 맹그로브 숲 등 블루카본 생태계의 가치를 실현하고 잔장시를 해양 탄소흡수 금융 개혁·혁신 시범구로 건설하기 위해 노력할 것을 제안했다. 동시에 「잔장시 맹그로브 숲 자원 보호조례」를 제정하여 맹그로브 숲의 불법 점유, 개간, 오염 및 훼손을 엄격하게 단속할 것이다.¹⁵⁶⁾

칭다오는 산둥성 최초의 국가 저탄소 시범도시로 해양영역에서 유익한

154) 海口市生态环境局(2022.7.31.)(검색일:2022.9.23.)

155) 网易(2022.6.15.)(검색일:2022.9.22.)

156) 湛江日报(2022.9.10.)(검색일:2022.10.12.)

시도를 하며 해양 탄소흡수 관련 기초연구와 시범사업을 진행해왔다. 현재 칭다오는 해양 과학연구 분야에서 우위를 충분히 발휘하여 해양 탄소흡수 모니터링 네트워크를 구축하고 바다에 유입되는 오염물질을 통제하여 연해습지 탄소흡수 증가 사업을 모색하고 있다. 또한 해양목장 건설과 연계하여 양식지역의 인공 용승 탄소흡수 증대 시범사업을 시행하고 있다. 2022년 2월, 칭다오는 중국의 첫 인공 용승 탄소흡수 시범사업을 전개했으며, 다시마 등 해조류 양식 생산량을 증가하는 동시에 효과적으로 해양생태환경을 복원하고 해양의 이산화탄소 흡수 능력을 향상시켜 블루카본을 증대하고 있다.¹⁵⁷⁾ 또한 칭다오는 일련의 해양 탄소흡수 표준 제정을 추진하고 해양 탄소흡수 거래를 촉진하여 ‘해양 탄소흡수 특화 시범구역’을 조성하고 있다.¹⁵⁸⁾

2) 블루카본 거래시장 구축

「교토의정서」는 세계 각지의 이산화탄소 등 온실가스 배출 감소로 인한 압력을 완화하기 위해 이산화탄소 배출권을 시중에 유통할 수 있는 상품으로 규정하고 있다. 거래소에서 시장규제에 의해 거래 당사자가 등가 교환으로 상대방의 온실가스 감축량 또는 탄소배출 지표를 획득함으로써 이산화탄소 배출권 또는 탄소신용 거래를 실현한다. 그러나 탄소흡수 거래는 이산화탄소 배출권을 교환하는 것이 아니라 특정 시장의 거래규칙에 따라 탄소흡수 사업을 수행하여 거래에 사용할 수 있는 해당 탄소흡수량을 얻거나 증가시키고 수요자는 자신의 이산화탄소 배출량을 상쇄하기 위해 필요한 탄소 흡수량을 구매하는 것이다.¹⁵⁹⁾

블루카본 사업은 해양관리, 환경보호, 시장거래 3자를 결합으로 탄생했

157) 中国南海研究院(2022.4.20.)(검색일:2022.8.16.)

158) 观沧海(2021.9.8.)(검색일:2022.9.22.)

159) 中国海洋发展研究中心(2019.3.21)(검색일: 2022.6.21.)

다. 중국에서 블루카본 거래의 주체는 정부, 기업, 사회 대중 및 이해관계자일 수 있으며, 객체는 해양 탄소 흡수량과 해양탄소 거래로 파생된 관련 금융제품일 수 있다.¹⁶⁰⁾ 현재 블루카본 거래는 주로 IPCC가 인정한 맹그로브 숲, 해초지, 염습지 세 가지 생태계에 집중되어 있다.

국제 탄소흡수 거래 발전에 따라 탄소흡수 수요가 증가하고 있는데, 중국도 블루카본 거래 시장의 거대한 잠재력을 증명하고 있다.¹⁶¹⁾ 탄소흡수 시장의 역할은 탄소배출 기업의 운영비용을 증가시킴으로써 기업이 생산기술을 개선하여 탄소배출을 줄이도록 강요하는 것으로, 정부는 탄소흡수 거래에서 세금을 취할 수 있다. 중국정부는 탄소중립 목표를 달성하기 위한 중요한 조치로 블루카본 거래시장 구축 및 관련 금융상품 개발을 적극적으로 추진하고 있다. 더불어 블루카본 산업을 적극적으로 발전시키고 있으며, 해양생태 상품으로서의 블루카본의 가치실현 메커니즘을 혁신하고 있다.

(1) 블루카본 거래 플랫폼 구축

중국은 2011년부터 베이징, 상하이, 광둥, 선전, 후베이, 충칭, 텐진 등 7개 지역에서 제1차 탄소배출권 거래 시범사업을 추진했다. 전국 탄소배출권 거래시장은 2021년 7월 16일 온라인 거래를 시작했으며 상하이에는 거래센터를, 우한(武汉)에는 탄소 할당량 등록센터를 설립했다.¹⁶²⁾ 2021년 1월 5일, 생태환경부는 국가 탄소배출권 거래 및 관련 활동을 규제하기 위해 「탄소배출권 거래 관리방법(시범 시행)」을 발표했으며, 2021년 2월 1일부터 시행하였다. 이는 국가 탄소배출권 거래시장이 공식적으로 개설되었음을 의미하며, 향후 탄소배출권 거래에서 해양 탄소흡수는 더 큰 역할을 발휘할 것이다.¹⁶³⁾

160) 梅宏&张艳(2021), p.27.

161) 진선선·한광석(2021), p.10.

162) 界面新闻(2021.7.16.)(검색일:2022.9.22.)

163) 智汇海洋(2021.2.18.)(검색일:2022.10.12.)

지난 2년 동안 광둥성, 푸젠성, 하이난성, 산둥성 등 주요 연해지역은 시장 지향적인 메커니즘으로 블루카본 제품의 생태적 가치를 실현하기 위해 여러 사업을 진행했다. 광둥성 잔장시는 광저우(广州) 탄소배출권 거래소와 적극적으로 협력하여 블루카본 거래센터 공동 건설을 모색하며 블루카본을 광둥 탄소거래 시스템에 포함하도록 추진하고 기업과 금융기관이 블루카본 분야에 진출하도록 장려하고 있다. 2021년 6월, 잔장시는 중국 최초의 맹그로브 숲 탄소흡수 거래 사업을 성사했다. 같은 해 8월, 푸젠성 샤먼재산권거래센터는 전국 최초의 해양 탄소흡수 거래 서비스 플랫폼을 설립하여 블루카본 거래를 혁신적으로 전개하였고 블루카본 투융자 상품을 개발로 쌍탄 목표 달성을 위한 새로운 플랫폼과 메커니즘을 구축했다.¹⁶⁴⁾

같은 해 9월 12일, 취안저우(泉州) 뤼양강(洛阳江) 맹그로브 숲 생태복원과 관련해 거래 플랫폼에서 해양 탄소 흡수량 2,000톤에 대한 거래가 순조롭게 이루어졌으며, 이는 샤먼재산권거래센터에서 처음으로 성사된 거래이기도 하다. 이 거래는 맹그로브 숲 탄소흡수 기능과 생물다양성 보호 간 연동 효과, 맹그로브 숲 보호와 주변 지역사회 생태 개선 간의 협동 발전을 실현했다. 샤먼시는 중국 전역에서 블루카본 방법론 개발과 블루카본 거래 등 분야에서 선두지역이 되었다.¹⁶⁵⁾ 2022년 1월 1일, 푸저우시(福州市)는 샤먼재산권거래센터를 통해 해수양식어업의 해양 탄소흡수량 15,000톤에 대한 거래를 완성했으며 이는 전국 최초의 해양어업 탄소흡수 거래이다.¹⁶⁶⁾

2022년 3월 설립된 하이난 국제 탄소배출권 거래센터는 블루카본 제품 시장거래를 통해 하이난의 블루카본 방법론을 국제적으로 인정받는 표준으로 추진할 것이다.¹⁶⁷⁾ 2022년 5월, 하이난의 첫 번째 블루카본 제품 거래

164) 海洋开发咨询(2021.8.31.)(검색일:2022.10.10.)

165) 위의 자료

166) 中华人民共和国自然资源部(2022.1.21.)(검색일:2022.8.16.)

167) 人民网(2022.3.21.)(검색일:2022.9.26.)

가 하이커우에서 이루어졌으며, 거래된 탄소 흡수량은 3,000톤 이상, 거래액은 30만 위안 이상이다. 이번에 거래된 블루카본 제품은 하이커우시 찐장(三江) 농장의 맹그로브 숲 복원사업을 통해 생성된 탄소 흡수량이며, 이 사업으로 향후 40년 동안 9만 톤 이상의 탄소 흡수량을 생성할 것으로 예상되며, 거래에 포함된 것은 최근 5년 동안의 탄소 흡수량이다.¹⁶⁸⁾

(2) 블루카본 표준체계 구축

해양 탄소흡수 거래를 확대하기 위해서는 먼저 관련 표준 제정을 추진해야 한다. 그러나 중국은 물론 국제 사회 역시 해양 탄소흡수 측정에 대한 통일된 규범과 표준을 아직 마련하지 못했다. 과학적이고 표준화된 체계 구축은 해양 탄소흡수 시장거래 안정성과 지속성을 보장할 수 있기 때문에 해양 탄소흡수 표준체계 및 거래규칙 제정이 블루카본 자산의 정산, 거래에 매우 필요하다.

산둥성 웨이하이는 중국 최초로 다시마 양식 탄소흡수 방법론 연구 성과를 발표했으며, 이는 해양생태자원의 생태적 가치를 경제적 가치로 전환하는 토대를 마련했다.¹⁶⁹⁾ 광둥 잔장은 이미 블루카본 데이터베이스 구축을 추진하고 있으며, 맹그로브 숲의 탄소흡수량 정산을 위한 ‘잔장 표준’을 만들고 있다. 또한 광둥은 해양 및 육상 생태계를 포괄하는 탄소흡수 모니터링과 정산 체계의 구축을 제시했고, 습지와 해양 등 생태계에 대한 탄소흡수 기본조사를 수행했다. 2021년 5월, 선전 다평신구는 전국 최초로 「해양 탄소흡수 정산지침」을 발표했고 전국의 해양 탄소흡수 정산을 위해 시범 경험을 제공했다. 이 「지침」은 맹그로브 숲, 염습지, 패류, 조류 등 7개 거래가 가능한 탄소흡수 유형 및 11개 지표를 선별했고, 해양자원 데이터베이스 구축, 해양생물, 연해습지, 해수양식 활동의 변화추이를 예측하여

168) 中国日报网(2022.6.1.)(검색일:2022.9.23.)

169) 中国山东网(2019.9.28.)(검색일:2022.9.23.)

해양자원과 환경변화 추세를 동적으로 파악할 것을 제시했다.¹⁷⁰⁾

같은 해 8월, 자연자원부 제1해양연구소는 「중국 해양 탄소흡수 경제가치 정산표준」의 의견수렴 초안을 완성했다. 이 표준은 구체적인 실행 절차 및 요점을 포함한 중국의 해양 탄소흡수 경제적 가치를 정산하는 시행방안을 제공했고, 해양 탄소흡수 정량화 문제와 가치결정 문제를 해결했다. 이는 해양 탄소흡수 경제적 가치 정산 실현과 중국의 온실가스 배출 저감, 양호한 해양 탄소흡수 거래시장 구축에 도움이 된다.¹⁷¹⁾ 2022년 10월, 자연자원부는 「해양 탄소흡수 정산방법」을 발표했고, 2023년 1월 1일부터 공식적으로 시행할 예정이다. 이 「방법」은 해양 탄소흡수 정산작업의 프로세스, 내용, 방법 및 기술에 대한 요구사항을 규정했으며, 정산작업에 근거를 제공해 해당 분야의 업계 표준 공백을 메웠다.¹⁷²⁾

(3) 블루카본 금융상품 개발

블루카본 금융상품을 개발하는 것도 블루카본 거래시장 구축의 중요한 부분이다. 2021년 8월, 중국 첫 습지 탄소흡수 대출금 지원사업이 성사됐다. 칭다오 자오저우만(胶州湾) 상하이합작시범구(上合示范区)유한공사가 싱예(兴业)은행 칭다오지사와 협력해 자오저우만 습지 탄소흡수를 담보로 1,800만 위안의 유동자금을 대출 받았다. 이 자금은 기업이 탄소 흡수량 증가를 위해 습지 작물을 구매하거나 습지공원 해안선 준설사업을 전개하는 등 연해습지 보호조치에 사용할 것이다. 싱예은행은 전국 탄소배출권 거래시장의 당일 탄소배출 거래가격을 근거로 삼아 탄소 감소량을 장기적인 수익권 담보로 하여 대출금액을 추산했다. 이렇게 새로 창출된 담보대출 모델은 기업을 위한 녹색융자 채널을 확장하고 기업이 생태적 가치를 경제적 가치로 전환하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.¹⁷³⁾

170) 智汇海洋(2021.5.10.)(검색일:2022.10.12.)

171) 中国海洋信息网(2021.8.4.)(검색일:2022.10.12.)

172) 自然资源部第一海洋研究所(2022.10.11.)(검색일:2022.10.12.)

2022년 6월, 웨이하이시는 전국 최초로 어업 탄소흡수 지수보험을 출시하여 총 800묘의 굴 양식장이 보험에 가입했다. 향후 특정 해양환경 변화로 인한 탄소흡수 및 산업 손실에 대해 보험사는 최대 160만 위안의 리스크 보상을 제공할 수 있다. 이는 해산물 양식 탄소흡수 지수보험의 공백을 메웠으며, 해산물 양식산업이 해양 탄소흡수와 생산·운영에서 발생한 리스크에 보장을 받을 수 있도록 한다.¹⁷⁴⁾

2022년 9월 푸젠성 닝더(宁德) 푸딩시(福鼎市)에서 맹그로브 숲을 위한 중국 최초 블루카본 생태보호 보험을 시험적으로 시행하였다. 이 보험은 푸딩시 전체 3,750묘 맹그로브 숲을 위해 1,875만 위안의 리스크 손해배상 보장을 제공할 것이다. 보상금은 보험대상 구제와 복원 외에도 맹그로브 숲 블루카본 생태계 환경개선에 사용될 수 있다. 정부와 기업이 협력하여 맹그로브 숲을 위한 블루카본 생태보호 보험을 개발한 것으로, 정부 특별자금의 투입 효과를 극대화하고 맹그로브 숲 보호구역의 리스크 관리를 강화하는 데 도움이 될 것이다.¹⁷⁵⁾

블루카본 거래는 생태자원에서 생태자본으로 도약을 실현할 수 있는 수단이고, 블루카본 거래와 같은 시장 메커니즘을 통해 생태계의 생태적, 경제적 가치 실현으로 지역 사회경제 발전을 촉진할 수 있을 뿐만 아니라 생태 보호·복원 참여에 대한 열정도 높일 수 있다. 블루카본 사업 개발을 통해 탄소흡수 가치를 경제 시장 순환에 통합하면 해양생태를 보호하기 위한 지방정부, 기업 및 사회의 참여 적극성을 높일 수 있을 것이다. 또한 사업 소유자는 시장을 통해 승인된 탄소 흡수량을 거래할 수 있다. 창출되는 탄소흡수 수익은 소유자에 대한 가치 보상이 되며, 생태건설에도 재차 투입을 할 수 있어 탄소흡수 기능의 생태적 가치를 실현하는 데 도움이 된다.

173) 观沧海(2021.8.30.)(검색일:2022.9.28.)

174) 智汇海洋(2022.7.5.)(검색일:2022.9.6.).

175) 澎湃新闻(2022.10.8.)(검색일:2022.10.9.)

이를 통해 특정 범위 내 해양환경에 대한 보호·복원이 강화되고 해양자원을 개발, 이용하는데 최적의 환경을 만들어 갈 수 있을 것이다.

앞으로 중국은 블루카본 거래 메커니즘 구축을 위한 방법 모색과 실천을 지속적으로 추진할 것이다. 첫째, 해양 탄소흡수 연구를 위한 이론적 토대를 마련하기 위해 해양 탄소흡수 정산기술과 방법론에 대한 연구를 추진한다. 둘째, 해양생태 제품의 가치실현 로드맵을 발굴하는 데 중점을 두고 지방정부와 연구기관, 거래 플랫폼, 금융기관의 협력을 지원하고 다양한 경로를 통해 해양 탄소흡수 개발을 지원하는 투자 및 자금 조달 메커니즘을 구축하여 해양 탄소흡수 가치의 시장화 수준을 향상시킨다. 이와 동시에 해양 탄소흡수 거래 플랫폼 구축과 거래 시범사업을 적극 장려하고 해양 탄소흡수의 자발적 거래 실현을 위해 필요한 기술기반과 운영규범을 제공해야 한다. 또한 국제협력을 강화하고 관련 국가 및 국제기구와 교류를 적극적으로 추진한다.

4. 향후 정책 방향

첫째, 최상위층 설계를 강화한다. 육해통합의 해양생태환경 종합관리를 지속적으로 심화하고, 「전국 해양생태환경보호 '14·5' 계획」을 시행한다. 블루카본의 잠재력과 실현 로드맵, 중점조치, 비용 효율성 등을 분석하여 블루카본 발전 중장기 계획을 수립하고 이를 국가 기후변화 대응전략계획에 포함시킨다. 또한 국가 중대 전략, 공간계획, 특별계획 등과 연계하여 생태 보상, 에너지 절약 및 탄소배출 저감, 저탄소 경제 등 분야와 유기적으로 융합하도록 추진한다.

둘째, 블루카본 생태계의 보호·복원을 촉진한다. 연안 생태계 분포와 현지 현황에 따라 각 연해지역의 맹그로브 숲, 해초지 및 염습지 최소 면적

을 설정한다. 해양생태 레드라인 획정 및 국가해양공원 설립과 결합하여 생태보상 및 기타 수단 활용으로 완비된 해양생태 보호·복원 제도체계를 구축하여 탄소흡수를 해양생태 복원·보호 평가에 중요한 지표로 포함시킨다.

셋째, 관련 과학연구와 모니터링을 강화하고 블루카본 표준체계를 보완한다. 전국 해양 탄소흡수 모니터링, 조사 및 평가를 수행하고 현장조사 및 모니터링을 통해 블루카본 생태계 분포, 상태와 탄소흡수 증가 잠재력을 파악한다. 또한, 대규모 조류·패류 양식의 탄소격리 메커니즘, 탄소흡수 증가 경로 및 평가방법을 연구하고 블루카본 모니터링과 조사연구를 위한 기술방법 및 표준체계를 구축한다. 이에 더해 기존 데이터 관리 플랫폼을 완비하고 블루카본 연구 네트워크 및 데이터 네트워크를 구축함으로써 데이터 공유를 촉진한다.

넷째, 해양 탄소흡수 거래 시장의 환경을 개선하고 해양 탄소흡수 관련 금융상품을 개발한다. 기존 해양 탄소흡수 거래 사업 리스크 분석을 추진하여 시장 인지도를 높이고 이를 기반으로 다양한 지역의 자연현황에 따라 적절한 대상을 선택하고 더 많은 거래 사업을 개발한다. 또한 통일된 국가 탄소거래 시장에 의존하여 해양 탄소흡수 거래체제를 구축하고 해양 탄소흡수 정산기술과 방법론의 연구개발을 추진한다. 더불어 해양 탄소흡수 개발을 지원하는 다양한 투융자 메커니즘을 모색하고, 블루카본 거래시장 정책법규 체계를 구축하여 블루카본 거래 시범사업을 전개한다. 동시에 해양 탄소흡수 관련 선물, 신용대출, 펀드와 기타 금융상품을 개발하여 해양 탄소흡수의 가치를 실현하도록 한다.

다섯째, 국제협력을 강화한다. 관련 국가 및 국제조직과의 블루카본 정책 및 기술 교류를 강화하고, 해양 탄소흡수에 대한 중국의 이념, 기술 및 실천 경험을 공유하며, 지역 및 글로벌 해양 거버넌스에서 중국의 위상과 영향력을 강화할 것이다. 2017년 6월 발표된 「‘일대일로’ 건설 해상협력 구상」

에서 '21세기 해상 실크로드'의 '블루카본 계획'을 제안했으며, 글로벌 블루카본 협력체제를 수립하고 향후 블루카본을 '일대일로' 건설의 주요 일환으로 삼을 것이다. 또한, 국가 기후변화 남남협력펀드(China South-South Climate Cooperation Fund), 중국-아세안 해상협력펀드 등 플랫폼을 활용해 중국의 블루카본 표준, 기술 및 경험을 '일대일로' 참여 국가와 공유하고, 현지 블루카본 및 해양사업 발전을 촉진해 국제협력을 강화할 계획이다. 동시에 정부간해양학위원회(IOC), 북태평양해양과학기구(PICES), 국제해양개발위원회(ICES) 등 국제기구와 협력을 강화하여 중국 과학자의 해양 탄소흡수 연구의 국제 참여도를 높인다. 더불어 중국 특색이 있는 탄소흡수 자원과 탄소중립 관련 연구를 '유엔 기후변화협약'과 '유엔 해양과학 10년 계획' 관련 업무에 포함시키며 국제적으로 인정받는 중국의 해양 탄소흡수 모니터링, 계량 및 정산 체계 도입으로 글로벌 거버넌스에 중국 시나리오를 제공할 것이다.

제3절 해상풍력 발전 정책 및 전망

전 세계적으로 지난 20여 년 동안 에너지, 자원 및 환경 문제가 심각해지고 있다. 기후변화가 기정사실화됨에 따라 풍력발전 특히 해상풍력 발전은 세계 각국의 많은 관심을 받고 있으며 현재 세계에서 가장 빠르게 발전하는 재생에너지 중 하나이다. 중국은 해상풍력 자원이 풍부하고 해상풍력 발전 사업 추진으로 탄소피크 및 탄소중립 목표를 실현하고 에너지 구조를 개선하여 경제성장 방식을 전환하고 있다. 유럽 국가의 해상풍력 발전 경험을 바탕으로 중국은 한국, 베트남 등 주변국과 해상풍력 발전소를 공동으로 계획하고 청정에너지 협력을 위한 예비연구를 수행해야 한다.

1. 해상풍력 발전 산업 개발 현황

1) 해상풍력 발전 초기단계

2007년 11월, 중국해양석유공사(中国海油, CNOOC) 쑤이중(绥中) 36-1 시추 플랫폼 시험 장치(1.5MW)의 준공 및 운영은 중국 해상풍력 발전의 공식적인 시작을 의미한다. 그전까지 중국의 해상풍력 발전은 환경조성 준비단계에 있었고 해상풍력에 관한 국가 차원의 정책은 찾아보기 힘들었다. 2009년 1월, 국가발전개혁위원회와 에너지국은 연해지역의 해상풍력 발전 사업계획을 공식화하였다. 2010년 6월, 아시아 최초 해상풍력 발전소인 상하이 동해대교 100MW 해상풍력 발전소가 준공되어 송전망에 연결되었고 이는 중국이 해상풍력 발전 엔지니어링 건설기술을 장악하고, 미래의 대규모 해상풍력 발전 개발을 위해 경험을 축적한 것으로 볼 수 있다. 관련 정책의 추진으로 중국의 해상풍력 발전소 건설은 획기적인 진전을 이루었으며, 2013년 말까지 중국은 총 17개 해상풍력 발전소 사업을 완성하였다.

2014년은 중국 ‘해상풍력 발전 원년’으로, 중국의 해상풍력 발전산업은 폭발적인 성장을 경험하고 급속한 성장기에 진입했으며, 정책의 방향도 점차 풍력발전 정책에서 해상풍력 발전 정책으로 세분화하였다. 2016년 이후, 중국의 해상풍력 발전 산업은 빠른 성장단계에 진입했고 정부는 세분화된 관련 정책을 집중적으로 마련했다. 2016년 11월, 국가 에너지국은 「풍력발전 개발 ‘13·5’ 계획」을 발표했으며, 2020년 말까지 중국 해상풍력 발전 계통연계 설비용량은 5×10^6 kW 이상에 달하고 장쑤, 저장, 푸젠, 광둥 및 기타 지역에 해상풍력 발전 건설을 중점적으로 추진할 것을 제안했다. 2020년 말 기준, 중국의 누적 해상풍력 발전 설비용량은 1,087만kW이며, 이 중 장쑤성의 해상풍력 발전 누적 설비용량은 681만 6,000kW로 전체 해상풍력 발전 누적 설비용량의 62.7%를 차지했고, 광둥성은 2위로 12.5%, 푸

젠성은 9.4%, 랴오닝성, 상하이시, 저장성, 허베이성, 톈진시, 산둥성의 누적 설비용량 합계는 약 15.5%이다.

2) 해상풍력 발전 전망 긍정적

풍력자원 조사 결과에 따르면 중국의 수심 5-25m, 높이 50m 해상풍력 발전은 약 2억kW, 수심 5-50m, 높이 70m 해상풍력 발전은 약 5억kW로 잠재력이 큰 편이다. 2020년 말 기준, 국가에너지국이 승인한 「전국 해상풍력 발전 계획」 총 규모는 7,472만kW, 전국 해상풍력 발전 승인 총 설비규모는 3,593만kW(광둥성 근해 심수 해역 및 국가관리해역 부지 제외), 전국 해상풍력 발전의 계통 연계 설비용량은 898만8,000kW으로 '13·5' 계획 목표를 초과 완성했다. 이미 계통 연계된 사업은 주로 장쑤, 절강, 상하이, 푸젠, 광둥, 허베이, 랴오닝, 톈진 등 8개 지역에 분포되어 있으며, 이 중 장쑤성 계통연계 설비 규모는 573만kW로 전국 규모의 63%를 차지한다.

2020년 10월 14일부터 16일까지 전 세계 400개 이상의 풍력에너지 기업 대표가 베이징에서 개최된 '2020 베이징 국제 풍력에너지 컨퍼런스'에서 「풍력 에너지에 관한 베이징 선언」을 논의하고 채택했다. 선언에서 '14·5' 계획 기간 중국의 연평균 풍력발전 신규 설비용량은 5,000만kW 이상에 도달해야 하며, 2025년 이후 연평균 풍력발전 신규 설비용량은 6,000만kW 이상, 2030년까지 8억kW 이상, 2060년까지 30억kW 이상 달성을 목표로 제시했다.

'14·5' 계획 기간, 해상풍력 발전의 구도배치가 더욱 최적화되고 심수·원해(深远海) 해상풍력 발전기지의 개발이 활발히 추진될 것으로 예상된다. 100만kW 또는 1,000만kW 규모의 해상풍력 발전 시범기지를 건설하여 해상풍력 발전의 집약화 발전을 추진할 것으로 예상된다.

3) 독자적인 해상풍력 발전 기술체계 구축

해상풍력 발전 건설 분야에서는 일반적으로 연안과의 거리 60km 이상 또는 수심 40m 이상 풍력발전소를 심수·원해 풍력발전소라고 칭한다. 중국은 2009년부터 2019년까지 10년 동안 조간대 해상풍력 발전 개발의 조기 탐색과 사업의 시범 응용, 그리고 근해 풍력발전 개발에 관한 전반적인 연구와 핵심 기술의 응용을 완성했고 일련의 패키지 기술체계를 구축했다. 주로 해상풍력공정 지층에 대한 현장시험 방법과 지질지표 평가체계, 해상풍력 발전 부지의 환경조건 식별 및 풍력자원 고효율 사용기술, 무과도단 대구경 모노파일(无过渡段大直径单桩)과 집적식 부속부품 패키지기술, 얇은 피복층 지질조건인 대구경 모노파일(浅覆盖层地质条件下的大直径嵌岩单桩技术) 기술 등이 포함되고 해상 변전소의 자주적 설계 및 개발을 처음으로 완성하였으며, 조간대와 근해 풍력발전 기술이 점점 성숙하였다.

2. 해상풍력 발전 정책

1) 해상풍력 발전 정책의 변천 과정

중국 해상풍력 발전 정책의 변천은 환경조성 단계(1995-2008년), 초기 탐색 단계(2009-2013년), 급속발전 단계(2014-2017년), 성숙전환 단계(2018년 이후) 4단계로 구분한다.

(1) 환경조성 단계(1995-2008년)

환경조성 단계는 중국 재생에너지 관련 제도 초기 단계로 국가의 「재생에너지법」, 「재생에너지 전기생산 비용 및 가격분담 관리 시행방법」 및 「재생에너지발전 특별펀드 관리 잠정방법」 등 일련의 법률규약을 잇달아 통과했다. 이를 통해 재생에너지 전액 보장 구매제도, 전기요금 분담제도

등 기초제도, 육상풍력발전의 특허입찰 권한, 구역별 송전망 연결에 따른 전기요금 벤치마크제도를 확립했다. 비록 해상풍력 발전에 관한 정책은 적었지만 재생에너지 시스템 기반과 육상풍력발전을 통한 경험 축적은 후속 해상풍력 발전 정책 출범을 위해 토대를 마련하였다.

(2) 초기탐색 단계(2009-2013년)

2008년 처음으로 해상풍력 발전소 건설이 시작되었고 해상풍력 발전 관련 시스템 구축이 점차 의제에 오르면서 관련 정책이 잇따라 발표되었다. 2009년 1월, 국가에너지국은 「근해풍력발전소 사업계획보고서 작성방법(시범시행)」을 통과시키며 같은 해 4월 「해상풍력 발전소 사업계획 업무개요」를 발표했다. 2010년 1월, 국가에너지국과 국가해양국은 공동으로 「해상풍력 발전 개발 및 건설 관리를 위한 잠정 조치」를 발표했는데, 이는 중국 최초의 해상풍력 발전 개발계획, 사업 승인, 해역 사용에서 준공 검수까지 체계적으로 규정한 부처차원의 규약으로 중국 해상풍력 발전 정책 체계의 초기 형성을 의미한다. 초기탐색 단계에서 중국정부가 발표한 「풍력 발전 ‘12·5’ 계획」, 「재생에너지 발전 ‘12·5’ 계획」, 「국가 해양경제발전 ‘12·5’ 계획」 등은 해상풍력 발전에 대한 특별규정과 계획을 마련했으며 해상풍력 발전의 전략적 지위가 중요해졌다.

(3) 급속발전 단계(2014-2017년)

2014년 이후, 중국의 해상풍력 발전 산업은 급속발전 단계에 진입했으며 관련 법률 및 제도는 세분화되었다. 2014년 6월, 국가발전개혁위원회는 「국가발전개혁위원회 해상풍력 발전 송전망 연결에 따른 전기요금 정책에 관한 통지」를 발표하여 중국 해상풍력 발전의 고정 전기요금 제도를 확립하여 해상풍력 발전 산업을 촉진했다. 2014년 5월, 국가인증인정감독관리위원회는 해상풍력 발전 터빈의 관련 기술을 표준화하기 위해 「해상풍력 발전 터빈의 인증규범(신청서)」 등 3개의 인증기술규범에 대한 의견수렴서를

전달했다. 2014년 12월, 국가에너지국은 「전국 해상풍력 발전 개발건설방안(2014-2016)」을 출범하여 전국 해상풍력 발전의 건설과 목표에 대한 통일계획을 수립했다. 2016년 10월, 국가해양국은 「해상풍력 발전 해역사용 관리의 추가 규범에 관한 의견」을 통해 해상풍력 발전소는 원칙적으로 해안선과의 거리 10km 이상, 갯벌의 너비가 10km 이상인 해역의 수심은 10m 이상이어야 한다고 규정하여 해상풍력 발전의 환경감독관리에 대한 세부 규정을 제시했다.

(4) 성숙전환 단계(2018년 이후)

중국은 성숙전환 단계에서 해상풍력 분야에 시장경쟁 체제를 도입하려 했다. 2017년부터 시행된 「국가발전개혁위원회 태양광발전 및 육상풍력 발전 전기요금 조정에 관한 통지」를 통해 2014년 고정정보조금 제도 기준의 지속적 시행을 재확인하고 추가로 입찰 등 시장화 방식을 통한 해상풍력 발전 등 신에너지발전의 가격 책정을 독려한다. 2018년에 공포되어 시행된 「국가에너지국 2018년도 풍력발전 건설 관리에 관한 통지」에서 투자 주체가 확정되지 않은 해상풍력 발전 사업은 경쟁을 거쳐 전기가격을 책정해야 한다고 명시하였고 이는 공식적으로 중국 해상풍력 발전 ‘탈보조금’의 서막을 열어 중국 해상풍력 발전 정책이 성숙전환 단계에 진입했음을 의미한다.

2) 해상풍력 발전 계획

(1) 국가 차원 계획

가. 신재생에너지 발전을 위한 13차 5개년 계획

2016년 12월, 국가발전개혁위원회는 「신재생에너지 발전을 위한 ‘13·5’ 계획」에서 “해상풍력 발전을 적극적이고 꾸준히 추진한다”고 제시하였다.

구체적으로 보면, 해상풍력 에너지 자원 탐사 및 평가를 수행하고 연안 성(자치구 및 직할시)의 해상풍력 발전 계획을 보완하며, 이미 착공된 해상풍력 발전 사업을 추진하였다. 더불어 연해 성(자치구, 직할시) 및 주요 개발기업이 해상풍력 발전 시범사업을 개발하도록 독려하여 해상풍력 발전 산업화 과정을 주도하였다. 또한, 해상풍력 발전 개발과 건설 관리정책을 개선하고 부처 간 조율을 강화하며 프로젝트 승인 절차를 표준화 및 간소화 하며, 해상풍력 발전 가격정책을 개선한다. 그리고 해상풍력 발전 지원산업 서비스시스템을 완비하고, 기술 표준, 규정 및 사양, 장비 시험 및 인증, 정보 모니터링을 강화하고 전체 산업사슬을 포괄하는 장비 건조와 개발 능력을 형성하고, 2020년까지 해상풍력 1,000만kW 착공하고 500만kW를 준공한다는 등 목표와 비전을 제시했다.

나. 풍력발전 ‘13·5’ 계획

국가에너지국은 2016년 「풍력발전 ‘13·5’ 계획」을 발표했으며, ‘13·5’ 계획 기간 동안 장쑤성, 저장성, 푸젠성, 광둥성 등 성의 해상풍력 발전을 중점적으로 건설하고 2020년까지 4개 성의 해상풍력 발전 건설 규모가 모두 100만kW 이상, 2020년까지 전국 해상풍력 발전 건설 규모가 1,000만kW에 달하여 누적 계통연계 설비용량은 500만kW 이상 달성할 것을 제안했다. 2021년 9월 말, 중국의 해상풍력 발전 누적 계통연계 설비용량은 약 1,318만kW이며 파악된 현황으로 볼 때 설비 규모는 세계 1위이다.¹⁷⁶⁾

다. 신재생에너지 발전을 위한 ‘14·5’ 계획

2021년 10월 21일, 국가발전개혁위원회, 국가에너지국 등 8개 부처와 위원회는 공동으로 「신재생에너지 발전을 위한 ‘14·5’ 계획」을 발표했으며, ‘14·5’ 계획 기간 해상풍력 발전산업의 발전 방향과 핵심 배치 방안을 제시

176) 国际新能源网(2021.11.17.)(검색일:2021.11.22.)

하여 향후 「해상풍력 발전 '14·5' 계획」 수립과 연해지역 성 및 시의 해상 풍력 발전 산업을 위한 발전 방향을 다음과 같이 제시했다.

첫째, 각종 계획을 편성하고 보완한다. 성급 해상풍력 발전계획의 제정 및 수정을 진행하고 동시에 환경영향 평가를 수행하며 근해 해상풍력 발전소 배치를 최적화하였다. 또한 지방 정부가 지원정책을 출범하도록 장려하고 근해 해상풍력 발전을 대규모로 건설한다. 심수·원해 해상풍력 발전 계획을 수립하고, 개발건설 및 관리를 보완하며, 기술혁신과 시범응용을 추진으로 집중 송전과 집중 운영 및 유지·보수 모델을 탐색한다. 또한, 심수·원해 해상 풍력 발전 비용 절감 및 효율성 개선을 적극 추진하며 시범평가를 전개한다. 산둥, 장쑤, 저장, 상하이, 푸젠, 광둥, 광시 등 자원과 개발조건이 좋은 지역에서 풍력발전기지 사업 건설과 결합하여 100만kW급 심수·원해 해상풍력 발전 시범사업 건설을 추진하고 2025년까지 1-2개의 비용이 저렴한 해상풍력 발전소 건설을 위해 노력한다.

둘째, 풍력발전 에너지섬 시범사업을 추진한다. 해상에너지 자원공급 및 전환 중추의 특성을 지닌 해상 에너지섬 시범 건설을 모색추진하고 해양에너지, 에너지 저장, 수소생산, 해수담수화 등 다양한 에너지 자원 전환 및 활용을 위한 통합시설을 건설한다. 산둥반도, 창장삼각주, 푸젠성 남부, 광둥 동부, 베이부만(北部灣) 등 주요 풍력발전기지 개발사업과 연계하여 지역의 에너지 저장, 해수담수화, 해양 양식 등 발전수요를 융합하여 기지 내 인근에서 1-2개의 해상 에너지섬 시범사업을 건설한다.

셋째, 해상풍력 발전 클러스터화하여 개발한다. 특히 산둥반도, 창장삼각주, 푸젠 남부, 광둥 동부, 베이부만의 5대 해상풍력 발전기지 건설에 중점을 두고 추진한다. 이 5대 지역에서 1,000만kW급 해상풍력 발전기지를 건설하고, 다수의 100만kW급 중점 사업을 집중연속적으로 개발한다. 기지 개발건설과 결합하여 심수·원해 해상풍력 발전 평가·시범과 해상에너지 섬 시

범사업을 추진한다. 심수·원해 해상풍력 발전 평가시범에서 부유식 풍력터빈의 기반과 원해 플렉시블 직류 송전기술 혁신 및 시범 응용을 촉진하고 ‘14·5’ 계획 기간 중국 최초의 부유식 상업화 해상풍력 발전 사업을 착공하기 위해 노력한다.

넷째, 해상풍력 발전과 해상유전의 심층 통합 개발 시범사업을 추진한다. 해상풍력 발전과 해상유전 개발을 통합하고 해상풍력 발전 및 해상유전이 상호 보완하여 지역 전력 시스템에 대한 전력공급 모델을 구축하여 점진적으로 해상풍력 발전과 해상유전산업의 통합발전을 실현한다.

라. 2030년까지 탄소피크 달성을 위한 행동방안

2021년 10월 24일, 국무원은 「2030년까지 탄소피크 달성 행동방안」을 발표하였고 “신에너지 대대적 발전” 부분에서 “풍력·태양광 발전의 대규모 개발과 고품질 발전을 추진하고 집중식과 분산식 태양광발전을 병행하며 풍력·태양광 발전기지 건설 추진”을 제안했다. 스마트 태양광 산업을 혁신, 업그레이드하고 응용을 확대한다. 특히 “태양광+” 모델을 혁신하고 태양광 발전의 다양한 배치를 추진한다. 이에 더해 육지와 바다를 바탕으로 풍력 발전의 조화롭고 빠른 발전을 촉진하며 해상풍력 발전 산업사슬을 개선하고 해상풍력 발전기지 건설을 장려한다. 또한 태양광 및 태양열 발전을 발전시키고 태양광과 태양열 및 풍력 발전을 보완하며, 조절이 가능한 풍·광·열 종합재생에너지 발전기지를 건설한다. 지역 여건에 따라 바이오매스 발전, 바이오 에너지 청정난방과 바이오가스를 개발한다. 이와 동시에 지열 에너지, 파도 에너지, 조류 에너지, 온도차 에너지 등 해양 신에너지의 개발과 활용을 탐색한다. 그리고 재생에너지 전력수납(消纳) 보장 메커니즘을 개선하여 2030년까지 풍력·태양광 발전의 총 설비용량은 12억kW 이상 달성할 계획이다.

마. 현대 에너지 체계 ‘14·5’ 계획

2022년 1월 29일, 국가발전개혁위원회와 국가에너지국이 발표한 「현대 에너지체계 ‘14·5’ 계획」은 동부지역의 에너지 청정과 저탄소 수준 향상, 안전하고 질서 있는 연안지역 원자력 사업 건설, 규모·통합화 해상풍력 발전 개발을 통해 풍력, 태양광, 바이오매스, 지열 등 신재생에너지를 적극 발전시킬 것을 제안했다. 또한, 해상풍력 발전과 관하여, 동남부 연안 지역의 해상풍력 발전 클러스터 개발과 광둥, 푸젠, 저장, 장쑤, 산둥, 기타 해상풍력 발전기지 건설에 중점을 둘 것을 요구했다. 나아가 해상풍력 발전기지 건설을 장려하고 해상풍력 발전 구도를 심수·원해로 배치할 것이다.

이를 통해 국가에너지당국은 ‘14·5’ 계획 기간 해상풍력 발전을 연해 지역의 풍력발전 대규모 개발 추진, 청정에너지를 통한 저탄소 발전 실현, 쌍탄 목표 달성의 주요 수단으로 간주한다.

(2) 지역별 해상풍력 발전 계획

광둥성, 푸젠성, 장쑤성, 산둥성, 저장성 등 연해지역에서 해상풍력 발전을 위한 연구와 투자를 늘리고 일부 지역에서는 관련 지원정책을 발표하여 비교적 상세한 발전계획을 수립했다.

가. 장쑤성

2018년 10월 31일, 「장쑤성 해상풍력 발전소 사업계획(2012-2020년) (개정판)」은 국가에너지국의 공식 승인을 받았고, 성 전체에 62개 해상풍력 발전소를 계획하였다. 총 해역 면적은 2,614km², 총 설치용량은 14.75GW이며, 계획에서 확정된 해상풍력 발전 목표는 2020년 누적 준공 3.5GW, 누적 착공 4.5GW, 누적 승인 6GW이다.

2020년 12월 말 기준, 누적 승인된 해상풍력 발전 설비규모는 1,280만 kW로 전체 계획의 87%를 차지하며, 573만kW 준공, 607만kW 공사 중, 승인

취소 280만kW(상수이(响水) H2# 5만kW 취소이다.¹⁷⁷⁾

2021년 8월, 장쑤성 자연자원청과 발전개혁위원회는 공동으로 「장쑤성 ‘14·5’ 해양경제발전계획」을 발표했으며, 계획 기간 동안 “해양재생에너지 이용 산업의 고지(高地) 조성”을 제안했다. 첫째, 국가 해상풍력 발전 특화 산업기지 건설을 강화하고 난통치둥(南通启东) 및 루둥(如东) 해상풍력 발전소 건설을 추진하여 국가급 종합 에너지산업기지를 구축한다. 1,000 만kW급 해상풍력 발전기지 건설을 추진하고 염청(盐城)과 난통의 해상풍력 발전소 건설 및 최적화를 중점적으로 지원한다. 둘째, 심수·원해 초대형 해상 풍력 발전 터빈 및 주요 부품의 핵심 기술 개발에 집중하고 연구개발, 제조, 운영 및 유지보수, 점검 등 종합시스템을 구축한다. 이에 더해 “장비제조 선두기업+클러스터화 다운스트림 협력 서비스” 산업사슬을 형성하여 전국에서 선도적인 해상풍력 발전 산업클러스터를 조성한다. 셋째, 해상풍력 발전에 의한 수소생산, 심수·원해 탄소 저장, 해상에너지섬 건설 등과 같은 신기술 및 새로운 모델을 모색한다. 넷째, 해상풍력 발전소 운영유지용 모항 개발을 추진하고 심수·원해 해상풍력 발전소를 구축한다. 해양 바이오 에너지, 조석 에너지 및 기타 해양재생에너지의 개발 및 활용에 대한 연구를 추진하고 상업적 개발 및 활용을 모색한다.

2021년 9월 10일, 장쑤성 발전개혁위원회와 자연자원청은 중국전기 건설화동조사연구원(中国电建华东勘测研究院)에 의뢰하여 작성한 「장쑤성 ‘14·5’ 해상풍력 발전 계획 환경영향 평가보고서」를 공개했다. 계획범위는 장쑤성 영해 내 해역으로 지정하며, 2020년의 현황 및 2025년까지 계획 내용을 담았다. 총 28개 부지를 계획했고, 계획 규모는 909만kW에 도달하며, 총 계획 면적은 1,444km²이다. 또한, 이 계획은 지역 해양공간을 최적화 개발, 중점 개발, 개발 제한 및 개발 금지 구역으로 구분했다.

177) 华东勘测设计研究院有限公司(2021)(검색일: 2022.8.16.)

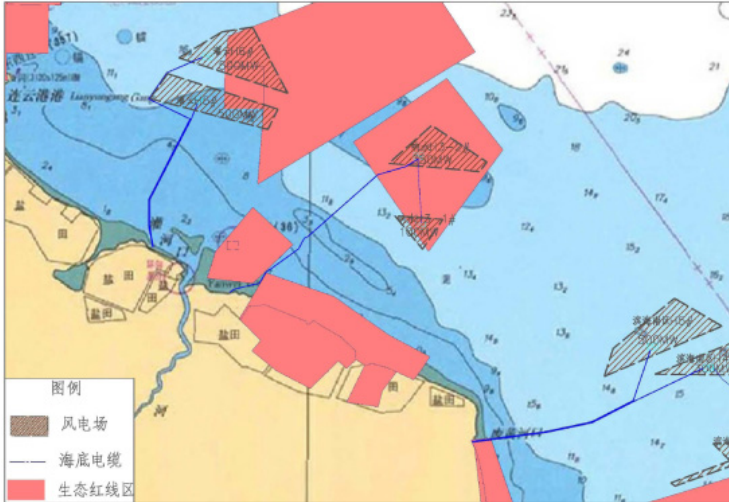
최적화 개발구역: 련윈강(连云港) 간위구(赣榆区), 옌청 빈하이현(滨海县)과 다핑구(大丰区), 난통 루둥현(如东县), 하이먼시(海门市) 및 치둥시(启东市)이며 면적은 총 16,860.4km²로 성 전체 해역 면적의 53.65% 차지한다.

중점개발구역 2개: 련윈강 련윈구(连云区), 난통 통저우만(通州湾) 강해연동개발시범구(약칭: 통저우만 시범구)이며, 총 2,941.5km²로 성 전체 해역 면적의 9.36% 차지한다.

개발제한구역 7개: 련윈강 관윈현(灌云县)과 관난현(灌南县), 옌청시 상수이현(响水县), 서양현(射阳县), 퉁후구(亭湖区)와 동타이시(东台市), 난통시 하이안현(海安县)을 포함하며, 총 9,647.9km²로 성 전체 해역 면적의 30.70% 차지한다.

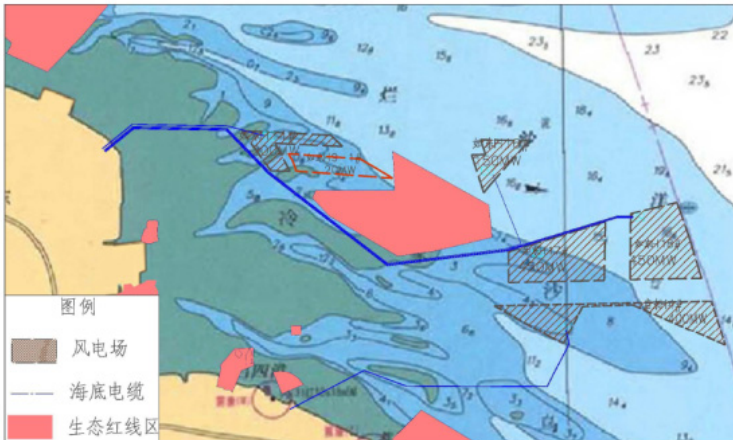
개발금지구역: 자연보호구역 3개와 영해기점이 있는 섬 3개로 각각 옌청 국가급 희귀조류 자연보호구, 다핑(大丰) 사불상 국가급 자연보호구, 치둥 창장커우(북지)(启东长江口(北支)) 습지자연보호구, 다산다오(다둥자오 포함)(达山岛(含达东礁)), 마차이항(麻菜珩), 와이커자오(外磕脚)이다.

〈그림 3-1〉 장쑤 해상풍력 발전소 입지계획(렌윈강 및 옌청 북부해역)



자료: 리밍지에(2022.9.21.)의 서면 자문을 바탕으로 작성

〈그림 3-2〉 장쑤 해상풍력 발전소 입지계획(난통 해역)



자료: 리밍지에(2022.9.21.)의 서면 자문을 바탕으로 작성

2022년 6월 30일, 장쑤성 발전개혁위원회는 「장쑤성 ‘14·5’ 재생에너지 발전 특별계획」을 발표했으며, 해상풍력 발전 자원의 경쟁적 배치 메커니즘을 구축하여 성 차원에서 통합관리 수준을 개선하고 근해 1,000만kW급 해상풍력 발전 기지를 구축할 것을 제안했다.

이 계획에 따르면 2025년 성내 재생에너지는 성 전체 에너지소비의 15% 이상을 차지할 것이며 성내 재생에너지 설비용량은 6,600만kW 이상으로 전체 설비용량의 34% 이상을 차지할 것이다. 이 중 풍력발전 설비용량은 2,800만kW 이상, 태양광발전 설비용량은 3,500만kW 이상, 바이오매스 발전 설비용량은 300만kW 이상이다. ‘14·5’ 계획 기간 장쑤는 풍력 1,253만kW, 태양광 1,816만 kW를 추가할 것으로 예상된다.

또한, 장쑤는 해상풍력 자원의 경쟁적 배치를 위한 업무 메커니즘을 구축하고 성 차원에서 자원 통합 수준을 강화할 것이다. 관윈(灌云), 빈하이(滨海), 서양(射阳), 다핑(大丰), 루둥(如东), 치둥(启东) 등 지역의 기존 해상풍력 발전 사업 건설을 가속화하여 근해 1,000만kW급 해상풍력 발전기지를 형성한다.

‘근해 위주, 원해 시범’의 원칙에 따라, 기술 선도, 정책 메커니즘 혁신 등 다양한 방식을 통해 해상풍력 발전의 기술진보와 원가절감을 추진하고 근해 해상풍력 발전 규모화를 실현하며 해상풍력 발전 시범 건설을 착실히 전개해야 한다. ‘통일계획 및 통일전송’의 개념에 따라, 해상풍력 발전 유연한 직류집중전송, 해양목장, 해상 종합 에너지섬, 해상풍력 수소생산, 해상풍력 및 화력 결합과 같은 첨단기술의 시범을 모색한다. 기존 건설 중인 육상풍력발전 사업은 계획에 따라 추진하여 2025년까지 장쑤성 풍력발전 설비용량은 2,800만kW 이상, 이 가운데 해상풍력 발전 설비용량은 1,500만kW 이상에 달할 것이다.

나. 푸젠성

2017년 3월, 「푸젠성 해상풍력 발전 계획에 관한 국가에너지국의 회신」은 푸젠성 해상풍력 발전 총 규모 13.30GW를 승인하였으며, 푸저우(福州), 장저우(漳州), 푸톈(莆田), 닝더(宁德), 핑탄(平潭) 관할 해역의 17개 풍력발전소를 포함하며, 2020년 말까지 푸젠성 해상풍력 발전 설비 규모는 2GW 이상, 2030년 말까지 5GW 이상이어야 한다고 요구한다.

「푸젠성 해상풍력 발전소 사업 계획(심사초안)」에 따르면 푸젠성은 총 18개 부지, 9,150MW의 설비용량을 계획했으며 이 중 총 규모가 4,950MW에 달한 공식 부지 12개, 총 규모가 4,200MW인 비축 부지(현 단계에 제약요소 존재함) 6개를 포함한다. 북쪽에서 남쪽으로 100만kW급 기지 4개를 계획하였는데 이들은 각각 닝더샤푸(宁德霞浦) 기지(총 용량 1,100MW), 푸저우와 핑탄 기지(총 용량 1,100MW), 푸산(莆山) 기지(총 용량 1,600MW), 장저우장푸즈완(漳州漳浦直万) 기지(총 용량 1,100MW)이다.

계획된 풍력발전소 해역면적은 1,800km²로 푸젠성 소속 수심 50m 이내 27,988km² 연안해역의 6.4%, 성 전체해역 136,000km²의 1.3%를 차지한다.

푸젠성 주요 도시별 해상풍력 발전소 건설 계획은 아래와 같다.

닝더시(宁德市): 1,100MW 규모의 샤푸(霞浦) 해상풍력 발전소 1개, 150MW 규모의 칭촨만(晴川湾) 예비부지 1개

푸저우시(福州市): 렌장당하이만(连江定海湾), 푸칭하이탄해협(湄海坛海峡), 푸칭싱화만(福清兴化湾) 총 500MW 규모의 부지 3개, 창리(长乐) 외해 2,000MW 규모의 해상풍력 발전 예비부지 1개

푸톈시(莆田市): 핑하이만(平海湾)과 난르다오(南日岛) 총 1,600MW 규모의 부지 2개, 메이저우만(湄洲湾) 연안 1,000MW 규모의 해상풍력 발전소 예비

부지 1개

취안저우시(泉州市): 취안강산 언덕(泉港山腰)과 취안저우만(泉州湾) 총 230MW 규모의 부지 2개

장저우시(漳州市): 장푸류정(漳浦六整) 및 동산시푸(东山西埔) 총 1,120MW 규모의 부지 2개, 룡하이룽자오만(海隆教湾) 및 동산만 외부(东山湾外)에 850MW 규모의 예비부지 2개

이밖에 핑탄(平潭) 종합시험구는 핑탄다롄(平潭大练)과 핑탄차오위(平潭草屿)에 400MW 규모의 부지 2개, 핑탄 창장아오(长江澳)에 200MW 규모 예비부지 1개를 계획했다.

2021년 11월 24일 발표된 「푸젠성 '14·5' 해양강성 건설 특별계획」은 해상풍력 발전소의 건설과 해상풍력 발전 산업의 개발을 계획했다. 첫째, 해상풍력 발전 산업사슬을 확장한다. 푸저우, 닝더, 푸톈, 장저우, 핑탄의 해상풍력 발전 개발을 추진하고 자원개발로 산업 발전을 견인하며 강한 대기업을 유치한다. 푸젠에서 해양플랜트 장비제조 등 사업을 진행하여 풍력발전 장비 제조, 설치와 유지보수 관리 등 산업사슬을 지속적으로 확장하고 푸저우 장인(江阴) 등 해상 선진 풍력발전장비단지를 구축한다. 또한, 심수·원해 해상풍력 발전기지 건설을 계획으로 스마트 해상발전 빅데이터센터 구축을 지원하며 해양기반 시설을 개방하고 성 전체를 포괄하는 해상풍력 발전 산업 자원 공유 플랫폼을 구축한다. 그리고 해상풍력 발전, 해양 양식 및 해양관광의 통합발전을 촉진하고 해양 종합 테스트베드 건설을 모색한다. 둘째는 해상풍력 발전 장비의 제조이다. 푸저우 장인(江阴), 장저우 장푸(漳浦), 푸톈 싱화만(兴化湾) 남안 등 해상풍력 발전 장비 핵심 산업단지에서 성내 해상풍력 발전 장비 제조 선도기업을 육성한다. 더불어 해상풍력 발전 터빈, 블레이드(blade), 유압 해머 및 감암기(截岩机) 등을 포함한 풍력발전 관련 장비의 설계, 연구개발 및 제조, 해상풍력 발전 대형부품 교체·운

영보수 플랫폼, 유지보수 선박 등 해상풍력 발전 운영보수 및 서비스를 확대한다. 궁극적으로는 풍력발전산업을 장비 제조부터 운영서비스에 이르기까지 산업사슬로 발전시켜 세계적인 해상풍력 발전 장비 연구개발·제조 산업클러스터를 조성한다. 셋째, 해상풍력 발전소의 건설이다. 푸저우 창러(长乐) 외해 해상풍력 발전소, 푸톈 핑하이만(平海湾) 해상풍력 발전소, 장푸류아오(漳浦六鳌) 해상풍력 발전의 송전망 연결 공사, 샤푸 해상풍력 발전소 공정, 장저우 심수·원해 해상풍력 발전기지, 푸젠 남부(闽南) 외해의 여울 및 심수·원해 해상풍력 발전기지 개발을 추진한다.

2022년 6월 1일, 푸젠성 인민정부는 「푸젠성 ‘14·5’ 에너지 발전을 위한 특별계획」을 발표했으며, 상호경쟁 원칙에 따라 규모화된 해상풍력 발전을 지속적으로 개발한다. 주로 푸저우, 닝더, 푸톈, 장저우, 핑탄 등 입지 조건이 좋은 지역의 해상풍력 발전 사업을 추진하고, 심수·원해 풍력발전 사업을 동시에 추진하며, 해당 기간 동안 설비용량 410만kW를 신규 건설하며, 푸젠성 관할해역에서 해상풍력 발전 규모를 약 1,030만kW 추가, 심수·원해 풍력발전 480만kW를 추진할 것을 계획한다.

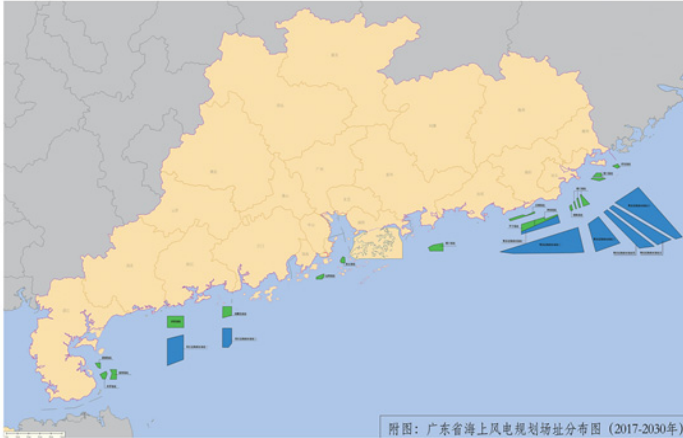
다. 광둥성

2018년 4월에 발표된 「광둥성 해상풍력 발전 계획(2017-2030)(수정판)」은 2020년 말까지 12GW 이상 착공, 2GW 이상 준공 및 운영에 투입하고 2030년 말까지 약 30GW 개발할 것을 제안했다. 2030년 말까지 해상풍력 발전 설비용량 약 3,000만kW를 준비하여 풍력발전 장비 제조, 핵심 부품 생산, 해상시공과 관련 서비스 산업이 상생 발전하는 해상풍력 발전 산업체계를 구축한다. 해상풍력 발전 장비의 연구개발, 제조와 서비스 수준이 글로벌 선진수준에 이르게 하여 광둥성 해상풍력 발전 산업을 세계에서 뒤지지 않는 강한 산업으로 육성한다.

2021년 10월에 발표된 「광둥성 해양경제 ‘14·5’ 계획」은 해상풍력 발전

산업클러스터 조성을 제안했다. 첫째, 해상풍력 발전 사업의 대규모 발전을 촉진한다. 또한 계획하였던 근해 사업을 착공하고, 광둥 관할해역의 근해 심수해역 사업과 광둥 동부 1,000만kW급 해상풍력 발전기지를 국가 관련 계획에 포함시키며, 기지의 착공을 추진한다. 또한, 정부의 통합관리를 통해 초기작업 통합추진, 부지 자원의 구분 및 배치, 발전과 안전 및 해상 전력 집중송출, 상륙지점과 육상 송전통로, 송전패턴 등을 총괄한다. 둘째, 해양자원의 종합 개발·이용을 지원하고 해상풍력 발전 사업 개발하여 해양목장, 해양수소 생산, 관광 및 해양 종합 테스트베드 등과 결합하여 2025년 말까지 누적 설비용량 1,800만kW 달성을 목표로 한다. 셋째, 해상풍력 발전 산업클러스터를 발전시킨다. 양장(阳江)과 광둥 동부 해상풍력 발전 산업기지 건설을 추진하도록 하며, 2025년까지 광둥성 풍력발전기 건조의 연간 생산능력이 900대(세트)에 달성하도록 하며, 기술 개진과 원가 절감을 추진한다. 이와 동시에 선도기업을 선두로 저풍속, 대용량, 태풍에 견디는 염분과 안개에 강한 풍력발전 터빈 관련 연구개발과 건조를 추진하고 부유식 터빈 기반, 플렉시블 직류 송전 등 핵심기술의 개발 및 운용 시행한다. 해상풍력 발전 산업사슬을 보완할 수 있는 신소재, 메인 베어링, 기어박스, 해상 변전소, 시공선박 및 기기 운영·유지보수 관련 기업에 유치·인수한다. 넷째, 양장, 지에양(揭阳), 산웨이(汕尾) 등 지역에 해상유지보수기지 건설을 추진하는 동시에 풍력발전 연구개발, 설계, 장비제조, 풍력발전 시공 및 유지보수 등 기업들 간의 협력을 강화하고, 전문기관을 구성, 제3자 유지보수 업체에 위탁하여 유지보수 전문화를 추진한다.

〈그림 3-3〉 광둥성 해상풍력 발전 계획 장소 분포



자료: 리밍지에(2022.9.21.)의 서면 자문을 바탕으로 작성

라. 저장성

「저장성 에너지발전 '13·5' 계획」은 해상풍력 발전을 적극 발전시켜 다수의 해상풍력 발전 시범사업 건설을 추진으로 전국 해상풍력 발전 계획에 포함된 사업을 수행하여 2020년까지 풍력발전 규모를 3GW 이상 달성할 것을 제안했다. '13·5' 계획 기간 저우산 푸톈(普陀) 6호 2구역, 자싱(嘉兴) 1호 및 2호, 상산(象山) 1호, 위환(玉环) 1호, 다이산(岱山) 2호 및 4호 등 해상풍력 발전 사업 중점 추진으로 2GW 예비 사업의 조기작업을 수행한다고 요구했다.

2021년 5월 17일, 저장성 인민정부는 「저장성 해양경제발전 '14·5' 계획」을 발표하여 “100억 위안 규모의 해양 청정에너지 산업클러스터” 건설 목표를 제시했으며 해상풍력 발전 터빈 핵심기술 돌파, 풍력발전 엔지니어링 서비스 강화, 해상풍력 발전에 대한 질서 있는 개발 등 내용을 포함한다. 섬에서의 태양에너지 활용 시스템을 개발하고 태양에너지의 해상 응용

보급과 어업, 태양광발전의 상호보완 시범 사업을 추진한다. 또한, 연해 원자력 발전을 지원하고 원자력 발전소 탐사, 설계, 평가, 원자력 제품 검사와 테스트를 수행한다. 이와 함께 조석 에너지 기술 연구개발, 장비제조 및 해상 시험에 중점을 두며, 국가 수준의 조석에너지 시험장소 건설을 추진한다.

2022년 5월 19일, 저장성 인민정부는 「저장성 에너지 발전을 위한 ‘14·5’ 계획」을 발표하여 “풍력과 태양에너지 2배 증가 사업”을 시행할 것을 제안했다. 해상풍력 발전 설비용량은 455만kW 이상 신규 건설하고, 500만kW를 달성하기 위해 노력한다. 닝보, 윈저우(温州), 저우산, 타이저(台州)우 및 기타 해역에 3개 이상의 100만kW급 해상풍력 발전기지를 건설한다. 근해 및 심해에서 “해상풍력 발전 응용기지 + 해양 에너지 + 육상 산업기지”의 새로운 사업모델을 탐색한다. 이와 더불어 해상풍력 발전 가격 형성 메커니즘을 개선하고 해상풍력의 지속가능한 발전과 지방 재정지원 정책 도입을 추진하고 시장경쟁 방식으로 신규 사업을 확정한다. 그리고 해양 에너지의 종합 개발·이용을 적극적으로 탐색하고 육상 ‘풍력·태양광·수자원 저장’의 통합 기반을 구축한다.

마. 상하이시

상하이시는 중국 최초로 해상풍력 발전을 개발·건설한 연해지역이다. 상하이시가 추진하는 동해대교 해상 100MW 풍력발전소 시범사업은 중국 해상 풍력발전산업 성장을 위한 바탕을 마련해 주었다.

2017년 3월 15일, 「상하이시 에너지 발전을 위한 ‘13·5’ 계획」이 발표하였으며 해상풍력 발전의 선도적인 추진을 제안했다. 린강(临港) 해상풍력 발전기지 건설을 추진하고, 평셴(奉贤)의 해상풍력 발전 개발을 적당한 시기에 착공한다. 구위안사(顾园沙), 동해대교 남측 등 해역을 적극 탐색하고 지역 상생 협력 개발의 시범적 돌파구를 마련하고 심수·원해 풍력발전 개발을 모색한다.

2021년 12월 8일, 「상하이시 해양 ‘14·5’ 계획」을 발표하며 해양 산업의 녹색 및 저탄소 발전을 촉진하고 해양청정에너지의 발전 및 심수·원해 자원 개발을 장려, 해양재생에너지 개발·이용을 지원한다. 창장 하구 외부 북부, 창장 하구 외부 남부, 항저우만(杭州湾)과 심수·원해 해역의 해상풍력 발전기지 구도를 초보적으로 형성한다.

바. 텐진시

「텐진시 재생에너지 발전 ‘13·5’ 계획」은 난강(南港) 해상풍력 발전소 공사(1단계 90MW, 2단계 100MW), 다강마평커우(大港马棚口) 해상풍력 발전소 공사(100MW) 건설을 우선 추진할 것을 제안했다. 이 중 중국전력건설그룹이 추진한 텐진난강 해상풍력 발전소 1단계 90MW 사업은 2018년 준공하여 송전망에 연결되었다.

2022년 1월 27일, 텐진시 발전개혁위원회는 「텐진시 재생에너지 발전 ‘14·5’ 계획」을 발표하여 전력송출과 수납 확보를 전제하에 육상풍력 발전을 적극적으로 개발하고 해상풍력 발전을 안정적으로 추진하였다. 풍력에너지 자원에 대한 효율적인 개발·이용을 촉진하고 풍력발전 장비 제조 산업을 육성함으로써 2025년까지 풍력발전 장비 규모가 200만kW에 달할 것으로 전망한다. 해상풍력 발전의 경우 “시범사업 추진하고, 경험을 토대로 전역으로 확대”의 원칙에 따라 생태문명 건설 요구사항과 결합하여 개발, 자원 및 환경수용 능력을 종합적으로 고려하며 과학적인 해상풍력 발전을 촉진할 것이다. 또한, 해양 기능 구분, 연안경제 건설 및 산업배치 등을 감안하여 연안과 거리 10km 이상, 갯벌 폭 10km 이상 및 수심 10m 이상의 해역을 우선 개발한다. 원해 90만kW 해상풍력 발전 사업의 예비사업을 추진하고, 해상풍력 발전과 해양목장 등 융합 개발을 지원하며, 해상풍력 발전 수소제조를 추진한다.

2021년 6월 30일 발표된 「텐진시 ‘14·5’ 해양경제발전계획」은 풍력

발전 관련 두 가지 목표를 제시했다. 첫째, 해양풍력발전 장비 분야에서 고효율 풍력발전 터빈을 개발하고, 해상풍력 발전기의 고품질 베어링, 기어 박스, 제어시스템 및 고압케이블 등 핵심부품의 개발 능력을 확보한다. 또한 해상풍력 발전 자주적 설치기술을 확보하고, 해상풍력 발전 대용량 장치를 규모화, 스마트화, 고급화로 업그레이드 한다. 둘째, 풍력발전 엔지니어링 기술수준을 개선한다. 이 「계획」은 해상횡단통로(跨海通道), 원해 섬과 암초, 해상풍력 발전, 콘크리트 해양플랫폼 건설 등 기술 우위를 확보하고 신항 분야의 엔지니어링 기술과 공법을 장악하며 글로벌 수준의 텐진 해양 엔지니어링 브랜드를 육성을 제안했다. 대형 항타선과 같은 해상 시공의 중형 장비를 개발하고 작업선박의 스마트화 및 정보화 기술의 적용을 촉진하며 ‘심해(Deep blue)’ 서비스 능력을 향상한다. 해상 횡단통로, 원양 사업, 해상풍력 발전, 해양환경보호 등을 추진하고 전문화, 기술화 및 시장화가 된 공정 총괄과 공정 사업관리 서비스 체계를 구축하며, 국제경쟁력을 갖춘 선도기업을 육성한다. 이와 함께 ‘일대일로’ 제안과 결합하여 인프라의 상호 연결 촉진에 유리한 기회를 마련한다. 해외 중점지역 시장 개발을 추진하며, 해외 현지화 경영을 강화하고, 동남아, 아프리카 연해지역의 항만, 도로, 철도, 발전소 등 전통 인프라 사업을 적극적으로 쟁취한다.

사. 산동성

2017년 5월에 발표된 「산동성 신에너지 및 재생에너지 중장기 발전계획(2016-2030)」은 다음과 같은 내용을 제시했다. 첫째, 풍력발전을 질서있게 추진한다. 지금까지 계획을 통합하고 육지와 해상의 풍력발전을 동시에 추진하면서 풍력자원 통합배분, 송전과 시장 수납을 총괄한다. 풍력발전 구도배치와 기능구역 구획, 산업발전, 관광자원 개발 간의 연계를 강화하여 육상과 해상 모두 1,000만kW급 풍력발전기지를 조성한다. 또한, 풍력발전에 부합한 전력배치와 운영관리체제를 완비하여 풍력발전의 전액 보장 구매를 확보한다. 더불어 새로운 기술과 제품의 사용을 장려하고 풍력발전 개발의

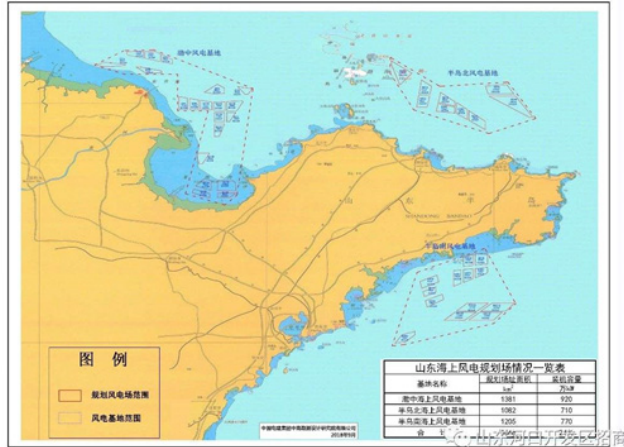
원기를 낮추어 풍력발전 이용의 효율성을 높이도록 한다. 2020년까지 산동성 풍력발전의 계통연계 설비용량은 1,400만kW, 2030년까지 2,300만kW에 달한다는 목표를 설정했다.

둘째, 적시에 해상풍력 발전 개발을 시작한다. 산둥반도 동부, 북부 해안 및 해상풍력 발전 벨트를 중심으로 해상풍력 발전 개발과 해양기능구획, 해안선 개발·이용 계획, 중점해역 해양환경보호 계획, 연안경제 건설, 산업 배치 등을 통합 조정한다. 루베이(鲁北, 산둥 북부), 라이저우만(莱州湾), 보하이 중부(渤海中), 창다오(长岛), 반도 이북(半岛北) 및 반도 이남(半岛南) 등 6개 100만kW급에 도달한 풍력발전기지를 중심으로 조간대 및 근해 풍력발전 사업을 적극적으로 추진하고 해상 1,000만kW급 풍력발전기지를 조성한다. 최근 화닝펑라이(华能蓬莱), 화덴룽커우(华电龙口), 귀톈창청(国电长清), 다탕핑두(大唐平度), 화룬페이현(华润费县)의 대규모 풍력발전소 개발을 중점적으로 추진하고, 육상 1,000kW급 풍력발전기지를 건설한다. 또한, 적시에 루베이(鲁北), 라이저우만, 창다오 조간대 및 근해의 풍력발전소 건설을 시작한다. 장기적으로는 육상 1,000만kW급 풍력발전기지의 개발 규모를 지속적으로 확대하다. 루베이, 라이저우만 및 창다오 3곳에 100만kW급 해상 풍력 발전소를 건설하고, 보하이 중부, 반도 이북 및 반도 이남의 해상풍력 발전소 개발을 시작하며, 해상 1,000만kW급 풍력발전기지는 초반 규모를 갖추도록 한다. ‘13·5’ 계획 기간 신규 풍력발전 설비용량은 680만kW, ‘14·5’ 계획 기간-‘15·5’ 계획 기간은 900만kW 신규 설비용량을 증가할 예정이다.

또한 「산동성 해상풍력 발전 발전계획(2019-2035)(수정판)」은 산동성 3대 해상풍력 발전기지를 계획했으며, 보하이 중부(渤海中) 기지 890만kW(이중 동잉시(东营市) 주변 700만kW 계획), 반도 이북 기지 30만kW, 반도 이남 기지 680만kW이고, 총 41개의 풍력발전소를 준비하고 있다.¹⁷⁸⁾

178) 财联社(2020.7.15.)<검색일: 2022.9.15.)

〈그림 3-4〉 산둥성 해상풍력 발전소 계획도



자료: 리밍지에(2022.9.21.)의 서면 자문을 바탕으로 작성

2021년 8월 9일, 산둥성 인민정부는 「산둥성 에너지 발전 ‘14·5’ 계획」을 발표하여 해상풍력 발전의 개발 방향을 제시했다. 첫째, 해상풍력 발전을 중심으로 풍력발전 개발에 속도를 낸다. 통일된 계획과 단계별 시행의 원칙에 따라, 보하이 중부, 반도 이남, 반도 이북의 3대 지역을 중심으로 해상풍력 자원을 충분히 활용하여 1,000만kW급 해상풍력 발전 기지를 구축한다. 해상풍력 발전과 해양목장의 통합발전을 위한 시범사업을 추진하고 저렴한 전기가격을 실현할 수 있는 해상풍력 발전 사업 건설 촉진과 해상풍력 발전의 규모화 개발을 촉진한다. 또한, 육상풍력 발전을 체계적으로 계획하고 질서 있게 추진하며 루베이(鲁北) 알칼리성 갯벌의 1,000만kW급 풍력·태양광 저장 및 수송 통합기지를 중점적으로 구축한다. 궁극적으로 산둥성은 2025년까지 풍력발전 설비규모 2,500만kW를 확보할 계획이다. 둘째, 풍력발전 산업을 대대적으로 육성한다. 해상풍력 발전기지 개발을 계기로 국내외 풍력발전 장비제조 분야의 선두 기업을 유치해 산둥성에 정착시키고, 엔타이, 웨이하이, 둥잉(东营) 등 지역에서 고급 풍력발전 장비산업 기지를 건설하

고 중국 북부 풍력발전 모항 건설을 추진한다.

2021년 10월 26일, 산둥성 인민정부는 「산둥성 ‘14·5’ 해양경제발전 계획」을 발표하여 해양에너지 자원을 효율적으로 이용하기 위한 기술과 장비 연구개발과 엔지니어링 시범을 강화하였다. 해양 풍력, 조석 에너지 등 해양 에너지의 규모화 및 상업화 발전을 지원하며 해양 신에너지 시범 선도 고지를 조성한다고 제안했다. 통합계획, 단계별 실시 원칙에 따라 해상 풍력 발전기지 건설을 추진하고 보하이 중부, 반도 이북, 반도 이남 3대 지역에 집중하여 해상풍력 발전 집중 및 연결, 심수·원해 시범 개발을 추진한다. 1,000만kW급 해상풍력 발전기지와 1,000억 위안 규모의 산둥반도 해양풍력발전 장비제조산업 기지를 조성할 계획이다. 핵심 기술에 대한 독자적 혁신과 협동 혁신을 강화하고 풍력발전 장비 생산의 현지화 및 고급화를 실현하며 “산둥에 기반을 두고 연해지역에 영향을 미치”는 연구개발 및 설계, 스마트 제조, 공정 도급, 운영 및 유지보수 서비스 등이 통합된 풍력발전 장비산업 클러스터를 구축한다. ‘해상풍력 발전+해양목장’, 해상 풍력발전과 해양에너지 종합 이용 신기술을 개발하고 새로운 모델을 발굴한다. ‘어업 및 태양광 에너지 상호보완(漁光互補)’ 모델을 적극적으로 보급하며, 해양 청정에너지와 해수 담수화, 심해 양식, 해양관측의 통합 개발을 지원한다. 또한 다양한 에너지로 집약된 해상 에너지섬의 건설을 모색한다.

이 「계획」은 ‘14·5’ 계획 기간 해양 신에너지를 활용하기 위해 다음과 같은 신에너지 사업을 제시했다. ① 국가전력투자집단유한공사(SPIC)의 산둥반도 남3호 해상풍력 발전 사업 ② 화녕(华能)의 산둥반도 남4호 해상 풍력 발전 사업 ③ 보하이 중부, 반도 이북, 반도 이남 해상풍력 발전기지의 1단계 사업 ④ 옌타이위안징(烟台远景)에너지기업의 해상풍력 발전 장비 제조센터 사업 ⑤ 웨이하이 루산(乳山) 풍력발전 장비제조 산업기지 ⑥ 웨이팡 서우광(潍坊寿光) 400MW ‘어업과 태양광에너지 상호보완’ 태양광발전 사업 ⑦ 웨이팡 국가에너지 해양 원자력 플랫폼 냉각 시스템 산업단지 사업

⑧ 산둥 빈화(滨华) 수소에너지 산업발전 시범사업

2022년 3월 3일, 산둥성 에너지국은 「2022년 산둥성 에너지 업무 지도 의견」을 발표하여 총 3,500만kW 규모의 산둥성 해상풍력 발전 계획 시행을 제안했다. 보하이 중부 및 반도 남부 해역의 부지 개발을 시작했으며 착공 규모는 500만kW 이상이고 준공과 계통 연계는 약 200만kW이다. 국가 관할 사업 예비 작업을 추진하고 760만kW 규모 부지를 국가 해양 해상풍력 발전 계획에 포함시켜 해상풍력 발전과 군용, 민용 통합을 촉진하도록 한다.

2022년 3월, 산둥성 인민정부는 「산둥성 재생에너지 발전을 위한 ‘14·5’ 계획」을 발표하여 “산둥반도 1,000만kW급 해상풍력 발전기지” 구축을 제안했다. 첫째, 해상풍력 발전 및 해양목장 통합 개발 시범사업을 추진하고 보하이 중부, 산둥반도 이북, 산둥반도 이남 3개 지역에 중점을 두고 100만kW급 사업을 집중적이고 연속적으로 개발을 추진하며, 1,000만kW급 해상풍력 발전기지를 건설한다. 또한 풍력발전 기술의 진보와 미래 발전 추세를 감안하여 심수·원해 해상풍력 발전을 점진적으로 추진한다.

2022년 9월 2일, 국무원은 「산둥성 신에너지 전환 심화 및 녹색·저탄소·고품질 발전 추진 지원에 관한 의견」을 발표하여 해상풍력 발전 영역에서 산둥성 1,000만kW급 심수·원해 해상풍력 발전기지를 조성하고, 루베이(鲁北)지역의 알칼리성 갯벌, 루시난(鲁西南)지역의 석탄채취 침강구역 등을 이용하여 규모화 된 풍력발전 및 태양광발전 기지를 건설하며, 분산식 태양광발전 융합 개발 모델을 모색한다고 제시했다. 나아가 산둥성에 고출력 해상풍력 발전 배치, 고효율 태양광 발전, 원자력 발전 등 청정에너지 장비와 핵심 부품 제조를 지원한다.

아. 랴오닝성

랴오닝 연안은 풍력에너지 자원이 풍부하고 해상풍력 발전소의 개발과

건설에 유리한 자원 조건을 가지고 있다. 2022년 1월 1일, 랴오닝성 인민 정부 판공청은 「랴오닝성 '14·5' 해양경제발전 계획」을 발표하여 해양자원을 절약 및 집약하며, 효율적으로 이용 능력을 향상시키고 해양산업의 녹색·저탄소 순환생산을 실현한다. 2025년까지 해수 담수화 일일 생산능력 45만 톤 이상, 해상풍력 발전 누적 계통연계 설비용량 4,050MW 달성의 목표를 제안했다. 이를 통해 해양생태 보호·복원에 뚜렷한 성과를 거두어 해양환경에 대한 종합관리 체계를 개선하며 '아름다운 베이' 건설을 추진으로 연안해역의 양호 수질 비율이 92%에 달할 것이다.

또한, 에너지 구조 전환에 초점을 맞추어 청정 및 저탄소 에너지 체계를 구축하여 해양청정에너지기지 건설을 추진한다. 해상풍력 자원을 합리적으로 이용하고 해상풍력 발전소를 연속적, 대규모로 개발하며 다롄(大连) 해상풍력 발전소 건설을 가속화하고 심수·원해 풍력발전 기술혁신과 시범응용 연구를 수행한다. 해상풍력 발전 송전 혁신기술을 개발하고 해상풍력 발전소의 전력 송출 사업을 추진한다. 해양에너지 개발·이용의 장비제조 업체를 육성하고 대규모 해양에너지 개발·이용 시범사업을 진행한다. 또한, 해양 청정에너지와 해수담수화, 심수·원양 양식, 석유·가스 플랫폼, 해양관측 등의 융합 발전을 지원하고, '어업과 태양광 통합' 등 스마트 어업 사업을 추진한다. 이와 동시에 해양 수소에너지를 개발·활용하고 수소에너지 산업기지를 건설하며 수소산업 응용 시범구역을 구축한다.

자. 광시좡족자치구

「광시 에너지 발전 '13·5' 계획」은 베이부만(北部湾)지역의 해상풍력 발전 모색을 제안했으며 해상풍력 발전 설비용량 목표는 제시하지 않았다. 2018년 2월 11일 광시 에너지국이 내놓은 「광시 2018년 풍력발전 건설 계획」에서 후보 사업 총 45개, 규모 694GW를 제시했지만 해상풍력 발전 사업은 포함하지 않았다.

2020년 9월 30일, 광시 정부는 「광시 해양경제 발전 추진, 해양강구(强区) 건설 촉진을 위한 3년 실행계획(2020-2022년)」을 발표하여 “해양 신흥 산업 육성 추진”을 제안했으며, 이 중 규모화, 집약화, 지속 가능한 해상 풍력 발전 자원 개발이 포함된다. 첫째, 특징이 뚜렷하고 배치가 합리적이며 광시에 기반을 두고 아세안을 향한 해상풍력 발전 산업을 육성한다. 풍력발전과 관련 산업사슬 구축을 중점적으로 추진하고 해상풍력 발전 산업 클러스터와 해상풍력 발전 산업단지를 핵심으로 한다. 풍력발전 장비제조업과 해상풍력 발전 서비스 등 산업클러스터를 구축하며, ‘2개 단지, 3개 중심’의 발전구도를 형성한다. 둘째, 베이부만 해상풍력 발전 시범사업, 해상 풍력 발전+해양목장 시범사업, 베이부만 해상풍력 발전기지, 광시 해상풍력 발전 산업단지의 난닝(南宁) 풍력발전 테크노 파크 등 핵심 사업을 중점적으로 추진한다. 2022년까지 해상풍력발전 장비산업 단지를 건설하고, 연간 풍력발전 설비능력은 100만kW 이상, 해상풍력 발전 설비능력은 50만kW 이상을 건설한다는 목표를 세웠다.

2021년 11월 1일, 「광시 해상풍력 발전 계획」은 국가 에너지국의 승인을 받았으며, 이는 광시의 해상풍력 발전이 건설 및 시행 단계에 진입했음을 의미한다. 국가 에너지국은 사전에 광시의 해상풍력 발전 설비용량 750만 kW를 승인했다. 이 중 자치구 관할해역 내 전체 4개 부지는 총 180만kW로 2025년까지 모두 건설하여 체계적으로 연계를 해야 한다. 자치구 관할 해역 밖은 우수한 사업 570만kW를 선정하고 2025년 말까지 이 중 120만kW 이상을 준공 및 운영에 투입할 것을 요구한다.

2022년 1월 14일, 광시 정부는 「광시 베이부만 경제구 고품질 발전 ‘14·5’ 계획」을 내놓았으며, 베이부만 해상풍력 발전 시범사업, 해상풍력 발전+해양목장 시범사업, 베이부만 해상풍력 발전기지, 광시 해상풍력 발전 장비 제조기지 등 핵심사업을 중점적으로 추진한다고 제시했다. 2025년 말까지 준공 예정인 해상풍력 발전 설비용량은 300만kW, 건설 중인 해상풍

력 발전 설비용량은 450만kW에 달한다는 목표를 설정했다.

2022년 6월 6일, 광시 발전개혁위원회는 「광시 재생에너지 발전 ‘14·5’ 계획」을 발표했으며, ‘14·5’ 계획 기간 해상풍력 발전 설비 규모는 750만 kW 이상, 계통연계 설비 규모는 300만kW 이상 달성을 목표로 설정했다.

첫째, 베이부만 해상풍력 발전기지를 구축한다. 해상풍력 발전의 규모화 및 집약화 개발을 추진하고, “기존 사업 운영 안정화를 실현한 다음 신규 사업 개발” 원칙에 따라 베이부만 근해 해상풍력 발전 사업의 개발과 건설을 중점적으로 추진한다. 더불어 심수·원해 해상풍력 발전 사업의 시범화 개발을 추진하며 전력수송 채널 건설을 통합적으로 계획한다. 또한, 해상풍력 발전 사업 개발은 해양목장 건설, 해상 수소생산, 에너지섬 건설, 관광산업 등과 결합을 촉진하고, 해상풍력 고품질 발전과 다양한 개발·이용을 위한 새로운 모델을 모색한다. 둘째, 풍력발전 장비산업 핵심 기지를 구축한다. 풍력발전 장비의 연구개발 및 설계, 핵심 장비 제조, 장비 부품, 통합 조립, 해상 장비 설치 및 시공, 운영 및 유지보수 관리 등 라이프 사이클을 통합하는 산업사슬을 구축으로 풍력발전 첨단장비 제조 클러스터를 형성한다. 연해도시와 바이써시(百色市) 등 산업 여건이 좋은 지역에서는 대규모 풍력 블레이드, 발전기, 기어박스, 제어 시스템 등 일련의 핵심부품 생산 기업을 유치하고 베이부만 해상풍력 발전 산업단지 등을 중점적으로 건설한다. 또한, 난닝과 같은 첨단기술 기업이 밀집한 지역에서는 풍력발전 빅데이터 센터와 풍력발전 컨설팅 및 연구설계 플랫폼을 구축하고 풍력발전 빅데이터, 컨설팅, 기술 연구개발 등 서비스 산업을 중점적으로 발전시킨다.

카. 하이난성

2022년 5월, 하이난성 공업정보기술청은 「하이난성 풍력발전장비산업 발전 계획(2022-2025년)」을 발표하여 500억 위안 규모의 해상풍력 발전 산업클러스터 구축을 제안했다. 2025년까지 단저우 양푸(儋州洋浦) 및 동팡

(东方) 해상풍력 발전 장비제조 기지를 건설하고 기본적으로 풍력발전장비 산업클러스터를 형성하며 전체 산업사슬의 생산가치 550억 위안을 달성한다. ‘15·5’ 계획 기간에 이르러 1,000억 위안 규모의 산업클러스터를 형성하기 위해 노력할 것이다. 그러나 하이난성은 2022년 6월 중순까지 ‘14·5’ 계획 기간의 해상풍력 발전 정확한 규모에 관한 공식 정책을 아직 발표하지 않았다.

2022년 2월, 일부 언론에서 보도한 “하이난성 해상풍력 발전 사업 투자 유치 방안”에 따르면 하이난성은 ‘14·5’ 계획 기간 해상풍력 발전소 11개를 계획했으며 총 설비용량은 1,230만kW에 달한다. 이 중 3개 시범사업은 총 420만kW이며 기타 810만kW 규모의 사업은 상업유치(경쟁)을 통해 각 기업에 할당된다. 그러나 이 방안은 정부 관련 부처가 발표한 공식 방안이 아니라 의견 수렴 초안으로 볼 수 있다.¹⁷⁹⁾

〈표 3-6〉 2020년 전국 해상풍력 발전 현황

순서	지역	누적 계통연계 설비용량 (단위: 만kW)	착공 규모 (단위: 만kW)
1	톈진시	10	20
2	랴오닝성	-	10
3	허베이성	-	50
4	장쑤성	300	450
5	저장성	30	100
6	상하이시	30	40
7	푸젠성	90	200
8	광둥성	30	100
9	하이난성	10	35
합계		500	1,005

자료: 리밍지에(2022.9.21.)의 서면 자문을 바탕으로 저자 재작성

179) 中国风电新闻网(2022.2.28.)(검색일: 2022.9.15.)

3. 해상풍력 발전 주요 사례

1) 푸칭(福清) 하이탄해협(海坛海峡) 해상풍력 발전소 사업

(1) 사업 개요

사업명: 푸칭 하이탄해협 해상풍력 발전소 사업

시공 업체: 화톈(华电) 푸젠 풍력발전유한회사

사업 속성: 해상풍력 에너지 개발·이용 및 신규 건설

사업 규모 및 투자현황: 기당 용량 6MW인 풍력발전기 세트 50개를 설치하고 총 설비 용량은 300MW이다. 연간 송전망 송출 전력량은 105,769만kWh, 최대 부하 시간 3,526시간에 해당, 용량 계수는 0.40이다. 이 사업은 푸칭 썬산진(三山镇) 후둥(湖洞) 동쪽의 구룽 언덕에 220kV 육상 변전소를 설치했다. 이 사업의 공사 기간은 36개월로 첫째 1월에 착공하였으며, 첫째 번째 발전기 세트 공사기간은 12개월로 세 번째 해 12월 말에 모두 준공되었다. 사업의 정적투자¹⁸⁰⁾(Static Investment)액은 632,821만 위안, 단위 킬로와트 정적투자는 21,094위안, 사업 동적투자¹⁸¹⁾는 666,746만 위안, 단위 킬로와트 동적투자는 22,225위안이다.

지리적 위치: 푸젠성 푸칭시 룡가오반도(龙高半岛) 동북쪽, 하이탄해협 중북부에 위치하며 푸칭시 썬산진 및 가오산진(高山镇)과 연관되고, 부지 중심의 지리좌표는 동경 119°36'57", 북위 25°32'10"이다.

(2) 개발 현황

푸칭 하이탄해협 해상풍력 발전 사업은 룡가오 반도 동북쪽 하이탄해협

180) 정적투자: 물가상승율과 이자를 고려하지 않는 고정투자액

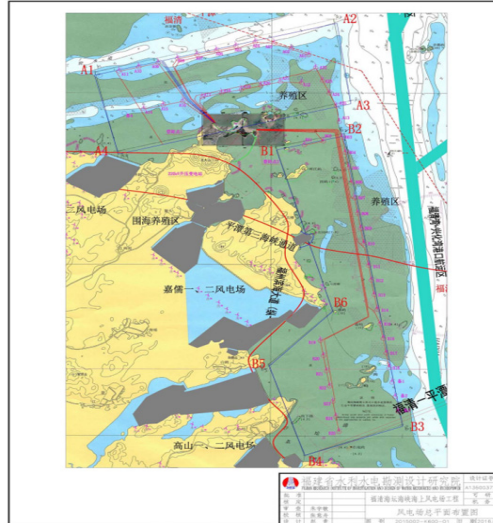
181) 동적투자: 물가상승율과 이자 등 변동성을 고려한 최종 투자액

중북부에 위치하고 있다. 이곳은 세계 3대 바람구역 중 하나로 핑탄해협 도로·철도 이중 대교에서 약 4해리 떨어져 있어 풍량과 파도가 높고 수심이 깊으며 유속이 급하며 해저 지질 조건이 복잡하여 기술적 어려움과 시공위험이 다른 해상풍력 발전 사업을 훨씬 능가한다.

이 사업은 2016년 12월에 승인되었고, 2019년 11월 23일에 본 공정이 공식적으로 착공하였다. A와 B 두 구역으로 나누어 풍력발전기세트 46대와 220kV 변전소 1기를 건설하였으며, 총 설비 용량은 299.2MW이다. 2020년 9월, 첫 번째 풍력발전기가 성공적으로 설치되었으며, 같은 해 12월 말, 발전기세트 두 대가 송전망에 연결·가동되었으며, 2021년 10월 2일 모든 풍력발전기 설치가 완료되었다. 2021년 11월 18일 4시 22분, 중국 화덴(華電)의 첫 해상풍력 발전 사업인 푸칭 하이탄해협 해상풍력 발전 사업의 마지막 발전기가 성공적으로 송전망에 연결되었다. 이로써 46대 발전기는 계획보다 5개월 앞당겨 모두 투입되었다. 연간 발전량은 약 11억 3,000만 kWh이며, 앞으로 연간 표준 석탄은 31만 9,200톤을 절약하고 이산화탄소 배출은 약 93만 9,100톤을 줄일 수 있다.

이 사업은 ‘고품질 사업’ 이념에 따라 인프라가 생산을 위해 서비스를 제공하고, 인프라 안전의 표준화 구축을 추진, 전체 과정에서 안전작업을 실현하여 인프라 안전 표준화 1급을 획득했다. 동시에 기술혁신을 강화하여 귀덴난쯔(国电南自) 등 4개 업체가 ‘화덴루이펑(华电睿风)’ 자율제어 가능한 국산 6.2MW 해상풍력 발전 메인 제어시스템을 성공적으로 개발하였으며, 그룹 최초의 해상 풍전력발전소 통합 모니터링 및 운영·유지보수 시스템을 개발했다. 또한, 녹색 발전 이념을 견지하고, 신기술을 채택하여 해변가 점용과 근해 양식에 미치는 영향을 최소화하였고, ‘해상풍력 발전+해양목장’ 등 융합 발전의 새로운 모델을 위한 기반을 마련하고, ‘풍력발전 및 어업 상호보완과 공생’을 실현했다.

〈그림 3-5〉 푸칭 하이탄해협 해상풍력 발전소 사업 평면도



자료: 리밍지에(2022.9.21.)의 서면 자료를 바탕으로 작성

2) 쑤샤(三峡) 광둥 양장(阳江) 양서(阳西) 시사파(西沙扒) 5단계 300MW 해상풍력 발전소 사업

(1) 사업 개요

사업명: 쑤샤 광둥 양장 양서 사파 5단계(三峡广东阳江阳西沙扒五期) 300MW 해상풍력 발전소 사업

사업 속성: 대형생산성 프로젝트 신규 건설

투자 주체: 쑤샤 신에너지 양장 전력 유한회사

지리적 위치: 양장시 양시현 사파진(沙扒镇) 부근해역에 위치한다. 이 풍력 발전소 지리적 좌표범위는 111.543°E, 111.665E, 21.313°N, 21.339°N 이다. 계획 면적은 36.5km², 발전기 팬 외연 포락(包络) 해역 면적은 30.4km²,

수심범위 25-28m, 발전소 중심 포인트에서 해안선까지의 직선거리는 약 21.6km이다.

건설 규모: 이 사업의 설비용량은 303.15MW이며, 6.45MW 풍력발전기 세트 총 47대이다.

해역이용 현황: 신청한 해역의 총 면적은 213.3803헥타르이며, 이 중 발전기 투수(透水)구조물¹⁸²⁾의 해역이용 총 면적은 76.1374헥타르, 35kV 해저 케이블 파이프의 해역이용 총 면적은 137.2429헥타르이며, 해역 사용기한은 27년이다.

투자 규모: 풍력발전소 사업의 정적투자는 546,500.85만 위안, 단위 킬로와트당 정적투자는 18,027.14위안/kW, 총 동적투자는 557,628.98만 위안, 단위 킬로와트당 동적투자는 18,394.49위안/kW이다.

개발기간: 사업 총 개발기간은 23개월이다.

(2) 개발 현황

싼샤 양장 시사와 해상풍력 발전소는 싰샤그룹이 광둥성에서 시작한 최초 해상풍력 발전 사업으로 싰샤그룹 산하 중국 싰샤신에너지(그룹)유한회사가 투자 및 개발을 맡았다. 이 발전소는 광둥성 양장시 사파진 해역에 위치하고 총 설비용량은 200만kW이며 해상 풍력발전기 세트 총 315개와 해상 변전소 4개 및 약 1,000km 해저케이블로 구성된다. 연간 약 56억kWh의 청정 전력을 광둥성 및 마카오 등에 제공할 수 있으며 약 240만 가구의 연간 전력 사용량을 충족시키고 약 480만 톤의 이산화탄소 배출을 줄일 수 있다. 이 사업은 중국 국내에서 단일체 용량이 가장 큰 해상 변전소, 국내 동일 용량에서 가장 가벼운 해상 변전소 등 다수의 '전국 최고' 기록했는데 이는 테풍을 견딜 수 있도록 설계된 세계 최초의 부유식 해상풍전력발전기이

182) 투수(透水)구조물 : 해수 유동을 막지 않은 구조물 시설

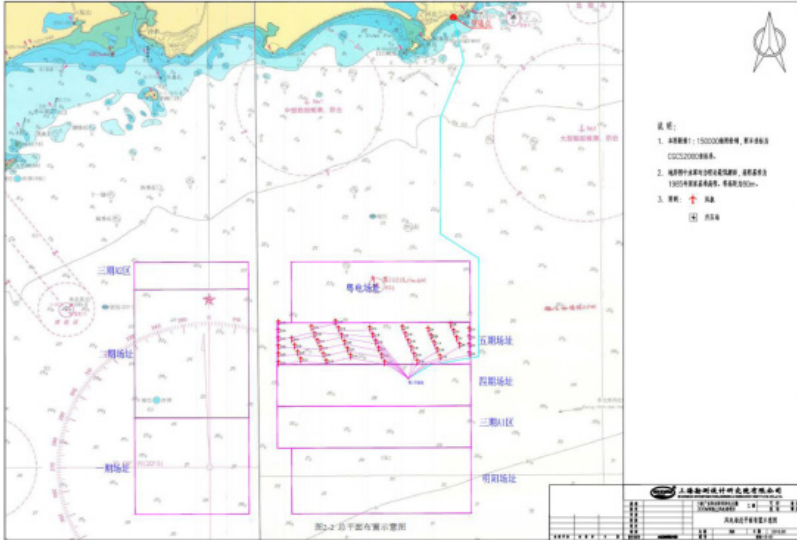
다. 이를 바탕으로 남중국해 해역에 적합한 해상풍력 발전 건설 및 시공기술 방안 확보를 위한 소중한 경험을 축적할 수 있었다.

이 사업으로 진펑테크(金风科技)회사는 현지 풍량자원의 특성에 맞는 태풍을 견딜 수 있는 발전기 세트를 개발했고, 처음으로 베이더우(北斗) 원격 제어 주동식 태풍대응시스템을 선보였으며, 신뢰성과 안전성이 높은 고품질 핵심부품, 풀세트 장비 관련 시험과 검증을 진행으로 발전기 설비의 안전성을 보장하였다. 또한, 사업의 수문지질 조건에 따라 발전기 지탱구조 일체화를 위해 특별설계를 바탕으로 사업 경제성을 보장했다. 그리고 사업 시행 과정에서 썬샤그룹의 총괄 하에 진펑테크사, 중테푸촨(中铁福船), 광저우 셸비지, 중국남방전력망그룹(China Southern Power Grid) 등 참여업체들이 협력하여 기술혁신을 통해 시공 프로세스를 최적화했다. 2021년 12월 25일 전체 용량 송전망 연결과 설비 풀가동을 실현하며 광둥의 경제발전과 전기공급 보장에 기여했다.

이 사업은 중국 국내 최초의 100만kW급 해상풍력 발전소이자 세계적인 일회 개발규모와 단일체 용량이 가장 큰 해상풍력 발전 사업이기도 한다.

세계 최초로 개발한 태풍에 견디는 부유식 해상풍력 발전기는 물론 국내에서 단일체 용량이 가장 큰 해상 변전소, 같은 용량 중 무게가 가장 가벼운 해상 변전소 등 여러 기록을 세웠다. 이러한 ‘전국 최고’는 중국 해상풍력 발전 첨단장비 제조와 업그레이드를 촉진하고 심수·원해 대용량 해상풍력 발전 사업 개발을 위한 선도적이고 시범적인 역할을 하였다.

〈그림 3-6〉 쑤샤 광둥성 양장시 양시 사파 5단계 300MW 해상풍력 발전 사업 평면도



자료: 리밍지에(2022.9.21.)의 서면 자료를 바탕으로 작성

4. 쌍탄 목표 하의 해상풍력 발전 산업 전망

중국 해상풍력 발전은 무에서 유, 소규모에서 대규모로 발전해왔다. 향후 쌍탄 목표 실현을 위한 해상풍력 발전은 여전히 장려정책, 시장환경, 발전계획 배치 등 여러 분야 국가 차원의 유도과 지원이 필요할 것이다.

1) 해상풍력 발전 산업에 국가 정책 지원 필요

중국 재생에너지 핵심 분야인 해상풍력 발전은 ‘14·5’ 계획 기간 새로운 발전 단계에 진입하여 새로운 흐름을 이어갈 것이다.

(1) 쌍탄 목표는 해상풍력 발전에 새로운 요구 제시

중국은 에너지 생산과 소비의 대국으로 경제와 사회가 발전함에 따라 에

너지 수요 역시 계속 증가할 것이다. 중국은 1차 에너지에 대한 의존도를 줄이고 2020년까지 탄소배출 집약도를 40-45% 낮추고 비화석에너지 비중을 15%까지 증가시켰다. 2030년 이산화탄소 배출 정점 달성 목표 실현을 위해 1차 에너지에서 비화석에너지가 차지하는 비중을 2030년 20%까지 증가할 계획이다. 2021년 3월에 발표된 「중국 국민경제사회발전 '14·5' 계획과 2035년 원경목표 개요」는 에너지 자원배치 강화, 에너지 이용 효율성 대폭 향상, 신에너지 전략 신흥산업 육성, 신에너지 소비와 저장능력 향상, 중대 사업 건설 추진, 청정에너지에 대한 저탄소·안전 및 효율적인 이용 추진 등 신에너지 산업발전 전략방향을 제안했다.

2020년 9월 22일, 시진핑 총서기는 제75차 유엔총회 일반토론회에서 중국이 기여도를 높이고 강력한 정책과 조치를 취할 것이며 이산화탄소 배출은 2030년까지 피크에 달하여 2060년까지 탄소중립을 달성하기 위해 노력할 것이라고 밝혔다.

시진핑 총서기는 2020년 12월 12일 「2020 기후정상회담」에서 2030년까지 중국의 풍력·태양광 발전 총 설비용량이 12억kW 이상에 달할 것이라고 강조한 바가 있다. 쌍탄 목표 실현을 위해 해상풍력 발전이 큰 기회를 맞이할 것으로 보인다.

(2) 해상풍력 발전 산업은 공정하고 개방된 시장 환경 필요

현재 중국 해상풍력 발전 산업은 공정하고 개방적이며 완전히 경쟁하는 시장 환경을 조성해야 한다. 시장장벽을 허물고 자원 배분 과정에서 시장의 역할을 충분히 발휘하여 사회 전체의 해상풍력 발전 개발과 이용에 대한 적극성을 충분히 동원해야 한다. 아울러 통합계획, 집중건설, 건설비용 분담의 해상 송전망 건설의 새로운 모델을 모색하여 전기요금보조금, 초기투자보조금, 연구개발보조금, 초반사업보조금 등 다양한 보조금을 통해 풍력발전 촉진정책을 추가로 제정해야 하며, 해상풍력 발전 송변전을 송배전

(Power Transmission and Distribution)의 범위에 포함시키는 것을 검토해야 한다. 또한 녹색인증 정책을 연구하고 해상풍력 발전 지원정책, 산업사슬에 대한 세금우대정책도 고려해야 한다.¹⁸³⁾

2) 해상풍력 발전은 연근해 공간 갈등 문제와 심수·원해 개발구도 배치 문제 해결 필요

현재 중국 영해와 내수 범위에서 해상풍력 발전과 다른 산업의 해역이용 갈등이 점점 더 두드러지며, 해상풍력 발전 개발에 적합한 해역 공간이 줄어들고 있다. 특히 '14·5' 계획 중후반에 이르러 근해 자원의 긴장이 시작될 예정이기 때문에 심수·원해 해상 풍력자원 배치가 시급하다.

(1) 해상풍력 발전과 기타 산업과 해역이용 갈등 심각

해상풍력 발전소의 부지 선정은 풍력자원, 송전망 연결조건, 교통조건 외에 해역의 수심, 해저지질조건, 어업, 해상운송, 군사수요 등 기타 해상 개발 활동과 조화를 이루어야 하고 해양기능구획과 해안선 이용계획에 부합해야 한다. 동시에 해상풍력 발전용 해역의 특수성으로 인해 발전기용 해역은 점상(点状)토지 점용(点征) 방식을 채택하며, 사업이 차지하는 해역의 면적은 크지 않지만 풍력발전기의 외연 가장자리에 둘러싸인 해역의 면적은 상대적으로 크기 때문에 해상풍력 발전 사업 해역이용과 기타 용도 사이의 갈등이 두드러지고 있다. 따라서 해상풍력 발전의 해역이용은 경제적, 사회적, 환경적 이익의 통합을 추구해야 한다.¹⁸⁴⁾

(2) 심수·원해 해상풍력 발전 조기 추진 필요

현재 국내외에 건설된 해상풍력 발전소는 근해 풍력발전소로 대부분이

183) 中国电力网(2021.7.14.)(검색일: 2022.8.20.)

184) 沈津(2020), p.40.

고정식 기반이지만 수심과 해안선과의 거리가 증가함에 따라 고정식 기반의 자체 무게, 시공 난이도 및 공사비가 크게 증가하였다. 따라서 공사의 경제성에 큰 영향을 미쳤고 심해 풍력발전에는 적합하지 않기 때문에 부유식에 기반한 심해 풍력발전은 불가피한 선택이다. 2017년 상업용 해상 부유식 풍력발전소인 Hywind Scotland(108m 수심) 사업이 가동되었고 2020년 말까지 15개의 부유식 해상풍력 발전소가 가동되었다. 현재 부유식 풍력발전은 상용화 초기 단계이며 세계풍력에너지위원회(GWEC)는 부유식 풍력발전기가 2030년경에 완전한 상용화가 이루어질 것으로 예상된다.

근해 풍력발전 송전은 일반적으로 교류 송전 방식을 사용하며 송전 거리는 60km 이하이다. 해상 풍력발전소와 해안 사이의 거리가 70km를 초과하고 장거리 교류 케이블의 충전 출력이 너무 크면 전압 상승 및 전송 능력 부족과 같은 문제가 발생하기 때문에 고압 교류 전송 방식은 대용량 및 장거리 해상 풍력발전 전송의 요구를 충족시킬 수 없다. 고압 직류 송전 방식을 채택한다면 육상 송전망과 동기화할 필요가 없고, 송전 거리는 멀고, 전송과정 조절이 쉬운 장점이 있어 원양 해상풍력 송전을 준비할 수 있다.

산업의 급속발전에 따라 영해와 내수 범위에서 개발에 적합한 해역이 점점 부족해지고 있어 해상풍력 발전과 기타 산업의 해역이용 갈등이 심각해지고 있다. 따라서 중국 관할 배타적 경제수역과 대륙붕은 미래 중국 해상풍력 발전의 중요한 수역으로 중국이 쌍탄 목표를 달성하기 위한 중요한 버팀목일 뿐만 아니라 2025년까지 비화석에너지 소비가 1차 에너지 소비에서 차지하는 비중을 20%가량 확보하는 효과적인 수단이다.¹⁸⁵⁾

해외 해상풍력 발전 사업의 해역이용 관리, 사업 승인, 통항 논증 및 군사영향 승인과 같은 관리 메커니즘 연구를 진행하고 해외 해상풍력 발전 사업 발전을 위한 정책적 보장을 제공해야 한다.

185) 中国政府网(2021.5.11.)(검색일: 2022.9.20.)

3) 미래 중국과 주변 국가 간 해상풍력 발전 협력

해상풍력 발전은 재생에너지의 개발 및 이용의 중요한 방향 중 하나로 전 세계 학계에서 각광받고 있다. 중국의 해상풍력 발전은 에너지 구조 전환을 촉진하고 해양경제와 연해지역의 경제발전을 촉진하며 미래의 쌍탄 목표 실현에 중요한 역할을 할 것이다. 동시에 중국의 해상풍력 발전 관련 기술과 건설 경험은 기타 국가의 해상풍력 발전 개발에 참고와 도움을 제공하여 상호이익을 실현할 수 있어 재생에너지 발전에 크게 기여할 것으로 기대된다.

유럽 북해 연안에 영국, 독일, 덴마크, 네덜란드 등은 북해 지역의 청정 에너지 발전 잠재력을 발굴하고, 배타적 경제수역과 대륙붕에 해상풍력 발전소를 계획·배치하며, 북해 해역을 세계 최대 해상풍력 발전소로 만들기 위한 장려정책을 마련했다. 중국 주변 해역 실태를 보면 보하이 증부, 장쑤 외해, 대만해협(대만 여울), 광둥 동부와 서부, 베이부만 등 해역은 규모화 해상풍력 발전소를 건설할 잠재력을 갖추고 있으며, 최근 발표된 「‘14·5’ 해양경제발전계획」도 산둥반도, 창장삼각주, 민난, 광둥 동부, 베이부만 등 해상풍력 발전기지 클러스터를 중점적으로 조성한다고 제시했다. 이 중 황해(한국의 서해)와 베이부만 해역은 향후 한국과 중국, 중국과 베트남의 청정에너지 협력해역으로 활용될 수 있어 예비연구와 계획을 강화할 필요가 있다.

04

중국 어업 분야 탄소중립 정책

중국 정부는 2020년 9월 2030년까지 탄소피크(碳达峰)와 2060년까지 탄소중립(碳中和) 달성을 두 가지 목표로 명확히 제기했다. 대기 중 이산화탄소 등 온실가스를 줄이기 위해 에너지 손실 절감과 같은 방법으로 온실가스 배출을 감소할 수 있으며, 공산업적 또는 생물을 통한 대기 중 온실가스를 흡수·저장하는 방법도 있다. 중국은 녹색 저탄소 기술, 특히 태양광 이용 효율 관련 제로 카본 에너지 기술에서 새로운 돌파를 추구하고 있으며, 이를 위해 효율적인 지원 체계를 구축하고 있다. 이는 쌍탄 목표와 어업 분야 목표 달성에 큰 도움이 될 것이다.

제1절 어업 탄소싱크 정책

중국 탄소싱크 정책 초기 단계는 에너지 및 전력 산업, 철강, 금속, 건축, 석유화학과 기타 에너지 소비가 많은 산업과 교통 산업에 중점을 두었다. 그러나 해양 분야의 탄소싱크가 발전하면서 정부는 어업 분야에 대한 정책

을 수립하였다.

‘14.5’ 계획 이전까지 중국 어업 분야 탄소 정책의 기본 방향은 어업 에너지 절약 및 이산화탄소 배출 저감에 맞추어져 있었다. 여기에는 에너지 절약형 어선 개발, 탄소 배출저감 신기술, 신설비, 신장비의 도입 및 보급 등이 포함된다. 이와 같은 대책들은 주로 ‘13.5’ 계획 기간(2016~ 2020) 중의 주요 과제로 설정되어 단계적으로 발전하며 오늘에 이르고 있다.¹⁸⁶⁾ 중국 어업 탄소싱크 정책 발전은 모색, 시작, 발전 세 가지 단계로 구분될 수 있다.

1. 모색 단계(2011~2014년)

중국은 경제사회 발전에 비해생태환경 및 주민의 건강생활 등 생태문명(生态文明)의 건설 수준이 뒤떨어져 있다. 해양 탄소싱크의 건설은 전반적으로 중국의 경제·사회 발전, 기후변화 대응에 관한 톱 레벨 디자인(top-level design)과 연계되어 있지 않다. 2011년 중국 국무원이 발표한 「산둥반도 블루 경제구 발전계획」은 해양경제를 주제로 한 첫 번째 지역 발전 계획이자 당시 유일한 성급 해양 탄소싱크 발전계획으로서 의미가 있다. 이 계획은 연안, 근해, 원양의 3가지 개발보호대(帶) 건설, 새로운 집중적·절약형 해양활용 메커니즘 구축 문제를 제기했다. 이와 더불어, 해양자원·토지자원·수자원의 효율적인 이용을 중점적으로 추진하고 과학적인 자원개발·이용과 보호 체계의 구축을 가속화한다. 또한 해양 생태계의 환경용량에 근거해 생태 공간 구조를 최적화하고 해양생물의 다양성을 보호하며 해양 생태계의 완전성을 보장한다는 주요 목표를 설정했다.

2011년 이후 어업 탄소싱크 정책 모색이 시작되었다고 할 수 있으며, 이

186) 저우미 외(2016), pp.242-246.

시기 어업 탄소싱크, 저탄소 수산 양식 및 수산물 가공, 어선 배출물 저감 등 과제가 학계의 큰 관심을 받았다. 특히, 2011년 중국 최초의 어업 탄소싱크 연구소가 중국 수산과학연구원 황해수산연구소 내에 설립되었다. 이 연구소는 중국 어업 탄소싱크 정책의 수립을 위한 기반을 마련했으며, 정부의 의사결정에 중요한 연구 자료와 근거를 제공했다.

2. 시작 단계(2015-2019년)

2015년 3월에 발표된 「생태문명 건설 추진에 관한 중공중앙·국무원의 의견」은 산림·초원·습지·해양 탄소싱크 등 다양한 방법을 활용하여 이산화탄소·메탄·불화수소화물·과불화탄소·육불화황 등 온실가스의 배출을 효과적으로 통제하겠다는 과제를 내놓았다.¹⁸⁷⁾ 이 의견에서 ‘해양 탄소싱크’ 배출통제의 효과적인 방법으로 공식화함으로써 비로소 중앙 정부 차원에서 어업 분야 탄소싱크 정책을 본격적으로 추진하기 시작했다.

중국 정부는 이런 배경 하에 「생태문명 체제 개혁의 전체 방안」, 「‘13·5’ 온실가스 배출 통제 사업 방안」, 「주체 기능구역 전략 및 제도 보완에 관한 약간의 의견」, 「국가 생태문명 실험구(하이난) 실시 방안」 등 정책 방안을 잇달아 발표하고 해양 탄소싱크 메커니즘 구축, 해양 생태계 탄소싱크 시행, 해양 탄소싱크 표준 체계와 교역 메커니즘 구축 등 목표를 제시했다. 어업 탄소싱크는 해양 탄소싱크의 일부분으로 편입됐으나 중앙 차원에서 어업을 위한 전문적인 정책은 아직까지 발표되지 않고 있다. 중국 정부는 그럼에도 불구하고 시작 단계에서 여러 정책을 통해 다음 단계를 위한 어업 탄소싱크 정책 발전 기반을 마련하는 성과를 거두었다.

187) 中国政府网(2015.5.5.)(검색일: 2022.9.10.)

3. 발전 단계(2020년-현재)

시진핑 주석은 2020년 9월, 제75차 유엔총회 토론회와 유엔 생물다양성 정상회의에서 ‘중국은 2030년까지 이산화탄소 배출량을 정점에 이르고 2060년까지 탄소중립을 실현하기 위해 더 강력한 정책과 조치를 취할 것’이라고 밝혔다. 동년 10월에 발표된 「국민경제와 사회발전 제14차 5개년 계획과 2035년 원경목표 제정에 관한 건의」(‘14.5’ 계획)는 녹색·저탄소 발전에 박차를 가하고, 탄소배출 집약도를 낮추며, 상대적으로 여건을 갖춘 지방부터 탄소피크를 완성하도록 지원하고, 2030년 전까지의 탄소피크 행동 방안을 제정할 것을 명시했다. 아울러 폐수 배출 허가제를 전면 실시하며, 폐수 배출권, 에너지 사용권, 물 사용권, 탄소 배출권의 시장화와 거래를 추진하는 과제를 설정했다. 2035년의 원경(远景) 목표로는 녹색 생산·생활 방식을 형성·보급하여 탄소배출 정점을 지나 안정적으로 하락하도록 설정했다.

이때부터 중국 어업 탄소싱크 제도는 본격적인 수립 단계로 접어들었다. 해양 생태환경 보전·복구, 기후변화 대응을 위한 어업 탄소싱크의 중요성이 강조되기 시작했다. 2021년부터 중국 생태환경부, 자연자원부 등 부처들은 「기후변화 대응과 생태환경 보전 관련 사업의 총괄·강화에 관한 지도의견」, 「해양생태 조기경보 모니터링 체계 구축·보완에 관한 통지」 등 정책을 발표하여 해양 생태 복구, 어업 탄소싱크 모니터링·평가의 시행을 요구했다.

2021년 2월, 중국 국무원은 「녹색 저탄소 순환발전 경제체계 구축 가속화에 관한 지도의견」을 통해 고품질 발전과 높은 수준의 보호를 종합적으로 추진하여 건전한 녹색·저탄소 순환발전 경제체계를 구축하고 쌍탄 목표를 달성해 중국이 녹색발전의 새로운 단계로 나아간다고 밝혔다.¹⁸⁸⁾ 또한,

188) 中国政府网(2021.2.22.)(검색일: 2022.6.20.)

같은 해 3월 중국 ‘14·5계획’은 GDP당 에너지 손실을 13.5%로 한 층 더 낮추고 GDP당 탄소 배출은 18%를 줄여야 하는 목표를 세웠다. 이어서 4월에는 중공중앙판공청(中共中央办公厅)과 국무원판공청이 「생태제품 가치 실현 메커니즘 구축·보완에 관한 의견」을 발간하여 탄소 배출권 거래 메커니즘을 보완하고 탄소싱크 권익 거래 시행을 모색하겠다고 밝혔다.

2021년 5월 중국 탄소피크·탄소중립 실무팀 제1차 전체회의에서는 목표예를 위해 과제를 분할하여 톱 레벨 디자인을 강화하며, 지방 및 중점분야·업종·기업이 목표와 행동방안 수립을 지도·촉구하겠다고 발표했다. 7월, 본격적으로 중국 전국 탄소 거래시장을 운영하기 시작했는데, 이는 탄소중립 목표 달성을 위한 주요 수단으로, 시장 메커니즘을 활용해 저탄소 경제발전을 추진할 수 있는 중대한 제도 혁신이다.

2021년 9월 중공중앙판공청, 국무원 판공청은 「생태보호 보상제도 개혁 심화에 관한 의견」을 발표해 전국 에너지 사용권·탄소 배출권 거래시장 건설에 박차를 가할 것을 제기했다. 국가 온실가스 배출량의 자발적 저감과 거래 체제를 기반으로 하는 탄소 배출권 상계 체제를 보완하고 생태적·사회적 등 다양한 효과가 있는 임업·재생에너지·메탄 활용 등 온실가스 자발적 저감 사업을 전국 탄소 배출권 거래시장에 포함시키기로 했다.¹⁸⁹⁾ 국무원은 11월에 「‘14·5’ 농업농촌 현대화 계획」을 발표하여 고품질 발전 추진을 주제로 농촌 생태문명(生态文明) 건설을 강화하고, 농촌 생산·생활방식의 녹색·저탄소 전환을 추진하여, 친환경적이고 아름다운 농촌을 건설할 것을 밝혔다.

2022년 5월, 중국 재정부가 발표한 「탄소피크·탄소중립 업무 수행 지원에 관한 의견」은 청정·저탄소·안전·효율적인 에너지 시스템을 구축하고, 중점업종의 녹색·저탄소 전환, 녹색·저탄소 과학기술 혁신과 기초 능력 건설,

189) 中国政府网(2021.9.12.)(검색일: 2022.7.10.)

녹색·저탄소 생활과 자원 절약·이용, 탄소싱크 능력 강화, 녹색·저탄소 시장 체계 보완 등 측면에서 재정 지원의 중점 방향과 영역을 명확히 제시했다.¹⁹⁰⁾

2022년 7월, 중국 농업농촌부와 국가발전개혁위원회는 「농업농촌 배출 저감·탄소흡수 실시 방안」을 발표하여 어업 탄소싱크 관련 구체적인 조치를 제시했다. 어업 분야 탄소 저감 및 흡수를 강화하기 위해 유기농 어업, 대(大)수면 생태 어업, 생태통합 양식 등 친환경 양식 모델을 개발하고 메탄의 배출을 줄이기로 했다. 이와 더불어, 과학적인 갯벌 및 근해 패류·조류 양식, 국가급 해양목장 건설, 입체화 생태양식 체계 구축, 어선·어업 기계의 에너지 절약 및 배출물 저감 등 방침을 담고 있다.¹⁹¹⁾

이 정책들은 중앙 정부 차원에서 어업 탄소싱크를 위해 저탄소 생산, 탄소 배출권 거래 등에 구체적인 정책 방향을 제시했고 재정적인 지원을 보장했다. 이를 기반으로 다수 연해 지역 정부들은 현지 현황에 맞는 어업 탄소싱크 정책을 잇달아 발표하고 있다.

2021년 5월, 저장성은 「저장성 기후변화 대응 ‘14·5’계획」을 발표했고 같은 해 9월 텐진시는 「텐진시 탄소피크 탄소중립 촉진 조례」를 통해 해양 생태환경 모니터링, 보호 및 생태복구를 강화하여 산림, 습지, 해양, 토양 등에 탄소저력 역할을 효과적으로 발휘하고 생태계의 탄소싱크 능력을 향상 시키겠다고 발표했다. 같은 해, 광둥성은 「새로운 발전 이념의 정확하고 전면적인 이행과 쌍탄 사업 추진에 관한 실시 의견」을 발표하여 어업 탄소싱크 능력 강화, 탄소 배출권 거래, 탄소싱크 정산 등을 제시했고 「광둥성 해역 이용 요금 징수 표준」을 수정해 저탄소 어업 생산 및 스마트 어업, 심해 양식의 발전을 위한 인센티브 정책을 마련했다.¹⁹²⁾

190) 中华人民共和国财政部(2022.5.25.)(검색일: 2022. 7.15.)

191) 中国政府网(2022.7.1.)(검색일: 2022.8.19.)

192) 广东省自然资源厅(2022.7.5.)(검색일: 2022.9.14.)

제2절 어업 탄소싱크 발전 현황과 주요 발전 모델

1. 어업 탄소싱크 개념¹⁹³⁾

해양 생태계는 지구에서 가장 큰 탄소싱크이며, 해양 전체의 탄소 총량은 3.9×10^{13} 톤으로 전 세계 탄소 총량의 93%를 차지하며, 공기의 약 50여 배에 이른다. 인간 활동에서 배출되는 이산화탄소를 연간 55억 톤으로 계산하면 이 중 해양에서 인간이 배출하는 이산화탄소 총량의 20-35%인 약 20억 톤을 흡수하는 반면 육지는 7억 톤만 흡수한다. 해양생태계 식물의 양은 육생식물의 0.05%에 불과하지만 탄소 저장량(순환량)은 육생식물과 비슷하다. 해양생물은 전 세계 해저 면적의 0.5% 지역에서만 자라는데 탄소의 절반 이상 혹은 70%가 해양식물에 의해 포집되고 해양 퇴적물로 전환돼 식물의 블루 탄소포집과 탄소이출(移出) 통로를 형성한다.

수역의 이산화탄소는 광합성을 통해 무기 탄소를 유기 탄소로 전환하여 수역의 1차 생산력이 되며 먹이사슬을 통해 에너지를 전달한다. 일부 수생 동식물을 인간이 수확·이용하면서 '탄소이동'이 이뤄지며, 다른 부분은 생물 대사(代謝)와 사망에 따라 물밑에 과립 탄소가 형성·축적하여 '탄소 저장'이 된다. 따라서 해양을 통한 탄소싱크 강화 기능은 저탄소 경제를 발전시키고 온실가스 배출저감에 대체할 수 없는 잠재력과 역할을 수행하고 있다.

어업 탄소싱크는 가장 효과적이며 보편적인 탄소싱크 방식으로, 해양 탄소싱크의 중요한 구성 부분이다. 어업 탄소싱크란 어업생산 활동을 통해 수산생물의 이산화탄소 흡수를 촉진해 생물 제품으로 전환된 탄소를 물 밖으로 빼내는 과정과 메커니즘을 뜻하며, '이출 가능한 탄소싱크'라고도

193) 본 내용은 러자화(2022.7.25.)의 서면 자료를 바탕으로 저자 재작성

한다.

‘탄소싱크 어업’이란 탄소싱크 기능을 가지며 대기의 이산화탄소 농도를 직·간접적으로 감소시키는 어업생산 활동으로, 패류·해조류 양식, 여식성(濾食性) 어류 양식, 증식 어업 등을 포함한다.

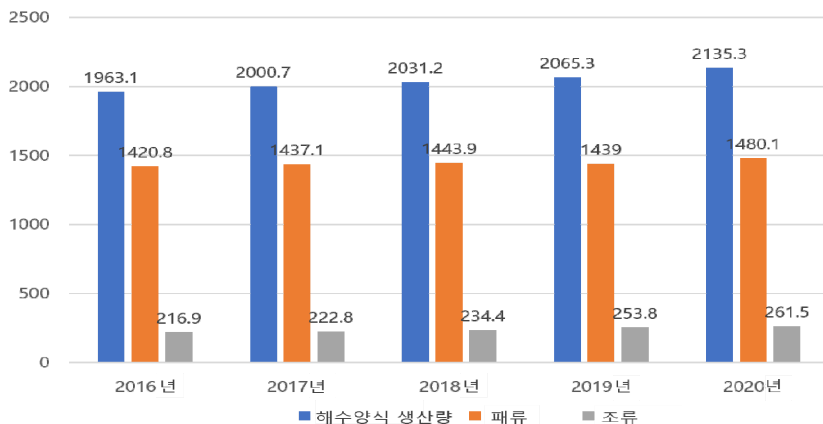
2. 어업 탄소싱크 발전 현황

중국은 자국 육상 영토 면적의 약 31%에 해당하는 약 300만 ㎢의 해양 영토를 보유하고 있다. 현재 수심 15m 이내의 천해 갯벌 면적은 약 1,240만 ha, 수심 20-40m의 해역은 약 3,700만 ha로 이처럼 넓은 해양 영토는 중국 어업 탄소싱크 발전을 위한 유리한 토대가 되고 있다. 또한 중국은 세계 주요 어업 국가 가운데 어획 생산량보다 양식 생산량이 더 많은 유일한 국가로서 수산양식 생산량이 세계 양식 총생산량의 2/3를 차지하고 있다. 이와 더불어, 중국 해수양식은 패류·해조류, 여식성 어류 양식 비중이 높다. 패류·해조류 등은 물속의 이산화탄소를 흡수할 수 있고 수질오염에도 상대적으로 자유로워 탄소싱크 기능이 강하다고 볼 수 있으며, 이는 중국 탄소싱크 어업 발전에도 유리한 조건을 제공해준다고 평가할 수 있다.¹⁹⁴⁾

2020년 중국의 해수양식 생산량은 약 2,135.3만 톤으로 2016년에 비해 8.8% 증가했으며(그림 4-1), 패류·해조류 생산량은 전체 해수양식 총량의 81.2%를 차지했다. 이 중 패류 생산량은 전체 해수양식의 약 69%인 1,480.1만 톤으로 2016년 대비 4.2% 증가했고, 해조류 생산량은 261.5만 톤으로 전체 해수양식의 약 12.2%, 2016년 대비 20.6% 증가했다. 패류·해조류는 중국 해수양식의 주요 품종으로 어업 탄소싱크를 위해 발전 공간을 제공할 수 있음을 알 수 있다.

194) 孙吉亭&赵玉杰(2011), pp.151-152.

〈그림 4-1〉 중국의 연도별 해수양식 및 패류·해조류 생산량 추이



자료: 러자화(2022.7.25.)의 서면 자료를 바탕으로 재작성

최근 10년 동안, 중국 어업 탄소싱크 발전의 증점은 제도 수립, 기초연구, 해역 모니터링·평가와 표준화 체계 건설, 거래 정산 이론 및 실천 네 가지이다.

1) 어업 탄소싱크 제도 수립

중국 생태문명 건설 수준은 경제사회 발전 수준에 비해 뒤쳐져 있으며, 해양 탄소싱크 건설도 중국의 전반적인 경제사회 발전과 기후변화 대응의 톱 레벨 디자인과 연계되지 않는다. 2011년에 중국 국무원이 발표한 「산둥 반도 블루 경제구 발전계획」(이하 「계획」)은 해양경제를 주제로 한 첫 번째 지역발전 전략이자 당시로서는 유일하게 해양 탄소싱크 발전을 언급한 성(省)급 해양 분야 발전계획이다. 「계획」에서는 해안, 근해, 원양 3가지 개발 보호대 건설, 집중적·절약형 해양 활용의 새로운 메커니즘 구축, 해양자원·토지자원·수자원의 효율적인 이용을 제기했다. 또한, 동 「계획」은 과학적인 자원개발·이용과 보호 메커니즘 구축을 가속화하며 해양 생태환경 수

용력에 근거해 생태공간 구조를 최적화하고 해양생물의 다양성을 보호하며 해양 생태계의 완전성을 보장하는 것을 목표로 하고 있다.¹⁹⁵⁾

2011년 1월, 「광둥(广东)성 기후변화 대응사업 방안」은 해양 등 전략적인 신흥산업 육성에 중점을 두고 해양목장을 모델로 하는 해양 탄소싱크 경제를 육성하겠다고 제안했다. 이를 통해 광둥성은 해양 탄소싱크의 발전 경로를 모색하기 시작했다. 같은 해 11월, 중국은 처음으로 ‘어업 탄소싱크 및 어업 저탄소 기술 공정과화기술’ 포럼을 개최하고 전문가들은 ‘수생 생태계 탄소싱크 특징 및 생물 탄소격리 메커니즘’, ‘어업생물 탄소싱크 과정 및 평가기술’, ‘해수 고효율 저탄소 양식기술’, ‘담수 고효율·저탄소 양식기술’, ‘해양목장과 생태초(礁) 건설기술’, ‘녹색·안전 사료와 저탄소 가공기술’, ‘어업 장비 및 에너지 절약·배출물 저감기술’ 등을 주제로 발표했다. 더불어 중국 수산과학연구원 황해수산연구소에 중국 최초의 어업용 탄소싱크 연구소가 설립됐다. 중국은 2012년부터 어업 탄소싱크 핵심 기술의 개발을 모색하기 시작했다. 아울러 해양 탄소싱크가 기후변화에 대해 갖는 중요성과 함께, 어업 탄소싱크가 해양어업의 업그레이드의 촉매가 될 수 있다는 사실을 강조하였다.

2015년 3월에 중공중앙 국무원은 「생태문명 건설 추진 가속화에 관한 의견」을 발표했다. 이 「의견」은 산림, 초원, 습지, 해양의 탄소싱크 방법을 늘려 이산화탄소, 메탄, 불화수소화물, 과불화탄소, 육불화황 등 온실가스의 배출을 통제하는 내용을 담고 있다. 이어서 중국 정부는 「생태문명 체제 개혁의 전체 방안」, 「‘13·5’ 온실가스 배출 통제 사업 방안」, 「주체 기능 구역 전략 및 제도 보완에 관한 약간 의견」, 「국가 생태문명 실험구(하이난) 실시 방안」 등 후속 정책 방안을 잇달아 발표하여 해양 탄소싱크 메커니즘 구축, 해양 생태계 탄소싱크 시행, 해양 탄소싱크 표준 체계와 교역 메커니즘

195) 中国政府网(2011.1.7.)(검색일: 2022.8.5.)

구축 등 목표를 제기했다.¹⁹⁶⁾

2020년 9월 중국이 쌍탄 목표를 제시한 이후 해양어업 탄소싱크 제도 건설은 새로운 단계에 접어들었다. 해양어업 탄소싱크는 해양 생태환경 보전·복구와 기후변화 대응을 연계하는 핵심 고리로서 중국 '5위 일체'(五位一体)¹⁹⁷⁾의 전체적인 배치에서 더욱 명확한 위치를 차지하고 있다. 2021년 1월 중국 생태환경부가 발표한 「기후변화 대응과 생태환경 보전 관련 사업의 총괄·강화에 관한 지도의견」은 해양 및 해안 지대 등 생태보전 복구와 기후변화 적응의 시너지 효과를 적극적으로 추진해 해양 탄소싱크의 발전을 제시하고 있다. 같은 해 7월 중국 자연자원부가 발표한 「해양 생태 조기경보 모니터링 체계 구축·보완에 관한 통지」는 해양 탄소싱크 모니터링·평가의 실시 방침을 담고 있다.

2021년 10월, 중공중앙과 국무원은 「신(新)발전 이념을 완전하고 정확하게 전면적으로 관철하여 탄소피크, 탄소중립 사업을 수행하는 데 관한 의견」을 발표했다. 이에 근거해 해양 생태계 보호와 복구를 함께 추진하여 기존의 해양 탄소격리 작용을 안정시키고 맹그로브 숲, 해초지, 염습지 등의 탄소격리 능력을 향상시킨다. 또한 해양 탄소싱크 원본조사와 탄소 저장량 평가를 실시하여 생태보호 탄소싱크 복원 효과 모니터링과 평가를 실행한다. 국무원 「2030년까지 탄소피크 행동방안에 관한 통지」는 산림·초원·습지·해양·토양·동토·카르스트 등에 대해 탄소싱크 원본 조사·탄소 저장량 평가·잠재력 분석을 추진하며 생태보호·탄소싱크 복원 효과 모니터링·평가를 실시한다고 제시했다.

국가 정책에 대한 호응으로 2021년 5월 「저장(浙江)성 기후변화 대응 '14·5' 계획」에서는 저탄소 시범을 업그레이드하여 해양·습지·농업 탄소싱크

196) 中国政府网(2015.5.5.)(검색일: 2022.9.10.)

197) 경제·정차문화사회·생태 문명 건설을 추진하는 전략

의 내용을 추가하고 탄소 배출권 거래의 해양 탄소싱크 정산 방법 연구를 모색한다고 제기했다. 2021년 9월, 「톈진시 탄소피크 탄소중립 촉진 조례」는 해양 생태환경 모니터링, 보호 및 생태복구를 강화하여 산림, 습지, 해양, 토양 등의 탄소격리 역할을 효과적으로 발휘하고 생태계의 탄소싱크 능력을 향상시킨다고 발표했다.¹⁹⁸⁾

2) 어업 탄소싱크 기초 연구·개발

해양 탄소싱크의 기초 연구개발은 세 가지 영역에 집중되어 있다. 첫 번째 영역은 해양 탄소싱크 능력 향상이다. 육원(陆源) 오염¹⁹⁹⁾ 방지와 해양생태 보호복구, 해양 탄소싱크 건설에 대한 추진 작용을 활용하며 육상-해양 오염 저감·탄소 절감 시너지 효과를 강화하려는 것이다. 세부적으로는 유역·연해·해역 통합 거버넌스 체계를 구축해 해양의 탄소격리 역할을 효과적으로 발휘하고 해양 생태계의 탄소싱크 능력을 향상시킬 수 있는 방안이 포함된다.²⁰⁰⁾ 이를 위해서는 우선 보호·복구 구역의 설정과 관리 조치를 명확히 하고 생태적 보상 메커니즘 등을 보완해야 한다는 건의가 제기되었다.

또 다른 영역은 신흥 탄소싱크를 발굴에 초점이 맞춰져 있다. 중국의 해양어업 탄소싱크 잠재력과 변화 메커니즘을 파악하고, 어업 탄소싱크 증가의 새로운 경로를 지속적으로 모색하며, 어업 탄소싱크 증가 사업을 건설하는 것이다. 현재까지는 대형 해조류 육상-해양 생태농업 프로젝트를 바탕으로 환경 용량 등에 기반해 조개, 해조류, 저서생물 등 미끼 투입이 필요 없는 생물의 혼합 양식을 추진하는 방법을 연구하고 있다.²⁰¹⁾ 또한 청정에너지로 구동되는 인공 용승 친환경 탄소 증가 사업을 실시하여 활굴

198) 浙江省发展和改革委员会(2021.6.16.)(검색일: 2022.7.15.)

199) 육지에서 바다까지 오염물질을 배출해 해양환경을 오염시킴

200) 宗虎民&袁秀堂(2017), pp.337-342.

201) 钟厚民· 위엔슈탕(2017), pp.338-339.

초(礁)를 기저(基底)로 하는 해조장을 건설하고 블루카본 집적지를 넓히도록 하는 방안도 포함된다.

다음으로, 어업 탄소싱크 관련 과학기술의 촉진작용을 강화하는 방법이다. 중국 최초의 어업 탄소싱크 실험실인 ‘산거우완(桑沟湾) 패류·해조류 탄소싱크 실험실’을 예로 들 수 있다. 이 실험실은 그동안 600만 위안을 투입하여 ‘짱즈다오(獐子岛) 해역의 주요 어업생물 수량의 구성과 변화’, ‘짱즈다오 해역의 양식 패류 품질과 환경의 관계 및 환경오염 물질 측정 기술에 대한 연구와 시범’, ‘인공어초 건설의 탄소싱크 능력과 잠재력 평가 연구’, ‘생태계에 기반한 짱즈다오 가리비 양식 전략’, ‘가리비 품질 안전 형성 과정 및 메커니즘 연구’, ‘바다 진품(珍品)의 새로운 가공공예 및 품질 관리 기술 연구’ 등의 특별 사업을 중점적으로 추진하며 어업 탄소싱크 발전에 강력한 기술지원을 제공하고 있다.

3) 해역 모니터링 평가 및 표준화 체계 건설

중국 해양국은 2008년부터 해양-가스 이산화탄소 교환 유량 원격 탐지 모니터링, 현장 모니터링 시행 및 단면(断面) 항행 모니터링을 추진하기 시작했다. 해양-가스 이산화탄소 유량 모니터링 체계를 구축했으며 2017년부터 해양 탄소싱크 관련 표준 제정을 시작했다. 2018년 이후 국가생태환경부는 중국 근해의 이산화탄소 원천(源汇) 분포를 기본적으로 탐사하고 「‘14·5’ 해양 생태환경 품질 모니터링 네트워크 배치 방안」에 따라 온실가스를 ‘14·5’ 해양 전문 감시 사업에 포함시켰다. 2021년에 실시된 「탄소 모니터링 평가 시범사업 방안」에 따라 랴오닝(辽宁)성 판진(盘锦)시, 장쑤(江苏)성 난통(南通)시, 광둥(广东)성 선전(深圳)시, 잔장(湛江)시 4개 도시에서 염전, 맹그로브 숲, 해초지와 해조 양식의 해양 탄소싱크 모니터링을 시범적으로 추진하였다. 이밖에 2021년 6월 중국 자연자원부가 발간한

「대형 해조류와 이매패류 양식 탄소싱크 계량방법 탄소 저장량법」(HY/T 0305-2021)이 전국에서 실시됐다. 같은 해 9월 「건전한 해양 생태계 모니터링 조기경보체계 구축에 관한 통지」는 해초지·맹그로브 숲·염전 등 대표적인 블루카본 생태계의 탄소매장량 조사·평가를 실시한다고 명시했다. 광시(广西) 맹그로브 숲 연구센터가 작성·발표한 「맹그로브 숲 습지 생태계 탄소격리 능력 평가 기술 규정」(DB 45/T 1230-2015)은 현재 맹그로브 숲 탄소격리·저장 모니터링 평가를 위한 가장 직접적인 기술 근거라고 할 수 있다.

4) 거래 정산 이론 및 실천

학계는 이론 측면에서 해양 탄소싱크 거래시장 인프라 건설과 실행 경로에 주목하고 있으며, 해양탄소싱크 거래에 관한 법률제도를 구축하고, 거래주체·객체, 거래패턴, 가격과 계약규칙, 외부보장 제도를 명확히 해야 한다고 주장한다.²⁰²⁾ 이 외에도 다음과 같은 주장들이 있다. 해양 탄소싱크 정산 기준과 교역 항목의 가치 평가 체계를 구축해 해양 탄소싱크 거래시장을 건설해야 한다. 민간자본의 맹그로브 숲 보호·복원 투자를 장려하고, 해양 탄소싱크 프로젝트를 연해 습지 생태계 복원 설계에 포함시키며, 해양 탄소싱크 프로젝트 방법학을 개발하도록 한다. 체계적인 해양 탄소싱크 모니터링·평가체계를 구축해 해양 탄소싱크 거래를 단계적으로 추진하고 해양 탄소싱크 시장화 관리 경로를 모색하며 블루카본 시장 건설의 전략과 전체 방향을 제시해 블루카본을 탄소싱크 거래 체계에 포함시켜야 한다.

실천 측면에서는 해양 탄소싱크 거래가 아직 전국 탄소 배출권 거래시장 체계에 편입되지 않았기 때문에 일부 지방에서 시행, 실천하고 있다. 예를 들어 산둥 웨이하이(威海)시 난하이(南海) 신구(区)는 2016년 12월 국가

202) 본 내용은 러자화(2022.7.25.)의 서면 자문을 바탕으로 재작성

해양 탄소싱크 연구개발기지 건설을 시작하여 해양 탄소싱크 거래 정산 및 탄소싱크 어업 발전을 추진해왔다. 광둥(广东) 선전(深圳)시 다펑(大鹏)구 생태환경국은 2021년 5월 전국 최초로 「해양 탄소싱크 정산 지침」을 작성하여 연해 지역의 해양 탄소싱크 정산 방법을 설계했으나, 공식적으로 발표하지 않았다. 2021년 6월, 광둥성 잔장(湛江)시는 중국 최초의 맹그로브 숲 탄소싱크 거래 프로젝트를 완성하여, 거래된 이산화탄소 감축량이 5,880톤에 이르렀다. 2021년 7월에 푸젠(福建)성 샤먼(厦门)시에 전국 최초로 해양 탄소싱크 거래 플랫폼을 건설하고 첫 탄소싱크 거래를 마쳤는데 거래된 이산화탄소 감축량은 2000톤에 달했다. 2022년 1월에 푸젠 푸저우(福州)시 렴장(连江)현은 전국 최초의 해양 탄소싱크 거래 플랫폼인 샤먼(厦门) 재산권 거래센터(샤먼시 탄소·오염물 배출권 거래센터)를 매개로 1만 5,000톤의 해수양식업 탄소싱크 거래를 완료했다. 이는 지방 탄소싱크 시행의 첫 해양어업 탄소싱크 거래 프로젝트이다.

쌍탄 목표가 중국 ‘14·5’ 계획에 편입되면서 어업 탄소싱크에 대한 정부 부처와 과학연구 기구, 관련 기업들이 관심이 갈수록 많아지고 있어 중국이 구축하고 있는 정책 환경 안에서 한층 더 발전해나갈 것으로 기대한다.

3. 주요 어업 탄소싱크 발전 모델

대표적인 어업 탄소싱크 발전 모델로는 맹그로브 숲 조성, 해수양식, 혼합양식이 있다.

1) 잔장(湛江) 맹그로브 숲 조성

전 세계 맹그로브 숲 면적은 매년 1-2%의 속도로 줄어들고 있다. 광둥성 잔장 맹그로브 숲 국가급 자연보호구는 광둥성 서남부에 위치하고 레이저

우(雷州)반도 1,556km 해안에 따라 분포한다. 이 자연보호구는 1990년 건설되기 시작하여 련장(廉江)현 가오차오(高橋)의 맹그로브 습지 1,133ha로 제한되어 있었다. 1997년 국무원의 승인을 받아 국가급 자연보호구역으로 승격되어 보호구역 범위는 전체 레이저우반도 해안 맹그로브 숲 습지까지 확대되었으며, 쉬원(徐闻), 레이저우(雷州), 쑤이시(遂溪), 련장(廉江) 4개의 현(시)과 마장(麻章)구, 포터우(坡头)구, 개발구, 샤산(霞山)구 39개 향(乡)을 포함한다. 해당 구역 주민 인구는 약 245만 명이고 보호 대상은 맹그로브 숲 습지 생태계 및 생물 다양성, 전형적인 해안 자연경치 등이다. 이 보호구는 중국에서 맹그로브 숲 면적이 가장 큰 자연보호구로서 총 계획면적이 2만 278.8ha이고 현재 맹그로브 숲 면적이 7,228ha까지 복원된 상태이다.

2020년 3월에 광둥성 잔장 맹그로브 숲 국가급 자연보호구에서 ‘잔장 맹그로브 숲 조성 사업’을 추진하였다. 2021년 4월에 중국이 개발한 첫 블루카본 거래사업 ‘잔장 맹그로브 숲 조성 사업’은 심사를 통과해 세계 최초로 자발적 탄소표준(VCS)과 기후·지역사회 및 생물다양성표준(CCB)을 동시에 부합하는 탄소싱크 사업이 됐다. 같은 해 6월에 베이징시 기업인환경보호기금(SEE FOUNDATION)은 일상 업무와 활동에 따른 탄소 배출량을 상쇄하기 위해 사업 개발자 측과 공동으로 탄소 배출량 이전 협정을 체결하여 톤당 66위안의 단가로 5,880톤의 이산화탄소 배출량을 구매한 바 있다. 당시 총 거래액은 약 38.8만 위안에 이르렀다. 이와 더불어 베이징시 기업인환경보호기금은 민간자금 플랫폼을 활용해 잔장 맹그로브 숲 자연보호구에 약 780만 위안을 기부해 맹그로브 숲 보호·복구 및 지역사회 공동 건설 등에 사용하고 있다. 중국은 맹그로브 숲의 보호와 복구에 초점을 맞추어 기존 맹그로브 숲의 복원·조성에서 맹그로브 숲 생태계 전반 복구로 전환하는 한편, 갯벌 맹그로브 숲의 재배 면적과 종류 지정 규범화를 추진하고 있다.

관련 연구자들의 이산화탄소 배출 감축량(탄소싱크 수량) 추산에 따르면

보호구에서 맹그로브 숲 300ha를 심으면 앞으로 30년간 약 10만 톤의 이산화탄소 배출을 감축할 수 있다. 현재 중국 맹그로브 숲 면적은 약 3만ha로 연간 약 30만 톤의 이산화탄소를 저장할 수 있을 것으로 기대되며, 기존 가격대로 거래하면 연간 약 2,000만 위안의 탄소싱크 거래 가치를 창출할 수 있다. 탄소배출 감축량의 거래 자금은 맹그로브 숲을 심고 조성 면적을 넓힐 수 있으며, 거꾸로 맹그로브 숲 관리, 지역사회 건설을 도와주는 등 장기적이고 안정적인 선순환 구조를 형성할 수 있다.

2) 련장(连江) 양식어업의 탄소싱크 모델

푸젠(福建)성 동부 연해에 위치한 련장현은 해역 면적이 3,112km²이며 해안선 길이가 238km로 해양어업 발전 잠재력이 크다. 련장현은 황치(黄岐)반도 북부 해역에 중국 최초의 탄소싱크 어업양식 기지를 건설할 계획을 세우고, 해양어업 친환경 양식 모델 모색·발전에 앞장서고 있다. 련장현이 실시하는 생태제품 시장화 개혁 모델과 심해 구역 친환경 양식 모델은 국가 생태문명시험구(生态文明试验区) 건설의 모범으로 선정되었다.

련장현은 2022년 1월 샤먼 재산권거래센터의 중국 최초 해양 탄소싱크 거래 플랫폼을 통해 1만 5,000톤의 해수양식 어업 탄소싱크를 거래한 바 있으며, 당시 거래액은 12만 위안이었다. 이는 중국 최초의 해양어업 탄소싱크 거래 사례로서 중국의 해양어업 탄소싱크 거래 분야에 공백을 메웠으며, 양식어업 '녹색 소득' 증가, 탄소싱크 어업에 대한 민간자본 투자 유도, 탄소중립 추진 등에 긍정적인 의의를 가지고 있다.

련장현은 중국에서 손꼽히는 수산업 지역으로 해조류와 패류 양식이 발달하였다. 해조류와 패류의 연간 양식 생산량은 70만 톤에 육박하는데, 이는 현지 수산 양식 총생산량의 약 90%를 차지한다. 련장현은 '중국 전복의 고향', '중국 미역의 고향'이라는 칭호를 가지고 있다. 해조류와 패류 양식

해수의 이산화탄소 배출량(탄소 흡수량) 측정에 따르면 연간 약 1억2,000만 톤의 해수양식 어업 탄소싱크를 거래할 수 있고 이를 통해 9.6억 위안의 경제 가치를 창출할적인 있다.

3) 성쓰(嵊泗) 홍합양식 탄소흡수 모델

저장(浙江)성 성쓰현은 중국 동해(동중국해) 북쪽 해안선(총 연장 1.8만 km)의 중심 현으로, 저장성 최동단, 저우산(舟山)군도 최북단에 위치하고 있으며, 상하이-항저우(杭州)-닝보(宁波)의 동쪽 관문과 천연장벽으로 중국의 남-북 및 강-바다를 연결한다. 또한 중국에서 서태평양으로 나가는 관문이며, 국제선박이 창장 입구로 드나드는 필수 항로이다. 성쓰현은 섬 404개를 보유하고 있으며, 관할하는 육지·해역 총면적이 8,824km²으로, 육지는 86km², 해역은 이보다 1백배가 넓은 8,738km²로 '1%의 섬과 99%의 바다'라는 말이 있을 정도이다. 성쓰의 양식 가능한 천해 갯벌 면적은 약 1,200ha이며, 이 중 천해 해역 면적은 475.1ha, 갯벌 면적은 366.4ha에 이른다. 또한 심해 해역 면적도 광활하여 항만, 갯벌, 천해와 심해 양식업의 발전 잠재력이 매우 크다.

홍합양식은 성쓰 해양어업의 중요한 부분으로 연간 생산량이 약 20만 톤이며 성쓰현 홍합양식 면적과 생산량은 성쓰현 전체 해수양식 면적과 총생산량의 92.0%, 99.2%를 차지한다. 관련 기관이 수행한 계산 결과(「대형 해조류와 이매패류 탄소싱크 계량 방법, 탄소 저장량 변화법(HY/T 0305-2021)」)에 따르면, 2021년 성쓰현의 홍합 양식면적당 평균 탄소 저장량은 약 8.1798t/(hm²·a), 홍합 생산량당 평균 탄소 저장량은 0.1167tC/t, 양식 홍합 탄소 저장 총량은 1만 1,934.3t이다. 「교토의정서」의 공업화 국가의 이산화탄소 저감 원가가 톤당 150-600달러라는 예측을 참고하여 중간값과 연평균 환율을 기준으로 추산하면 성쓰현 홍합양식업은 연간 약

2,850만 위안의 경제 가치를 창출할 수 있다. 중국의 연간 패류 해수양식 생산량은 약 1,500만 톤이고 연간 약 85만 톤의 이산화탄소를 배출을 할 수 있음이 예상되며, 창출 가능한 연간 경제 가치는 약 20억 위안으로 매년 36.5만 ha의 숲을 조성하는 효과와 비슷하다.

제3절 평가 및 향후 정책 방향²⁰³⁾

1. 평가

1) 통일된 탄소 저장능력 산정 방법 미비

해양생태계 탄소 저장 능력 추산 방법은 아직 국제적으로 통일되지 않았으며, 판단 기준, 탄소싱크 정산, 모니터링 방법학과 도구 역시 아직 완전하지 못하다. 탄소 배출권, 탄소배출 저감량 측정 기술과 데이터 제약으로 인해 탄소싱크 프로젝트 설계 규칙과 표준 체계도 구축되지 못하고 있다. 중국 해수양식은 패류·해조류만 20여 개 품종이 존재한다. 게다가 양식 수량이 많아 수역의 자체 정화 능력이 약해 과학적으로 계산이 가능한 탄소싱크 표준을 형성하기 어렵다.²⁰⁴⁾

2) 해양생물 탄소싱크 기초 연구 부족

중국은 해양생물 탄소싱크에 대한 기초 연구가 부족하며, 특히 서로 다

203) 본 절은 러자화(2022.7.20.)의 서면 자문을 바탕으로 저자 재작성

204) 焦念志(2021), p.184.

른 수역에서 서식하는 어업생물 먹이사슬을 통한 간접 탄소싱크 추산과 탄소 저장량 증가 경로 등에 관한 연구는 찾아보기 어려울 정도이다. 또 국제 사회에서 해양생물의 탄소싱크 기능이 인정되지 않고 있는 탓에 「교토의정서」가 권고하는 국제 탄소싱크 시장과 탄소싱크 프로그램도 해양생물 분야에 적용할 수 없게 된다.

3) 지원정책 미흡

어업 탄소싱크의 발전 관련 지원정책이 아직 미흡하다. 중국 어업 분야 탄소싱크 정책은 어선건조 과정에서 저탄소 환경보호에 중점을 두고 있다. 신시설과 신기술 도입의 경우, 중국 양식 기업과 양식업자는 양식 순환수 이용, 수산물 양식-태양광 발전 등에 상대적으로 많은 자금 지원을 받을 수 있지만 어업 탄소싱크 분야에는 상대적으로 금융지원이 지연되어 어업 탄소싱크 발전 속도를 더욱 더디게 하는 원인으로 작용하고 있다.

4) 연구 플랫폼과 인력 육성 기지 부족

어업 탄소싱크 연구 플랫폼과 연구인력 육성 기지가 부족하고 장기적이고 안정적인 연구 프로젝트와 이를 담당할 연구 인력도 부족한 상황이다. 연구·개발 주제의 중복성도 문제로 지적된다. 같은 유형의 프로젝트가 여러 차례 다수 지방과 부문에 의해 자금 지원을 받았지만 최종 연구 결과는 크게 다르지 않다. 또한 연구 가치가 종종 무시되고 양식 품종의 탄소 저장량 계산법이 규범적이지 못하며 불완전하다. 아울러 어업 탄소싱크 기술, 법률 및 시장 메커니즘도 완전하지 않으며, 어업 탄소싱크 체계화 프로젝트의 참여자가 적어 어업 탄소싱크의 기초 연구개발이 완성되기 어려운 상황이다.

2. 향후 정책 방향

1) 체계적인 발전 정책의 발표 및 보완

중국의 어업 탄소싱크는 해양 탄소싱크의 일부로 포함하여 추진되고 있으며, 주로 지방에서 시행되고 있어 체계적이고 체계적인 발전을 위한 정책 수립과 보완이 필요하다. 때문에 광둥성, 산둥성, 푸젠성 등과 같이 발전 여건이 성숙한 지역들은 현지 상황에 맞는 정책을 발표하고 이후 시행 효과를 반영해 수정하고 있다. 이에 중국 중앙 정부는 각 지방별 정책 시행 과정에 나타나는 공통적인 문제점을 찾아내 금융, 기술, 인력, 관리 등 각 분야를 총괄하여 전국에 적용할 수 있는 체계적인 정책을 수립할 전망이다.

이와 더불어 국가 어업 탄소싱크 발전 보고서 작성이 필요하다. 중국농업농촌부 어업어촌관리국이 주도하여 전국 대학과 어업연구기구 전문가로 어업 탄소싱크 전문 연구팀을 구성해 매년 발전 보고서를 발간하도록 한다. 이 보고서를 기반으로 학계와 업계의 소통을 강화하여 전문적인 연구를 추진하고 향후 정부 정책 조정에 지원 역할을 수행한다.

2) 탄소순환 모델 구축, 정산 표준 통일화

어업 탄소순환 모델을 구축하고 어업 탄소싱크의 장기적인 동향과 모니터링으로 예측을 진행한다. 해양생물의 탄소싱크 기능을 발휘해 어업 탄소싱크 기술 혁신과 연구를 강화하고 주요 양식품종의 탄소싱크 표준을 명확히 하여 통일된 어업 탄소싱크 정산 표준을 마련한다. 비록 중국공정원 탕치성(唐启升) 원사(院士)가 주도하는 연구팀은 어업 탄소싱크 정산 방법을 도출하기는 했지만 현재 중국 각 지방별로 별도의 정산 표준을 적용하고 있으며, 중앙 정부 차원에서 공식적으로 발표한 표준은 없는 실정이다. 따

라서 업계의 규범적인 거래와 관리를 위해 빠른 시일 내에 국가 표준을 마련해야 한다.

3) 저탄소 양식 시설 및 기술 보급

어업 탄소싱크 기술 서비스 체계를 보완하고 저탄소 양식, 패류·해조류의 과학적인 양식과 어선 에너지 절약 기술 개발을 강화한다.²⁰⁵⁾ 표준화 탄소싱크 양식 모델을 모색하고 저탄소 어업, 해조류 양식, 해양목장과 심해 양식 발전과 저탄소 기술의 보급 및 응용을 추진한다.²⁰⁶⁾ 렌장의 전복, 성쓰의 가리비 양식을 모델로 삼아 전국에서 적용할 수 있는 양식 기술과 시설을 보급한다. 이와 더불어, ‘Deep Blue 1호’ 전체 잠입식 심해양식 플랫폼, ‘전바오(振鲍) 1호’ 등 반 잠입식 심해 양식 시설, ‘귀신(国信)1호’ 양식 공모선 등²⁰⁷⁾ 저탄소·스마트 양식 시설 운영과 업그레이드를 가속화하여 저탄소 기술 응용을 촉진시켜야 한다.

스마트 어항, 스마트 어업과 디지털 어업 발전을 적극적으로 추진하고 어선 대기오염물과 어항 및 항만 근해양식 오염에 대한 관리를 강화한다. 특히, 중국의 근해 양식은 상대적으로 큰 규모 탓에 근해 오염을 초래하는 중요한 요인이다. 따라서 향후 해수양식에 대한 오염 모니터링과 관리를 강화하고 친환경 양식을 권장해야 한다. 이와 더불어, 중국 각 해역과 품종에 적용되는 구체적인 해수양식 오염상태 평가 체계를 구축해야 한다.²⁰⁸⁾ 뿐만 아니라, 중국은 어선 휴어제도를 실시하면서 어선 기름값 보조정책을 취소하였고 어업자원에 대한 어민들의 보호를 권장하고 있으며,²⁰⁹⁾ 이를

205) 纪建悦&曾琦(2016), pp.776-778.

206) 위의 책, pp.776-778.

207) 하염뢰(2020), pp.83-90.

208) 宗虎民&袁秀堂(2017), pp.337-342.

209) 러자화(2022), p.5.

통해 근해 자원을 보호하고 대기오염을 완화하고 있다.

4) 어업 탄소싱크 산업화

어업 '제로 탄소' 실현 경로를 모색하고 어업 탄소싱크 산업화 시범 사업을 실시한다. 어업 녹색 발전을 기반으로 해조류 양식, 여식성 패류와 어류 양식, 증식어업, 레저어업 및 어획어업 등 생태환경과 생산 방식이 다양한 각종 시범구를 건설해 탄소싱크 실현 경로를 모색한다.²¹⁰⁾ 또한, 어업 전 산업사슬의 탄소 포집·활용·저장(CCUS) 기술 도입, 연구·개발과 응용을 추진하여 어업 탄소싱크 산업사슬을 보완하도록 한다.

5) 국제협력 추진

마지막으로 국제협력을 추진하여 중국에 적합한 블루카본 경제발전의 길을 모색한다. 국제협력 장려 지원조치를 통해 해외 어업 기구 및 기업과 소통할 수 있는 플랫폼을 구축한다. 또한, 기후변화 국제협력에 적극적으로 참여하고 어업 발전 수준이 미비한 국가에 지원한다. 예를 들면, 개발도상국에 어업 저탄소 시범구 건설, 탄소싱크 어업 양식기술과 시설 수출, 어업 탄소싱크 전문 인력 양성 등을 추진한다. 이와 더불어, 국제 세미나와 전시회 등 다양한 형식의 행사를 통해 해외 국가, 국제기구와 교류를 추진하여 국제 어업 탄소싱크 분야에서 중국의 영향력을 강화할 수 있다.

210) 盐城水产科学研究院(2022.7.31.)(검색일: 2022.10.29.).

05

중국의 해운·항만 분야 탄소중립 정책

해운·항만 산업은 중국 경제사회 및 국제무역 발전에서 매우 중요한 역할을 수행하고 있다. 현재 수운은 중국 국내무역 화물 운송량의 약 15%(톤-킬로 기준 약 35%)와 국제무역 화물 운송량의 약 95%를 담당하고 있으며, 중국 해운기업은 전 세계 국제무역 해상화물 운송량의 약 8%(톤-킬로 기준 약 5%)를 담당하고 있다. 2021년 중국 해운기업들이 내륙수로를 이용해 수송한 화물은 41억 8,900만 톤이며, 톤-킬로미터 기준으로는 17,735억 9,900만 톤이 된다. 해상 화물 수송량은 40억 5,100만 톤이며, 톤-킬로 기준으로는 9,7841억 5,100만 톤에 이른다²¹¹⁾. 2021년 중국 항만의 화물 처리량은 155억 4,500만 톤으로 이 중 석탄 및 그 제품, 석유, 천연가스 및 그 제품, 금속 광석 처리량은 각각 28억 3,100만 톤, 13억 1,600만 톤, 23억 9,900만 톤, 컨테이너 물동량은 2억 8,300만 TEU에 달했다²¹²⁾. 중국 정부가 고품질 발전을 촉진함에 따라 석탄, 광석 및 대량 벌크 화물은 장기적으로 운송량이 다소 감소할 것으로 예상되지만, 중국 수상 화물 운송량(톤-킬로 기준 포함)은 여전히 증가 단계에 있다.

중국에서 해운은 도로 및 철도 등 육상운송 수단에 비해 토지 이용 및

211) 中国政府网(2015.6.30.)(검색일: 2022.6.5.)

212) 中华人民共和国交通运输部(2022.5.25.)(검색일: 2022.6.6.)

에너지 소비와 도로 운송 대비 오염, 배기가스 배출이 적다는 장점이 있다. 해상-철도 복합운송, 도로 운송의 수운 전환²¹³⁾, 수수(水水) 환적은 수운의 장점을 충분히 발휘할 수 있는 주요한 방법으로, 중국은 중앙 정부 관련 요구에 따라 2025년까지 수로를 통한 화물 수송량을 2020년에 비해 12% 정도 증가한다는 계획이다²¹⁴⁾. 중국의 해운·항만 부문은 쌍탄 목표 달성, 오염 및 탄소 저감 시너지를 증대해야 하는 압력과 도전에 직면해 있으며, 에너지 절약, 온실가스 감축 및 환경 보호, 생태문명 건설 추진은 해운·항만 산업의 녹색발전을 위한 중요한 내용이다.

한편, 해운 대국인 한국과 중국은 현재 국제해사기구(IMO) A그룹 이사국이며, 양국 국제무역 화물 운송량의 대부분을 해운이 담당하고 있다. 또한 중국은 한국의 최대 교역국이자 최대 수입시장으로, 양국은 긴밀한 경제무역 관계를 유지하고 있다. 2021년 양국 간 교역액은 3,623억 5,106만 달러로, 이중 중국의 對 한국 수출액은 1,488억 6,403만 달러, 수입액은 2,134억 8,702만 달러에 달했다.²¹⁵⁾

현재 해운은 한중 간 무역화물 운송량의 대부분을 담당하고 있으며, 해운·항만 산업은 양국의 경제사회 및 국제무역 발전에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 한국과 중국 모두 해운·항만 산업 탄소중립을 추진하고 있어 이와 관련한 이와 관련한 협력의 필요성과 잠재력을 확인하였다.

213) 항만까지 장거리 수송이 필요한 화물에 대해서는 수운 인프라 개선, 서비스 수준 향상, 운임 인하 등 수단을 통해 전통적으로 도로 운송을 이용하던 화물을 수로 운송으로 전환함으로써 에너지를 절약하고 온실가스 배출을 줄이는 목적을 달성함

214) 中国政府网(2021.12.25.)(검색일: 2022.6.5.)

215) 中华人民共和国海关总署(2022.1.18.)(검색일: 2022.6.20.)

제1절 해운·항만 분야 탄소중립 정책

1. 탄소중립 목표 제시 이전의 정책

중국의 해운·항만 분야는 정부 기후변화 대응, 온실가스 감축 정책을 실현하기 위해 장기간 노력을 해왔으며, 중국 정부가 탄소중립 실현 목표를 제시하기 이전에 이미 에너지 절약, 온실가스 감축, 탄소피크 촉진과 관련된 일련의 효과적인 정책법규, 실행 방안과 행동 계획을 발표하고 실시했다.

중국이 탄소중립 목표를 제시하기 전의 에너지 절약, 온실가스 감축, 탄소피크 촉진 정책과 조치는 <표 5-1>과 같으며, 주로 노후 선박 도태 및 선박 대형화, 내륙수로 선형 표준화, 해상-철도 복합 운송, 하역기계 동력 전환, 육상전원 사용, 청정에너지(재생에너지) 개발 및 응용, 선박 에너지 효율 관리를 포함하고 있다.

<표 5-1> 탄소중립 목표 제시 이전 중국 해운·항만 부문의 탄소중립 정책 및 조치

연도	교통운수부 등 부처 위원회발표 정책 및 조치	주요 내용
2008	도로·수로 교통 에너지 절약 중 장기 계획 요강	• 선박과 항만의 구조적, 기술적, 관리적 에너지 절약 조치의 잠재력 분석
2011	도로·수로 교통운송의 에너지 절약 및 배출 저감 '12·5' 계획	• 선박 에너지 소비 제한치 액세스 제어; 노후 선박 도태 및 선박 대형화; 내륙수로 선형 표준화; 해상-철도 복합 운송; 컨테이너 트랜스퍼 크레인 연료의 전기 전환; LNG 동력 항만 하역기계; LNG 예인선; 항만 접안 선박의 육상전원 사용; 청정에너지(재생에너지) 개발 및 응용; 선박 에너지 효율 관리
2012	'12·5' 수운 에너지 절약 및 감축 총체적 추진방안	• 선박 에너지 소비 제한치 액세스 제어; 노후 선박 도태 및 선박 대형화; 내륙수로 선형 표준화; 해상

연도	교통운수부 등 부처 위원회발표 정책 및 조치	주요 내용
		-철도 복합 운송; 컨테이너 트랜스퍼 크레인 연료의 전기 전환; LNG 구동 항만기계; LNG 예인선; 항만 접안 선박의 육상전원 사용; 재생 에너지 개발 및 응용; 선박 에너지 효율 관리
2013	교통운송업 '12·5' 온실가스 배출통제 업무방안	• 해상-철도 복합운송, 수수(水水) 환적; 강해(江海) 직통; 노후선박 도태 및 선박 대형화; 내륙수로 선형 표준화; 해철 복합 운송; 컨테이너 트랜스퍼 크레인 연료의 유류에서 전기로 전환; 신에너지, 청정에너지(재생에너지) 항만 기계 및 선박; 항만 접안 선박의 육상전원 사용; 에너지 효율적인 항만 기계 응용; 에너지 절약 조명; 탄소 거래 시범
2014	항만의 에너지 절약 및 배출 저감에 관한 지도의견	• 컨테이너 트랜스퍼 크레인 연료의 전기 전환; 신에너지, 청정에너지(재생에너지) 개발 및 응용; 항만 접안 선박의 육상전원 사용; 에너지 효율적인 항만 기계 응용; 에너지 절약 조명; LNG 구동 항만기계; LNG 예인선; 주파수 변환 속도 제어; 자동화 작업; 에너지 절약 조작법; 전기 에너지 환원;
2015	녹색 순환 저탄소 교통운송 발전 가속 추진 지도의견	• 해상-철도 복합 운송; 수수(水水) 환적; 항만장비 및 선박의 에너지 소비 제한지 액세스 제어; 신에너지, 청정에너지(재생에너지) 개발 및 응용; LNG 구동 항만기계; LNG 추진선; 에너지 절약형 항만기계 응용; 녹색 조명
2016	수운업계의 액화천연가스 적용 추진에 관한 지도의견	• LNG 추진선 ; LNG 구동 항만기계
2017	'12·5' 기간 전국 내륙수로 선형 표준화 사업 실시방안	• 노후 선박 도태 및 선박 대형화; 내륙수로 선형 표준화
2018	선박 및 항만 오염방지 특별 행동 실시방안(2015-2020년)	• 노후 선박 도태 및 선박 대형화; 내륙수로 선형 표준화; 항만 접안 선박의 육상전원사용; LNG 추진선 ; LNG 구동 항만기계; 해철 복합운송; 강해(江海) 직통
2019	교통운송 에너지 절감 및 환경 보호 '13·5' 발전계획	• 해상-철도 복합운송; 수수(水水) 환적; 신에너지, 청정에너지(재생에너지) 개발 및 응용; 계약 에너지 관리, 탄소 거래, 제3자 관리 등 시장 메커니즘; LNG 추진선; LNG 구동 항만기계; 항만 접안 선박의 육상전원 사용; 에너지 절약 운전 기술; 에너지 소비 모니터링
2020	전기에너지로의 대체 추진에 관한 지도 의견	• 컨테이너 트랜스퍼 크레인 연료의 전기 전환; 항만 접안 선박의 육상전원 사용; 전기구동 항만기계

자료: 평환성(2022.7.25.)의 서면 자문을 바탕으로 저자 재작성

2. 탄소중립 실현 목표 제시 이후의 정책

2020년 중국 정부가 탄소중립 목표를 제시한 이후, 중국의 해운·항만 부문은 쌍탄 ‘1+N’ 정책체계 중 해운·항만 부문 관련 정책과 IMO의 해운 실체 감축 예비전략연구를 점진적으로 이행하였다. 필요한 정책법규를 제정하였으며, 저탄소 발전 촉진, 탄소피크 요건 강화 및 탄소중립 추진과 관련된 일부 세부적인 정책법규, 실시방안과 행동계획을 발표했다.

탄소중립 목표를 제시한 이후에 중국 해운·항만 부문 에너지 절약, 온실가스 저감, 탄소피크 촉진 관련 정책과 시행에 요구되는 주요 에너지 절약 및 온실가스 저감 조치는 <표 5-2>와 같다.

<표 5-2> 탄소중립 목표 제시 이후 중국 해운·항만 부문의 탄소중립 정책 및 조치

연도	교통운수부 등 부처 위원회 발표 정책 및 조치	주요 내용
2021	국가 종합 입체교통망 기획 요강	• 해상-철도 복합운송; 수수(水水) 환적; 강해(江海) 직통; 도로운송의 철송 및 수운 전환
	교통운송 분야 신형 인프라 건설 액션플랜(2021-2025년)	• 자동화 부두; 신에너지, 청정에너지(재생에너지) 구동 항만기계 및 선박; 선박의 육상전원 수전; 항만의 육상전원 공급; 스마트 조명
	창장 경제벨트 항만 접안 선박의 육상전원 사용을 더욱 촉진할 데 관한 통지	• 항만 접안 선박의 육상전원 사용
2022	수운 ‘14·5’ 발전계획	• 해상-철도 복합운송; 수수(水水) 환적; 내륙수로 선형 표준화; 강해(江海) 직통; 강해 연결운송; 항만 접안 선박의 육상전원 사용
	전기에너지로의 대체 촉진에 관한 지도 의견	• 유류의 전기 전환, 항만 접안 선박의 육상전원 사용; 신에너지, 청정에너지(재생에너지) 구동 항만기계 및 선박; 항만 풍력, 태양광 발전 수소연료전지 선박
	수소에너지 산업 발전 중장기 계획(2021-2035년)	• 수소연료전지 선박

연도	교통운수부 등 부처 위원회 발표 정책 및 조치	주요 내용
	녹색교통 '14·5' 발전계획	• 해상-철도 복합운송; 수수(水水) 환적; 도로운송의 철송 전환; 도로운송의 수운 전환; 강해(江海)직통; 강해 연결운송; 신에너지, 청정에너지(재생에너지) 구동 항만기계 및 선박; 항만 접안 선박의 육상전원 사용;
	오염 및 탄소 저감 시너지 증대 실시방안	• 도로운송의 철송 및 수운 전환; 신에너지, 청정에너지(재생에너지) 구동 항만기계 및 선박; 항만 접안 선박의 육상전원 사용; 노후 선박 도태 및 선박 대형화; 교통 에너지 융합 기술;
	교통부, 국가철도국, 중국 민간 항공국, 국가우체국의 '새로운 발전이념의 완전하고 정확하며 전면적으로 이행하여 탄소피크 및 탄소중립 사업을 잘할 데 관한 중국 공산당 중앙위원회 국무원 의견'의 실시의견 이행	• 해상-철도 복합운송; 수수(水水) 환적; 도로운송의 철송 및 수운 전환; 신에너지, 청정에너지(재생에너지) 구동 항만기계 및 선박; 항만 접안 선박의 육상전원 사용; 항만 장비 및 선박의 에너지 소비 한계치 액세스 제어; 탄소 배출권, 에너지 사용권의 유상 사용, 계약 에너지 관리 등 시장 메커니즘

자료: 평환성(2022.7.25.)의 서면 자료를 바탕으로 저자 재작성

탄소중립 목표를 제시한 이후 중국 해운·항만 부문 정책은 전체적으로 목표 제시 이전의 정책 중 효과적이었던 조치들을 강화하는 방향으로 수립되었다. 아울러 중국 정부의 요구에 따라 저탄소 발전을 실현하는 동시에 오염물질 배출을 줄이고 대기질도 개선하기 위한 오염 및 탄소 저감 시너지 증대 조치의 실시가 더욱 강조되었다. 예를 들면 신에너지 또는 청정에너지(재생에너지) 구동 항만 기계 및 선박의 개발과 적용, 항만 접안 선박의 육상전원 사용, 항만 배후 운송구조의 조정(해상-철도 복합운송, 수수환적, 도로운송의 철송 및 수운 전환 등)이 포함된다.

탄소중립 실현 목표가 제시된 이후 중국의 해운·항만 부문은 「녹색교통 '14·5' 발전계획」에 오염·탄소 저감, 에너지 사용 및 운송 구조와 관련된 해운·항만 부문의 탄소중립 세부 목표를 <표 5-3>와 같이 설정했다.

〈표 5-3〉 「녹색교통 ‘14·5’ 발전계획」 중 해운·항만 분야 세부 목표

구분	지표	‘25년 목표치
오염·탄소 저감	‘20년 대비 운항선박 단위당 운송회전량의 CO ₂ 배출 저감율(%)	3.5
	‘20년 대비 운항선박의 NOX 배출 저감율(%)	7
에너지 사용 구조	국제 컨테이너 허브항의 신에너지·청정에너지 컨테이너 트럭 비중(%)	60
	‘20년 대비 창장경제벨트 항만과 수상 서비스 구역의 당해 연해 육상전원 사용량 증가율(%)	100
운송 구조	컨테이너 철도-수운 복합운송량 연평균 증가율(%)	15

주: 국제 컨테이너 허브항은 상하이, 다롄, 톈진, 칭다오, 려원강, 닝보저우산, 샤먼, 선전, 광저우, 베이부안, 양푸 등 11개 항만임
 자료: 中华人民共和国交通运输部(2021.10.29.)〈검색일: 2022.9.15.〉을 바탕으로 저자 재작성

제2절 탄소중립 추진 방식 및 사례

1. 노후선박 퇴출 및 선박 대형화 촉진

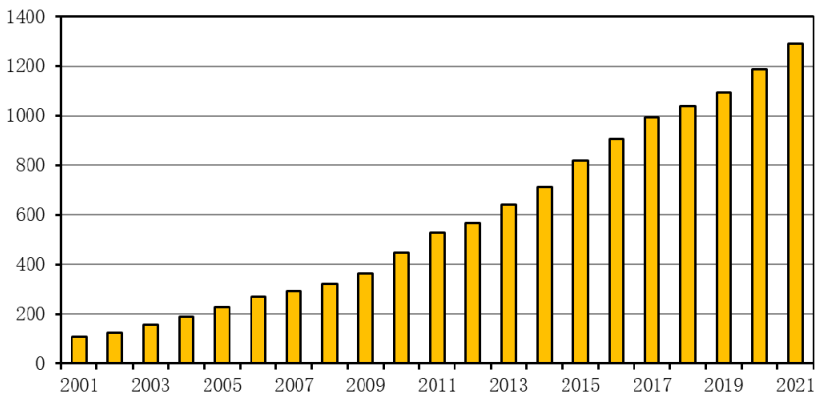
선박의 에너지 효율 수준 향상을 위해 선박 대형화가 매우 중요하며, 중국은 장기간에 걸쳐 내륙수로 선박 대형화 및 표준화를 추진해왔다. 중국은 ‘11·5’, ‘12·5’ 및 ‘13·5’ 기간 총 38억 위안의 중앙재정 자금을 투입해 노후선박 폐기를 장려하고 선박 대형화와 표준화를 촉진하여 큰 효과를 거두었다.

〈그림 5-1〉은 2001-2021년 중국의 내륙수로 선박 순재화중량톤수(Net DWT)²¹⁶⁾ 변화 추이를 나타낸다. 2021년 중국 내륙수로 선박 평균 순중

216) 재화중량톤에서 연료, 청수, 식량, 선용품, 선원·여객 및 이들의 소지품, 불명중량 등을 제외한 실제로 선박에 적재 가능한 화물의 최대중량을 말함

량톤은 1,292DWT로 2001년의 12배에 달했으며, 이는 중국 내륙수로의 에너지 효율 향상에 결정적인 영향을 미쳤다.

〈그림 5-1〉 2001-2021년 중국 내륙수로 선박의 순증량재화톤수 변화 추이



자료: 평찬성(2022.7.25.)의 서면 자료를 바탕으로 저자 재작성

2. 선박의 육상전원 사용

선박은 항만에 접안해 있는 동안 선상 설비(냉장, 에어컨, 난방, 통신, 조명, 응급 등) 가동에 필요한 전기를 선박의 보조엔진 연료를 활용해 생산한다. 이 과정에서 배출되는 대량의 황산화물, 질소산화물, 미세먼지와 같은 대기 오염물질은 항만뿐만 아니라 항만 도시의 대기질을 악화시키고 항만 근로자와 도시 주민의 건강에 악영향을 미친다. 분석에 따르면 항만의 대기 오염 주요 공급원 중 하나가 바로 항만 접안 선박이 배출하는 대기 오염물질이다.

비록 중국은 석탄화력발전소를 통해 대량의 전력을 공급하고 있지만 오랫동안 발전소 에너지 절약과 배출가스 저감 사업을 강화해왔기 때문에

현재 석탄화력발전소 배출 관리 수준은 천연가스를 이용해 전기를 생산하는 경우에 도달했다. 이밖에도 중국은 수력·태양광 등 재생에너지와 천연가스·원자력 등 청정에너지를 이용한 발전 비중을 지속적으로 늘리고 있다. 따라서 항만에 접안하는 선박이 연료 대신 전기를 사용해 발전을 하게 되면 선박의 대기오염물질 배출을 효과적으로 줄일 수 있다. 육상전원을 녹색 항만 건설, 항만 및 항만 도시의 대기 질을 개선하는 중요한 수단으로 활용할 수 있으며, 궁극적으로 중국 전역의 대기오염물질을 저감할 수 있다.

다만, 접안 선박이 육상전원을 사용하기 위해서는 항만이 육상전원 공급능력을 구비해야 하며, 선박은 수전능력을 갖추어야 한다. 접안 선박이 육상전원을 사용하게 되면 항구의 선박 대기오염물질 배출이 크게 줄어들어 항만 소재 지역의 대기질에 책임을 지고 있는 지방 정부와 항만 도시 주민들이 혜택을 볼 수 있다. 따라서 항만 도시의 상급 정부, 항만 행정 주관 부서 또는 중앙정부가 이해관계자를 조율하여 선박의 대기오염물질 배출과 CO₂ 직접배출을 줄이는 데 함께 기여해야 한다.

1) 주요 사례

(1) 선전항 사례

선전항은 교통운수부의 「항만 육상전원 분포방안」(2017년)의 요구사항을 이행하여 2020년 12월 말 <표 5-3>과 같이 컨테이너, 페리, 크루즈, 3,000톤 이상의 여객 및 50,000톤 이상의 건잡화 전용 선석에 AMP를 설치했다. 다만, 선전항은 2020년에 코로나19의 해외 유입을 막기 위해 육상전원 사용을 대부분 중단하였다.

〈표 5-4〉 2020년 12월 선전항의 AMP 설치 현황

항만기업	선석 수	AMP 설치		AMP 수량	AMP 설치 중 선석 수
		선석 수	비중		
엔텐국제컨테이너터미널 (盐田国际集装箱码头)	20	16	80%	6	1
셔커우컨테이너터미널 (蛇口集装箱码头)	9	8	89%	3	0
츠완컨테이너터미널 (赤湾集装箱码头)	6	6	100%	2	0
다찬완컨테이너터미널 (大铲湾集装箱码头)	5	5	100%	4	0
하이싱 및 마완 터미널 (海星妈湾))	5	0	0	0	5
마완(妈湾) 발전소 부두	2	2	100%	2	-
크루즈터미널	1	1	100%	1	-
합계	48	38	80%	18	6

자료: 中国港口协会(2022)를 바탕으로 저자 재작성

(2) 렌윈강항 사례

렌윈강항은 교통운수부가 추진하는 항만 접안 선박의 육상전원 사용 시범항만 중 하나이다. 렌윈강항의 첫 번째 육상전원 공급시스템은 2010년 부터 렌윈강과 한국 인천항 사이를 운항하는 ‘중한의 별(中韩之星)’ 정기 페리에 서비스를 제공하기 시작했으며, 육상전원의 응용을 중시해왔다.

2021년 코로나19에도 불구하고 렌윈강항 국제여객터미널 69번 및 27 번 선석에 총 186척의 선박이 기항했다. 이중 고전압 육상전원에 연결한 선박은 123척(‘하모니 윈강(和谐云港)호 97회, 즈위란(紫玉兰)호 26회)으로 전기 접속률은 66%에 이르렀다. 한편, 육상전원 이용률은 하모니 윈강 호는 100%, 즈위란호는 30%²¹⁷⁾를 기록한 것으로 집계되었다.

217) 2021년 즈위란호는 4번은 기후의 영향으로, 50번은 선석 부족 등 요인으로, 7번은 접안 위치와 방향에

이밖에 련윈강항 37번 선석에는 45척의 선박이 육상전원을 사용했으며, 누적 전기 사용량은 991,322.5kWh, 누적 사용시간은 2,343.7시간, 일일 평균 육상전원 사용시간은 6.5시간을 기록했다.

2) 적용 효과

2019년 말까지 중국은 7,000여 개 선석에 5,400여 개 AMP를 설치했다. 중국 전역에서 안후이성과 광시좡족자치구를 제외하고 2019년 각 성 및 구에서 약 60,000척의 선박이 약 4,500만 kWh의 육상전원을 사용했다. 그 중 연안 항만과 내륙수로 항만에서 육상전원을 사용한 횟수는 각각 2.8만 척과 3.2만 척이며, 육상전원 사용시간은 각각 약 3,300만 kWh와 1,200만 kWh이다.

2020년 코로나19의 영향으로 국제항행선박 선원과 터미널 근로자가 육상전원 공급 시스템을 공동으로 조작하는데 제약을 받게 되면서 국제항행선박의 육상전원 사용은 중단되다시피 했다. 2020년 말 중국은 7,500여 개의 선석에 AMP를 설치했으며, 그 중 4,700여 개는 창장경제벨트에 위치한 항만에 분포되어 있었다. 2020년 창장에 위치한 항만에서 약 23만 척, 231만 시간, 500만 kWh의 육상전원이 사용되었다.

2021년 창장경제벨트의 11개 성 및 도시에서 499,000여 척의 선박이 553.5만여 시간 동안 6,570만 kWh의 육상전원을 사용했다²¹⁸⁾. 이는 1.45만 톤의 연료를 대체한 것과 같은 것으로, 항만 지역 대기오염물질 배출량을 대폭 줄이는 동시에 약 47,000톤의 CO₂ 직접 배출과 약 7,027톤

변화가 발생해 육상전원을 사용할 수 없었으며, 7월에는 40일 동안 도크에서 수리를 받았기 때문에 항행을 하지 못함. 본 내용은 평찬성(2022.7.25.)의 서면 자문을 바탕으로 저자 재작성

218) 이중 산샤댐 육상전원 실험구에서 사용한 육상전원 3,525척, 사용량 676.3kWh으로 코로나19의 영향으로 여객선이 4개월 동안 운항을 중단한 상황에서도 전년 동기대비 235% 증가함. 평찬성(2022.7.25.)의 서면 자문을 바탕으로 저자 재작성

의 CO₂ 간접 배출을 줄이는 효과와 비슷하다.

3. 컨테이너 트랜스퍼 크레인 연료의 전기 전환

컨테이너 전용 터미널은 일반적으로 RMTG와 RTGC를 포함하는 트랜스퍼 크레인을 야드 작업설비로 사용한다.

RTGC는 초기 투자가 적고 지반에 대한 요구 사항이 낮으며, 할부로 구매할 수 있어 비용 우위가 있다. RTGC는 야드 전체를 이동할 수 있어 기동성과 유연성 측면에서 야드 작업 관리가 편리하다는 장점이 있다. 때문에 전 세계 컨테이너 터미널의 약 90%가 RTGC를 야드 하역장비로 선택했으며, 중국의 대부분 컨테이너 터미널도 비슷한 상황이다.

통상적으로 RTGC는 디젤을 동력원으로 사용한다. 컨테이너 터미널의 정상적인 작동과 RTGC의 정상적인 사용을 전제로 RTGC 한 대당 연간 10만 TEU 이상을 처리하는 경우 100톤 이상의 연료를 소비하게 된다. 대부분의 컨테이너 부두에서 디젤유 소비로 대기오염물질을 발생시키는 설비는 주로 하역기계와 운송설비, 컨테이너 차량이다. 때문에 RTGC는 컨테이너 부두 자체에서 대기오염물질 저감 관리가 가능한 배출원 중 하나다.

RTGC 연료를 유류에서 전기로 전환하는 ‘유개전(油改电)’ 기술 개조를 위해서는 개조 설비와 도시 전원 공급시스템 사이에 1개의 전원 공급시스템을 추가해 도시 전원을 RTGC에 연결함으로써 기존 디젤 발전기를 대체해 전원을 공급할 수 있다. 도시 전기 및 디젤 발전기는 전환 기능을 가지고 있어 RTGC가 컨테이너 적치 작업을 진행할 때에는 디젤 발전기를 끄고 도시 전력을 사용한다. RTGC를 다른 야드로 전환할 때에는 도시 전력을 분리하여 발전 차량 도는 디젤 발전기를 이용해 작업을 수행한다. 이

를 위해 RTGC 개조가 필요하고 전력 공급시스템을 늘리는 한편 RTGC에 전력을 공급하기 위해 야드 전원 공급 네트워크를 구축할 필요가 있다.

고유가 시기 RTGC ‘유개전’ 사업에 비용을 투자하게 되면 투자비를 매우 빠르게 회수할 수 있다. 반면, 유가가 하락한 후 RTGC ‘유개전’ 사업을 추진하게 되면 투자회수 주기가 길어져 항만기업의 전환 열정에 영향을 미칠 수 있다. 현재 중국 정부는 RTGC ‘유개전’ 사업이 저탄소·친환경에 적합하다고 판단해 최선을 다해 추진하고 있다.

1) 주요 사례

저장우저우차푸항만유한회사(浙江五洲乍浦港口有限公司)는 2010년 컨테이너 야드에 e-RTGC 전용 전력 공급시설을 설치했다. 같은 해 말 찰화중공업(ZPMC)이 제작한 RTGC 6기의 동력원은 기존 디젤에서 도시 전력으로 바꾸었다. 저장우저우차푸항만유한회사는 또 컨테이너 야드에 뉘얼크레인(诺尔起重)에서 제작한 e-RTGC 4대를 추가로 투입해 RTGC ‘유개전’ 목표를 달성했다. 재래식 RTGC를 사용할 때에는 디젤 발전기를 이용해 전력을 공급했는데 효율이 낮을 뿐만 아니라 에너지 소비도 많았다. 이에 더해 국제 원유시장의 불안과 연료 가격의 끊임없는 상승으로 RTGC 운영 원가가 계속 상승했다. 그리고 디젤 엔진으로 RTGC에 전력을 공급하는 방식은 잦은 유지보수를 수반하고 운행 중 배기가스 배출이 많고 소음이 크다는 단점이 있어 저탄소·친환경 요구와 큰 차이가 있다.

디젤 엔진은 에너지 전환 효율이 낮고 에너지 소비가 많으며, 원가가 높고 오염이 많은 등의 단점이 있다. RTGC ‘유개전’ 프로젝트 추진으로 이러한 부분을 효과적으로 해결하고 에너지 이용 효율을 향상시켜 온실가스의 직접적인 배출을 줄이고 기업의 경제효익을 높이는 동시에 막대한 사회적·생태적 효과도 얻을 수 있다.

‘유개전’ 개조를 실시한 전체 RTGC를 대상으로 개조사업 추진 전 1년 동안 연간 에너지 소비량과 작업량에 근거하여 산정한 단위당 에너지 소비량은 1.15kg/TEU로 산출되었다. RTGC ‘유개전’ 사업을 본격화한 이후 컨테이너당 평균 전력 소비는 1.6kWh/TEU, 부두 내 직접 배출된 CO₂ 3.69kg/TEU, 직간접 CO₂ 배출량은 2.75kg/TEU 감소하였다.

2) 적용 효과

‘12·5’ 기간 동안 중국 컨테이너 부두 대부분은 RTGC(총 2,000 여기 이상) ‘유개전’ 사업을 완성했다. ‘유개전’에 필요한 부지 제약, 돌발적인 정전 사태 대응, 노후에 따른 퇴출 직전 등의 이유로 현재 소수의 RTGC만 기존 동력원을 유지하고 있다. 추산에 따르면 RTGC ‘유개전’ 사업 추진으로 중국 컨테이너 항만에서 연간 경유 사용량이 약 25만 톤 감소하였다. 이에 따라 항만지역의 간접 CO₂ 배출량은 월 80만 톤 감축되었고, 대기오염물질 배출도 대폭 줄어 항만과 항만 도시 대기질 개선에 기여하고 있다.

때문에 현재 e-RTGC는 RMGT와 함께 신규 컨테이너 터미널에 도입하고 있는 표준 사양이 되었다.

4. 완전 전력 자동화 컨테이너 부두

완전 전력 자동화 컨테이너 부두는 에너지원으로 전력 100%를 사용하는 자동화 컨테이너 부두다. 안벽 크레인, RTGC나 RMTG 등 외에도 AGV, ASC를 비롯한 수평이송 차량 등도 모두 전기로 구동된다.

중국이 녹색·스마트 교통을 대대적으로 추진한 배경에는 완전 전력 자동화 컨테이너 부두가 급속한 발전을 거듭해 녹색스마트 이념과 잘 융화

되면서 세계 최고 수준의 녹색·스마트 항만을 건설하는 유력한 수단이기 때문이다. 세계 최대 컨테이너 화물 수출입국인 중국에서는 최근 몇 년 간 다수의 대형 자동화 컨테이너 터미널 건설이 급물살을 탔다. 자동화 컨테이너 부두 건설은 중국 컨테이너 허브 항만이 경쟁력과 영향력을 강화하는 중요한 수단이 되고 있다.

중국의 첫 자동화 컨테이너 야드는 2005년 상하이항 와이가오차오(外高桥) 자동화 공컨테이너로 준공 이후 시험 운행에 들어갔다. 2007년 ZPMC가 고효율·친환경 완전 자동화 컨테이너 부두 하역 시스템을 선보였으며, 창싱(长兴)도 기지에 모든 규격의 컨테이너 운영 테스트 시스템을 구축했다. 2015년 샤먼항 자동화 컨테이너 터미널이 운영에 들어갔다. 이후 칭다오항, 상하이항 자동화 컨테이너 터미널이 잇따라 가동되면서 중국의 자동화 컨테이너 터미널은 급속 성장기에 접어들었다.

2022년 6월 기준 중국은 누적 10개의 자동화 컨테이너 부두를 건설했다. 완전 전력 자동화 컨테이너 부두는 전 세계 녹색·스마트 항만의 새로운 흐름을 선도하고 있으며, 중국의 자동화 부두 설계·건조 기술과 항만 기계장비 제조 기술은 세계 선두 수준이다.

1) 주요 사례

(1) 샤먼 위안하이 자동화 컨테이너 부두

샤먼 위안하이(远海) 컨테이너 스마트화 부두 프로젝트는 샤먼 하이창(海沧) 보세항구의 14번 선석과 15번 선석 일부에서 추진되었으며, 안벽 길이는 538m, 야드 폭은 308m이다. 연간 설계 하역능력은 78만~91만 TEU으로 기존 부두보다 20~40% 가량 하역능력이 늘었다.

안벽 크레인인 더블 트롤리, 야드에서는 e-RMGT를, 수평이송 장비는

리튬배터리로 구동되는 AGV를 도입해 전체 작업 과정에 스마트화 제어를 실시하고 있으며, 현장 작업은 무인으로 진행된다. 중국 최초의 무인·친환경 완전 스마트 컨테이너 터미널로 조성되는 샤먼 위안하이 부두는 다음과 같은 네 가지 특징을 가지고 있다.

첫째, 전통 부두에서 대량으로 사용하던 내연기관 구동 방식 컨테이너 수평이송 장비를 없애고 전기 구동 컨테이너 운반 장비로 교체했다. 최초로 리튬배터리 동력의 AGV를 도입했으며, 기회가 될 때마다 충전하는 방식으로 200Ah급 대용량 운송차량의 배터리 구동 요구를 충족시켰다. 추산 결과 종합 탄소 배출량은 14% 이상 감소하고, 에너지 소비는 기존 부두 대비 25% 이상 감소 효과가 있는 것으로 나타났다.

둘째, 컨테이너 현장 작업은 완전 자동화를 실현했다. 중앙제어실은 컨테이너 적치 계획, 선박 적재 계획 등을 지능적으로 수립하고 각 설비를 효율적·지능적으로 배치하여 관리하고 있다. 또한 안전, 효율, 에너지 소비 등 지표를 분석해 최적의 작업 경로를 확립하고 야드 공간을 지능적, 실시간으로 관리해 야드 장치율을 제고하고 부두의 관리 수준을 대폭 향상시켰다.

셋째, AGV를 혁신적으로 설계해 장비 간 연결 및 혼잡 문제를 해결했다. 더블 트롤리 안벽 크레인의 마스터 트롤리와 AGV 및 e-RMGC가 서로 대기하는 시간을 없애 작업 효율성과 장비 이용률을 향상시켰다.

넷째, 자동화 부두의 수직구조 관행을 타파하고 수평구조 방식을 적용해 기존 부두를 현지 특성에 맞는 자동화 부두로 개조하는 새로운 시도를 했다.

(2) 칭다오 자동화 컨테이너 부두

2017년 5월 11일 칭다오항 자동화 컨테이너 부두 1기가 상업운행을 시작했으며, 갠트리 크레인 7기, RMGC 38기, AGV 38대가 도입되었다.

현재 부두의 하역 및 운송 설비는 모두 전기로 구동되며 단위당 에너지 소비량이 가장 낮은 배출가스 제로 및 무조명 작업을 실현했다. 경량, 순환 충전, 주행거리 무제한, 무게는 동종 설비보다 10여 톤 감소된 AGV를 개발해 1억 위안 이상 소요되는 충전소 건설비용을 절감했다. 2020년 12월 17일 107번 선석에서 '더샹 푸난(德翔普南)'호에 대한 하역 작업 중 시간당 47.6 박스의 안벽 크레인 하역 효율을 기록했다. 한편 칭다오항 자동화 컨테이너 부두는 더블 트롤리 안벽 크레인+AGV+ARMG 방식을 채택하고 있다. 2019년 11월 28일에는 안벽 크레인 9기, RMGC 36기, AGV 45대 등 하역설비를 도입한 칭다오항 완전 자동화 부두 2기가 운영에 투입되었다.

(3) 상하이 양산 심수항 4기 자동화 컨테이너 부두

2017년 12월, 세계에서 가장 큰 단일 완전 자동화 부두인 상하이 양산 심수항 4기 자동화 부두가 정식으로 개장해 시험 운행에 들어갔다. 이 부두에는 총 7개의 컨테이너 선석(안벽 길이는 2,350m)이 건설되었고 연간 설계 하역능력은 초기 400만 TEU이며, 장기적으로 630만 TEU에 달할 예정이다. 양산 4기의 안벽 크레인, RMGC, AGV는 모두 전기로 구동되며 하역 생산에 소요되는 종합 에너지 단위당 소비량은 화물 처리량 1만 톤당 1.58 톤 표준 석탄²¹⁹⁾에 불과하다. 부두는 '원격 조종 더블 트롤리 안벽 크레인+AGV+RMGC' 공법을 채택했으며, RMGC는 노틸레버·싱글레버·더블레버 등 다양한 타입을 도입했고 야드는 수직구조를 채택했다.

2) 적용 효과

완전 전력 자동화 컨테이너 터미널은 전체 설비를 전기·무연화하여 작업 효율을 향상시킨다. 칭다오항 완전 전력 자동화 컨테이너 부두는 작

219) 표준 석탄은 중국에서 통용되는 통일된 에너지 계량 단위이며, 저위 발열량이 29.271메가코크스 또는 7,000kcal의 에너지를 표준 석탄 1kg이라고 함

업효율이 30% 향상되었고 인건비는 70% 절감하였다. 칭다오항 자동화 부두는 이미 7회 연속 자동화 부두 하역효율 세계 기록을 경신했으며, 해외 동종 자동화 부두보다 효율이 50% 높아 효율을 높이는 동시에 에너지 소비와 탄소 배출을 줄였다.

5. 전동 예인선 개발 및 응용

예인선은 주로 항만 수역에서 대형 선박의 입출항과 부두의 이·접안을 돕는 특수선박으로 크기에 비해 추진력이 강하고 조작이 유연하다. 현재 국내외에서 사용되는 항내 재래식 예인선은 주로 고출력 디젤 엔진을 사용해 동력을 공급하고 있다.

현재 중국 항만에서 사용되는 예인선은 1,000여 척으로, 연간 디젤유 약 2,000만 톤을 사용하는 것으로 추정된다. 기름 함유 오염 물질 생성량과 유해 폐가스 배출량이 많으며, 소음 오염도 심각하다. 반면, 순수 전기 동력 예인선은 디젤 엔진 동력 예인선보다 오염물질이 적고 유해 폐가스 배출이 전혀 없으며, 소음도 적고 쾌적하며 운영비용이 저렴하다는 장점이 있다. 때문에 순수 전기 동력 예인선을 활용하면 연안 항만을 이용하는 선박이 중국 정부의 오염물질 배출 요건을 충족할 수 있다.

중국은 배출통제구역 지정, IMO 관련 법규에 근거해 선박 배출에 대한 요건이 점진적으로 이행됨에 따라 항만 육상전원 정책과 해운·항만 산업의 쌍탄 목표를 단계적으로 추진해왔다. 이에 비추어 볼 때 선박 전동화는 중국 해운업의 미래 기술발전 방향임에 틀림없다. 현재 리튬배터리를 선박에 적용하는 것이 주요 발전 흐름이기는 하지만 리튬배터리는 소량의 하이브리드 추진선, 여객선 또는 일부 소형 화물선에만 운용되고 있다. 5,000톤이 넘는 중대형 선박을 완전 리튬배터리화 하기에는 비교적 난이도가 높

고 이는 예인선 전동화에 계기가 되었다. 예인선 전동화는 대형 선박 전동화 발전에 학습효과를 제공할 뿐만 아니라 항만 육상전원 시설 기능이 효과적으로 활용될 수 있도록 하는 예인선의 미래이다.

1) 주요 사례

장쑤성 최대 항만인 련윈강항은 중국 최초의 저탄소 시범 항만으로 중국 교통운수부의 선박안전 관련 정책을 적극적으로 시행하고 IMO 배출저감 법규(Tier III) 요구에 적극적으로 대응하고 있다. 련윈강항은 중국 정부의 「푸른 하늘 방어전쟁 승리를 위한 3년 행동계획」을 이행하기 위해 순수 배터리 구동 항만 작업 예인선에 대한 연구 및 건조에 앞장서고 있으며, 중국 최초의 순수 전동 예인선인 ‘윈강 전기추진 예인선 1호(云港电拖一号)’를 건조했다. 해당 예인선은 2020년 5월에 건조를 시작했으며, 2021년 8월 16일 완공 후 운영에 투입되어 주로 련윈강항 수역을 이용하는 선박의 이·접안 작업을 지원하고 있다.

엔진마력이 4,000HP인 이 전동 예인선²²⁰⁾에는 리튬배터리·DC 배전·영구 자석 등 추진 시스템이 설치되어 있다. 리튬인산철 배터리 8세트(총 용량 5,000kWh)가 장착되어 있으며, DC 배전 시스템을 통해 전체 선박 장비에 전력을 공급한다. 2시간 급속 충전으로 완충이 가능하며, 최소 8시간 이상 접안 보조 작업을 지속할 수 있다. 또한 중간 전압 충전 장치를 장착하여 전력 배터리를 급속 충전할 수 있다.

추진 시스템은 중국선박그룹 712 연구소가 연구 개발, 전체 선박 설계는 중국선박그룹 708 연구소에서 제공했고 도면 검토는 중국선급 우한 도면 심사센터가 수행했으며, 최종 건조는 련윈강항롄버홍원회사(连云港港轮驳

220) 선장 35.5m, 폭은 10m, 만재 흘수 3.5m, 설계 항속 13노트

鸿云公司) 소유 조선소에서 이루어졌다.

이 전동 예인선 프로젝트는 네 가지 혁신을 달성했다. 첫째, 처음으로 리튬인산철 배터리 팩을 예인선의 주 동력원으로 적용했다. 둘째, 고전압 육상전원 충전 솔루션을 도입했다. 셋째, 이미 인도된 순수 전기 추진선 중 배터리 용량이 가장 크다. 넷째, 이미 인도된 순수 전기 추진선 중 추진력이 가장 크다.

2) 적용 효과

〈표 5-4〉는 선박의 전체 수명주기 35년을 기준으로 가정했을 때 기존 예인선 대비 순수 전동 예인선의 경제적 이점을 보여준다.

전력 배터리의 단계적인 잔존가치를 고려하지 않을 경우 전 생애주기 관점에서 순수 전동 예인선은 일반 예인선에 비해 3,350만 위안의 지출을 절감할 수 있다.

〈표 5-5〉 일반 예인선 대비 순수 전동 예인선의 비용 비교

단위: 만 위안

유형	초기투자	일상 원가	합계
일반 예인선	3,200	디젤 + 윤활유 + 예비 부품 + 수리 + 엔진룸 선원 급여 (245+5+10+30+)100) × 35=1억 3,650만 위안	16,850
순수 전동 예인선	3,800	(전기 + 엔진룸 급여) + 배터리 비용(5년을 기준으로 계산) (120+20) × 35+800×6=9,700만 위안	13,500

자료: 평한성(2022.7.25.)의 서면 자문을 바탕으로 저자 재작성

추정에 따르면 총 전력 5,000kWh로 설계된 전동 예인선은 연간 약 300톤의 연료 소비 절약이 가능하다. 또한 연간 약 900톤의 탄소 산화물 배출을 저감할 수 있으며, 이는 400대 이상 소형 자동차의 배출량과 비슷한 수치로 녹색 항만 건설 촉진에 중요한 의미가 있다.

6. 신에너지·청정에너지 개발 및 응용

최근 몇 년간 중국 해운·항만 부문은 LNG, 수소, 암모니아, 바이오연료, 풍력, 태양광 등 신에너지 시스템의 구축과 응용을 가속화하고 있다. 다만, LNG를 활용으로는 진정한 ‘제로 배출’을 실현할 수 없기 때문에 LNG는 과도기적 에너지로 인식되고 있다.²²¹⁾ 한편, 태양광 및 풍력 등은 장기간 저장이 어렵다는 문제점이 있기 때문에 확보가 용이하고 지역적·계절적 영향을 적게 받는 수소 에너지가 에너지 전환 수단으로 주목을 받고 있다.

2020년 4월 중국 국가에너지국이 발표한 「중화인민공화국 에너지법」은 수소에너지를 위험물질이 아닌 에너지 범주에 처음으로 포함시켰다.²²²⁾ 중국 정부는 저탄소·탄소제로 배출, 대기오염물질 배출 저감, 소음 저감 등을 종합적으로 고려할 때 향후 수소연료전지가 선박 동력원으로 가장 적합할 것으로 보고 있다.²²³⁾ 2022년 3월 23일 중국 국가발전개혁위원회가 발표한 「수소산업 발전 중장기 계획(2021-2035년)」에서 확정된 ‘14.5’ 기간 수소산업 혁신 응용 시범사업에는 ‘중점지역 생태환경 보호 수요와 전력 인프라 여건을 결합해 선박, 항공기 등 분야에 수소연료전지의 시범 적용을 모색한다’는 내용이 포함되어 있다.²²⁴⁾

1) 주요 사례

(1) 텐진항 베이장(北疆) 항구 C구간 탄소제로 스마트화 컨테이너 부두

세계 최초의 탄소제로 부두를 선언한 텐진항 베이장 항구 C구간 스마트 부두(이하 ‘C구간 부두’로 약칭함)는 2021년 10월 17일 본격 가동을 시작

221) 시에원칭(2022), p.2.

222) 위의 자료, p.3.

223) 평환성(2022), p.5.

224) 위의 자료, p.5.

했다. C구간 부두는 안벽 길이가 1,100m이며, 20만 톤 급 컨테이너 선석 3개(연간 설계 하역능력은 250만 TEU)를 보유하고 있다.²²⁵⁾ C구간 부두는 원격제어 무인 자동화 안벽 크레인 12기, ARMG 42기와 ART 76대 등 선진 하역장비와 5G, 인공지능, IoT, 클라우드 컴퓨팅 등 정보화 기술을 도입해 자동화·무인화를 구현하고 있다.²²⁶⁾

C구간 부두는 녹지대에 연평균 2,189.3킬로와트시의 전기를 생산할 수풍력발전기 2대(각 4.5메가와트 규모)와 건물 옥상에 연평균 140.9킬로와트시의 전기를 생산할 수 있는 건물일체형 태양광(BIPV, Building Integrated Photovoltaic) 발전시스템(1.43메가와트 규모)이 설치되어 있다.²²⁷⁾ 2021년 12월 C구간 부두의 녹색전기 공급시스템이 중국 국가전력망에 연결되어 정식으로 전력을 공급하기 시작했으며, 현재 C구간 부두는 부두 내에서 생산되는 풍력과 태양광 에너지를 동력으로 하여 부두 운영에 필요한 에너지 생산부터 소비까지 탄소제로를 실현하고 있다.²²⁸⁾

(2) ‘생산-판매-사용’ 일체화 수소 에너지 항만 구축

현재 중국에는 산둥성 칭다오시, 상하이시 린강신구역(临港新片区), 톈진시 빈하이신구(滨海新区), 장쑤성 장자강시, 저장성 닝보시 등 지역에 초기 규모를 갖춘 ‘수소 항만’이 있으며, 선전 염토펜(盐田), 다롄 타이핑만(太平湾) 등 항만도 잇따라 수소항만 건설 계획을 수립했다.²²⁹⁾

225) 김세원·김은우(2022), p.359.

226) 위의 자료, p.362.

227) 위의 자료, p.362.

228) 위의 자료, p.363.

229) 시에원칭(2022), p.5.

〈표 5-6〉 중국의 주요 수소에너지 항만 발전 현황

구분	주요 발전 현황
상하이	상하이시 발전개혁위원회가 발표한 '상하이시 수소에너지 산업 발전 중장기계획 (2022-2035)'에는 2025년까지 각종 수소충전소 70기 건설, 수소연료전지 차량 1만대 이상 보유, 수소에너지 산업 규모 1,000억 위안 돌파, 교통부문 CO2 배출량 연간 5만~10만 톤 감축, 국제 수소시범항만 구축 등이 목표로 제시됨
산둥	산둥성 칭다오항은 완전자동화 터미널(2기)을 운영에 투입해 글로벌 최초의 '제로 배출' 수소에너지 동력 자동화 항만을 건설함. 2019년 11월 칭다오항은 수소 연료전지와 리튬전지를 결합한 동력 모델을 사용하여 세계 최초로 수소 동력 RMGC를 도입함. 2022년 6월 중국 최초의 항만 수소충전소인 칭다오 치엔완(前灣)항 수소충전소가 칭다오시로부터 수소충전소 최초의 '가스 실린더 충전 허가증'을 획득함
텐진	2020년 텐진항은 수소에너지 산업시설을 구축해 수소충전 인프라 건설과 수소 연료전지 물류차, 지게차, 하역기계 등의 시범 운영을 추진함. 2022년 2월 텐진항은 수소에너지 컨테이너 트럭 30대를 도입해 전 과정에 걸친 탄소 및 오염물질 제로 배출로 컨테이너부두 운영 수요에 부응하고 있음
닝보	닝보항의 물류 응용 시범사업은 베이룬(北仑), 다시에(大榭) 개발구를 중심으로 수소 연료전지 물류차, 항내 컨테이너 트럭, 지게차 등의 응용을 추진함. 2022년 2기 이상의 수소충전소를 건설하고, 100대 이상의 수소 차량을 활용할 예정임
선전	난산(南山)구청, 자오상쥬(招商局)항만그룹, 선전에너지그룹은 선전 서부 항만구역에서 수소에너지 중대형 및 중장거리 차량과 수소에너지 선박, 수소에너지 엔지니어링기계 등의 종합 시범운영을 공동으로 추진하고 있음

자료: 시에원칭(2022), p.9.

(3) 저탄소·탄소제로 배출 선박 기술 연구·개발

중국은 선박의 탈탄소화를 촉진하기 위해 저탄소·탄소제로 선박 기술을 개발하고 있다.²³⁰⁾

2018년 다렌선박중공그룹유한회사가 건조한 초상국에너지운수(CMES: China Merchants Energy Shipping, 招商轮船)사의 30.8만 DWT급 초대형 유조선 'New Vitality'호는 풍력보조추진 에너지 절감 기술을 적용해 연료유 3%를 절감했다.²³¹⁾

230) 평환성(2022), p.4.

231) 위의 자료, p.4.

중국선박그룹 711연구소는 중고속 선박용 엔진의 열효율 향상 핵심 기술 연구, 선박용 메탄올 엔진 공정 시제품 개발, 암모니아 엔진 핵심 기술 연구 등을 추진하고 있으며, 중국선박그룹 704연구소 및 712연구소, SESTECH(Wuxi Silent Electric System Technology) 등이 개발한 선박 전기추진 시스템은 실전에 투입하여 사용하고 있다.²³²⁾

2) 적용 효과

텐진 C구간 부두는 연간 총 2,330.2킬로와트시의 전기를 생산할 수 있으며, 연간 7,340톤의 표준석탄을 절약하고 CO₂ 배출량을 2만여 톤 저감할 수 있다.²³³⁾ 현재 C구간 부두는 기존 자동화 컨테이너 부두에 비해 에너지 소비를 17% 줄일 수 있는 것으로 분석되었다.

한편, 중국은 대부분 화석에너지로 수소를 제조하거나 공업 부산물로 수소를 회수하므로 아직까지 배출저감 효과를 거두지 못하고 있는 것으로 조사되었다.²³⁴⁾

제3절 평가 및 향후 정책 방향²³⁵⁾

해운·항만 부문의 탄소 배출은 주로 사용하는 에너지원에서 비롯되는데 기후변화에 대응하고 온실가스를 저감하여 궁극적으로 탄소중립을 달성하

232) 위의 자료, p.4.

233) 김세원·김은우(2022), pp.362-363.

234) 시에원칭(2022), p.9.

235) 본 절은 평찬성(2022.7.25.)의 서면 자문을 바탕으로 저자 재작성

기까지 에너지 절약, 에너지 전환과 말단에 대한 관리 조치를 활용해야 한다.

앞에서 살펴보았듯이 중국 해운·항만 부문은 2020년 9월 정부의 쌍탄 목표 제시 훨씬 이전부터 시작해 정부의 기후변화 대응, 온실가스 감축 정책을 이행하기 위해 노력을 해왔으며, 쌍탄 목표 제시 이후에는 그동안 추진했던 정책 중 효과적이었던 조치를 강화하는 방향으로 정책을 수립하고 시범사업을 추진해왔다.

그러나 탄소중립 정책을 추진하는 과정에서 중국은 성숙한 기술의 응용을 위한 투자, 신기술의 시범 응용, 기존 정책의 장벽 해소, 신기술에 대한 R&D 투자재원, 표준규범 제정, 신에너지·청정에너지 관련 인식 제고 등 문제점을 발견했으며, 이에 따라 정책방향 조정이 필요하다.

1. 평가

1) 성숙한 기술 응용에는 대규모 투자 필요

기술이 성숙한 신에너지·청정에너지 응용기술 설비는 투자비용이 크기 때문에 기술적·경제적 타당성을 갖춘 신에너지·청정에너지의 대중화를 저해한다.

예를 들면 전동 컨테이너 트럭은 전통 연료 트럭 대비 비용 효율이 높다는 것이 중국 컨테이너 터미널에 의해 입증되었다. 그러나 전동 컨테이너 트럭 초기 구매비용은 기존 연료 트럭의 2배가 넘기 때문에 컨테이너 부두 관리자들은 성과 차원에서 전동 컨테이너 트럭에 대한 투자를 꺼리며, 자금난이 심한 중소부두는 투자가 어렵다.

2021년 중국 교통운수부가 발표한 「녹색 교통 ‘14·5’ 발전계획」²³⁶⁾은

2025년까지 국제 컨테이너 허브 항만의 신에너지·청정에너지 컨테이너 트럭 비율 60% 달성을 목표로 설정하였다. 상하이, 다롄, 톈진, 칭다오, 댜오저우, 닝보저우산, 샤먼, 선전, 광저우, 베이부완, 양푸 등 11개의 국제 컨테이너 허브 항만들은 설비 수명주기에 따라 비용 효율성을 고려할 수 있기 때문에 일반적으로 사용하는 연료 컨테이너 트럭 대신 전동 컨테이너 트럭을 구매하는 것을 선호한다.

또 다른 예로 선박의 전체 수명주기를 35년으로 전제할 때 전동 항만작업 예인선이 기존 예인선에 비해 비용이 효율적임을 확인하였다. 그러나 전동 예인선 초기 구매비용이 동일 기능의 기존 연료 예인선보다 높기 때문에 단기적인 경영실적을 고려하는 항만 운영자는 전동 예인선의 구매를 꺼린다.

2) 신기술 시범 응용 부족

중국은 해운·항만 분야 탄소중립 추진을 위한 인센티브가 불충분하고 기술적으로 경제적 타당성 검증이 필요한 신에너지·청정에너지 활용 방법이 부족하다.

중국 항만 하역기계 개발업체가 개발한 컨테이너 트랜스퍼 장비를 예로 들면, 첫 제품을 출시한지 여러 해가 지났음에도 실제 구매와 시운전에 투입한 부두는 거의 없다. 때문에 해당 기술이 성숙되기까지는 장시간이 필요하며, 이는 컨테이너 터미널의 완전 전기화 과정에 영향을 미쳤다.

3) 기존 정책의 장벽 해소 필요

기존 정책은 신에너지·청정에너지 기술 응용을 저해하는데, 이는 항만과

236) 中华人民共和国交通运输部(2021.10.29.)(검색일: 2022.9.15.)

에너지 융합발전 부문에서 더 크게 나타난다.

항만은 입지 우위와 토지자원을 활용해 풍력을 발전시킬 수 있으며, 앤트워프 항만 사례가 타당성을 입증했다. 그러나 중국 일부 항만은 풍력 발전을 추진할 때 안전과 환경보호에 대한 요구와 획일적인 공정관리 요구에 제약을 받고 있다.

예를 들면 장쑤성은 창장 연선 10km 이내에 풍력발전기 건설을 제한하고 있어 난징항룡탄컨테이너터미널회사(南京港龙潭集装箱码头公司)는 관련 프로젝트를 중단했다. 한편, 중국의 현행 「풍력발전소 설계규범」(GB 51096-2015)은 야외 풍력발전소 건설 경험을 바탕으로 제정되어 항만에 풍력발전소를 건설할 때 일부 규정을 명확히 해석할 수 없어 어려움을 겪고 있다. 예를 들어 풍력발전기 설치규정 중 ‘풍력발전기와 유인 주거 건축물의 최소 거리는 현행 국가 관련 기준 중 소음에 관한 규정을 충족시켜야 한다’라는 것인데, 항만 근로자 휴게빌딩의 ‘유인 주거 건축물’ 여부를 보다 명확히 할 필요가 있다.

4) 신기술 관련 R&D 투자재원 제한적

해운·항만 산업의 탄소중립 기술 응용을 촉진하기 위해 중국 정부와 일부 지방 정부가 장려정책을 제공하고 있으나 탄소중립 기술 응용에 투입되는 비용에 비해서는 매우 제한적이다. 현재 친환경 분야에 대한 금융 부문 투자와 정부 지원, 녹색 투자도 부족하여 대형의 전동 고부하 항만 하역기계, 신에너지·청정에너지를 동력으로 하는 중대형 선박 기술 개발과 적용이 느리게 진행되고 있다.

5) 표준규범 결여

신에너지·청정에너지 응용과 관련한 표준규범 부재는 해운·항만 산업의 신에너지·청정에너지 활용 적극성에 영향을 미친다. 예를 들어 중국에는 이미 수십 척의 전기 추진선이 등장했지만 전기 추진선 충전시설 표준규범이 따로 없고 규격도 다양해 동일 항만 내에서도 전기 추진선별로 충전시설을 공유하기 어려운 실정이다. 이는 신에너지·청정에너지 추진선 개발 비용을 증가시키고 있다.

6) 신에너지·청정에너지에 대한 인식 제고 필요

오해에 기반하여 수립된 정책과 조치는 오염 및 탄소 저감의 시너지 효과 달성을 어렵게 하므로 신에너지·청정에너지에 대한 인식 제고가 필요하다.

중국은 대기오염 관리 초기에 황산화물과 미세먼지를 줄이는 데 주력했으며, 이 과정에서 천연가스를 청정에너지로 간주해 LNG 추진선 응용을 추진했다. 이제 중국은 온실가스 배출을 줄이는 동시에 오존오염을 줄여야 하므로 질소산화물을 줄이도록 노력해야 한다.

현재 중국의 선박엔진 제조기술로는 오염물질, 특히 질소산화물 배출을 줄이면 열효율이 떨어지고 더 많은 메탄이 누출될 수 있다. 메탄 누출을 통제하거나 탄소 배출을 줄이면 오염물질 배출이 증가하므로 LNG 추진선의 광범위한 보급으로 오염 및 탄소 저감 시너지 효과 목적을 달성하기가 어렵다. 이는 관련 투자자산의 매몰이나 탄소 배출을 고정하는 위험으로 이어질 수 있으나 관련 정책은 아직 조정되지 않았으며, 일부 지방 정부는 오히려 그 수위를 높이고 있다.

2. 향후 정책 방향

1) 기술적·경제적 타당성을 갖춘 신에너지·청정에너지 기술 보급

중국은 현재 항만 부문에서 배터리 구동 컨테이너 트레일러, 공컨테이너 스택커, 덤프트럭, 로더 및 정격 리프팅 중량 3톤 이하 지게차, 각종 히트펌프 기술 및 항만 접안 선박의 육상전원 사용은 기술적·경제적 타당성을 갖춘 선진 장비와 기술에 속한다. 해운 부문에서는 배터리 구동 중소 선박, 특히 유람선, 페리 및 항만 작업선이 기술적·경제적 타당성을 갖춘 선진 장비, 기술에 속한다.

따라서 경제, 법률, 기술 및 행정 수단을 종합적으로 운용하고 상기 선진 설비와 기술을 채택하여 새로운 수요를 충족시키고 노후 장비와 기술을 단계적으로 퇴출시킬 필요가 있다.

2) 신에너지·청정에너지 기술의 경제적 타당성 검증 시범사업 장려

항만이 수소연료전지 동력 중형 트럭 및 하역기계, 동력용 배터리, 수소 연료전지 구동 하역기계, 항만 작업선 등 기술 개발에 적극 참여할 수 있도록 장려조치를 도입한다. 선사가 메탄올, 암모니아, 수소 추진 중대형 선박과 항만 간 녹색 항로 구축에 적극 참여하도록 장려하고, 기술이 조기에 기술경제적으로 타당성을 갖추도록 촉진해 중국 항만 산업의 오염 및 탄소저감 과정을 가속화한다. 엔트워프항과 베를린항은 이미 수소연료 전지 추진 예인선을 사용하고 있으며, 중국 칭다오항 역시 수소연료전지 구동 하역기계 시범사업을 추진 중이다.

3) 기존의 정책 장벽 해소, 신에너지와의 융합발전 기술 개발 및 응용

항만은 풍력과 태양광 발전을 활용해 항만 전력 수요를 상당 부분 충족시킬 수 있으며, 일부 부두는 탄소제로 부두가 되기 위한 여건을 조성할 수 있다. 중국 교통운수부는 다른 정부 부처와 협력하여 풍력 및 태양광 발전에 대한 항만의 인식과 정책 장벽을 해소할 수 있다. 일부 특정 유형 선박은 보조 전기 공급원으로 태양광을 사용한다. 앤티워프항은 전 세계 풍력 발전, 싱가포르 주룽항은 태양광 발전의 모범 사례이다.

중국 장인(江阴)항과 잉커우(营口)항은 풍력 및 태양광 발전시스템을 사용하여 항만에 녹색 전기를 공급하고 풍력 발전의 조력을 받는 대형 유조선을 개발해 응용하고 있으며, 또 다른 일부 선박은 태양광을 보조 전력으로 사용하고 있다.

4) 신에너지·청정에너지 선진기술 응용 연구 강화

중국 쌍탄 목표는 정부와 정책 주도로 추진되고 있다. 정부가 항만 하역기계 및 선박 전동화 선진기의 연구에 자금을 지원하게 되면 해당 기술이 기술경제적으로 타당성을 빠르게 갖추고 해운·항만 산업의 오염 및 탄소저감 과정을 촉진하게 될 것이다. 로스앤젤레스에서는 동력 배터리로 구동하는 정격 중량 70톤 컨테이너 하역기계가 가동되고 있으며, 중국 일부 항만에서도 전동 컨테이너 스택터를 시험하고 있다. 해외에서는 이미 암모니아 추진선을 개발 중에 있으며, 많은 해운회사가 메탄올 추진선과 소형 수소연료전지 추진선을 시범적으로 사용하고 있다. 중국조선소는 최초의 메탄올 추진선을 건조했으며, 소형 수소 추진선을 개발했다.

5) 신에너지·청정에너지 응용 관련 표준규범 제정 가속화

해운·항만 업계가 신에너지·청정에너지 응용을 추진하는 과정에서 필요로 하는 선도적 기술표준과 안전운영 규범을 적시에 발표한다. 해운·항만 업계가 신에너지·청정에너지를 적용하도록 규범화하고 지도하며, 신에너지·청정에너지 응용 의욕을 고취한다.

6) 신에너지·청정에너지에 대한 업계 인식 제고

중국 정부의 쌍탄 목표 추진, 오염 및 탄소 배출 저감 시너지를 촉진하기 위해 새로운 요구사항을 바탕으로 신에너지·청정에너지의 화학성분, 생산 과정 및 기술에 대한 종합적인 평가를 수행한다. 신에너지·청정에너지 종류를 적시에 조정하고 해운·항만 업계의 인식을 제고한다.

현재 항만 하역기계나 선박은 디젤 동력을 천연가스로 대체하는 대신 배터리를 동력으로 사용하고 있으며, 이는 오염과 탄소 저감에 유리하다. 연료유 대신 천연가스를 동력으로 보급하는 것은 시대 흐름에 적합하지 않다. 또한 선박이 바이오 에너지를 동력으로 사용하게 되면 향후 항공 분야와 제한된 바이오 에너지를 두고 확보경쟁을 해야 할 수 있다.

06

시사점 및 한·중 협력 방향

제1절 한국 관련 시사점

1. 해양 분야

1) 블루카본 분야

탄소중립은 한국의 해양수산 발전에도 큰 의미가 있다. 탄소중립은 해운·항만, 수산어촌, 해양에너지, 블루카본 등의 분야에서 정책 변화를 요구한다. 한국은 2050년까지 탄소중립을 목표로 다양한 분야에서 로드맵을 제시하고 있다. 해양수산 분야에서는 2021년 12월 「해양수산 분야 2050 탄소중립 로드맵」을 발표하고 해양수산 분야 탄소저감 정책 추진 방향을 담은 ‘2050 탄소중립 로드맵’을 제시했다. 중국의 탄소중립 정책은 한국 해양수산 분야 탄소중립 추진에 시사하는 바가 크다.

첫째, 중국은 관련 정책을 조속히 제정하고 블루카본 종합관리 체계를 완비하고자 노력하고 있으며, 앞으로도 한국의 해양 탄소흡수 실행방안 조성과 업데이트에 참고할 내용을 제공할 수 있다.

특히 중국의 블루카본 관련 정책은 중요성 인식과 정책 방향이 천명 차원을 넘어 시범사업을 중심으로 실행 단계에 접어들고 있다. 해양 탄소흡수 실행방안 수립, 로드맵 설계 등을 조속히 전개하고, 블루카본과 생태환경 보호 간의 통합발전을 추진하며, 지속가능한 성장, 생태보상 및 인센티브 지원에서 블루카본 발전 촉진을 위한 정책조치를 제정하고 국가발전전략 계획과 연계를 꾀하고 있다. 또한 해양 탄소흡수 산업발전 계획, 연안 생태계 탄소흡수 이용 종합관리 계획, 해양 탄소흡수 시범구 건설 계획 등 중장기 발전계획을 계속하여 업데이트해나갈 것으로 보인다.

한국은 2021년 제3차 해양수산발전기본계획(2021~2030) 수립 시 △ 친환경 이용을 위한 해운, 항만 친환경 기술의 개발 및 활용 확대 △ 해양 환경을 보전하고 후세대에 물려줄 수 있는 지속가능한 수산업 발전 △ 해양공간 및 자원의 공공성 강화와 친환경 이용 △ 해양 신·재생 에너지 개발 및 선박, 항만, 어촌으로 이용 확대를 새로운 해양정책 방향으로 설정한 바 있다. 또한 ‘환경 친화적·합리적 해양 이용’을 6대 전략에 포함하고 ‘탈탄소·친환경의 쾌적한 항만 실현’을 주요 과제로 선정하여 추진하고 있다. 그러나 해양정책 방향이나 해양공간 이용 관련 주요 사업 내용을 살펴보면, 탄소중립 및 블루카본 시장 확대에 관한 구체적인 정책 수단은 상대적으로 미흡하다.

이런 상황에서 중국이 블루카본 기술혁신을 강화하고 핵심기술 표준체계를 구축하고자 하는 것에 주목할 필요가 있다. 중국의 블루카본 기술개발의 세부 내용은 다양하고 구체적이다. 먼저 블루카본 탄소흡수 핵심기술과 블루카본 생태계 연구를 추진하며 조류·패류 양식에 관한 탄소격리, 탄소흡수 및 평가 연구를 강화하고 있다. 또한, 해양 저탄소 기술을 적극적으로 도입하고 관련 자주적 연구개발을 추진하고 있다. 이와 동시에 블루카본에 대한 특별조사를 수행하고 전국 범위에서 해양 탄소 격리량 대한 통계를 바탕으로 해양 탄소흡수 잠재력을 평가하고 연간 해양 탄소흡수 기본 능력

을 파악하여 탄소거래를 위한 기반을 마련해나가고 있다. 또한 통일된 블루카본 정산표준을 수립하여 블루카본 데이터베이스를 구축하고 있다.

한국은 연간 60만 톤의 이산화탄소를 포집 및 격리할 수 있는 세계 5대 갯벌 중 하나를 보유하고 있어 블루카본 정책을 펼치는 데 유리하다. 그러나 현재까지 갯벌 관련 정책 방향은 생물 다양성 제고, 수산자원 증진 효과와 연계성 강화, 생산량 증대 중심 어장갯벌 관리에 초점을 두고 있다. 향후 해양수산발전기본계획의 이행 과정 점검 시 좀 더 적극적으로 블루카본 개념을 반영할 필요가 있다.

중국이 해양수산 분야에서 탄소거래 체계를 구축하려는 노력에 주목해야 한다. 중국의 계획은 전체적으로 2035년 이전까지 블루카본 거래시장 운영 모델과 메커니즘을 모색하고 블루카본을 국가 탄소거래 시장에 포함시키는 것을 핵심 골자로 하고 있다.

중국은 특히 블루카본 경제를 실현하기 위해 해양 분야의 탄소거래 가치 정산 시스템과 거래 시스템을 개발하고 정산결과를 기반으로 한 탄소중립 투자와 자금 조달 체계를 구축을 필수적으로 보고 있다. 또한 블루카본 기금 제도를 수립하고 블루카본 산업에 대한 금융정책 지원을 확대하려고 한다. 해양수산 분야의 탄소흡수 시범구를 지정·운영하여 시범 사업을 먼저 추진하고, 성과에 따라 확대하는 방안을 모색 중이다. 이는 새로운 정책의 효과를 극대화하고 실패 확률을 줄이기 위한 방법의 하나로, 이와 같은 단계적인 접근법을 한국 실정에 맞게 활용할 수 있다.

해양수산 분야의 탄소흡수 역시 시범구를 먼저 설정하고 이를 점차 확대시켜 나갈 필요가 있다.²³⁷⁾ ‘블루카본 경제개발구’와 연해지역 ‘저탄소 산업구’를 적극적으로 건설하여 성장성이 좋고 혁신적이며 발전 잠재력이 큰 블루카본 시범 기업 육성을 통해 블루카본 거래시장에 진출하도록 지원한

237) 진선선·한광석(2021), p.13

다. 이와 동시에 해양신에너지 및 해양생태환경 등 해양 첨단기술 산업클러스터를 건설하고 블루카본을 중심으로 새로운 녹색경제 체제 확립을 추진한다.

2) 해상풍력 분야

중국의 탄소중립 실현 전략으로 해상풍력 발전이 갖는 잠재력은 크게 두 가지이다.

첫째 중국이 태양광 발전 분야와 유사하게 해상풍력 발전 분야에서도 세계적으로 앞서나갈 수 있는 기반을 마련했다고 볼 수 있다. 중국은 2010년 아시아 최초 해상풍력 발전소(상하이 동해대교)를 건설함으로써 산업화 시대를 열었다. 대략 2010년부터 2019년까지 전반적인 연구와 핵심 기술 응용을 완성하고 최근에도 푸젠성 하이탄에 대규모 해상풍력 발전소를 건설, 육지 송전망과 연결하는 등 축적된 경험을 갖고 있다.

해상풍력 발전 분야를 선도한다는 중국의 자신감은 최근 계획에서 확인할 수 있다. 관련 계획에서, 중국은 이미 2018년부터 해상풍력 발전 단계를 ‘성숙전환 단계’로 규정하고 있다. 아울러 ‘향후의 해상풍력 발전에 대해서는 경쟁 방식으로 개발해나가겠다’고 선언했다. 현재 기술력과 시장 기장이 충분히 조성된 만큼 탈 보조금 시대로 전환하겠다는 것이다. 14.5 계획의 발전 방향은, 그간의 경험과 성과를 토대로 대규모 발전(發電)을 촉진하고 집중 송전, 집중 운영 모델을 탐색해 해상풍력 발전의 대규모화를 지속적으로 추진한다는 것이다. 아울러 2021년 10월 발표된 ‘2030 탄소 피크 로드맵’에서 중국 계획 당국은 태양력과 나란히 풍력을 목표 달성의 전략 대상임을 명백히 했다.

둘째, 중국은 해상풍력 발전의 대규모화를 글로벌 탄소중립 시대 유력한 인프라 성장 산업으로 간주하고 있다. 이는 해상풍력 발전을 해상유전 부

문과 통합하려는 계획에서도 확인할 수 있다. 중국은 해상풍력 발전 경험의 국제 공유를 희망하고 있다. 중국이 경험을 국제적으로 공유해가며 해상풍력 발전 산업화를 추구해나가는 과정에서 축적된 기술은 중국 기술표준의 확산으로 이어질 가능성이 있다. 중국은 지난 10년 동안 장쑤성, 푸젠성, 광둥성, 저장성, 상하이시, 톈진시, 산둥성, 랴오닝성 등 해역 조건과 기술적 조건이 다른 곳에 해상풍력 발전기지를 건설해왔다. 동시에 중앙 정부는 지역간 상이한 조건에 적용 가능한 공통의 표준을 개발할 필요성이 있으므로 표준화 목표 달성에 유리한 위치에 있다. 중국은 2017년 ‘21세기 해상실크로드’에 블루카본 계획을 제안한 바, 더욱 구체적인 표준, 기술, 경험의 공유를 ‘국제협력’의 내용으로 제시했다.

그러나 중국의 발전 경험과 정책 방향을 한국 현실에 그대로 적용하기에는 무리가 따를 것으로 보인다. 우선 반폐쇄형 바다로 둘러싸인 한국은 적절한 사업자 선정부터 난관에 부딪칠 수 있다. 이미 한국에서는 해상풍력을 개발하면서 발전 사업 허가와 해역 관리 조율 문제, 수산업 및 해양환경에 대한 부정적인 영향 문제, 이해 관계자 간 갈등 대두 등 여러 문제점이 발생했다. 따라서 중국식 대규모 해양풍력 개발 및 장기적인 저탄소 정책 수단은 한국에서 크지 않은 것으로 판단된다.

다만 탄소중립 시대 국제 신·재생 에너지 시장에서 해상풍력 발전이 갖는 비중과 잠재력은 계속 증가할 수 있으므로 국제 경쟁력 제고 차원의 연구개발 노력, 국제 해상풍력 시장의 중국 기술력 발전 등 모니터링이 계속되어야 할 것이다.

2. 어업 분야

중국의 어장 환경은 그 규모와 발전 단계가 한국과 다르기 때문에 한국

에 유용한 시사점을 추출해내기는 쉽지 않다. 우선 중국은 국내에 많은 어장을 가진 개발도상국(중국식 표현에 따르면 '발전 중 국가') 국가로 향후에도 양식어업(심수양식)에서 성장할 가능성이 있다.

반면 한국은 이미 2000년대 초반부터 연근해 어업 생산량이 감소되어 성장을 장담하기 어려우며 '지속가능한 어업'에 대한 사회적 요구가 더욱 큰 상황이다. 양식업의 경우도 연근해 양식어장을 찾기가 쉽지 않고, 사료 값과 제한된 양식 어장에서 기인하는 질병 확산시의 폐사율 등 양식업 산업 경쟁력 유지가 관건이다.

그럼에도 블루카본 측면에서 어업 자체가 갖는 잠재력, 해양 공간 및 자원의 공공성 강화와 친환경 이용, 자원 회복 등을 전제로 한다면, 중국의 '탄소싱크'를 중심으로 한 중국의 어업 분야 저탄소 정책 방향은 한국에 시사점을 제공하고 있다.

첫째, 큰 정책 방향에서 기존의 어장·갯벌 관리 계획을 생산량 증대 중심에서 단계적으로 탄소싱크 증대 중심의 관리 계획으로 전환시켜 나가는 것이다. 특히 어촌 인구의 고령화를 고려할 때 생산량 증대보다는 효율성 개선과 친환경 비중 강화 등 장기적인 정책 전환이 필요하다.

둘째, 한국 어업 분야 탄소싱크 촉진을 위해 체계적인 상층 설계 및 발전 계획을 강화해야 한다. 어업 탄소싱크 발전을 위해 라벨 디자인과 장기계획을 세워 어업 탄소싱크 발전 로드맵을 설계하고 해수양식 탄소 저장량 평가 기술지침을 작성·배포하며 해양생물 배출 감축·탄소흡수 강화 전략을 모색해야 한다. 이와 더불어 탄소싱크 모니터링 평가센터를 설립하고 어업 탄소싱크 방법학과 어업 탄소싱크 정산 기준 연구사업 확대가 필요하다. 어업 탄소싱크와 개발 잠재력을 과학적으로 평가하며 해양어업 탄소 배출권 거래 시장의 건설을 추진하고 해양어업 탄소싱크 거래 체계를 구축해야 한다.

셋째, 다양한 어업 탄소싱크 실천 경로를 모색할 필요가 있다. 어업 탄소싱크의 탄소저장 잠재력을 충분히 개발하고 탄소싱크 어업 생산량을 높이고 양식구조를 최적화하여 에너지의 순환 이용, 양식 및 환경의 균형을 실현한다. 또한, 전라남도, 경상남도과 제주도 등에서 패류·해조류, 어류 등 어업 탄소싱크 사업을 진행하여 서로 다른 수역의 어업 생물들이 먹이사슬을 통해 형성된 간접적인 탄소싱크에 대한 기초 연구를 추진하도록 권장한다. 에너지 소모, 오염, 배출이 적은 '3저'(低) 산업을 형성하여 탄소싱크, 탄소저장, 탄소고정의 다양화 목표를 달성하도록 한다.

넷째, 어업 탄소싱크 증가의 새로운 모델을 개발할 필요가 있다. 어업 탄소싱크 능력과 탄소 저장량 증가를 지향하는 새로운 모델을 모색하고 해양어업 탄소싱크 생태 프로젝트를 수행한다. 또한 어항에 대해 제로 탄소/마이너스 탄소 항만(또는 탄소흡수 항만) 시범 프로젝트를 추진해 탄소싱크 어업 시범 지점을 건설한다. 아울러 사회 자본이 탄소싱크 어업에 투자하도록 권장하고 생태 보호·복원을 바탕으로 어업 탄소싱크 증가를 실시한다. 다음, 탄소싱크 어업 생산량을 늘리고 양식 구조를 최적화하며 양식품종 간의 생물학적 습성 및 우위 보완을 활용하는 방안도 고려한다. 마지막으로, 패류·해조류 혼합 양식 등 다영양 입체양식 종합 시범 프로젝트를 추진하여 녹색 양식과 지속 가능한 발전을 실현한다.

3. 해운·항만 분야

중국은 해운·항만·물류 부문에서도 고탄소 배출 억제 및 효율성 강화 및 이를 위한 SOC 등에 집중 투자, 그리고 혁신 기술 등 복합 처방을 통해 중국의 '쌍탄 목표'에 부응하기 위해 노력해왔다. 한편, 세계 경제가 어려워진 상황에서 향후 중국의 쌍탄 목표는 기술 혁신과 제도 지원 등에 더

많은 힘을 쏟을 것으로 보인다.²³⁸⁾

해운 분야는 2023년 IMO에 탄소집약도지수(CII) 등 강화된 환경 규제를 시행할 예정이어서 ‘탄소중립’을 위한 압력은 당장 ‘발등에 떨어진 불’이 되었으며, 이에 따라 중국은 현재 해운 산업을 조선 산업의 진흥과 연결하여 해결책을 모색하고 있다.²³⁹⁾

특히 중국의 돌파 방안은 선박 ‘친환경 연료’ 개발 등 기술 혁신에 모아지고 있다. 이미 2022년 중국 허페이(合肥)의 허페이더보에너지(合肥德博生物能源科技有限公司)는 머스크와 협력 의향서를 체결, 허페이더보에너지 측이 ‘그린 메탄올’(绿色甲醇)을 개발해 머스크 측에 20만 톤씩 공급하기로 했다.²⁴⁰⁾ 또한 지난 6월에는 중국선박그룹이 독자적으로 연구개발하여 건조한 중국 최초의 메탄올 이중연료 추진선이 광저우시 난샤에 성공적으로 인도된 바 있다.²⁴¹⁾

새로운 감탄 정책에 따르면 향후 바이오 원료를 중심으로 한 선박연료 개발과 이를 채택한 신형 선박건조 등 혁신으로 무게 중심이 옮겨갈 가능성이 매우 높다고 볼 수 있다.²⁴²⁾

중국은 ‘쌍탄 목표’를 달성하기 위해 ‘녹색항구 건설’(绿色港口建设)이라는 기치 아래 전국의 주요 항만에서 자동화 궤도 크레인의 설치, 신에너지 자율운행 트럭 도입 등을 ‘주요 역점 사업’으로 실시해오고 있다.²⁴³⁾

닝보-저우산항은 전기동력 갠트리 크레인을 설치하고, 안벽을 전기화했으며, 풍력과 태양광을 도입했다. 산둥성항만집단은 중국 내 제1의 수소

238) 박성준·진선선(2022), p.8.

239) 위의 자료, pp.8-9.

240) 위의 자료, p.9.

241) 위의 자료, p.9.

242) 위의 자료, p.9.

243) 위의 자료, p.9.

주입항이 되겠다는 목표로 전기와 LNG, 수소 등 청정에너지 항만을 선언하여 관련 시설을 확충하며 거버넌스 확립에 나서고 있다.²⁴⁴⁾ 텐진항은 ‘세계 최고의 스마트 탄소제로 항만’을 선언했으며, 세계 최대 컨테이너항인 상하이항은 갠트리 크레인(RTGC)을 혼방동력방식으로 개조하여 세계 최대 자동화 부두를 건설하고 있다.²⁴⁵⁾

중국 항만들은 향후 탄소배출권 거래제에서 유리한 위치를 차지하기 위해 자체적으로 혁신기술을 통해 상호 경쟁하는 구조를 만들어 갈 수 있으며, 이를 통해 기술혁신을 촉진시킬 수 있다.²⁴⁶⁾

제2절 한중 협력 방향

1. 해양 분야

해양수산 분야 전반에서 한중 탄소중립 목표는 많은 공통점을 지니고 있다. 우리 정부는 2022년 5월, ‘해양영토 수호’와 더불어 ‘지속가능한 해양관리’를 국정목표로 정했으며, 이를 실현하기 위해 해양공간 관리, 연안안전 강화, 청정 해양환경 조성 등을 제시했다. 이중 청정 해양환경 조성 세부 과제로 갯벌과 바다숲 조성 등 탄소 흡수원의 확대를 구체적으로 명시하였다.

탄소중립과 관련해 해양 분야 한중 협력 지리적 공간은 황해²⁴⁷⁾를 우선적

244) 위의 자료, p.9.

245) 위의 자료, p.9.

246) 위의 자료, p.9.

247) 이하에서는 국제협력을 대상으로 하므로 동아시아 국제사회에서 공식 명칭으로 확립된 황해(Yellow

으로 고려할 수 있으며, 주요 출발점은 초국경 해양공간계획이 될 수 있다. 탄소중립 시대 해양공간계획은 ‘블루카본’ 개념을 배제하고는 성립할 수 없다. 블루카본의 주요 내용은 △ 해양재생에너지의 개발 및 활용 △ 해양 생물자원의 지속가능한 이용 △ 해양생태 환경 보호복원 등을 뜻하며, 이는 모두 해양공간(활용)계획과 연결되어 있다. 아울러 이미 한중 정상회담 및 한중 외교장관 회담을 통해 ‘기후변화 대응’ 등을 합의하여 해양 분야 블루카본 협력 토대를 마련하였다.

육상과 달리 해양은 경계로 사용할 수 있는 물리적 구조물이나 지형이 없으므로 해역을 공유하는 국가들 간의 초국경 협력은 필수적이며, 이 때문에 국가 간 협력을 증진하는 수단으로 초국경 해양공간계획을 활용하기 위한 연구 필요성이 제기되고 있다.²⁴⁸⁾ 현재 한국은 국가 차원에서 황해광역생태계(YSLME) 사업이라는 다자 플랫폼을 통해 중국과 협력을 지속해왔으며, 이를 강화된 블루카본 실현을 위한 협력 창구로 더욱 확대할 필요가 있다. 양자 협력 분야에서는 2021년 4월 처음 개최된 한중협력대화에서 블루카본 실현 및 탄소중립 목표 하의 협력 방안을 심도 있게 논의하였다.²⁴⁹⁾

또한 지방 정부 간 협력을 탄소거래 시장의 일환인 ‘블루카본 거래 시장’에 초점을 맞추어 강화할 필요가 있다.

앞서 살펴보았듯이 중국은 각 지방(하이난, 산둥성, 저장성, 푸젠성, 샤먼시 등) 블루카본 실현을 위해 탄소흡수 계획을 이미 경쟁적으로 수립했을 뿐만 아니라, 해양 분야 탄소 거래시장 활성화를 위한 시도를 활발하게 펼치고 있다. 또한 중국은 최근 탄소거래 시장 활성화를 위해 △ 시장 원리와 경쟁적 요소를 확대하고 △ 지방 정부 기여율을 높이는 한편, △ 기

Sea)를 사용함

248) 강대석(2021), pp.86-87.

249) 2021년 4월 개최된 제1차 한중협력대화(화상회의 방식)에서는 △ 일본 후쿠시마 원전 오염수 방류결정에 대한 우려 △ 해양경제, 해양환경 및 관련 법집행, 해양안보 등 세부 분야별 실질협력 강화 방안에 대한 의견 교환이 있었음

술혁신에 초점을 맞춘 ‘혁신성장형 탄소배출권 거래시장’ 활성화를 검토하고 있다.²⁵⁰⁾ 이에 따르면, 탄소배출 거래제와 거래시장이 활성화되려면 혁신 기술이 상품으로 거래되어야 하고 이를 자유롭게 하기 위해서 중국의 성, 시, 구, 현 및 개발구 등 각 행정단위가 탄소 배출저감 규모를 상황에 맞게 정할 필요가 있다는 것이다. 따라서 탄소저감 기술 및 인프라 구축을 둘러싼 지방 간 경쟁이 본격화될 수 있다

중국 각 지방 정부는 중앙의 ‘가이드라인’에 따라 해양 생태자원 보호·보존 개념을 한 차원 높여 ‘생태 자본’으로 간주하고 성장과 산업 고도화에 활용하기 위한 다양한 시도를 펼치고 있다. 중국 선전시(다평신구)의 경우, 이미 2020년 중국 최초로 ‘해양탄소흡수 정산 지침’ 제정 등 표준체계 구축에 나서고 있으며, 2021년 7월에 온라인 거래가 이뤄지는 등 블루탄소 거래시장 시대 기반을 다져나가고 있다. 샤먼시는 ‘해양강시’라는 목표 아래, 탄소저장 모니터링 방안, 정산표준, 탄소거래 규칙 등을 제정했으며, 중국 최초로 블루카본 금융업무를 개시했다. 반면 한국 지방 정부는 ‘신 기후체제에 대응한 연안역 블루카본 잠재력 가치 연구’(충청남도) 등, 블루카본의 잠재력 가치를 측정하는 방법론을 개발하고, 잠재력 가치를 홍보하는 단계에 머무르고 있다.

한국 연안의 지방 정부가 경험을 축적한 중국 연안 지방 정부(성·시)와 정기적이고, 상설적인 교류 플랫폼을 구축하여, 중국의 정책과 사례를 벤치마킹할 필요가 있다. 이를 통해 탄소싱크를 전국 단위가 아닌 지방 차원 시범사업으로 추진하여 중국 지방 정부의 경험에 대한 지식 공유를 통해 가능성을 확인하고, 세부 추진 사항을 점검할 수 있다.

250) 중국 국무원발전연구중심 류스진은 향후 중국의 탄소저감 정책이 ‘쇠퇴형’(생산을 줄이는 것), ‘효율성 제고형’에 대해 향후 ‘기술혁신형’으로 바뀌어야 할 것을 역설함. 이는 중국경제의 발전 전략인 국내·국제 순환을 의미하는 ‘쌍순환’ 목표에 부합하기 때문이라고 주장함. 여기서 저자는 탄소 배출저감 규모를 지역 자원에 맡기고, 이를 통해 탄소거래 시장 활성화 목표에 도달할 것을 주장함. 채世锦(2022), 双碳目标下的绿色增长, pp. 14-16.

한국에서도 ‘수소기반 탄소제로 해상공간’ 등을 계획 중인데, 이는 중국 칭다오 링산섬 자연보호구의 ‘탄소역배출 구역’과 많은 공통점을 갖는다. 이 구역은 태양광 조명, 태양광 발전, 청정에너지 전환, 산림보호 등을 묶어 탄소격리 시범지역화하고 다른 지방에 대해 경쟁력을 갖게 할 것이다. 이를 위해 학계·연구 기관 간 인적·학술적 교류도 더욱 강화할 필요가 있다. 중국은 다양한 해양생태계, 해양환경 조건을 갖추고 있어 양국 협력시 풍부한 자료를 얻을 수 있으며, 국제협력에 필요한 다양한 경험도 한국에 참조가 될 것이다.

해상풍력 발전 분야를 둘러싼 양국 여건은 차이가 존재하여 양국 협력 공간은 크지 않다. 그럼에도 해상풍력 발전은 한국으로서도 탄소중립 시대에 글로벌 경쟁력을 가질 수 있는 잠재력이 큰 미래산업이라는 관점에서, 중국과 연구개발 협력을 촉진할 필요가 있다. 중국은 다양한 조건에서 해상풍력 발전기지를 건설한 경험이 있으며, 중국 해상풍력 발전 관련 기술 수준이 발전할수록 해외에서도 기술 표준 등 영향력이 확대될 수 있다. 아울러 중국은 해상풍력 발전을 태양력 발전과 연계하거나 해상유전과 심층 통합, 에너지섬 시범사업 등 다양한 융복합을 시도하고 있다. 한국 해상풍력 발전산업이 다양한 제약 요인이 존재하는 ‘국내’를 벗어나 글로벌 성장산업으로서의 경쟁력을 갖추고자 한다면 중국과 연구개발 교류 협력을 통해 경쟁력을 제고해야 할 것이다.

2. 어업 분야

한중은 어업 탄소싱크 정책 분야에 공통점이 많고 구체적인 목표와 실시 방법 측면에서 비슷하다. 어업 분야는 일차적으로 어장과 양식장을 전제로 하기 때문에, 현재 중국이 추진하고 있는 어업 분야의 탄소감축 노력은 블

루카본 실현의 세부 사항과 겹친다.

양국의 어업 탄소싱크 협력을 추진하기 위해 어업 탄소싱크 분야의 교류를 강화하고 함께 발전해 나가야 한다. 장기적으로는, 양국 어업 생산과 무역의 주도 역할을 발휘하여 양국 쌍탄 전략과 저탄소·녹색 발전 추진 전략에 있어 어업 탄소싱크의 역할을 강화해야 한다.

첫째, 해수양식 제품의 탄소 저장량 연구를 강화할 필요가 있다. 양국의 해수양식 생산량은 본국 해양어업 생산량의 64%와 62%를 차지한다. 패류·해조류, 증식방류와 해양목장 어류 탄소싱크를 공동으로 연구하여 패류·해조류와 어류의 탄소흡수 인수(因子)와 계산 계수를 확정하고 어업 탄소 저장량을 명확히 한다.

둘째, 근해 어선 생산의 저탄소·배출 감축 기술·시설 연구를 강화할 필요가 있다. 양국은 근해 어업 생산량은 전체 해양 어획 생산량의 약 80%, 65.8%를 차지하며, 양국의 어획방식은 다양하다. 여러 조업 방식에 에너지 절약과 저감기술 연구개발 및 무해화(无害化) 처리를 통해 어선 생산 에너지 손실과 온실가스 배출량을 줄일 수 있다.

셋째, 갯벌, 해양목장 탄소싱크 방법학 등 상호 간의 연구개발 경험을 전문가 워크숍이나 포럼 등을 통해 지속적으로 공유해야 한다. 근해 및 해양목장의 탄소흡수 통계 정산 및 모니터링 방법학에 대한 전문 연구를 수행하고 근해 및 해양목장 등 생태계의 평가 시스템 구축을 모색하며 어업 생태계의 탄소싱크 능력을 향상시키도록 한다. 어업 탄소 배출량 및 탄소 배출량 측정기술에 대한 공동 연구를 수행하고 탄소 배출량 계산의 정확도를 높이며 공통 문제를 해결한다.

넷째, 녹색 어업 공급사슬을 구축할 필요가 있다. 양국은 ‘제로 탄소’ 어업 양식과 가공 유통 기업을 시범적으로 건설하고, 오염 및 탄소 저감 시

너지 효과 메커니즘을 모색한다. 부가가치당 탄소 배출과 생산·가공·유통 과정의 온실가스 배출 감소를 목표로 하여 저탄소 관리 표준 체계를 수립하여 특색 있는 어업 ‘제로 탄소’ 기업을 형성한다.

마지막으로, 어업은 국제 수산물 가공·보관 및 유통 등 글로벌 콜드체인과 밀접하게 연관되어 있다는 점에서 협력 방안을 찾아야 한다. 한국은 제5차 국가물류기본계획(2021-2030)을 통해 스마트 콜드체인 경쟁력 제고를 주요 과제로 설정하고 있다. 한편 중국에서도 운송·보관 등 물류(콜드체인 포함) 서비스 부문의 탄소감축은 매우 큰 현안이다. 중국 주요 서비스 산업 중 직접 탄소 배출량이 가장 많은 분야가 교통운수·창고보관 및 우정업(2019년 현재 7.3억 톤으로 중국 내 서비스업 중 압도적인 비중을 차지)이기 때문이다. 중국 소비자들의 소득수준 향상과 이에 따른 수산물 수요 증가, 중국 일대일로 전략 등의 요인으로 중국 국제 콜드체인이 더욱 확대될 가능성이 농후하다. 이 같은 전망 하에서 콜드체인 분야(운송, 보관)의 녹색 전환과 스마트화가 해양수산 분야(대표적으로 해운·항만 분야)와 동시다발적으로, 또는 연계되어 이뤄질 가능성이 매우 높다. 특히 콜드체인 분야에서는 트럭 등 중형 화물차, 냉장차의 신에너지 차량 전환 추세와 함께 항만과 내륙물류 기지, 물류센터 냉동창고 부문 등에서 ‘에너지 절약형’·‘신에너지로의 전환’ 등 녹색 전환에 유의하면서, 한중 협력의 구체적인 방향을 찾아나가야 할 것으로 보인다.

3. 해운·항만 분야

한국은 해운 분야에서 ‘해운재건 5개년 계획’ 등 독자적인 노력을 통해 위기를 기회로 만들며 일정한 성과를 거뒀다. 그럼에도 중국의 혁신과 시장을 앞세운 ‘쌍탄 정책’ 추진 방향에서 기술 혁신 가속화를 통해 탄소배

출권 거래시장 활성화와 연계시키려는 구상은 참고할 필요가 있다. 특히 해운·항만 분야에서 ‘탄소중립’을 가능케 해주는 신기술 및 혁신기술 솔루션을 탄소배출권 거래시장 상품으로 좀 더 적극적으로 검토해야 한다.²⁵¹⁾

양국이 해운·항만산업의 탄소중립을 추진하는 경로와 정책요구에는 차이가 있을 수 있으므로 양국의 해운산업 정책 의사결정자와 의사결정 지원 연구자들 간의 경험교류를 강화해 서로의 경험과 인식을 이해하고 벤치마킹할 필요가 있으며, 이는 각국의 정책 제정수준 향상과 정책 실시효과의 개선을 추진하는데 도움이 된다.

한국과 중국은 국제해운 부문의 배출저감 시장 메커니즘은 해운 산업과 국제무역 발전에 큰 영향을 미칠 것이다. 현재 IMO의 논의에 포함된 시장 메커니즘에는 장단점이 있으며, 양국 관련 연구기관은 해당 메커니즘이 각국의 해운산업 및 국제무역 발전에 미치는 영향을 분석하여 이를 줄이는 방법을 모색할 수 있다.

국제해운은 배출저감 경로가 불분명하기 때문에 항만 간에 녹색해운 회랑을 설치하여 저공해와 제로 배출 운송을 달성하기 위한 기술, 관리 문제를 탐구할 수 있으며, 향후 관련 규칙 수립을 위한 실무 경험과 근거를 제공할 수 있다. 한중은 거리가 가깝고 해운 연계성이 뛰어나며, 녹색해운 회랑 구축 여건이 조성되어 있다. 따라서 한중 녹색해운 회랑 구축방안의 공동 연구 및 수행이 가능하기 때문에 이 분야에 많은 노력을 기울여야 한다.

중국 항만의 탄소중립 경로는 항만기계와 항만 작업선 전동화이며, 항만과 신에너지의 융합발전은 풍력 및 태양광 발전(發電)을 개발하여 풍력, 태양광 저장 통합을 실현함을 뜻한다. 현재 완전 전력 자동화 컨테이너 터미널 건설, 전동 항만 작업 예인선의 개발 및 응용, 무인 전동 컨테이너 트럭

251) 박성준·진선선(2022), p.10.

사용, 항만 풍력·태양광 발전 시스템 건설, 탄소중립 자동화 컨테이너 터미널 인증 등 많은 진전이 있으며, 한국 측과 교류하고 공유할 만한 내용이 많다.

아울러 기존의 제5차 국가물류기본계획(2021~2030)에 자율운행트럭과 자율운항선박 기술 개발 및 도입 등 운송수단의 스마트화 관련 사업을 근거로, 기술·개발 비중을 더욱 확대해야 한다. 따라서 최소한 항만 내 자율운행트럭 도입 등을 신에너지 자동차 확산과 기타 산업 정책과 연계할 필요가 있다.²⁵²⁾

또한 대기업을 중심으로 해운·항만·물류 분야에서 한국 실정에 맞는 ESG 경영의 표준 확립에 더 많은 노력이 필요하다.²⁵³⁾ 특히 ESG 경영 실천 여부는 향후 유럽 등 해외 시장 진출(예컨대 현지 투자)에 주요 변수로 작용할 전망이어서 장기적으로 ESG 표준 제정 및 도입이 늦어질 경우, 관련 해외 시장에서 국제 경쟁에 뒤쳐질 수 있다는 점을 고려해야 한다.²⁵⁴⁾

마지막으로 중국과 ‘탄소중립’이라는 공동 목표를 갖고 있는 신에너지 산업, 녹색금융, ‘탄소중립’ 도시 건설 등의 분야에서 상호 협력 가능한 사업을 적극 발굴하려는 노력을 강화해야 할 것이다.²⁵⁵⁾

252) 위의 자료, p.10.

253) 위의 자료, p.10.

254) 위의 자료, p.10.

255) 위의 자료, p.10.

참고문헌

국내 문헌

- 강대석(2021), 인간과 해양의 지속가능한 공존을 위한 관리수단, 해양공간계획, 2022 해양수산 전략 리포트, 한국해양수산개발원, pp. 74-89.
- 김세원·김은우(2022), 중국 헨진 탄소제로 항만을 만들다, 오션테크, 해양수산부·해양수산과학기술진흥원, pp.352-369.
- 김성진 외(2021), 중국의 2060 탄소중립 추진전략 연구, 대외경제정책연구원·한국환경연구원
- 중국 어선 기름값 보조정책 동향 및 영향, KMI 중국리포트, 제22-15호
- 러자화(2022), 중국 어선 기름값 보조정책 동향 및 영향, KMI 중국리포트, 제22-15호, pp. 2-5.
- 박성준·진선선(2022), 중국 '쌍탄 전략' 논의 최근 현황과 해운·항만·물류 분야 시사점, KMI 중국리포트, 제22-22호, pp. 2-10.
- 시에원칭(2022), 중국 항만부문의 수소에너지 응용 현황 및 발전 동향 분석, KMI 중국 해양수산 위클리, 제22-14호, 한국해양수산개발원, pp. 2-9.
- 에너지경제연구원(2021), 국내외 탄소중립기술 로드맵 분석 및 거버넌스 구축방안, 2050 탄소중립위원회
- 이성규 외(2021), 세계 주요국 탄소중립 전략과 중국의 저탄소 전략의 비교 분석, 대외경제정책연구원
- 이주관 외(2021), 글로벌 탄소중립 시대의 그린뉴딜 정책과 시사점, 대외경제정책연구원

-
- 저우미 외(2016), 13.5 계획으로 본 중국 해양수산 증장기(2016~2020) 전망, 한국해양수산개발원, pp. 242-246.
- 진선선(2022), 지난 10년간 중국 해양 신산업 10% 성장, KMI 중국 해양수산 위클리, 제22-36호, 한국해양수산개발원, pp. 1-3.
- 진선선·한광석(2021), 중국 블루카본의 정책 및 추진상황, KMI 중국리포트, 제21-18호, pp. 2-13.
- 평환성(2022), 중국의 저탄소 해운정책 및 시사점, KMI 중국 해양수산 위클리, 제22-9호, 한국해양수산개발원, pp. 2-8.
- 한국환경정책학회·한국법제연구원·한국도시정책연구소(2021), 「2050 탄소중립 추진체계 해외사례 연구, 국무조정실
- 하염퇴(2020), 중국 수산업 스마트 양식 정책 및 사례 분석, KMI 중국연구센터 위킹페이퍼, 제22-2호, 한국해양수산개발원
- 하염퇴(2022), 다채로운 해양 수산물로 중국 소비자 수요 만족, KMI 중국 해양수산 위클리, 제22-35호, 한국해양수산개발원, pp. 1-3.

국외 문헌

- 段克等(2021), 滨海蓝碳生态系统保护与碳交易机制研究, 中国国土资源经济, 34(12), pp. 37-47
- 潘晓滨(2018), 中国蓝碳市场建设的理论同构与法律路径, 湖南大学学报(社会科学版), 32(01), pp. 155-160
- 范振林(2021), 开发蓝色碳汇助力实现碳中和, 中国国土资源经济, 34(04), pp 12-18
- 傅明燕(2022.7.7.), 舟山尝试探索“蓝碳经济示范区”, 舟山日报, p.3
- 高学文(2022), 中国海洋碳中和价值实现机制研究, 大连海洋大学学报(社会科学版), 21(03), pp. 10-15
- 高卓(2022), 博鳌亚洲论坛可持续发展的亚洲与世界2022年度报告, 对外经济贸易大学出版社
- 国家电力投资集团有限公司&中国国际经济交流中心(2021), 中国碳达峰碳中和进

- 展报告2021, 社会科学文献出版社
- 国合华夏城市规划研究院(2021), 中国碳达峰碳中和规划、路径及案例, 中国金融出版社
- 贺义雄(2021.6.18.), 开发利用好海洋固碳储碳功能, 中国自然资源报, p.3
- 纪建悦&曾琦(2016), 基于全局DEA的中国海水养殖业绿色技术效率时空演化分析, 中国管理科学, 24(S1), pp. 774-778
- 焦念志等(2018), 蓝碳行动在中国, 科学出版社
- 焦念志(2021), 研发海洋“负排放”技术支撑国家“碳中和”需求, 中国科学院院刊, 36(2), pp. 179-187
- 李晓璇&刘大海(2022), 碳边界调节机制下的海洋经济发展影响与对策, 自然资源情报, (6), pp. 1-7
- 刘世锦(2022), 双碳目标下的绿色增长, 中信出版集团
- 毛竹等(2022), 我国海洋碳汇建设现状、问题及建议, 环境保护, 50(07), pp. 50-53
- 梅宏&张艳(2021), 海洋保护地推行蓝碳行动的目标与策略, 中华环境, (05), pp. 23-27
- 沈津(2020), 福建省海上风电开发难点及相关问题探讨, 能源与环境, 2020(03), pp. 40-41
- 孙吉亭&赵玉杰(2011), 我国碳汇渔业发展模式研究, 东岳论丛, 32(8), pp. 150-155.
- 王文涛等(2022), 海洋支撑碳中和技术体系框架构建的思考与建议, 中国海洋大学学报(自然科学版), 52(03), pp. 1-7
- 杨建初等(2021), 碳达峰、碳中和知识解读, 中信出版集团
- 袁志刚(2021), 碳达峰碳中和国家战略行动路线图, 中国经济出版社
- 应验(2021), 国家生态文明试验区背景下海南蓝碳开发的理论分析与路径建议, 科技管理研究, 41(24), pp. 177-183
- 张佳欣(2022), 发展海洋碳汇, 推动形成碳中和“厦门样板”, 厦门科技, (03), pp. 4-9
- 朱辉&李梦言(2022), 碳中和背景下蓝碳保护制度建构研究, 浙江海洋大学学报(人文版), 39(02), pp. 1-8
- 尹俊&徐嘉(2021), 中国式规划: 从一五到十四五, 北京大学出版社

中国科学院(2021), 推动海洋碳汇成为实现碳中和的新力量, 中国科学院院刊, 36(03), pp. 239-240

中国港口协会(2022), 2021中国港口年鉴, 中国港口杂志社

宗虎民&袁秀堂(2017), 我国海水养殖业氮、磷产出量的初步评估, 海洋环境科学, 36(03), pp. 336-342

인터넷 자료

21经济网(2022.8.4.), 解码湛江“红树林经济学”: 借红树林做大碳汇文章, 撬动生态资源价值化“点绿成金”, <https://www.21jingji.com/article/20220804/herald/4a549b1e432ed02c50def62210650b91.html>(검색일: 2022.8.9.)

北京市昌平区人民政府(2019.5.21.), 第五届中国CCUS技术国际论坛成功举办, <http://www.bjchp.gov.cn/cpqzf/bjwlkxc/yqgk/kjcx/4946548/index.html>(검색일: 2022.8.18.)

北极星碳管家网(2022.2.28.), 中国石油将启动300万吨CCUS重大工程示范项目, <https://news.bjx.com.cn/html/20220228/1206680.shtml>(검색일: 2022.7.13.)

财联社(2020.7.15.), 《山东省海上风电发展规划(2019-2035)》出现新进展 涉及三大基地、涉41个风场, <https://www.cls.cn/detail/536569>(검색일: 2022.9.15.)

观沧海(2021.4.19.), 打造蓝碳经济发展高地, 这里确定“12356”重要任务!, <https://mp.weixin.qq.com/s/2kqlkSjaAEluGiQnxCygOw>(검색일: 2022.7.20.)

观沧海(2021.4.7.), 我国开发出首个蓝碳交易项目!, https://mp.weixin.qq.com/s/Vvo87b4Q9_nAzuViW1Q5-Q(검색일: 2022.9.20.)

观沧海(2021.7.21.), 迈向碳达峰碳中和, 海洋大有可为, <https://mp.weixin.qq.com/s/YGAdvdLNW09h4CAPeTZuSQ>(검색일: 2022.7.20.)

观沧海(2021.8.30.), 全国首单湿地碳汇贷落地这里!, https://mp.weixin.qq.com/s/-blHsi6_-LrlET4xvSZb8w(검색일: 2022.9.28.)

- 观沧海(2021.9.7.), 向海洋要碳汇, https://mp.weixin.qq.com/s/lVsDBUKb_8alzcbIFQqRqg(검색일: 2022.7.20.)
- 观海(2021.9.8.), “先行先试”蓝色碳汇! 聚焦海洋“负排放” 青岛在这些领域持续发力, <https://www.guanhai.com.cn/p/112333.html>(검색일: 2022.9.22.)
- 广东省自然资源厅(2022.7.5.), 广东省自然资源厅关于省政协十二届五次会议第20220781号提案答复的函, http://nr.gd.gov.cn/gkmlpt/content/3/3963/mpost_3963343.html#3122(검색일: 2022.9.14.)
- 光明网(2022.5.22.), 续写春天的故事|山东威海探索海洋碳汇发展之路, https://politics.gmw.cn/2022-05/22/content_35753897.htm(검색일: 2022.9.20.)
- 光明网(2022.6.2.), “十四五”期间海南将新增红树林湿地2.6万亩, https://difang.gmw.cn/hi/2022-06/01/content_35782531.htm(검색일: 2022.9.28.)
- 光明网(2022.9.15.), 生态环境部:“十三五”期间我国累计整治修复岸线约1200公里, https://m.gmw.cn/2022-09/15/content_1303141768.htm(검색일: 2022.9.28.)
- 国家林业和草原局政府网(2020.8.28.), 自然资源部 国家林业和草原局印发《红树林保护修复专项行动计划(2020-2025年)》, <http://www.forestry.gov.cn/main/586/20200828/143227685406582.html>(검색일: 2022.10.12.)
- 国际环保在线(2020.9.22.), 海洋生态, 一点一滴保护和修复, <https://www.huanbao-world.com/a/zixun/2020/0922/170961.html>(검색일: 2022.9.22.)
- 国际新能源网(2021.11.17.), “十四五”海上风电怎么发展? 国家能源局官方回答!, <https://newenergy.in-en.com/html/newenergy-2409257.shtml>(검색일: 2021.11.22.)
- 海报新闻(2022.4.7.), 利用海洋碳汇先天优势 山东支持威海探索建设蓝碳交易平台, <http://w.dzwww.com/p/p5A4Sdf0jGf.html>(검색일: 2022.9.28.)
- 海口市生态环境局(2022.7.31.), 市生态环境局组织评审海洋生态系统碳汇试点研究项目, <http://sthb.haikou.gov.cn/ywdt/zwdt/202208/t1072356.shtml>(검색일: 2022.9.23.)
- 海南省地质局(2020.4.7.), 滨海湿地, 战斗在抵御气候变暖的第一线(下), <http://geo.hainan.gov.cn/sdzj/dzhp/202004/12d35a33d7fd4cc69eff8be03e226103.shtml>(검색일: 2022.9.16.)

海南省生态环境厅(2018.12.28.),【生态文明建设】生态环境部与海南省人民政府签订战略合作协议, http://hnsthb.hainan.gov.cn/ywdt/zwtd/201812/t20181228_2030498_mo.html(검색일: 2022.9.22.)

海南省生态环境厅(2021.6.8.), 2020年海南省海洋生态环境状况公报, http://hnsthb.hainan.gov.cn/xxgk/0200/0202/hjzl/hjzkgb/202106/t20210608_2991088_mo.html(검색일: 2022.9.22.)

海南省人民政府(2022.2.24.), 冯飞出席海南国际蓝碳研究中心揭牌仪式, <https://www.hainan.gov.cn/hainan/huodonggr/202202/9f105619880846498fbee1b1f4139bc3.shtml>(검색일: 2022.9.22.)

海南省人民政府(2022.8.22.), 海南省人民政府关于印发海南省碳达峰实施方案的通知, <https://www.hainan.gov.cn/hainan/szfwj/202208/911b7a2656f148c08e5c9079227103a7.shtml>(검색일: 2022.9.22.)

海南日报(2022.6.1.), 我省计划“十四五”期间新增3万亩红树林, http://hnrh.hinews.cn/html/2022-06/01/content_58464_14881736.htm(검색일: 2022.8.18.)

海洋开发咨询(2021.8.31.), 全国首个海洋碳汇交易服务平台成立, https://mp.weixin.qq.com/s/bfZz_7ybB3haZPOIH4OSRw(검색일: 2022.10.10.)

海洋开发咨询(2021.10.24.), 全国滨海湿地调查工作启动!自然资源部海洋一所牵头组织,率先开启辽宁滨海湿地调查!, <https://mp.weixin.qq.com/s/hWuVAZfBP7kf9apNHXIYZA>(검색일: 2022.9.22.)

海洋开发咨询(2021.11.20.), 《海南省红树林湿地生态修复技术规程(征求意见稿)》全文, <https://mp.weixin.qq.com/s/1Pmfkm4MjkTmne7MFzHgmQ>(검색일: 2022.9.26.)

海洋开发咨询(2021.11.23.), 山东省海洋资环院黄渤海蓝碳监测和评估研究中心威海基地揭牌, https://mp.weixin.qq.com/s/8fY19o_jAgHEqFWIRu884Q(검색일: 2022.10.10.)

华东勘测设计研究院有限公司(2021), 江苏省“十四五”海上风电规划环境影响报告书, <http://fzggw.jiangsu.gov.cn/attach/0/15458d0ea1d54f148f23995d79589ee6.pdf>(검색일: 2022.8.16.)

海洋开发咨询(2022.7.30), 开展海洋生态系统碳汇试点!海南省印发《海南省海洋生态系统碳汇试点工作方案》, https://mp.weixin.qq.com/s/S1DCFXIq_obskkYc-2EKw(검색일: 2022.9.23.)

- 해양开发咨询(2022.8.17.), 谋划“蓝+战略”, 依托海洋牧场积极打造碳汇渔业试验区…烟台印发《美丽烟台建设战略规划纲要(2021-2035年)》, <https://mp.weixin.qq.com/s/Mr5mKloSAKi2USLfqr1mow>(검색일: 2022.8.19.)
- 海洋知圈(2022.5.8.), 全国首单海洋碳汇指数保险落地山东威海, https://mp.weixin.qq.com/s/fjSXYiRVsT9uu16HP5Pj_Q(검색일: 2022.10.12.)
- 海洋知圈(2022.5.22.), “长岛海洋碳汇研发实验基地”正式挂牌成立!, <https://mp.weixin.qq.com/s/LJGwVzxpB80Sw062ltmcIA>(검색일: 2022.9.28.)
- 海洋知圈(2022.5.25.), 自然资源部南海局所属多家单位联合开展粤东海岸带蓝碳生态系统调查, <https://mp.weixin.qq.com/s/6XkEs5edk3rbEDVtzlTt2Q>(검색일: 2022.10.9.)
- 海洋知圈(2022.5.27.), 山东省海洋碳汇试点工作正式启动! 黄渤海蓝碳监测评估和研究中心(长岛基地)揭牌!, <https://mp.weixin.qq.com/s/NYK13kSAzkYXLyvAEcKZgg>(검색일: 2022.9.28.)
- 海洋知圈(2022.7.7.), 北海竹林海草床是全球海草监测网在中国的唯一站点! 广西红树林研究中心科研团队基本掌握了华南沿海地区海草生态系统碳储量碳汇的基本情况, <https://mp.weixin.qq.com/s/Z8feLS9-Ec6lpsCsHfGgDw>(검색일: 2022.9.28.)
- 海洋知圈(2022.7.16.), 杭州湾南岸海岸带碳汇调查评估与价值核算项目启动!, https://mp.weixin.qq.com/s/Ymc0T6ND2Eme_1-jCAZEqw(검색일: 2022.10.10.)
- 海洋知圈(2022.9.26.), 浙江大学海洋学院发布首个浙江省碳中和路径图!, <https://mp.weixin.qq.com/s/0clF2eiGbFyC3u-36lOnlQ>(검색일: 2022.10.12.)
- 环联网(2021.7.5.), 2021年中国碳达峰、碳中和概念专题(一): 节能减排初见成效 碳达峰、碳中和意义深远, <http://www.envirunion.com/newsinfo-29224.html>(검색일: 2022.7.15.)
- 界面新闻(2021.7.16.), 碳排放权交易市场启动线上交易, 首笔交易790万元, https://www.jiemiann.com/article/6364453.html?ivk_sa=1023197a(검색일: 2022.9.22.)
- 界面新闻(2022.6.28.), 中国启动首个千万吨级CCUS集群项目, <https://www.jiemiann.com/article/7657306.html>(검색일: 2022.7.15.)

极目新闻(2022.10.3.), 现有2.71万公顷!我国红树林保护修复取得新进展, http://www.ctdsb.net/c1677_202210/1526343.html(검색일: 2022.10.9.)

矿业界(2021.9.26.), 生态环境部推进碳监测评估试点工作, <https://mp.zgkyb.com/m/news/47816>(검색일: 2022.10.10.)

能源环境产业联盟(2022.9.22.), 国家发展改革委:“双碳”工作实现良好开局, <http://www.eesia.cn/contents/34/1762.html>(검색일: 2022.9.27.)

澎湃新闻(2022.8.12.), 中国石化首次发布“十大社会责任示范项目”, https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_19426752(검색일: 2022.8.19.)

澎湃新闻(2022.10.8.), 全国首单红树林蓝碳生态保护保险落地福建, https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_20207013(검색일: 2022.10.9.)

前瞻经济学人(2021.7.8.), 预见2021:《2021年中国碳中和产业全景图谱》(附市场现状、竞争格局和发展趋势等), <https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/210708-b32ef0ec.html>(검색일: 2022.7.15.)

前瞻经济学人(2021.7.13), 2021年全球及主要国家碳排放市场现状及分析 全球减排仅一国增长【组图】, <https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/210713-4d33ef2d.html>(검색일: 2022.7.15.)

齐鲁壹点(2021.4.14.), 向海图强!到2025年底威海蓝碳经济体系将基本建立, <http://baijiahao.baidu.com/s?id=1697002585770315037&wfr=spider&for=pc>(검색일: 2022.8.19.)

人民网(2022.3.21.), 海南国际碳排放权交易中心获批设立, <http://finance.people.com.cn/n1/2022/0322/c1004-32380433.html>(검색일: 2022.9.26.)

人民网(2022.7.31.), 广西红树林保护修复显成效 3年多增加面积逾81公顷, <http://gx.people.com.cn/n2/2022/0731/c179430-40061477.html>(검색일: 2022.9.23.)

闪电新闻(2022.7.4.), 包钢200万吨CCUS一期50万吨示范项目按下启动键, <https://sdwx.iqilu.com/w/article/YS0yMS0xMjg5NTM3MQ.html>(검색일: 2022.8.18.)

山东省海洋局(2022.7.20.), 闪电新闻:山东海洋碳汇试点海草床生态系统碳储量调查任务顺利开展, http://hyj.shandong.gov.cn/xwzx/mtjj/202207/t20220720_4006384.html(검색일: 2022.9.28.)

- 山东自然资源(2022.7.12.), 自然资源领域生态产品价值实现的山东实践·案例十六:威海市“蓝碳经济”海洋生态产品价值实现经营开发案例, https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzI4OTI5OTI2OA==&mid=2247509501&idx=1&sn=9e7e066a76d7e1bb0e6a193116403874&chksm=ec33abd6db4422c00b47203806417241cf1c6ee471b6a3d856d562748c8b70e4e5c81c7964c6&scene=27(검색일: 2022.9.22.)
- 台海网(2021.10.22.), 全国首个蓝碳司法保护与生态治理研究中心在漳州成立, <http://www.taihainet.com/news/fujian/yghx/2021-10-22/2564127.html>(검색일: 2022.10.12.)
- 网易(2022.6.15.), 大鹏新区启动第二批近零碳试点项目申报, <https://www.163.com/dy/article/H9UCRME2055004XG.html>(검색일: 2022.9.22.)
- 盐城水产科学研究院(2022.7.31.), 服务国家“双碳”战略, 碳汇渔业研究取得“四新”进展——新表达、新模型、新术语、新结果, <http://www.ycafs.cn/end.html?id=106>(검색일: 2022.10.29.)
- 湛江日报(2022.9.10.), 建设海洋碳汇金融改革创新示范区, http://paper.gdzdaily.com.cn/html/2022-09/10/content_10741_6711955.htm(검색일: 2022.10.12.)
- 浙江省发展和改革委员会(2021.6.16.), 省发展改革委 省生态环境厅关于印发《浙江省应对气候变化“十四五”规划》的通知, https://fzggw.zj.gov.cn/art/2021/6/16/art_1229123366_2302792.html(검색일: 2022.7.15.)
- 中城研究(2021.8.20.), 中共中央国务院: 关于完善主体功能区战略和制度的若干意见, http://www.hnzcpr.cn/page158?article_id=276(검색일: 2022.9.20.)
- 中国电力网(2021.7.14.), 国家能源局王大鹏: “十四五”期间将重点推进四项工作, <http://www.chinapower.com.cn/xw/sdyd/20210714/88261.html>(검색일: 2022.8.20.)
- 中国风电新闻网(2022.2.28.), 11个项目、1230万千瓦! 海南省“十四五”海上风电规划项目表公布, http://www.cbmf.org/mobile/_470515/_1577060/7140779/index.html(검색일: 2022.9.15.)
- 中国经济网(2022.8.28.), 广西防城港市: 海洋碳汇助推绿色发展, http://bgimg.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/202208/28/t20220828_38063352.shtml(검색일: 2022.8.30.)

中国政府网(2015.5.5.), 中共中央 国务院关于加快推进生态文明建设的意见, http://www.gov.cn/xinwen/2015-05/05/content_2857363.htm?from=androidqq(검색일: 2022.9.20.)

中国政府网(2015.6.30.), 强化应对气候变化行动 ——中国国家自主贡献 (全文), http://www.gov.cn/xinwen/2015-06/30/content_2887330.htm(검색일: 2022.6.6.)

中国政府网(2015.8.1.), 国务院关于印发全国海洋主体功能区规划的通知, http://www.gov.cn/gongbao/content/2015/content_2924001.htm(검색일: 2022.9.20.)

中国政府网(2015.9.21.), 中共中央 国务院印发《生态文明体制改革总体方案》, http://www.gov.cn/guowuyuan/2015-09/21/content_2936327.htm(검색일: 2022.9.20.)

中国政府网(2016.10.27.), 国务院关于印发“十三五”控制温室气体排放工作方案的通知, http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-11/04/content_5128619.htm(검색일: 2022.9.20.)

中国政府网(2017.6.20.), “一带一路”建设海上合作设想, http://www.gov.cn/xinwen/2017-06/20/content_5203985.htm(검색일: 2022.9.20.)

中国政府网(2019.5.2.), 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《国家生态文明试验区(海南)实施方案》, http://www.gov.cn/xinwen/2019-05/12/content_5390904.htm(검색일: 2022.9.20.)

中国政府网(2021.3.15.), 习近平主持召开中央财经委员会第九次会议, http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/15/content_5593154.htm(검색일: 2022.9.20.)

中国政府网(2021.5.11.), 国家能源局关于2021年风电、光伏发电开发建设有关事项的通知, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-05/27/content_5612874.htm(검색일: 2022.9.20.)

中国政府网(2021.10.24.), 中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见, http://www.gov.cn/zhengce/2021-10/24/content_5644613.htm(검색일: 2022.9.20.)

中国政府网(2021.10.26.), 国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知, http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-10/26/content_5644984.htm(검색일: 2022.9.20.)

- 中国政府网(2021.12.25.), 国务院办公厅关于印发推进多式联运发展优化调整运输结构工作方案(2021—2025年)的通知, http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/07/content_5666914.htm(검색일: 2022.6.5.)
- 中华人民共和国财政部(2022.5.25.), 《财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见》, http://sh.mof.gov.cn/tongzhitonggao/202208/t20220801_3831128.htm(검색일: 2022.8.16.)
- 中华人民共和国工业和信息化部(2022.7.7.), 《工业领域碳达峰实施方案》, https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/tz/art/2022/art_df5995ad834740f5b29fd31c98534eea.html(검색일: 2022.8.16.)
- 中华人民共和国海关总署(2022.18), (2) 2021年12月进出口商品国别(地区)总值表(美元值) <http://www.customs.gov.cn/customs/302249/zfxxgk/2799825/302274/302277/302276/4127455/index.html>(검색일: 2022.6.20.)
- 中华人民共和国交通运输部(2021.10.29.), 交通运输部关于印发《绿色交通“十四五”发展规划》的通知, https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/202201/t20220121_3637584.html(검색일: 2022.9.15.)
- 中华人民共和国交通运输部(2022.5.25.), 2021年交通运输行业发展统计公报, http://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/202205/t20220524_3656659.html(검색일: 2022.6.6.)
- 中华人民共和国交通运输部(2022.6.24.), 交通运输部 国家铁路局 中国民用航空局 国家邮政局贯彻落实《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》的实施意见, https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/202206/t20220624_3659984.html(검색일: 2022.8.16.)
- 中华人民共和国教育部(2022.4.19.), 《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》, http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202205/t20220506_625229.html(검색일: 2022.8.16.)
- 中华人民共和国科技部(2022.6.24.), 《科技支撑碳达峰碳中和实施方案(2022—2030年)》, <https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/qtjw/qtjw2022/202208/W020220817583603511166.pdf>(검색일: 2022.8.16.)
- 中华人民共和国农业农村部(2018.8.15.), 对十三届全国人大一次会议第6688号建议的答复, http://www.moa.gov.cn/govpublic/YYJ/201808/t20180815_6155731.htm(검색일: 2022.9.19.)

-
- 中华人民共和国农业农村部(2022.5.7.), 农业农村部 国家发展改革委关于印发《农业农村减排固碳实施方案》的通知, <http://www.moa.gov.cn/zxfile/reader?file=http://www.moa.gov.cn/govpublic/KJJYS/202206/P020220630331656855638.pdf>(검색일: 2022.8.16.)
- 中华人民共和国生态环境部(2022.1.7.), “十四五”海洋生态环境保护规划, <https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/202202/W020220222382120532016.pdf>(검색일: 2022.9.20.)
- 中华人民共和国住房和城乡建设部(2022.6.30.), 《城乡建设领域碳达峰实施方案》, <http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-07/13/5700752/files/679a410848f04ea6bd2034faea9d4839.pdf>(검색일: 2022.8.16.)
- 中国南海研究院(2022.4.20.), 国内外蓝碳发展实践及对海南的启示, https://mp.weixin.qq.com/s/tBbfuxUe_KyPbuPM-O-eqw(검색일: 2022.8.16.)
- 中国海洋发展研究中心(2019.3.21), 专家视点 | 蓝色碳汇交易与滨海湿地保护, <http://mp.weixin.qq.com/s/NuVkDiPl4tVBqOUKzd-8YA>(검색일: 2022.6.21.)
- 中国海洋信息网(2021.1.18.), 福建: 七大重点行动保护修复红树林, <http://www.nmdis.org.cn/c/2021-01-18/73678.shtml>(검색일: 2022.9.28.)
- 中国海洋信息网(2021.8.4.), 海洋碳汇经济价值核算标准公开征求意见, <http://www.nmdis.org.cn/c/2021-08-04/75295.shtml>(검색일: 2022.10.12.)
- 中国海洋信息网(2022.2.21.), 灵山岛成为全国首个“负碳海岛”, <http://www.nmdis.org.cn/c/2022-02-21/76386.shtml>(검색일: 2022.9.28.)
- 中国日报网(2022.6.1.), 海南首个蓝碳生态产品交易完成签约, <https://hain.chinadaily.com.cn/a/202206/01/WS6296f2f6a3101c3ee7ad8585.html>(검색일: 2022.9.23.)
- 中国山东网(2019.9.28.), 海洋生态经济国际论坛威海开幕 发布国内首个海洋碳汇方法学, <http://weihai.sdchina.com/show/4452888.html>(검색일: 2022.9.23.)
- 中国政府网(2011.1.7.), 山东半岛蓝色经济区建设正式上升为国家战略, http://www.gov.cn/jrzq/2011-01/07/content_1779792.htm(검색일: 2022.8.5.)
- 中国政府网(2021.2.22.), 国务院关于印发加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的

- 指导意见, http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-02/22/content_5588274.htm(검색일: 2022.6.20.)
- 中国政府网(2021.9.12.), 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于深化生态保护补偿制度改革的意见》, http://www.gov.cn/zhengce/2021-09/12/content_5636905.htm(검색일: 2022.7.10.)
- 中国政府网(2021.10.24.), 中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见, http://www.gov.cn/zhengce/2021-10/24/content_5644613.htm(검색일: 2022.11.5.)
- 中国政府网(2022.6.8.), 我国海洋生态系统保护修复取得显著成效, http://www.gov.cn/xinwen/2022-06/08/content_5694738.htm(검색일: 2022.8.12.)
- 中国政府网(2022.7.1.), 农业农村部、国家发展改革委联合印发《农业农村减排固碳实施方案》, http://www.gov.cn/xinwen/2022-07/01/content_5698717.htm(검색일: 2022.8.19.)
- 中国发展网(2022.8.9.), “海岸卫士”红树林变身“金树林”, <http://www.chinadevelopment.com.cn/news/cj/2022/08/1791654.shtml>(검색일: 2022.8.16.)
- 中华人民共和国财政部(2022.5.25.), 关于印发《财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见》的通知, http://jdjc.mof.gov.cn/fgzd/202207/t20220714_3826923.htm(검색일: 2022. 7.15.)
- 中华人民共和国自然资源部(2021.7.1.), 对十三届全国人大四次会议第6443号建议的答复, http://gi.mnr.gov.cn/202108/t20210803_2674700.html(검색일: 2022.7.12.)
- 中华人民共和国自然资源部(2022.1.21.), 首宗海洋渔业碳汇交易落户福建连江, http://www.mnr.gov.cn/dt/hy/202201/t20220121_2717980.html(검색일: 2022.8.16.)
- 中华人民共和国自然资源部(2022.6.26.), 对十三届全国人大五次会议第1885号建议的答复, http://gi.mnr.gov.cn/202207/t20220702_2740985.html(검색일: 2022.7.12.)
- 自然资源部第一海洋研究所(2022.10.11.), 《海洋碳汇核算方法》行业标准正式发布, <https://www.fio.org.cn/news/news-detail-10695.htm>(검색일: 2022.10.12.)

-
- 智汇海洋(2021.2.18.), 如何交易? 海洋碳汇标准体系正加快制定, <https://mp.weixin.qq.com/s/rpIG-GKrUwZo5aXH-F3NAg>(검색일: 2022.10.12.)
- 智汇海洋(2021.5.10.), 全国首个《海洋碳汇核算指南》编制完成, <https://mp.weixin.qq.com/s/iL4kXkxBKdGSjvoDKQcDQQ>(검색일: 2022.10.12.)
- 智汇海洋(2021.10.31.), 广西10年营造红树林607.8公顷, 到2030年保有量稳定在1万公顷以上, <https://mp.weixin.qq.com/s/PT5QvV5diSMY4zsoU0tbZA>(검색일: 2022.9.23.)
- 智汇海洋(2022.1.6.), 齐突出海洋元素 浙江舟山绘就“双碳”创新蓝图, <https://mp.weixin.qq.com/s/-WESLubWXH4f8IbU7A8sPw>(검색일: 2022.7.20.)
- 智汇海洋(2022.2.3.), 华东师范大学蓝碳团队在全球率先建立滨海湿地蓝碳监测网络和大数据平台, <https://mp.weixin.qq.com/s/HHnTG6c1PCiWcUMk2Lv1zg>(검색일: 2022.9.23.)
- 智汇海洋(2022.7.5.), 全国首单渔业碳汇指数保险落地威海, https://mp.weixin.qq.com/s/52-2y_IXrxysjOeByl1XhA(검색일: 2022.9.6.)
- 智汇海洋(2022.8.1.), 海南国际蓝碳研究中心“海洋负排放示范基地”揭牌成立, <https://mp.weixin.qq.com/s/gFluj1-SKySzYvucDXmD8g>(검색일: 2022.9.19.)
- i自然全媒体(2022.8.15.), 广东: 让“海岸卫士”落地成林 | 非凡十年, <https://mp.weixin.qq.com/s/RUQbYB186TzkObVlu4IISA>(검색일: 2022.8.17.)
- BP(2021), Statistical Review of World Energy 2021, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>(검색일: 2022.7.15.)
- EU(2020), Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 19 June 2020 on the Establishment of a Framework to Facilitate sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0852&from=EN>
- ICAP(2021), Emissions Trading Worldwide: ICAP Status Report 2021, https://icap.carbonaction.com/system/files/document/230323_icap_report_web_final_2.pdf(검색일: 2022.7.15.)
- IPCC(2018), Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C, <http://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>(검색일: 2022.9.12.)

- IPCC(2019), Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/01_SROCC_SPM_FINAL.pdf(검색일: 2022.10.12)
- UNEP(2019) Emissions Gap Report 2019, <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30797/EGR2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>(검색일: 2022.10.12.)
- UNEP&FAO&IOC(2009), Blue Carbon: The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon, <https://www.grida.no/publications/145>(검색일: 2022.7.15.)
- WEF(2021), Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity(Insight Report), https://www.weforum.org/reports/net-zero-challenge-the-supply-chain-opportunity/?DAG=3&gclid=EAIaIQobChMIgeTvr_qo_AIVSNpMAh0bv_gLTEAAYASAAEgIOffD_BwE(검색일: 2022.9.12.)

전문가 서면 자문 자료

- 러자화(2022.7.20.), 중국 어업 분야 탄소중립 정책 및 한중 협력방안, 중국 상하이해양대
- 리밍지에(2022.9.21.), '쌍탄' 목표 하의 중국 해상풍력 발전 정책 및 전망, 중국 자연자원부 해양발전전략연구소
- 평완성(2022.7.25.), 중국 해운·항만 분야 탄소중립 정책 및 한중 협력방안, 중국 교통운수부 수운과학연구원

기본연구보고서 발간목록

Ⅰ 2022년

01	선박투자 가치평가 및 위험관리 모형 연구	박성화
02	항만 컨테이너 반출입 예약시스템 가격결정 모형 연구	서정용
03	연안재해 대응을 위한 그린인프라 구축방안 연구	정지호
04	탄소중립이 해양수산업에 미치는 경제적 영향분석 연구	권장한
05	수산물 안전성 관리체계 개선방안 연구	조현주
06	준해양사고 통보제도 개선방안 연구	박상원
07	MZ세대 소비트렌드를 반영한 해양관광 추진방안 연구	최일선
08	연근해 어종별 어획쿼터제도 도입방안 연구	심성현
09	행위자기반 해양공간계획 시뮬레이션 개발 연구	조성진
10	항만분야 탄소중립 관리체계 개선방안 연구	안승현
11	탄소중립 시대 양식산업 대응전략 연구 - 육상 어류양식을 중심으로 -	마창모
12	수산물식품산업의 탄소중립 대응방안 연구 - 가공업을 중심으로 -	김지연
13	해양환경보전정책 도입방안 연구	박수진
14	포스트 코로나 시대의 컨테이너 해운산업 대응방안 연구 - 디지털 플랫폼을 중심으로 -	최건우
15	항만분야 공공갈등 관리방안 연구	김세원
16	글로벌 가치사슬 변화와 국제물류 분야 대응방안 연구 - 전기자동차 산업을 중심으로 -	권보배
17	항만개발제도 개선방안 연구	이수영
18	클러스터 혁신을 통한 선박관리업 발전방안 연구	허성례
19	수입수산물 예방적 관리체계 도입방안 연구 - IUU 수산물을 중심으로 -	안지은
20	양식수산물 유통 빅데이터 구축방안 연구	이기영
21	글로벌 혁신성장을 위한 신남방·신북방 정책 연구 - 신남방 지역 ICT산업 가치사슬 변화에 따른 물류 공급사슬 대응방안	최나영환

2021년

01	시민참여형 해안돌봄 정책 도입방안 연구	정치호
02	해양 플라스틱 쓰레기가 선박 운항에 미치는 영향분석 연구	김보람
03	여성어업인 노동정책 방향 연구	홍혜수
04	순환경제 시스템을 활용한 어업폐기물의 자원화 방안 연구	고동훈
05	1conomy 시대, HMR 시장 확대에 따른 수산부문 대응전략 수립 연구	마창모
06	AIS 데이터 기반 해상교통 안전 평가모델 개발 연구	황선일
07	항만 에너지 관리시스템 도입을 위한 로드맵 구축 연구 - 부산항 신항 전기에너지 소비를 중심으로 -	김근섭
08	해양분야 리빙랩 활성화 방안 연구	좌미라
09	빅데이터의 연계·활용을 통한 선박의 배출량 산정체계 고도화 방안 연구	안용성
10	해양공간계획 집행체계 고도화 방안 연구	최희정
11	수산식품산업 푸드테크 환경분석 및 적용전략 연구	이상건
12	AIS데이터기반 해상물동량 추정 연구	황수진
13	항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안 연구	이기열
14	항만 컨테이너 물류 프로세스 디지털화 모형 연구	서정용
15	해양수산 분야 국제산업연관표 구축기반 연구	정수빈
16	해양수산 과학기술 정책평가모형 연구 - 해양수산 R&D를 중심으로 -	전형모
17	글로벌 경제위기와 해운산업 대응체계 연구	박성화
18	항만산업 경기진단체계 구축 연구 - 경기동행지수 개발을 중심으로 -	김성아
19	전국 무역항 부두 분류 체계 개선방안 연구	이수영
20	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구 - 新해사산업의 육성 및 지원을 위한 법제화 연구(5차년도) -	박한선
21	수소에너지 거점 구축을 위한 항만의 대응방안 연구	신수용

수시연구보고서 발간목록

Ⅰ 2022년

01	항만의 탄소중립 이행·관리 표준안 연구	안용성
02	매립지 소유권 분리 제도화의 이해관계 분석과 관리방안	윤성순
03	글로벌 공급망 리스크별 영향분석 및 대응방안 연구 - 에너지·곡물을 중심으로	조지성
04	대북제재 강화와 코로나 팬데믹 이후 북한 해양수산 이슈와 대응 방안	윤인주
05	남북환경보호협정서 제6부속서의 국내 이행을 위한 법제 정비방안 연구	박예나
06	해양바이오산업 육성을 위한 해양생명자원법 정비 방안 연구	좌미라
07	우리나라 수산종자 관리체계 개선방안 연구	조현주
08	2050 신해양강국 미래비전 수립 연구	김민수

Ⅰ 2021년

01	해양환경산업 육성 방안 연구	한기원
02	선원의 인권 및 근로여건 향상을 위한 선원근로감독관 제도 개선 방안 연구	허성례
03	포스트 코로나 시대를 대비하는 지역 해양축제 활성화 연구	최일선
04	회복탄력성 개념을 적용한 항만 위기관리 시스템 구축 연구	김성기
05	중대재해처벌법 시행에 따른 항만에서의 대응방안 연구	최상균
06	크루즈산업 COVID-19 방역체계 구축방안 연구	황진희
07	한국형 선주사의 최적 운영방안 연구	고병욱
08	어촌형 생활서비스 전달체계 개선 연구	이호림
09	원양산업의 ESG 도입 기초 연구	윤미경
10	수상레저활동 관리체계 개선방안 연구	홍장원
11	연안지역 자연성 회복을 위한 정책 방향_간척지·담수호 중심으로	정지호
12	스마트항만 구축에 따른 탄소저감 효과 연구 - 동력전환을 중심으로 -	김가현

일반연구보고서 발간목록

Ⅰ 2022년

01	건화물선 시장 비용분석을 통한 해운시장 위험관리지표체계 구축	류희영
02	해상운임 예측모형 고도화 연구(Ⅰ)	황수진
03	IMO 시장기반조치 도입이 국내 해운기업에 미치는 영향	김한나
04	연안지역발전지수(CoDI) 개발 연구	황재희
05	CGE 기반 국제통상환경 변화의 해양수산부문 파급효과 분석	임병호
06	글로벌 수산부문 이미징 이슈 분석 모델 개발 연구	한기욱
07	양식 수산물 중장기 수급전망모형 구축 연구 - 굴을 중심으로 -	김철현
08	Network DEA를 이용한 물류기업 경쟁력 비교 분석 연구	황선일
09	해양수산 사업체 성과 및 효율성 분석 연구	김주현
10	베이지안 방법을 이용한 양식 명계 단수 추정방안 연구	천성훈
11	수입수산물과 국산 간의 대체관계 분석 연구 - 활·신선냉장품을 중심으로 -	박혜진
12	국내 컨테이너 해운기업의 디지털 전환 활성화 방안 연구	전서연
13	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅰ) - 자동차, 석탄, 고철, 시멘트를 중심으로 -	최석우
14	동중국해 해양경계획정 방안 기초 연구	박영길
15	해양수산 분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구(Ⅱ)	김찬호
16	항만개발사업의 정책효과 적용방안 연구	이종필
17	국가 해양전략 기본구상 연구	정현욱
18	선박대기시간 예측모형 개발을 위한 방법론 연구	조아현
19	안전항만 구축을 위한 비용 산정 및 지원체계 마련을 위한 연구	최상균

Ⅰ 2021년

01	해양수산 정책영향평가를 위한 기초 연구	김주현
02	해양교육의 사회·경제적 가치 평가 연구	이슬기
03	해양수산업 경기진단체계 기초연구 - 해운업을 중심으로 -	권장한
04	선박 기술진보를 고려한 탄소 배출량 추정 연구	최건우
05	서포트벡터머신(SVM) 기법을 활용한 해운시황 예측 연구	김병주
06	크루즈 여객 수요 전망 모형 구축 연구	안승현
07	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(Ⅲ)	서정용
08	수출용 전복의 유통경로 분석 연구	이정필
09	인공지능기반 해상운임 예측 연구(3차년도)	황수진
10	인공신경망모형을 이용한 양식수산물 단수 전망에 관한 연구 - 김 양식을 중심으로 -	천성훈
11	해양수산분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구	박광서

연구개발적립금연구 2022-01

중국 해양수산분야 탄소중립 정책과 시사점

인쇄 2023년 2월 26일

발행 2023년 2월 28일

발행인 김 종 덕

발행처 한국해양수산개발원

주소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연락처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 효민디앤피 (051-807-5100)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337

정가 15,000원