

2022
7.11

KRIHS POLICY BRIEF
No. 873

발행처 국토연구원
발행인 강현수
www.krihs.re.kr



국토정책 Brief

KRIHS POLICY BRIEF

도로물류부문 저탄소 추진전략



주요 내용

- 1 수송부문 온실가스 배출량의 96.5%가 도로에서 발생하고 있으며, 도로물류의 간선기능을 수행하는 중대형 화물차는 대부분 경유차량으로 노후차량의 비율이 높고, 주행거리가 길어 온실가스를 대량 배출
- 2 수송부문의 저탄소화 정책은 승용차 중심으로 추진되어 도로물류 수송부문은 상대적으로 소외되고 있으며, 이 부문의 정책은 수소 화물차의 기술 개발과 보급 확대 등 수단부문에 집중
- 3 도로물류 수송의 저탄소화 전략은 수단, 경로, 지점별로 수립되어야 하며, 이 브리프에서는 수단, 경로부문의 추진전략과 추진체계의 개선방안 제시

정책제안

- 1 (추진체계부문) 분절적 계획 및 사업체계 해소를 위한 통합적 추진체계 구축
 - 도로물류 수송부문의 저탄소화를 담당할 컨트롤 타워 지정과 전문연구단 운영
 - 부처별로 추진 중인 계획과 사업을 통합계획으로 수립
- 2 (수단부문) 무탄소 화물차 보급 확대를 위해 수소 이외의 무탄소 화물차 개발을 지원하고 무탄소 화물차에 대한 인센티브 정책, 내연기관 화물차 규제정책 강화
 - ERS(Electric Road System, 전기도로시스템) 개발 및 실증을 통해 수소 화물차 중심의 정책 리스크를 완화
 - 무탄소 화물차에 대한 인센티브 정책, 내연기관 화물차 규제정책 시행을 통해 무탄소 화물차의 보급 유도
- 3 (경로부문) 탄소중립 물류도로망을 지정 관리하여 혼잡으로 발생하는 온실가스 배출량 완화
 - 물류 수송의 간선기능을 수행하는 도로를 '탄소중립 물류도로망'으로 지정
 - 화물차 전용도로(ERS 설치와 군집주행의 실현공간으로 활용) 운영 및 화물차 전용IC 건설을 통해 경로부문의 저탄소화에 기여

박종일 부연구위원
이해수 연구원

1

도로물류 수송부문 온실가스 저감 필요성

화물차는 도로물류의 대부분을 처리하며 승용차에 비해 상당한 온실가스를 배출하여 저감대책 마련이 시급

2018년 기준 도로는 수송부문 온실가스 배출량의 96.5%를 배출

2018년 기준 도로화물 수송량은 18억 9,568만 6천 톤으로 전체의 92.6%를 처리하며 2011년 이후 화물 수송거리는 연평균 4.6% 증가하고 있어 화물 수송에서 도로의 비중은 압도적

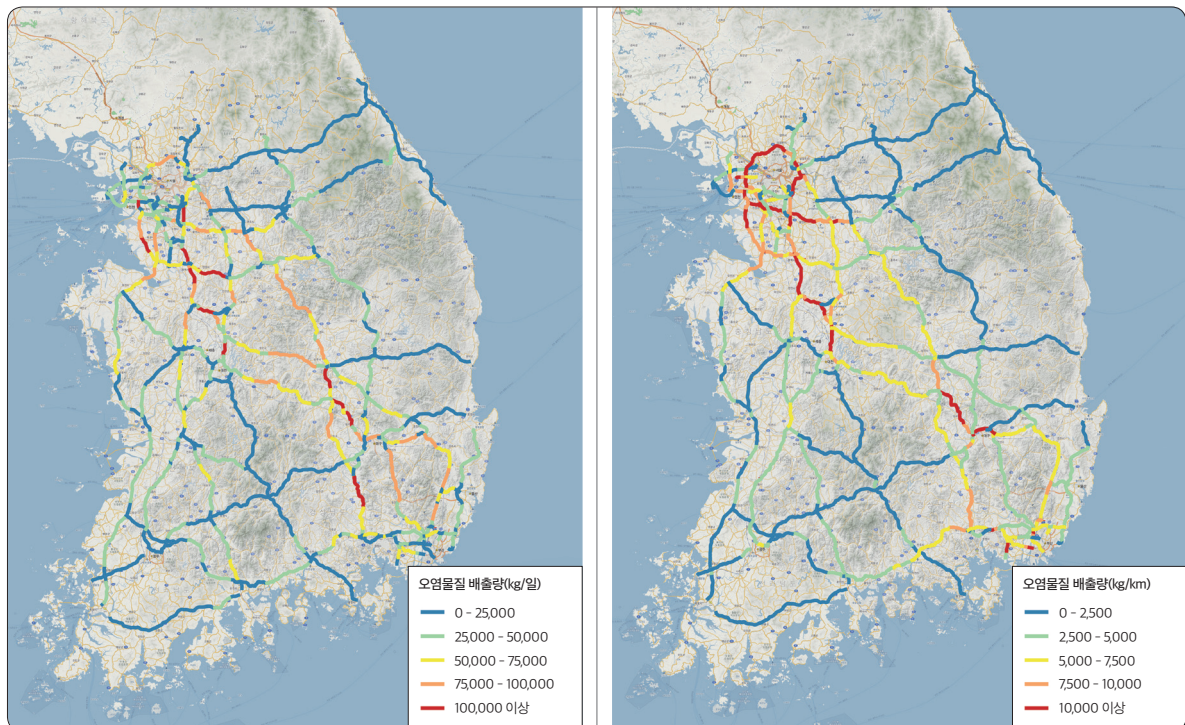
도로화물 수송을 담당하는 화물차는 대부분 경유차량(93.5%)이며, 차량 10년 이상의 노후차량 비율(38.5%)도 높고, 영업용 중대형 화물차는 주행거리(평균 400km 내외)가 길어 많은 온실가스를 배출(한국교통연구원 빅데이터연구본부 2020)

고속도로 중 온실가스를 포함한 오염물질 배출은 경부축과 수도권의 주요 노선에서 집중적으로 발생

총 배출량 기준으로 경부선 17.2%, 중부내륙선 8.8%, 영동선 6.7%, 서해안선 6.1% 순으로 추정되었으며 상위 6개 노선이 고속도로 전체 오염물질 배출량의 약 50%, 상위 12개 노선이 약 70%를 배출¹⁾

- 경부선, 중부내륙선, 영동선, 서해안선, 남해안선, 중부선, 수도권제1순환선(남부), 중앙선, 당진영덕선, 평택제천선, 호남선, 평택시흥선(km당 총 배출량 기준으로는 수도권제1순환선(북부)순임

그림 1 구간별 오염물질 총 배출량(일)(좌) 및 km당 배출량(우)



1) 2020년 교통량정보제공시스템의 자료를 이용하여 12개 차종 중 승용차와 버스는 제외하고 소형 화물차(3종), 중형 화물차(4~7종), 대형 화물차(9~12종)로 구분하여 분석함. v/c 및 LOS에 따른 구간 평균속도는 국토해양부(2013)의 자료를 이용하였고 차종별·속도별 대기오염물질 배출계수는 한국개발연구원 공공투자관리센터(2017)를 따랐음. 분석을 위해 설정한 가정의 한계로 인해 추정된 배출값보다는 각 노선별 상대적인 배출량 비교에 의미가 있음.

탈탄소에 대한 정부의 정책의지는 매우 확고하나 도로물류 수송부문은 정책적 관심에서 상대적으로 소외

정부는 2017년 이후 총 27건의 도로물류 수송 관련 내용이 포함된 저탄소 관련 정책·계획을 발표하여 탄소중립에 대한 확고한 정책의지가 확인되나 승용차 중심으로 제시되고 있으며, 일부 화물차와 관련한 계획은 수단, 특히 수소 화물차 보급과 관련된 사항으로 국한

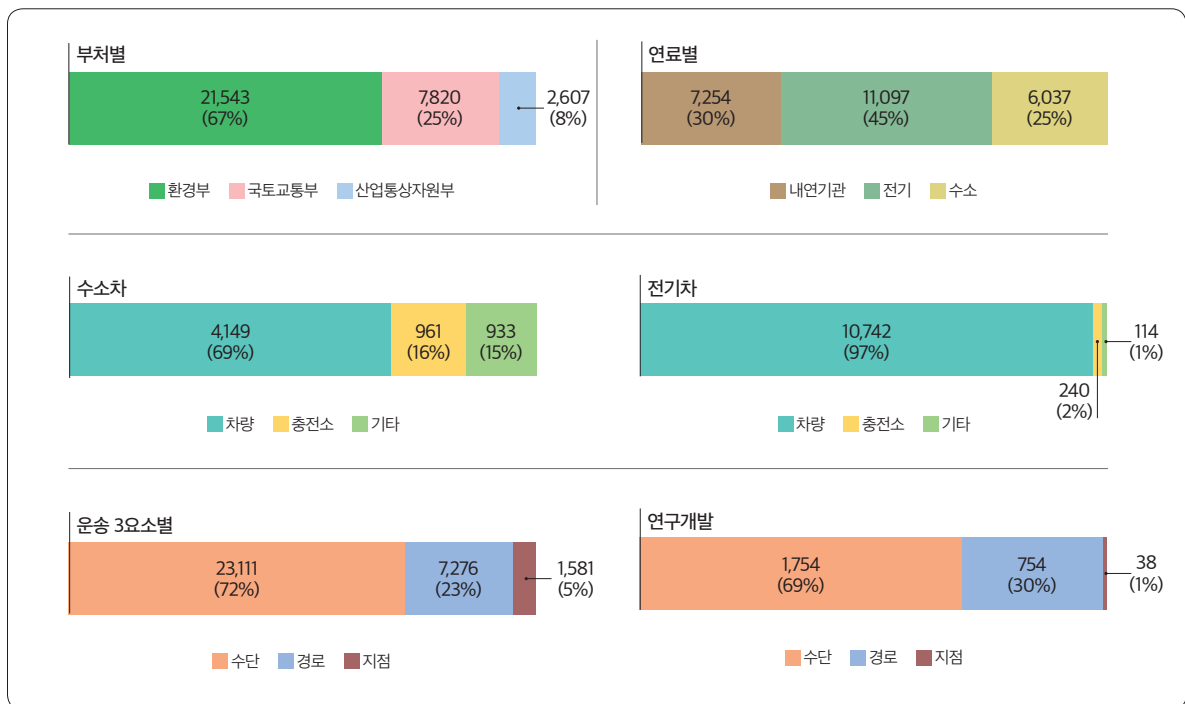
- 화물차 및 도로물류 수송 특성을 고려한 저탄소 정책 마련 필요
- 수소산업 육성의 필요성과 그 일환으로 수소 모빌리티 구축을 위한 정책 지원은 타당하나, 수소 화물차에만 집중하는 것은 정책적 리스크 우려

국토교통부, 산업통상자원부, 환경부의 2021년 예산서를 검토한 결과, 도로물류 수송부문의 저탄소화와 관련된 사업은 총 38개 사업, 총 3조 2천억 원 규모

- 환경부는 저탄소 수단의 보급과 관련된 보조금 지급, 국토교통부는 도로의 혼잡 완화와 물류체계 효율화, 산업통상자원부는 무탄소 수단의 개발에 집중
- 각 부처별 역할과 기능에 부합하여 사업을 추진 중이나 각 부처의 논리에 따라 추진되고 있어 사업효과, 예산배분의 적절성 등에 대한 평가 필요

그림 2 도로물류 수송부문 저탄소화 관련 사업분석 결과

(단위: 억 원)



추진체계, 수단, 경로 측면의 저탄소 추진전략 마련 필요

부처별 정책수립과 사업추진에 대한 점검 필요

- 분절적으로 추진되고 있는 부처별 정책이 예산과 자원이 효율적으로 배분되고 있는지, 거시적이고 장기적인 정책목표에 부합하고 있는지 평가할 수 있는 추진체계 필요

수단(특히, 수소 화물차) 중심의 정책 리스크 완화 필요

- 수소 화물차 기술이 상용화되기까지 상당한 시일이 예상되므로 저탄소 및 무탄소 화물차에 대한 다양한 지원 필요

장거리를 운행하는 중대형 화물차 경로 관점의 저탄소 정책 부재

- 중대형 화물차의 속도 편차를 줄이고 60~80km/h의 속도로 항속주행할 수 있는 경로 관리를 통해 온실가스 배출량 감축 가능

2

저탄소 도로물류 추진전략: 추진체계부문

도로물류 수송부문의 저탄소 정책을 관장하는 컨트롤 타워 지정

영국은 기후변화위원회(Climatic Change Committee)가 탄소감축 관련 정책의 컨트롤 타워 역할 수행

- 기후변화위원회는 정책결정 및 입법권한이 없는 자문기구이지만 정부와 의회에 강력한 영향력을 행사

「2050 탄소중립녹색성장위원회」(이하 탄중위)는 정부안에 대해 심의·의결할 수 있는 법적 권한을 갖고 있으나 이를 강화할 필요

- 대안1) 국가전략 또는 국가계획 수립의 주체를 탄중위로 변경(「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」 제16조 개정)
- 대안2) 탄중위가 심의·의결한 사항을 정부가 이행조치한 사항에 대해 탄중위의 조사권한 강화(「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」 제9조 관련 하위법령 개정)

컨트롤 타워를 지원하는 전문연구단 운영

영국의 지속가능한 도로물류센터(Centre for Sustainable Road Freight: 이하 SRF)는 기후변화위원회의 도로물류부문 탈탄소 관련 연구와 정책개발을 지원

- 케임브리지 대학 등 3개 대학교가 협력하여 설립한 연구기관으로 장거리 중대형 화물차의 전동화, 도로물류 수송체계의 탈탄소화 기술개발 등을 연구

전문연구단의 신설(대안1)과 기존 연구기관의 활용(대안2)이 가능하며, NRC 탄소중립연구단을 전문연구단으로 지정하는 방안 제안

- 경제·인문사회연구회에서 연구기관 간 협력방식으로 NRC 탄소중립연구단 운영 중
- 독립적인 연구결과를 도출하고 지속적인 정책 수립과 평가를 지원할 수 있도록 전문연구단의 운영 및 기능에 대한 근거조항 마련(「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」 제19조 개정)
- 국가과학기술연구회 소관 국책연구기관 중 도로물류 수송체계 관련 연구원을 포함하여 전문연구단으로 운용 필요

분절적 추진체계를 해소할 수 있는 도로물류 수송체계 통합계획 수립

미국 캘리포니아주는 범부처 차원의 통합계획(California Sustainable Freight Action Plan)을 수립

- 2015년 7월, 브라운 캘리포니아 주지사의 행정명령에 따라 주 교통국, 주 환경보호국, 주 천연자원국, 캘리포니아 대기자원위원회, 주 에너지위원회 등은 물류부문의 저탄소 통합계획을 수립
- 통합적인 관점에서 계획과 사업을 제시하고 정책수단과 실행기관을 명시

「탄소중립 도로물류 수송체계 종합계획(가칭)」 수립 필요(「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」 제3장 개정)

- 부처별 탄소중립 로드맵이 발표되고 있으나 해당 부처의 역할에 충실하게 작성된 것으로 도로물류 수송체계 관련 내용에 대한 검토를 수행하고 통합적인 차원에서 재작성 필요
- 컨트롤 타워와 전문연구단의 추진체계하에 범부처 차원의 통합계획 수립
- 도로물류 수송체계의 탄소 감축목표량을 설정하고 현 정책과 사업의 탄소 감축효과 추정이 필요하며, 감축 목표량 달성을 위한 사업의 재조정 및 신사업 발굴 필요

3

저탄소 도로물류 추진전략: 수단부문

ERS(Electric Road System, 전기도로시스템) 기술 개발과 실증 실험 추진

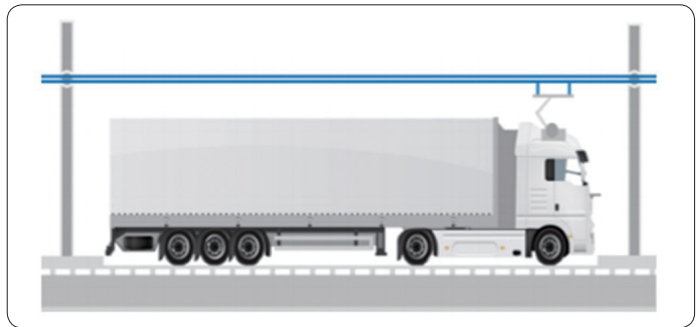
무탄소 화물차는 전기 화물차, 수소 화물차, ERS 등이 있으며, 많은 국가에서 수소 화물차를 중점적으로 육성

- 수소산업에서 주도적 지위를 확보하고 신성장동력으로 육성하기 위함이며, 수소생태계 구현을 위한 수단 중 하나로 수소 모빌리티 보급 및 확대에 주력
- 수소 화물차의 일반화까지 상당한 시일이 소요될 것으로 전망되며, 현 시점에서는 다양한 무탄소 화물차에 대한 기술 우위를 판단하기 어려워 특정 대안에 정책역량 집중은 위험

ERS는 기술 준비도가 높고 경제성이 높은 대안으로 평가받고 있으며, 독일, 영국, 스웨덴 등은 국가 차원의 실증 실험을 추진 중

- ERS는 화물차 상부 쪽에 설치된 전차선을 팬터그래프를 통해 전기를 공급 받아 운행하는 시스템
- 기 구축된 전력 인프라에 기반하여 전기를 직접 충전하므로 효율성이 높고 배터리 크기 및 무게로 인한 운행거리 제약도 해소 가능
- 배터리 크기를 최소화하여 화물적재량 측면에서 손해가 적고, 전기 및 수소 화물차에 비해 기술 준비도가 높다는 평가

그림 3 ERS 예시



출처: PIARC 2018, 14를 재구성.

수소 화물차 개발과 별개로 ERS 기술 개발 및 실증실험 추진 필요

- 수소 화물차 중심의 정책 리스크를 완화하고 수소 화물차로의 구조적 전환이 달성되는 시점까지 효과적으로 대응 가능
- 경로와 수단이 동시에 개발되어야 하는 특성을 고려하여 바이모달 트램, 무간선 저상트램 개발사례가 있는 국토교통부 R&D를 통해 추진 제안

그림 4 ERS 실증실험 사례(독일)



출처: https://newatlas.com/siemens-ehighway-of-the-future-concept/22648/?itm_source=newatlas&itm_medium=article-body (2022년 6월 24일 검색).

4

저탄소 도로물류 추진전략: 경로부문

무탄소 화물차 인센티브 정책 강화

저탄소 및 무탄소 중대형 화물차 구입보조금 지원 관련 법²⁾의 개정과 「저탄소(무탄소) 화물차 신차 구입 지원사업 보조금 업무처리지침」 제정 필요

- 영국(Plug-in Grant 등), 미국(Hybrid and Zero-Emission Truck and Bus Voucher Incentive Project 등)은 저탄소 및 무탄소 화물차 구입을 보조
- 우리나라는 수소 화물차 구입보조금 시범사업이 시행되고 있으나, 다양한 저탄소 및 무탄소 수단에 대한 구입보조금 확대 필요

저탄소(무탄소) 화물차 연료보조금 관련 「화물자동차 운수사업법」 제43조 개정 및 「저탄소(무탄소) 화물차 연료보조금 관리 규정」 제정

- 영국은 대체연료를 사용하는 화물차에 대해 각종 인센티브 제공
- 우리나라는 수소 상용차에 대해서만 연료보조금 지원제도를 운영 중이므로 다양한 저탄소 및 무탄소 화물차에 대한 연료보조금 신설 필요

내연기관 화물차 규제정책 강화

내연기관 화물차 판매금지 시점에 대한 정부의 공식적인 발표 필요

- 영국은 2040년 대형 내연기관 화물차의 판매를 금지하였으며, 미국 캘리포니아는 2045년 내연기관 화물차의 판매를 금지
- 우리나라의 경우 「국가기후환경회의」에서 2035~2040년 내연기관 자동차의 판매금지를 제안하였으나, 정부의 공식적인 발표는 없는 상태
- 내연기관 화물차의 판매금지 시점을 공식적으로 발표하여 자동차제조사, 물류회사, 운송사업자 등에게 전환을 준비할 수 있는 시간을 부여하여야 하며, 정부도 판매금지 시점에 맞춰 각종 지원책(보조금 등) 마련이 필요

내연기관 화물차의 특정경로 운행제한 검토

- 국내외에서 특정지역으로의 노후경유차(화물차 포함) 운행을 제한하는 제도를 운영 중
- 특정경로에 내연기관 화물차의 운행제한이 가능하도록 「지속가능 교통물류 발전법」 제20조(대형중량화물의 운송대책) 제2항을 개정
- 내연기관 화물차와 저탄소(무탄소) 화물차의 경로 분산에 따른 혼잡 완화, 저탄소(무탄소) 화물차 충전 인프라의 효율적 배치, 저탄소(무탄소) 화물차로의 전환 유도 등의 효과 기대

도로법 개정을 통해 탄소중립 물류도로망(가칭)의 지정 및 혼잡 관리

국외는 핵심도로망을 지정하여 중앙정부 차원에서 집중 관리

- 영국은 전략도로망(Strategy Road Network), 일본은 중요 물류도로를 지정하여 간선기능을 수행하는 도로망 혼잡을 최소화하기 위해 집중적인 관리
- 미국 캘리포니아는 주요 물류경로의 혼잡을 관리하기 위한 병목지점 선정, 우선순위 도출, 맞춤형 개선대책 시행 등 전략적 관리 시행

2) 「대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법」 제39조, 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」 제10조, 「동법 시행령」 제18조, 「화물자동차 운수사업법」 제43조, 「물류정책기본법」 제60조, 「동법 시행령」 제48조, 「지속가능 교통물류 발전법」 제28조, 「동법 시행규칙」 제6조 등

중대형 화물차의 주요 경로를 탄소중립 물류도로망으로 지정하고 체계적 혼잡 관리를 통해 온실가스 배출량 저감 필요

- 탄소중립 물류도로망 도출을 위한 방법론 정립과 관련 법·제도 개정 필요

화물차 전용차로 설치를 통해 화물차가 온실가스를 가장 적게 배출하는 속도(60~80km/h) 구간을 증대

캘리포니아의 화물차 전용차로 설치기준을 완화³⁾하여 분석한 결과, 7개 노선 20개 구간이 후보구간으로 도출

- 수도권제1순환선 중 수도권 동남부와 동북부를 연결하는 판교JCT~남양주IC 구간, 서북부와 서남부를 연결하는 고양IC~장수IC까지 구간 도출
- 경부축 고속도로의 경우 화물차 비율이 높은 구간이 많았지만 교통량 조건을 충족하지 못하는 구간이 많음

화물차 전용차로는 ERS 운행구간, 군집주행 실행공간으로도 적합하므로, 계량적 기준에 국한되지 말고 최신 저탄소 기술 구현의 공간으로서의 가치에 주목하여 적극적인 도입 검토 필요

- 도로물류 수송체계의 온실가스 저감을 구현할 수 있는 신기술 실현의 공간으로 화물차 전용차로 도입 필요

「도로교통법」 개정(화물차 전용차로의 설치, 전용차로의 운행 및 단속 등), 화물차 전용차로 설치 및 운영지침 제정(국토교통부 행정규칙), 고속도로 화물차 전용차로 시행 고시(경찰청) 필요

화물차 전용IC 건설을 통해 화물차 교통량으로 인한 혼잡 완화, 화물차 우회거리 감소로 저탄소 기여

수도권 등에서 대규모 물류센터 및 창고 설치가 급증하면서 늘어난 화물차 교통량으로 인한 기존 고속도로 IC 주변 교통정체 발생

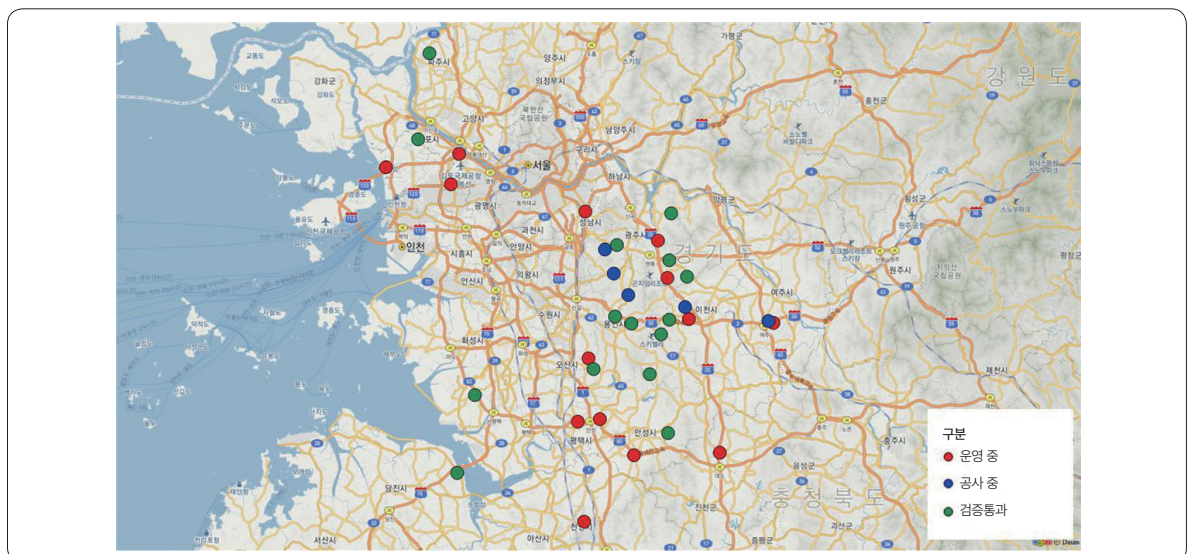
화물차 전용IC 설치를 통해 화물차 우회거리 단축, 혼잡 완화로 온실가스 배출량 저감 가능

- 신탄진IC 주변에 화물차 전용IC 설치를 가정한 시뮬레이션 결과 약 13.2%의 오염물질 배출량 감소

「고속국도IC 추가설치 기준 및 운영 등에 관한 지침(한국도로공사)」개정을 통한 근거 규정 마련 필요

화물차 전용IC는 대형 화물차의 도시부 진입을 억제하여 혼잡 해소, 대형 교통사고 방지, 주민 만족도 제고 등 부가적인 효과도 기대

그림 5 수도권 물류단지 배치도(2021년)



출처: 국가물류통합정보센터(<https://www.nlic.go.kr/nlic/fmComplex0010.action>)의 정보를 활용하여 저자 작성.

3) 캘리포니아 기준은 화물차 비율 30% 이상, 첨두시 차로당 교통량 1,800대/시 이상, 비첨두시 차로당 교통량 1,200대/시 이상이며, 이를 약 16.7% 완화하여 화물차 비율 25% 이상, 첨두시 차로당 교통량 1,500대/시 이상, 비첨두시 차로당 교통량 1,000대/시 이상 적용

수단, 경로별 추진전략 마련과 추진체계 개선으로 도로물류 수송체계의 탄소중립 추진

도로물류 수송부문의 탄소중립 달성을 위한 쉬운 길은 없으며, 각 부문별로 다양한 저탄소화 정책을 종합적으로 추진할 필요

그림 6 저탄소 도로물류 수송체계 달성을 위한 추진체계, 수단, 경로부문의 추진전략 종합



참고문헌

교통량정보제공시스템. <http://www.road.re.kr/main/main.asp>

국가물류통합정보센터. 물류단지 정보. <https://www.nlic.go.kr/nlic/fmComplex0010.action> (2021년 12월 12일 검색).

국토해양부. 2013. 도로용량편람. 과천: 국토해양부.

박종일, 김준기, 고용석, 연치형, 김경석, 김창모, 조남건. 2021. 그린 뉴딜 실현을 위한 저탄소 도로물류 수송체계 추진전략. 세종: 국토연구원.

한국개발연구원 공공투자관리센터. 2017. 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제6판). 세종: 한국개발연구원 공공투자관리센터.

한국교통연구원 빅데이터연구본부. 2020. 국가교통통계 국내편. 세종: 한국교통연구원 빅데이터연구본부.

NEW ATLAS. Siemens tests "eHighway of the Future" vision with tram-like overhead cables. https://newatlas.com/siemens-ehighway-of-the-future-concept/22648/?itm_source=newatlas&itm_medium=article-body (2022년 6월 24일 검색).

PIARC. 2018. Electric Road System: A solution for the Future?. <https://www.piarc.org/en/order-library/29690-en-Electric%20road%20systems:%20a%20solution%20for%20the%20future> (2022년 6월 28일 검색).

※ 이 브리프는 국토연구원에서 기본과제로 수행한 "박종일, 김준기, 고용석, 연치형, 김경석, 김창모, 조남건. 2021. 그린 뉴딜 실현을 위한 저탄소 도로물류 수송체계 추진전략. 세종: 국토연구원"의 내용을 수정·보완해 정리함.

• 박종일 국토연구원 국토인프라연구본부 부연구위원
(jjipark@krihs.re.kr, 044-960-0354)

• 이혜수 국토연구원 국토인프라연구본부 연구원
(haesoolee@krihs.re.kr, 044-960-0358)



KRIHS 국토연구원

세종특별자치시 국책연구원로 5
전화 044-960-0114

홈페이지 www.krihs.re.kr
팩스 044-211-4760

