

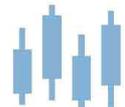


WP 19-01

물류중점도로 해외 사례 및 시사점

생산적이며 지속가능하고 안전한 도로물류체계 구축

| 김정화 국토인프라연구본부 책임연구원 (junghwa.kim@krihs.re.kr) |



※ 이 Working Paper의 내용은 국토연구원의 공식 견해가 아니며, 저자 개인의 의견입니다. 연구 내용에 대하여 궁금한 점은 저자의 이메일로 문의하여 주시고, 인용 시에는 저자 및 출처를 반드시 밝혀주시기 바랍니다.

차례

01	도로 물류운송의 현황과 정책과제	05
02	해외 물류중점도로 정책추진 사례조사	12
	<ul style="list-style-type: none">• 물류의 생산성: 일본의 중요물류도로• 운송의 지속가능성: 유럽의 e-하이웨이• 도로교통의 안전성: 미국의 화물차전용차로	
03	국내 물류중점도로 추진을 위한 정책방향	26

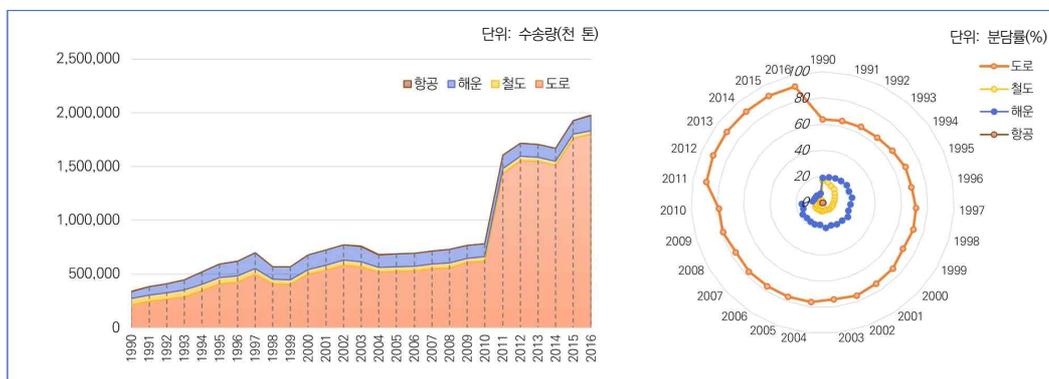
01 도로 물류운송의 현황과 정책과제

국내 화물 수송량의 증가

■ 국내 화물 수송량은 지속적인 증가추세를 보이며 이 중 90% 이상은 도로 운송으로 수송 분담률 중 가장 높은 비율을 차지하는 것으로 집계됨

- 국내 화물 수송량은 연평균 1.74% 수준으로 지속적인 증가추세를 보이며 특히 화물 수송량 중 도로 수송은 2016년 기준 91.1%로 수송 수단 중 가장 높은 비율을 차지하고 있음
- 2011년 비영업용 수송량이 통계에 포함되면서 도로 수송량에 급격한 증가가 발생하였고, 도로 수송량의 지속적인 성장세를 살펴보면 1990년부터 2010년까지의 연평균 증가율 5.43%, 2011년부터 2016년까지의 연평균 증가율은 4.56%로 집계됨
 - 그에 반해 철도와 항공은 연평균 증가율이 0.00%에 가깝게 산출되었으며 해운의 경우 약 -0.002% 하락하는 것으로 조사됨
- 도로의 물류운송은 2012년부터 90% 이상을 차지하며, 해운이 약 7%, 철도 약 2% 그리고 항공 0.1% 수준의 구성을 보이고 있음
 - 도로 수송 분담률은 2012~2016년, 4년 동안 연평균 0.11% 성장하여 국내 물류운송은 도로 인프라에 높은 비율로 의존하고 있는 것으로 확인됨

그림 1 국내 화물 수송량 및 수송 분담률

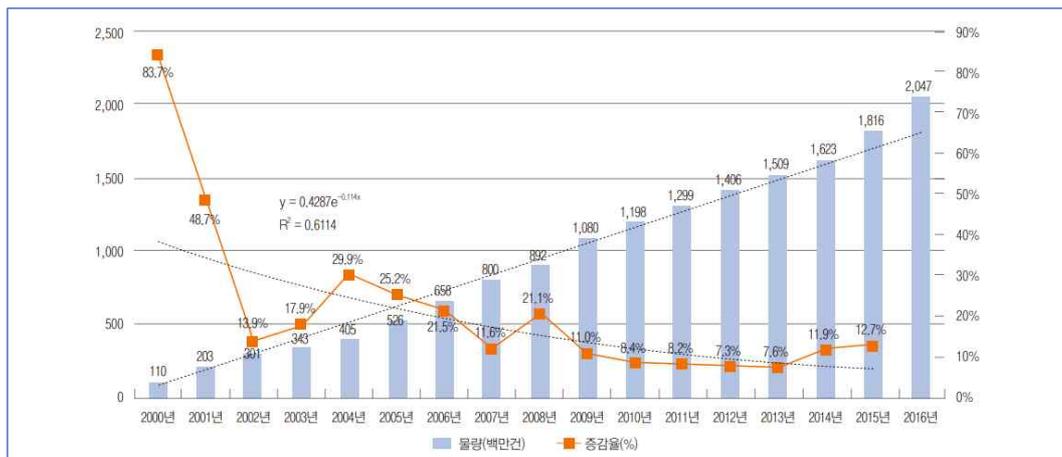


출처: 국가통계포털(KOSIS). 교통부문수송실적, 저자 재작성.

생활물류¹⁾의 등장 및 성장

- 인구구조, 사회구조의 변화는 물류 환경과 운송에 대한 수요 변화를 초래할 것으로 예상됨
 - 2017년 기준으로 1인 가구의 수는 약 562만 가구로 2000년의 222만 가구에서 약 152.6% 정도 증가(통계청 2018)
 - 현재 1인 가구의 비율은 27.2%로 1990년 9% 대비 증가세가 뚜렷하며, 2020년에는 약 30% 수준에 육박할 것으로 예측됨(통계청 2018)
- 인터넷·모바일기술의 발달로 인해 국내외 전자상거래시장의 규모가 지속적인 성장 중
 - 온라인 쇼핑시장의 매출액은 2001년부터 2014년까지 연평균 22% 이상 성장하였고, 모바일 쇼핑시장의 매출액도 연평균 191% 성장하는 등 생활밀착형 물류서비스 수요가 확대되고 있음(세빌스코리아 2015)
 - 국내 택배시장 물동량은 2015년 이후 매년 10% 내외의 성장세를 보이고 있으며 매출액은 123.2% 증가(국가물류통합정보센터)
 - 2018년 국내 총 택배물량은 25억 4300만 개(약 2억 1천 개/월)로 조사되었으며 이는 2017년 대비 9.6% 성장한 수치임

그림 2 국내시장 택배산업의 물동량 변화 추이 분석



출처: 국가물류통합정보센터. 국내 택배시장 물동량 추이.

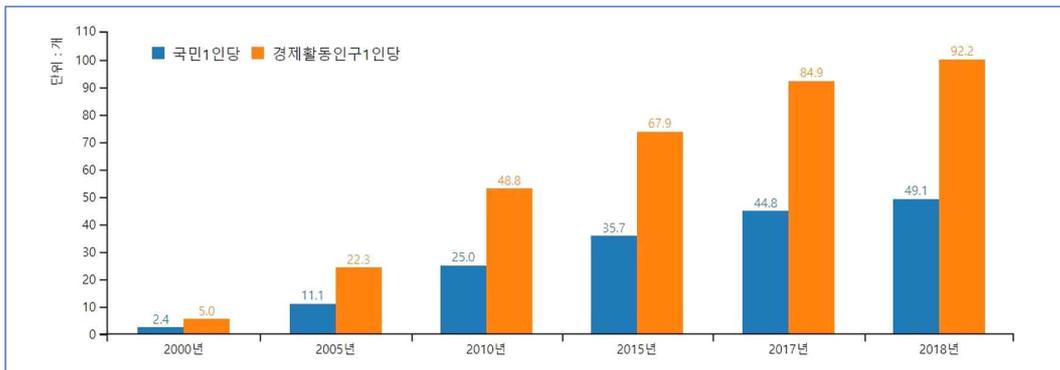
1) 본 연구에서 생활물류는 “재화를 국민으로부터 수탁하거나 국민에게 전달하는 과정에서 요구되는 운송, 보관, 하역 포장 및 이들 활동을 지원하는 서비스 등(택배, 배달대행, 포장이사, 퀵서비스)” 등으로 정의함.

■ 국민 1인당 택배 이용횟수는 급격히 증가하여 택배서비스 시장의 경쟁 심화와 택배 평균 단가의 지속적인 하락세가 나타나고 있음

- 2018년 기준 국민 1인당 택배 이용횟수는 49.1회/년, 국내 경제활동인구²⁾ 1인당 택배 이용횟수는 92.2회/년이며, 이는 2017년보다 각각 4.3회(국민 1인당), 7.3회(경제활동인구 1인당) 증가한 수치
- 택배 1개당 평균단가는 매년 1~3%대의 하락폭을 지속하였으며 2018년도에는 0.8% 감소하여 그 하락세가 둔화됨
 - 2018년 2229원으로 집계된 택배 단가는 전년 대비 19원 감소한 금액임(국가물류통합정보센터 2019)

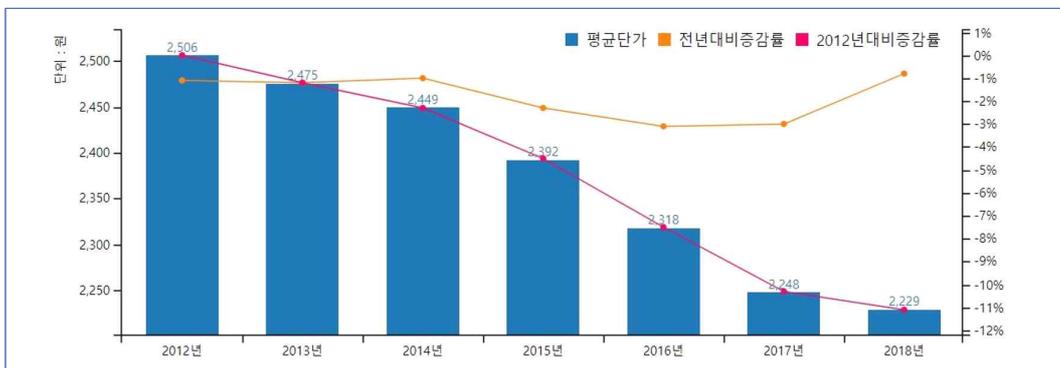
■ 택배 평균 단가의 지속적 하락은 택배 이용횟수의 증가를 더욱 가속화시킬 것으로 예상됨

그림 3 국내 택배 이용횟수 추이



출처: 국가물류통합정보센터. 생활물류통계.

그림 4 국내 택배시장 평균단가 추이



출처: 국가물류통합정보센터. 생활물류통계.

2) 만 15세 이상의 인구 중, 취업자와 실업자를 포함하여 노동능력과 노동의사를 가지고 있는 모든 인구.

화물자동차 증가 및 대형화

■ 국내 등록자동차수의 15.5%(2018년 기준)를 차지하는 화물차는 지속적인 증가 추이를 보이며 이와 함께 대형화의 현상도 나타나고 있음

- 화물자동차는 연평균 0.36%로 지속적인 증가추세를 보이고 있으며 특수용도형 화물차의 성장세는 연평균 5.13%로 타 유형의 화물자동차에 비해 급격한 증가율을 보이고 있음
- 전체의 70% 수준을 차지하는 일반형 화물차의 증가세는 0.95%이며 덤프형의 대형화물차는 1.68%의 연평균 증가율을 보이고 있음

표 1 화물자동차 차종별 등록 추이

단위: 천 대

구분	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	연평균 증가율(%)
일반형	2,370	2,207	2,265	2,327	2,393	2,445	2,487	2,533	0.95
덤프형	49	48	49	50	51	52	54	55	1.68
밴형	700	606	582	559	539	515	486	458	-5.87
특수용도형	384	366	390	417	450	480	514	545	5.13
합계	3,503	3,228	3,286	3,354	3,433	3,492	3,540	3,591	0.36

출처: 국가물류통합정보센터. 차종별화물자동차등록통계.

- 1톤 미만 차량은 전체 화물자동차의 80% 정도이며, 1~3톤, 3~5톤 순으로 화물차의 구성 비율이 높은 것으로 집계됨(화물자동차의 톤급이 증가할수록 크기의 대형화가 이루어짐)
- 톤급별 추이를 살펴보면 20톤 이상의 초대형 트럭이 연평균 4.12%의 높은 증가율을 가지며 8~10톤, 12~15톤, 3~5톤 순으로 약 2.54%, 2.03%, 1.30%의 성장 추세를 보이고 있음

표 2 화물자동차 규모별 등록 추이

단위: 천 대

구분	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	연평균 증가율(%)
1톤 미만	2,830	2,598	2,649	2,702	2,771	2,816	2,850	2,894	0.32
1~3톤	266	236	236	239	241	242	244	243	-1.24
3~5톤	170	163	166	172	176	180	184	186	1.30
5~8톤	94	90	92	94	96	98	101	101	1.08
8~10톤	14	13	13	13	14	15	16	17	2.54
10~12톤	19	17	16	15	15	14	14	14	-4.82
12~15톤	20	20	21	21	22	22	23	23	2.03
15~20톤	16	14	14	14	14	14	14	14	-1.22
20톤 이상	74	76	79	83	86	91	96	98	4.12

출처: 국가물류통합정보센터. 적재량별화물자동차등록통계.

■ 2017년 기준 화물차 연료에서 경유 사용의 비중은 93.2%로 미세먼지 및 온실가스의 주범이 경유차임을 감안할 때 화물차의 증가는 대기오염에 큰 원인이 될 수 있음

- 국내 화물차수의 80% 이상을 차지하는 1톤 이하 트럭의 대부분은 경유를 연료로 사용하고 있음(석주현 2017)
- 화물차에 의한 대기오염 문제의 대응책으로 화물전기차가 2015년부터 생산되고 있으나 이는 2017년 기준 총 54대로 집계되어 전체의 약 0.002% 비중으로 극히 낮은 부분을 차지하고 있음

화물자동차의 사고 발생 현황

■ 화물차와 버스, 택시 등 사업용 자동차는 국내 자동차 등록대수의 6% 수준이지만, 전체 교통사고의 24.9%, 교통사고 사망자의 22.5%를 차지하고 있는 것으로 조사됨(삼성교통안전문화연구소 2019)

- 화물차 관련 사고는 차량대수에 비해 사고건수는 높지 않으나 사고 한 건당 사망자 수를 나타내는 치사율이 4% 이상으로 전체 치사율의 약 2배 정도 높은 수준(전체 교통사고 치사율 2.3%)

■ 고속도로 교통사고 사망자 중 50% 이상이 화물차 사고로 발생하였으며, 화물차량의 사고 심각도는 커브·곡선 구간에서 더욱 심한 것으로 조사됨(고용석 2014)

- 고속도로에서의 도로환경별 화물차 교통사고 중 직선구간에서 연평균 약 800건의 교통사고가 발생하는 것으로 나타났으며 사고 사망자 수 전체의 19.1%(2018년 기준)가 커브·곡선부에서 발생하는 것으로 집계되고 있음
- 화물차 교통사고 1건당 사망자 수를 살펴보면 고속도로 직선구간의 경우 약 0.09명인데 반해 커브·곡선부에서는 약 0.32명의 사망자가 발생

표 3 고속도로 도로환경별 화물차 교통사고 추이

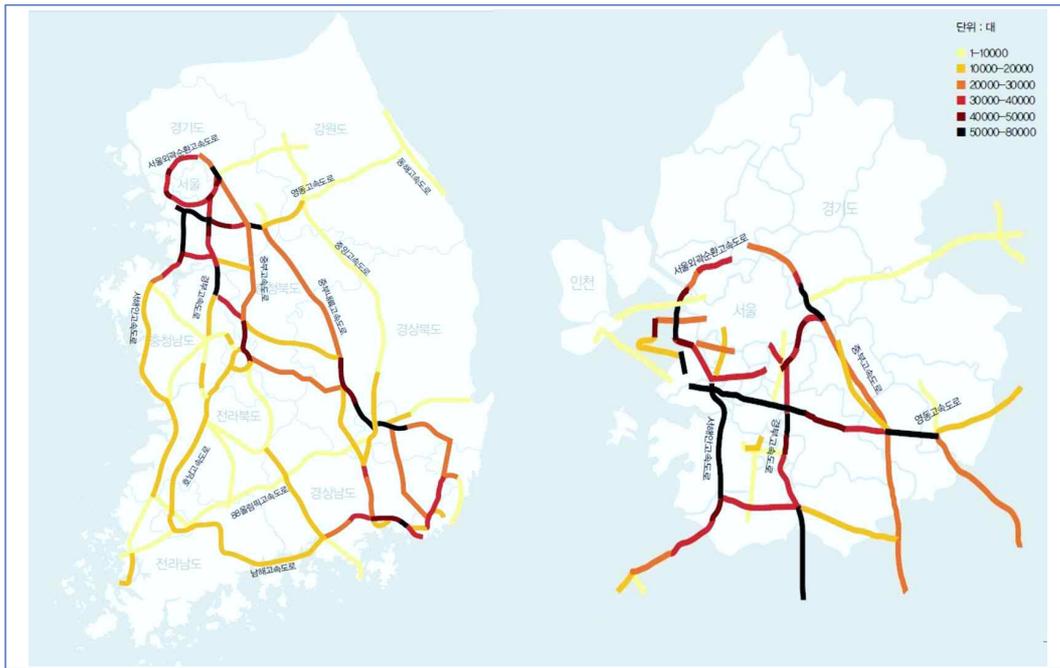
단위: 건

합계		'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18
커브·곡선	발생건수	132	121	85	73	107	64	72	64
	사망자수	20	33	19	18	29	18	16	21
직선	발생건수	712	653	652	720	903	986	855	925
	사망자수	73	103	104	94	78	114	90	88
기타 구역	발생건수	11	20	7	8	22	14	10	6
	사망자수	0	0	0	1	0	2	0	1

출처: TAAS 교통사고분석시스템. 교통사고 통합DB. <http://taas.koroad.or.kr/> (2019년 9월 25일 검색).

- 전국의 고속도로 중 수도권과 경남지역을 잇는 고속국도 축을 중심으로 화물차의 통행량이 높음
 - 전국 고속도로 중 경부, 중부내륙, 서울외곽순환, 대구-부산 간 고속도로에서, 수도권 내에서는 경부, 서해안, 영동, 서울외곽순환 고속도로의 화물차 교통량이 많은 것으로 나타남

그림 5 화물차 고속도로 통행현황



출처: 국가교통DB센터 2012.

- 화물차량의 도로 혼입률은 사고발생 빈도수와 양의 상관성을 가짐(박효신 외 2007; Zhong 외 2009; Kwak 외 2010)
 - 화물차는 일반 차량에 비해 차체(車體)가 높고 길며 무겁기 때문에 다른 차량이나 도로 이용자에게 위협이 되는 상황 발생(한상진 외 2014)
 - 화물차 차체 높이로 일반 차량의 전방 시야 확보가 어려운 경우 및 추월 시 화물차 차량 길이 인지가 어려운 경우 사고의 위험성이 높아짐

도로 물류운송의 정책과제

- 도로를 이용한 물류운송 여건을 살펴보고 향후 나타날 문제점을 전망하여 이에 대응할 수 있는 정책방안을 제시하고자 함
 - **(현황)** 지속적인 증가추세를 보이는 국내 물류운송의 도로수송에 대한 의존율은 상당히 높으며, 저출산·고령화 등의 사회구조 변화와 1인 가구 증가에 의해 생활물류도 급속한 성장 단계에 있음
 - **(예상 문제점)** 화물차의 증가 및 대형화에 따라 1. 도로혼잡이 가속화되어 운송의 효율성이 저하되고, 2. 경유 기반의 화물차 운행으로 교통부문의 석유에너지 사용이 증가되며, 3. 도로의 화물차 혼입률이 높아짐에 따라 사고발생 위험성이 높아질 것으로 예상됨
- **(정책과제)** 1. 물류의 생산성(Productivity), 2. 운송의 지속가능성(Sustainability), 3. 도로 교통의 안전성(Safety)을 확보할 수 있는 도로인프라 정책이 새롭게 수립되어야 함

그림 6 본 연구의 흐름



출처: 저자 작성.

- 본 연구에서는 위의 정책 과제들을 해결할 수 있는 대안으로서, ‘물류중점도로’의 개념을 새로이 도입하여 관련 해외 사례의 시사점 도출 후 향후 정책방향을 제시하고자 함
 - 국가의 물류운송 부문에 생산성, 지속가능성, 안전성을 확보할 수 있도록 구축된 도로 인프라를 ‘물류중점도로’로 명명하기로 하며 이는 다음과 같이 정의함

■ 물류중점도로

- ✓ 물류운송 및 상업용 차량의 통행이 관리되는 생산적이며, 지속가능하고 안전한 도로
- ✓ Productive, Sustainable and Safe Roadways for Freight and Commercial Vehicles

02 해외 물류중점도로 정책 추진 사례조사

앞서 정의내린 ‘물류중점도로’의 주요 키워드 1. 생산성, 2. 지속가능성, 3. 안전성에 부합하는 선진 해외 사례를 선정하여 다음과 같이 조사 정리함

물류의 생산성: 일본의 중요물류도로

■ 중요물류도로제도의 창설 배경은 일본사회의 심각한 저출산 고령화로 인한 인구구조 변화에 대응하며, 2016년 구마모토 대지진 시 야기된 기존 긴급수송도로의 문제점을 해결하기 위함

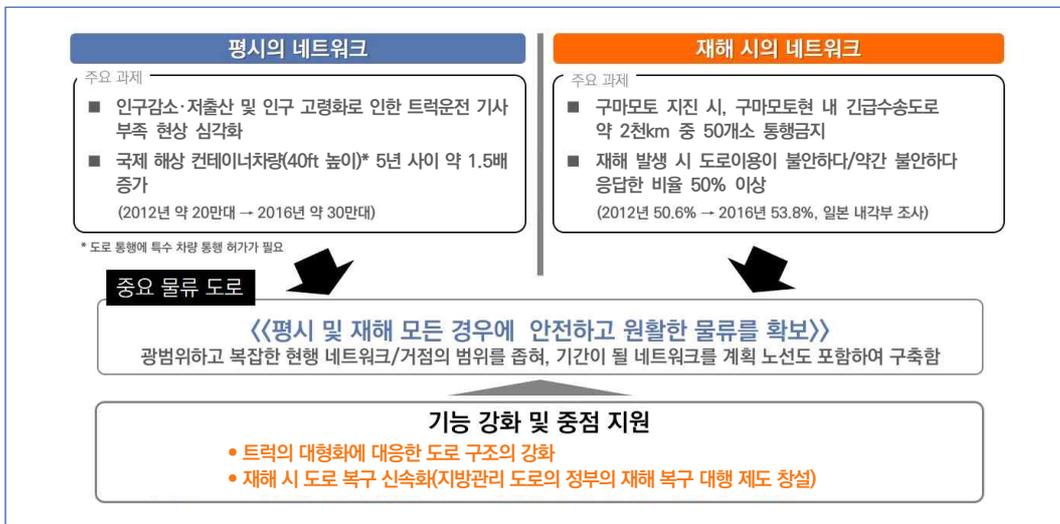
- 인구 감소와 저출산으로 인해 물류운송을 실제적으로 담당하는 트럭 운전사의 고령화는 일본의 심각한 사회적 문제 중 하나로 야기되고 있음
 - 고령화로 인해 트럭 운전사의 수는 빠른 속도로 감소하여 2006년 92만 명을 정점으로 2017년 기준은 약 80만 명 정도 수준으로 집계되고 있음
- 온라인 시장 확대에 따른 물류운송의 수요는 급격히 증가하고 있으며 이와 더불어 재해 시 도로 네트워크의 기능 저하에 대한 문제도 지속적으로 제기되었음
 - 2016년 4월 구마모토 지진 당시 구마모토현의 긴급수송도로(약 2천km) 중 50개소가 지진피해로 인해 전면 통행금지 되었으며 이에 대해 2016년 7월 내각부가 수행한 여론 조사 결과, “재해 시의 도로이용에 대한 불안감이 있다”라는 응답이 전체의 50% 이상 차지하는 것으로 집계됨
 - 일본 정부는 위와 같은 도로 네트워크에 대한 사회적 과제들을 인식하고 중요물류도로 제도 창설을 통해 평상시 및 재해 시 모두 안전하고 원활한 물류운송을 고대

■ 일본은 2018년 3월 도로법 개정을 통해 물류운송의 효율성 향상을 목적으로 하는 중요물류도로(重要物流道路)제도를 새롭게 만들

- 경제 선순환의 확대와 대규모 재해 시 네트워크 확보의 관점에서 도로 정책에서 차지하는 물류의 중요성이 높아짐에 따라 일본 재무성은 2019년 예산 중 “효율적인 물류 네트워크 강화” 항목에 전년도 대비 29% 증액된 4374억 엔(약 4조 5천억 원)을 배정

- 이와 함께 일본 국토교통성도 물류 네트워크 강화, 물류 시스템 효율화 등의 대책을 국가의 주요 시책으로 내걸고 2018년 3월 도로법 개정을 통해 안정적인 도로 물류망 확보를 목적으로 하는 ‘중요물류도로’ 제도를 수립함
 - 중요물류도로는 평상시와 재해 시에 있어서 중요한 물류 거점을 연결하는 간선도로와 접근도로를 중요물류도로로 지정하고 필요한 기능 강화 및 지원책을 실시하는 제도
 - 초대형 트럭이 원활하게 통행함으로써 효율적인 물류수송이 이루어질 수 있도록 도로 인프라의 하드웨어(시설 구조 등), 소프트웨어(네트워크, 운영방안) 정비 추진전략이 포함됨

그림 7 일본 중요물류도로 개념



출처: 池下 英典 2018, 저자 재작성.

- (주요 내용 1) 기존 약 10만km에 걸쳐 지정된 긴급수송도로가 대형 재난 발생 시 제대로 된 기능을 하지 못한다는 문제 제기에 대해 네트워크 재구성을 통해 해결

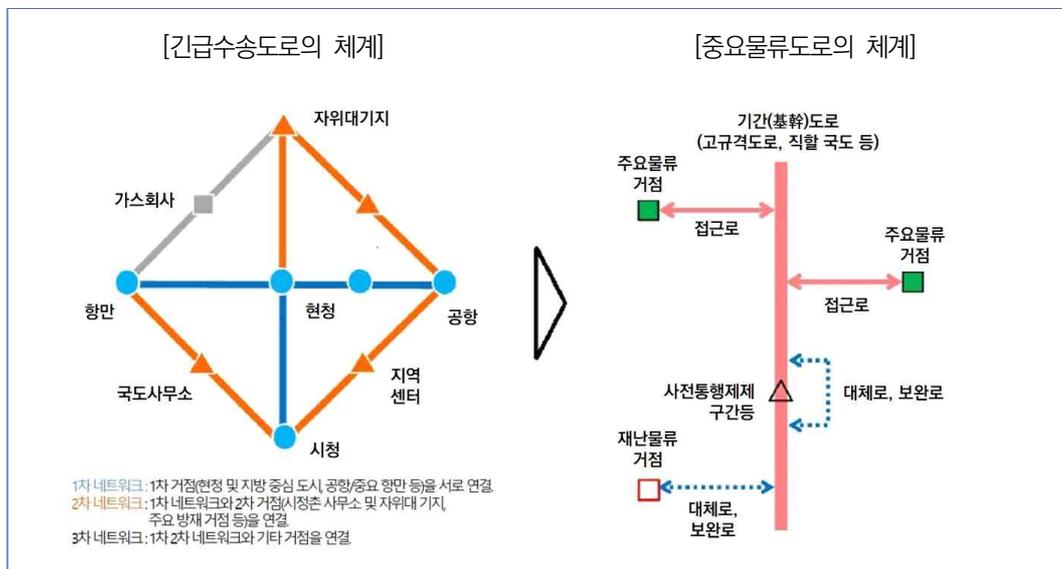
[일본의 긴급수송도로(緊急輸送道路)]

- 고속자동차국도(고속도로)를 중심으로 일반 국도 중 자동차 전용도로와 혼슈 시코쿠 연락도로를 칭하는 명칭으로서 일본 전국 자동차 교통망을 형성하는 자동차 전용도로로 정의됨
- 기본적으로 자동차가 빠르고 안전하게 주행할 수 있는 구조로 설계(浅井建爾, 2001)

- 1996년부터 제도화된 긴급수송도로는 도도부현의 방재회의에 의해 도도부현지사(지사체장)가 특별 지정하는 도로로서 약 40종류에 달하는 재해거점지역(공항, 항만, 지자체, 공공시설 등)과 간선도로(고속도로 및 국도)를 연결하고 있음

- 하지만 적지 않은 종류의 재해거점지역을 다루며 1차에서 3차 교통네트워크 대안까지 포함하는 광범위하고 복잡한 구조를 가지고 있으므로 원활한 물류 실현을 위해 보다 관리 가능한 범위 내 기능적 측면이 강조된 네트워크로의 재구성에 대한 요구가 커짐
- 이에 기존의 긴급수송도로 중에 고규격(高規格)간선도로와 국도를 중심으로 한정하여 핵심 물류 네트워크로서 새롭게 도로망을 지정하였으며, 거점지역 설정에 대해서도 거점공항³⁾과 주요 항만, 철도화물역으로 한정시킴으로써 기존의 긴급수송도로보다 단순하고 물류에 특화된 기능적 도로망을 갖추게 하였음

그림 8 긴급수송도로와 중요물류도로 체계



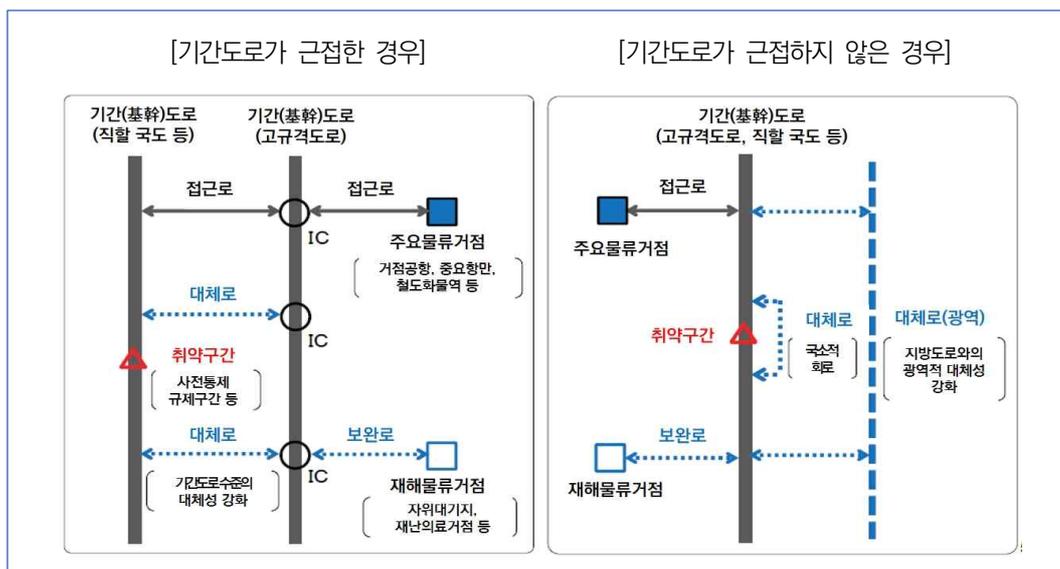
출처: 国土交通省 2018, 저자 재작성.

■ (주요 내용 2) 재난의 유형 및 피해 정도와 관계없이 국가 차원에서 신속히 복구를 진행할 수 있도록 도로법 개정

- 일본 정부가 지방관리도로의 재해 복구 및 시설 정비를 수행하는 경우는 거대 자연 재난에 의한 피해시설로 대상이 한정되었지만, 중요물류도로로 지정된 도로구간은 재난피해정도와 관계없이 국가가 대신하여 신속히 복구를 진행할 수 있도록 그 범위가 확대됨
- 토사 재해 위험이 높고, 지진 및 집중 호우 시 전면적으로 통행이 금지되는 취약구간에 대한 대체로의 경우에는 재해 시 구급, 구명 활동과 긴급 물자의 수송을 대신 지원하는 역할을 수행하므로 중요물류도로로 지정하여 정부에 의해 신속히 복구 가능하도록 함

3) 일본 공항법에 의해 규정된 국제 항공 수송망 또는 국내 항공 운송망의 거점이 되는 공항.

그림 9 중요물류도로의 선정 예시



출처: 국토교통부 2018, 저자 재작성.

■ (주요 내용 3) 국제 해상 컨테이너 적재 트럭의 급격한 증가 및 상용차의 대형화에 대응하기 위한 도로 인프라 구조 강화

- 국제 해상 컨테이너를 적재할 수 있는 초대형 트럭에 의한 물류운송이 전 세계적으로 증가하고 있는 추세를 반영
- 국제 물류 경쟁력을 강화하기 위해 초대형 트럭이 원활하게 주행할 수 있도록 중요물류도로 제도를 정비
 - 기존 도로법에 의하면 일반적인 트럭규모의 제한은 높이 3.8m, 길이 12m, 총중량 20t 이나, 국제 해상 컨테이너를 적재하여 운송할 수 있는 초대형 트럭의 경우 높이가 4.1m로 설계되므로 이에 맞춘 도로 정비가 요구됨
- 중요물류도로로 지정하면 높은 수준의 도로 구조 기준을 적용하여 해당 도로구간(터널 및 교량하부 포함)을 신설, 개량하여 초대형 트럭의 여유 있는 주행이 가능하도록 정비함
 - 현재 일본의 초대형 트럭은 연간 약 30만 대 수준으로, 국제 해상 컨테이너의 수송 통행허가 차량의 14%를 차지
 - 향후에도 초대형 트럭은 지속적으로 증가할 것으로 예측되므로 원활한 물류 수송 및 운송의 효율성 향상을 위해 일부 허가취득 기준을 완화시키는 법적 내용을 포함함

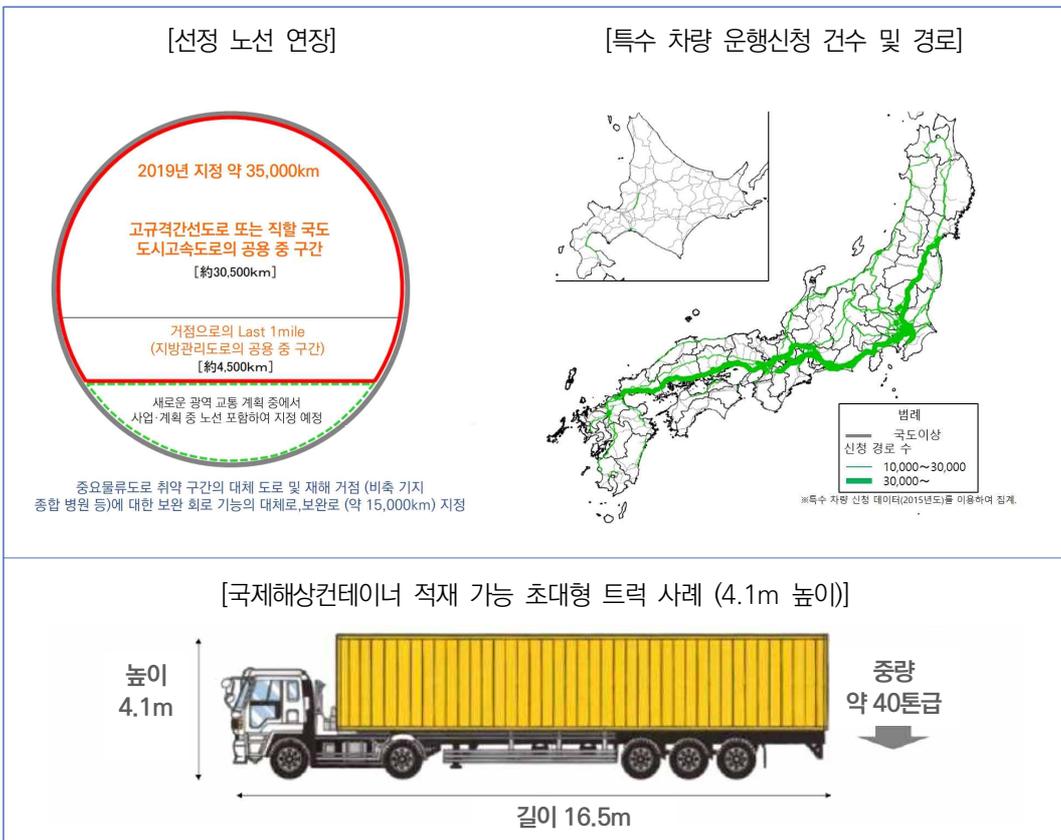
■ 2019년 4월 약 3만 5천km 구간이 중요물류도로로 선정되었으며 대체로 및 보완로는 약 1만 5천km 지정 완료

- 약 87.1% 구간이 고규격간선도로 및 직할도로를 대상으로 지정되었으며 그 외 약 4500km 구간은 주요 거점지역의 라스트 마일(Last Mile)⁴⁾ 기능을 하는 도로가 선정됨

■ 2019년 7월 국제 해상 컨테이너를 운반 대형 차량이 특별한 허가 없이 도로를 통행할 수 있는 도로 구간을 지정하여 공표

- 도로 관리자가 도로인프라 구조 등의 관점에서 지장이 없다고 인정하는 구간에 한정하여 일정 이상의 요건을 충족하는 특수 차량 통행 허가가 불필요토록 조치함
 - 지정된 '대형차 유도 구간'만을 통행할 경우, 개별 도로 관리자와의 협의 불필요

그림 10 중요물류도로 선정 개요



출처: 池下 英典 2018, 저자 재작성.

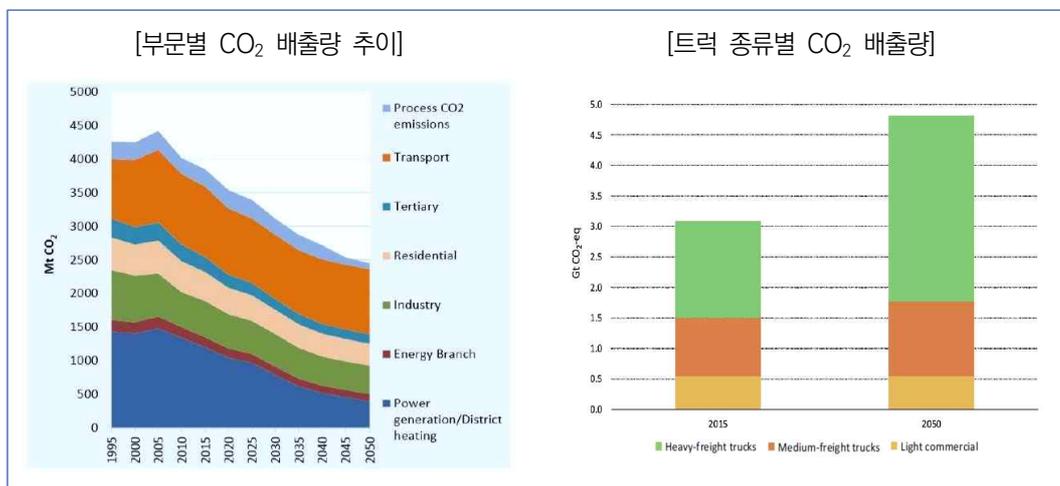
4) 최종 목적지로 배송하는 물류의 마지막 단계, 본래 사형수가 사형 집행장으로 걸어가는 마지막 거리에서 파생된 물류 분야의 최신 키워드.

운송의 지속가능성: 유럽의 e-하이웨이

■ 유럽연합은 지속가능한 사회로의 전환을 위해서 내연기관차의 생산을 중단함으로써 운송부문의 화석연료 사용을 줄이려는 시도 중

- 운송 부문의 화석 연료는 2014년 기준으로 전 세계 온실 가스 배출량의 약 14%, 유럽지역의 23%를 차지하고 있음(Schulte and Ny 2018)
 - 이에 따라 각국에서는 2015년 파리기후협약을 통해 온실가스 배출량을 제한하고 있으며, 지속가능한 사회로의 전환을 위해 운송부문의 화석연료 사용을 적극 줄이려는 노력 중
- 차량 에너지원의 전기화는 이에 대한 전략적 성공의 핵심 요소로 판단되어, 유럽을 중심으로 대기 환경 개선 및 온실가스 감축목표의 달성을 위해 내연기관차 판매 중단 계획이 연이어 발표되고 있음
 - 특히 세계 최대 자동차 시장인 중국에서도 이를 적극 검토하여 활발한 논의가 이루어지고 있으며, 인도 또한 심각한 대기오염 문제로 내연기관차의 판매 금지에 적극적인 태도를 보이고 있음
 - 프랑스 PSA그룹 및 볼보 등 유럽의 기존 완성차 기업들도 전기자동차로의 전환 및 개발 계획에 힘을 쏟고 있는 상황에 있으며 그동안 하이브리드차와 수소차 개발에 집중해왔던 도요타도 중국에서 전기차를 양산할 계획을 발표함
- EU는 운송 부문의 온실 가스 배출량의 25%가 화물차에서 발생되고 있으며 특히 대형 트럭의 급속한 증가로 인해 2050년까지 도로화물 운송부문에서 CO₂ 배출량이 두 배 이상 늘어날 것으로 예측

그림 11 화물차량 및 교통운송부문의 CO₂ 배출량 예측치



출처: International Energy Agency 2017; Europa EU 2013.

표 4 내연기관 자동차 판매 금지 정책 동향

국가	추진 현황
노르웨이	<ul style="list-style-type: none"> • 2025년부터 내연기관 차량 판매 금지 법안 합의 <ul style="list-style-type: none"> - 수도 오슬로에서 2017년부터 경유 자동차의 일시적 운행 금지 조치 - 일반 승용차, 단거리 버스, 경량 트럭은 무공해 차량만 등록하는 방침
스웨덴	<ul style="list-style-type: none"> • 2030년 이후 내연기관차 판매 금지에 대한 계획 수립 중 <ul style="list-style-type: none"> - 전기자동차의 활성화에 대한 정책 추진 중 - 자동차세 5년간 면제, 기업의 전기자동차 구매 시 관련 세금 40% 수준 공제
독일	<ul style="list-style-type: none"> • 2016년 10월 결의안이 통과되었으나 연방하의원 통가를 이끌어내진 못함 <ul style="list-style-type: none"> - 자동차 산업이 독일 산업의 중추라는 점을 감안하여 신중한 태도
네덜란드	<ul style="list-style-type: none"> • 2025년부터 내연기관 차량 판매 금지 법안 하원 통과 <ul style="list-style-type: none"> - 신차에 대해서만 휘발유 및 경유 자동차의 판매 금지를 추진 - 법안의 최종가결 시, 2025년부터 하이브리드 모델을 포함한 내연기관 자동차의 판매 금지를 포함
영국	<ul style="list-style-type: none"> • 2040년부터 휘발유 및 경유 차량의 판매를 금지하는 정책 발표 <ul style="list-style-type: none"> - 예산지원과 함께 경유 차량에 대한 높은 부담금 부과 예정
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> • 2040년부터 내연기관 차량의 판매를 금지하는 정책 발표 <ul style="list-style-type: none"> - 1997년 이전에 생산된 경유차와 2001년 이전에 생산된 휘발유 차량을 친환경차로 바꾸면 인센티브를 주는 방식으로 내연기관 차량의 점진적 퇴출
인도	<ul style="list-style-type: none"> • 2030년부터 전기차만 판매하는 정책 추진 발표 <ul style="list-style-type: none"> - 생산된 지 10년이 경과한 경유차는 수도에 등록하지 못하도록 조치
중국	<ul style="list-style-type: none"> • 신에너지 차량 개발과 대기오염 완화를 위한 화석연료 자동차의 생산 판매를 중단하기 위한 계획 마련 중

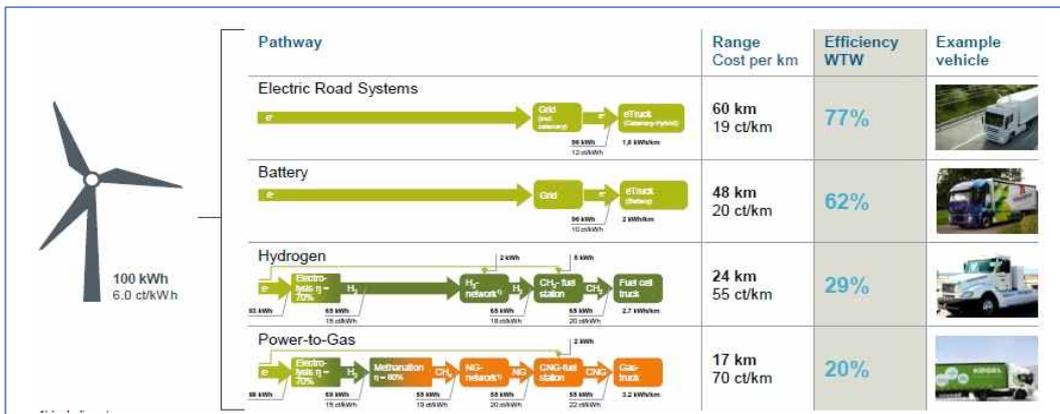
출처: 한국자동차산업협회 2018.

■ 화물 운송차량의 탈화석연료화가 시급하나 전기차가 현재까지 상용화되지 못했던 주원인 중 하나가 배터리의 한계라는 점이 중요함

- 기존 내연기관차와 비교하여 배터리의 충전시간 대비 주행거리가 짧은 것은 전기차의 치명적인 약점이며 더욱이 전기차의 사용 기간이 길어질수록 배터리의 효율 저하로 인해 주행거리가 짧아질 수 있음

- 물류운송을 위한 대형 트럭의 경우 승용차보다 더 큰 배터리가 필요하여 현재의 기술수준으로 는 거대 차종을 움직이기에 한계가 존재하므로 이에 대한 대응책으로 전기충전도로 등장
 - 전력을 충전하며 달릴 수 있는 도로, ERS(Electric Road System)가 등장하였으며 유럽 및 미국에서 실증되고 있는 화물운송 중심의 팬터그래프식 전기충전도로인 e-하이웨이 에 대해 중점적으로 소개하고자 함

그림 12 친환경 대형 트럭 유형 및 에너지 효율성 비교



출처: Siemens 2018.

- 전기충전도로의 외부 전원 공급 기술은 세 가지 방식(1. 팬터그래프식, 2. 노면 전도성 충전식, 3. 유도성 충전식)으로 구분될 수 있음
 - 팬터그래프식(Pantograph concept 또는 Conductive overhead)의 경우 열차 및 전 차에 전력을 공급하는 데 사용되는 시스템과 유사하며 이미 오랜 기간 입증된 안정적인 기술 유형으로 ERS에서는 트럭 위의 팬터그래프를 통해 전력을 공급 받는 형태임
 - 기존의 도로인프라에 전력선만 구축함으로써 비내연 화물차의 주행이 가능토록 하며 승 용차와 트럭의 혼재 상황에서도 본선의 교통 흐름에 큰 영향이 미치지 않는 반면 현재의 설계 개념으로는 중형차량(버스 및 트럭)을 대상으로만 적용할 수 있다는 한계 존재
 - 노면 (혹은 측면) 전도성(傳導性) 충전식(ground or side based Conductive charging) 은 도로 표면에 통합된 도체 라인을 통해 차량에 전력이 공급되는 방식으로 화물차 이외의 승용EV(Electronic Vehicle)의 경우에도 해당 시스템을 통해 전력을 공급 받을 수 있음
 - 다만 아직 더 높은 수준의 안전기준이 요구되고 전력공급 장치의 구축 및 수리 작업 시 교통 흐름에 상당한 영향을 주며 높은 초기 비용이 소요된다는 단점 존재
 - 유도성 충전식(Inductive charging system)은 도로 포장면에 설치된 유도 루프를 통해 비접촉 상태에서 차량에 전력이 공급되는 방식임

- 전도성 충전식과 동일하게 도로를 주행하는 EV라면 차량유형 및 크기에 관계없이 충전시스템을 사용할 수 있다는 장점이 있으나 도로의 전면적 재구축 및 재포장이 필요하며 낮은 에너지 효율성이 낮다는 한계를 가짐

■ 현재의 기술수준에서는 위의 세 가지 외부 전원 공급 방식 중에서 팬터그래프식이 경제적 측면에서 가장 효율적인 것으로 여겨지고 있음

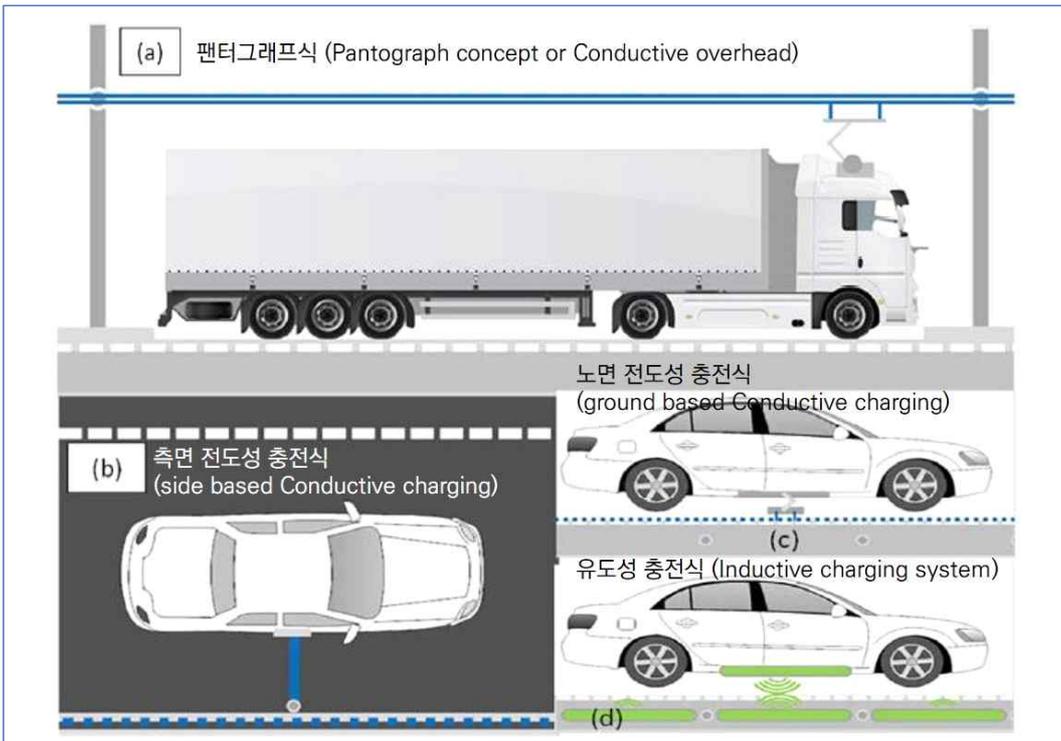
- 팬터그래프식의 전기충전도로는 1km당 약 13억 원 이하의 비용이 소요되는 데 반해 유도성 충전은 최소 27억에서 최대 64억까지 비용이 발생하는 것으로 연구됨

표 5 전기충전도로 유형별 구축비용에 대한 연구 결과

기존 연구	ERS 기술 유형	구축비용 (million€ per km)
Ranch (2010)	팬터그래프식(Pantograph)	~1.01
Sundelin et al. (2017)	전도성(Conductive) 충전식	~1.67
Boer et al. (2013)	유도성(Inductive) 충전식	2.04~3.06
Olsson (2013)	유도성(Inductive) 충전식	2.56~4.92
Wilson (2015)	유도성(Inductive) 충전식	2.19~3.24

출처: Taljegard, et al. 2019.

그림 13 전기충전도로 외부전원 공급 기술 유형



출처: PIARC 2018.

■ 시스템의 설치비용이 비교적 낮고 운영 효율성이 높으며 안정적으로 유지관리 할 수 있는 팬터그래프식 전기충전도로는 현재 e-하이웨이의 명칭으로 스웨덴, 미국, 독일에서 실증 중에 있음

- 화물운송 중심의 팬터그래프식 ERS인 e-하이웨이는 2016년 스웨덴을 시작으로 독일과 미국에서 개발되어 시범 운행되고 있음
 - 일상적인 주행은 경유 하이브리드 시스템을 기반으로 하고 전력 공급선이 설치된 구간에서는 모터로 구동하는 방식으로, 노면전차와는 달리 전력공급선이 종료되는 지점부터는 타 동력으로 대체할 수 있어 대기오염을 줄일 수 있는 도로운영 시스템을 갖추
- 스웨덴 정부는 철강 및 제지 등의 산업지역인 스톡홀름 북부 E16 고속도로 일부 구간에 e-하이웨이를 설치하고 스웨덴 스카니아사와 독일지멘스사의 하이브리드 트럭을 이용하여 시범 운영을 진행하였으며 2년간의 실증 후 현재 고속도로 전역의 확대 운영에 대해 검토 중

표 6 e-하이웨이 실증 추진 현황

스웨덴	미국	독일
		
<ul style="list-style-type: none"> • 2016년 6월 세계 최초의 e-하이웨이 개통 및 실증 시작(E16 고속도로: 2km) • 스카니아사가 제작한 하이브리드 트럭 사용 • 스웨덴 교통국(Trafikverket)의 자금 지원 프로젝트 	<ul style="list-style-type: none"> • 2017년 11월 남부 캘리포니아 고속도로 실증 시작(1.6km) • 다양한 대체 연료 기술을 갖춘 하이브리드 트럭 테스트 • LA와 롱비치 인근에 자리 잡은 항구와 철도를 연결하는 화물운송 처리를 위해 운영 	<ul style="list-style-type: none"> • 2019년 5월 프랑크푸르트 근처의 아우토반 6마일(약 10km) 구간 개통 • 지멘스사가 건설을 담당하였으며 독일 정부의 1400만 유로 (17억 원) 투입 • 2022년까지 실증 실험 진행

출처: 저자 작성.

- 미국의 e-하이웨이는 서부 지역의 심각한 공해 문제를 해결하기 위해 논의되었으며, 지멘스사는 미국에 스웨덴과 동일한 시스템을 도입하기 위해 캘리포니아주 사우스코스트 공기질 관리기관과 계약을 체결하고 2017년 11월, 로스앤젤레스와 롱비치 간에 2마일(약 3.2km) 길이의 e-하이웨이를 구축함

- 이 구간은 미국으로 수입되는 물류의 40%를 담당할 정도로 높은 물동량을 처리하는 항구 시설에 인접하여 위치하고 있음
- e-하이웨이 시범 실증을 위해 지멘스사가 전력선 설치를 맡았으며 볼보의 자회사 '맥 트럭 (Mack Trucks)'이 해당 구간을 주행할 수 있는 e-트럭 개발을 담당함
- 최근 독일은 프랑크푸르트 공항에서부터 다름슈타트까지 이어지는 아우토반 A5⁵⁾의 10km 구간에 대한 e-하이웨이 시범운영을 시작하였으며 이는 “Elektrifizierter, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen (Electrified, innovative heavy traffic on highways)”의 의미인 ELISA(에리자) 프로젝트로 명명되고 있음
 - 철도운영이 어려운 지역의 대체 수송 수단이 될 것이라는 기대 속에 독일 정부는 2022년 까지 실증 실험을 진행한 후 전국 아우토반으로 확대 적용할 계획임
 - 또한 향후 전체 수송용 트럭의 80% 가량을 전기트럭으로 교체하기 위해 지멘스사와의 협업을 통한 전기트럭 시스템 개발에 700만 유로(한화 약 900억 원) 투입

그림 14 스웨덴과 독일의 e-하이웨이 실증사업 개요



출처: Siemens 2018.

- e-하이웨이는 변전소에서 트럭 휠까지 80~85% 수준의 높은 에너지 전달 효율을 가지며 특히 내리막 구간에서 주행 에너지를 회복할 수 있는 하이브리드 트럭의 적용으로 추가적인 비용 효율을 얻을 수 있음
 - CO₂ 배출량의 높은 비율이 화물수송에서 발생되고 있으며 특히 물류의 경우 도로 이외의 다른 교통시스템으로 대체할 수 있는 부분이 한정된 상황에서 3개국 e-하이웨이의 실증 및 향후 확대 계획은 지속가능한 물류 운송을 위한 토대가 될 수 있음

5) 독일 중심부에 위치하며 하루 동안 트럭의 통행량이 독일에서 가장 많은 곳으로서 해당 실증실험 대상 구간으로 선정되었음(약 13만 4천 대의 승용차 통행, 이 중 대형 트럭 약 1만 4600대, 약 11.89%).

도로교통의 안전성: 미국의 화물차전용차로

■ 도로상 화물차가 혼재하였을 때 교통안전 및 인프라의 유지관리의 효율성이 저하되므로 이에 대응책으로 화물자동차 전용도로 및 차로가 제안되고 있음

- 도로의 운영 측면에서 화물차만 전용으로 사용하는 “화물차 전용도로 및 차로”와 특정시간 동안 도로 전체를 화물차만 전용으로 이용하는 “화물차 우선도로 및 차로”의 개념을 아래와 같이 정의할 수 있음(이명신 외 2009)

[국내의 화물차 전용도로 및 차로 정의]

- 화물차 전용도로: 화물차의 편익을 증진시켜 승용차의 이용을 억제하고, 도로의 화물수송능력을 향상시키고자 일반차량과 분리하여 화물차만 이용할 수 있게 규정한 도로
- 화물차 전용차로: 화물차의 편익을 증진시켜 승용차의 이용을 억제하고, 도로의 화물수송능력을 향상시키고자 일반차량과 분리하여 화물차를 우선하여 이용할 수 있게 규정한 차로

출처: 이명신 외 2009; 유정복 2002.

- 해외에서도 화물차 전용도로 및 차로의 개념을 아래와 같이 정의하여 유형을 구분하고 있으나 실제 그 적용 사례는 많지 않으며 화물차를 물리적으로 구분할 것인지, 화물차 분리 목적이 무엇인지, 설치되는 구간의 특성이 어떤지에 따라 다음과 같이 5개의 기준으로 나누어 연구하고 있음(백정한 2019)

[해외의 화물차 전용도로 및 차로 정의]

- 화물차 교통을 일반차량과 분리하여 안전성을 향상시키고, 교통류 흐름이 원활할 수 있도록 화물차만 이용할 수 있게 규정한 도로 또는 차로

출처: 백정한 2019.

표 7 화물차 전용도로·차로 유형

유형	내용
Exclusive Truck Lanes	화물차 전용도로 설치를 통한 분리
Nonexclusive Truck Lanes	화물차 차로 설치를 통한 분리
Dual-Dual Roadways	승용차 전용도로 및 차로 설치를 통한 분리
Truck Interchange Bypasses	합류구간에 화물차량 우회도로 설치
Truck Climbing Lanes	오르막 구간에서 화물차량 분리

출처: 백정한 2019.

■ 위의 다섯 개 유형 중 도로 안전성 확보를 위해 계획 중인 미국 조지아의 Exclusive Truck Lane인 I-75의 화물전용도로 사례에 대해 중점적으로 소개함

■ 미국 GDOT⁶⁾는 I-75번 고속국도 약 38마일(61km)에 화물차 및 대형 상업용 차량의 전용운행을 위한 차로 구축을 계획 중

- 상업용 차량에 의한 화물운송은 조지아주 전체 물류량 중 85%를 차지하고 있으며 화물운송이 가지는 사회적 가치도 점차 증가할 것으로 예측됨(2015년 5377억 USD → 2040년 9936억 USD)
- 조지아주에 진입하는 트럭의 70%가 조지아주에 최종 목적지가 있으며, 서배너(Savannah) 항구⁷⁾는 미국 내에서 혼잡하며 빠르게 성장하고 있는 주요 물류거점시설로 향후 화물 운송의 증가에 대한 인프라적 대응방안이 제시되어야 할 필요성이 높음

■ 서배너 항구와 플로리다주를 잇는 구간에 대형 상업용 차량 전용 운행을 위한 두 개의 분리된 차선을 건설함으로써 물류의 이동성을 개선하고 안전을 강화하도록 설계

- I-75에서 북쪽 방향의 트럭 교통량을 McDonough와 Macon 사이의 구간에서 분리차로로 자체 진출입구가 설치된 별도의 시설을 구축하는 프로젝트로 이는 Commercial Vehicle Lanes로 명명되며 약 18억 USD의 비용이 소요될 것으로 추정됨
 - 2019년 기준 엔지니어링 컨설턴트를 통해 사업을 검토 중이며 건설은 2025년에 시작되어 2029년에 완료될 예정
 - GDOT는 서배너 항구에서 오는 트럭 운송량이 많으며 조지아주 내로의 화물 운송 비율이 높은 상황을 고려하여 해당 구간을 선정(2040년까지 두 배 이상 교통량 증가 예상)

그림 15 I-75 화물차전용도로(Commercial Vehicle Lanes) 설치 구간 및 조감도



출처: GDOT 2018.

6) 미국 조지아주 교통국, Georgia Department of Transportation
 7) 미국 동남부 조지아주에 있는 항구 도시

■ NCHRP⁸⁾(2010)는 화물차량의 비율, 물류거점지역과의 연결성, 그리고 도로의 혼잡도 등을 종합적으로 고려하여 적절한 구간에 화물전용도로가 구축될 경우 발생하는 기대효과를 제시하고 있음

- 특히 일반차량과 화물차량 간의 상충지점 최소화를 통해 안전성 확보가 가능하며, 연평균 대형사고 발생이 약 41~45% 수준으로 저감될 것으로 추정
- 화물도로의 구축은 화물차량 통행시간을 줄여 생산성(Productivity) 및 혼잡구간 내 화물차량 분리를 통한 이동성(Mobility) 보장에 긍정적 기대효과를 가져올 것으로 제시

표 8 I-75 화물전용도로 구축을 통한 안전성 향상 편익(2035년 기준)

노선 구분		대형 교통사고 발생 추정치 (year)		교통사고 발생 저감률
		기존 차로	화물전용도로	
I-75	구간 N-1	14	9	45%
	구간 N-2	10	7	41%

주: 구간 N-1: 북쪽 방향으로 I-285에서 Bartow/Gordon County line까지 구간
 구간 N-2: 북쪽 방향으로 Bartow/Gordon에서 Tennessee까지 구간
 출처: NCHRP 2010.

표 9 I-75 화물전용도로 구축을 통한 생산성 향상 편익(2035년 기준)

구분	구간 N-1		구간 N-2	
	기존 차로	화물전용도로	기존 차로	화물전용도로
속도(m/h)	27	52	56	62
화물차량비율(/100mi)	500	500	500	500
주간 근무시간* 내 운행가능거리(mi)	162	312	336	372
주간 근무시간 내 운행수익(USD)	810	1,560	1,680	1,860
비용(USD)	684	684	684	684
순수익(USD)	126	876	996	1,176
(a)ton·mile당 수익	0.04	0.14	0.15	0.16
(a)의 증가율	-	261%	-	7%

주: 구간 N-1: 북쪽 방향으로 I-285에서 Bartow/Gordon County line까지 구간
 구간 N-2: 북쪽 방향으로 Bartow/Gordon에서 Tennessee까지 구간
 * 8-hour Day Shift (6 hour driving)
 출처: NCHRP 2010.

8) 미국 고속도로 합동 연구처(National Cooperative Highway Research Program).

03 국내 물류중점도로 추진을 위한 정책방향

해외 정책사례의 시사점

■ 물류운송의 생산성, 지속가능성, 안전성의 향상을 위해 추진되고 있는 해외 물류중점도로 사례를 조사하여 다음과 같은 시사점을 도출함

(일본의 중요물류도로)

- 고령화와 인구감소에 따라 심화되는 트럭운전사의 부족 문제와 재난재해로 인한 피해를 최소화하기 위한 일환으로 일본의 **사회 환경 변화에 적절히 대응하여** 물류 생산성을 향상시키는 정책으로 볼 수 있음

현재 일본 정부는 중요물류도로제도의 추진을 바탕으로 보다 “강한 물류”를 실현하기 위한 방편으로 민관 연계 강화에 관한 시책을 추가적으로 추진하려는 노력을 기울이는 상황

- **(생산성 향상에 관한 시사점)** 우리나라도 변화하는 인구구조에 대응하여 물류의 생산성을 향상시킬 수 있는 방향의 도로정책이 추진되어야 하며 장기적으로는 재난재해에도 유연하게 대처할 수 있는 도로계획 수립 방안을 모색하여야 함
 - 현재 도로법 제10조에 의거 고속국도, 일반국도, 특별·광역시도, 지방도, 시도, 군도, 구도로 분류되고 있으며 도로가 갖는 이동성(Mobility)과 접근성(Accessibility)을 기준으로 주간선도로, 보조간선도로, 집산도로, 국지도로도 구분되고 있음

(유럽의 e-하이웨이)

- 스웨덴과 독일의 실증 실험을 통해 e-하이웨이 시스템은 기술적 측면에서 매우 안정적이며 **환경 및 경제적 측면에서도 매우 큰 이점⁹⁾**을 가지는 것으로 확인됨

지멘스사의 지속적 실증을 통해 10만km 주행 시 트럭 한 대당 약 2400만 원의 연료비가 절약될 수 있는 것으로 조사됨

- **(지속가능성 확보에 관한 시사점)** 현재 화물차가 발생시키는 CO₂ 배출량은 점차 증가하고 있는 추세로 장래 더욱 확대될 물류시장에 대응하여 지속가능성을 확보하기 위해서는 화물차의 친환경 에너지 사용 활성화를 도모하기 위한 방안을 모색하여야 함

9) 물류운송의 화석연료 의존도를 낮추기 위해 대형 화물차를 전기에너지로 주행시키기 위한 대형 배터리가 필요하며 수 톤에 달하는 배터리의 탑재는 트럭의 중량 상승을 발생시켜 도로노면 파손과 같은 2차적인 문제를 일으킴으로 비록 초기 구축비용이 높더라도 e-하이웨이는 지속가능성을 확보한다는 측면에서 강점을 가짐.

- 2017년 화물차의 평균 CO₂ 배출량은 전년대비 0.8% 수준 증가된 것으로 조사됨(한국에너지공단 2018)

(미국의 화물전용차로)

- 도로의 시설적 측면에서 일반 여객차량과 화물운송차량을 분리시킴으로써 **차량 간 상충지점의 최소화**를 통해 **안전성을 확보**하고 나아가 화물차량의 근무시간 중 운행거리가 증가됨에 따라 운송 생산성을 향상시킬 수 있는 정책 아이템으로 판단됨

연평균 대형사고 발생이 약 41~45% 수준 저감되며, 운송 수익도 261% 증가될 것으로 분석됨

- **(안전성 향상에 관한 시사점)** 고속도로에서 발생하는 화물차의 사고심각도가 높으므로 화물차의 혼입률이 높고 곡선 구간이 다수 포함된 노선에 대해 안전성을 도모할 수 있는 방안을 모색하여야 함
 - 고속도로 화물차 사고 사망자 수 전체의 19.1% (2018년 기준)가 커브·곡선부에서 발생

국내 물류중점도로 추진 방향

■ 분명한 정책 목표 설정 후 차세대 기술 연계와 신개념 도로체계 구축을 통한 전략적 도로 정책 추진 필요

- **(차세대 기술 연계)** 국가 물류중점 도로망의 운영 전략에 맞춘 특화된 기술을 적용한 도로의 고도화 방안 마련
 - 차세대 기술(AICBM¹⁰⁾)을 인프라에 접목하여 화물수송의 증가와 대형화에도 도로에 가해지는 피로 및 사고 위험도를 낮추어 물류운송의 **생산성 및 안전성 향상**
 - 도로의 친환경 에너지 지원 시스템을 구축하여 물류운송의 **지속가능성 확보**
- **(신개념 도로체계)** 법적·기능적 도로 체계와는 별도의 방안으로서 향후 국가의 물류운송 전략을 반영하는 신개념 도로체계 구축
 - 국가 도로망 운영에 있어 달성하고자 하는 목표를 구체적으로 실현할 수 있는 전략적 도로망계획 수립 후 체계적 운영을 통한 물류운송의 **생산성 및 안전성 관리**: 교통물류거점과 주요 도시를 잇는 지선국도¹¹⁾ 개념의 확대 적용방안 검토 고려
 - 친환경 에너지 사용 트럭의 보급과 통행패턴 예측을 통한 물류중점 도로체계 수립 및 **지속가능한 전략 도로망 지원**

10) 4차 산업혁명의 핵심기술 AI, IoT, Cloud, Big data, Mobile의 축약형

11) 국도의 본선과 제1·2종 교통물류거점(국가통합교통체계효율화법에 따라 지정 예정) 또는 이를 포함하는 도시를 직접 연결하여 접근성을 향상시키거나 교통물류를 개선하는 경우 및 도로 간 연결을 통해 통행시간 및 거리를 단축시키는 경우에 주변 도로망 체계 등을 고려하여 선정함(도로법 시행령 개정 2010).

그림 16 물류중점도로 도입 정책방향

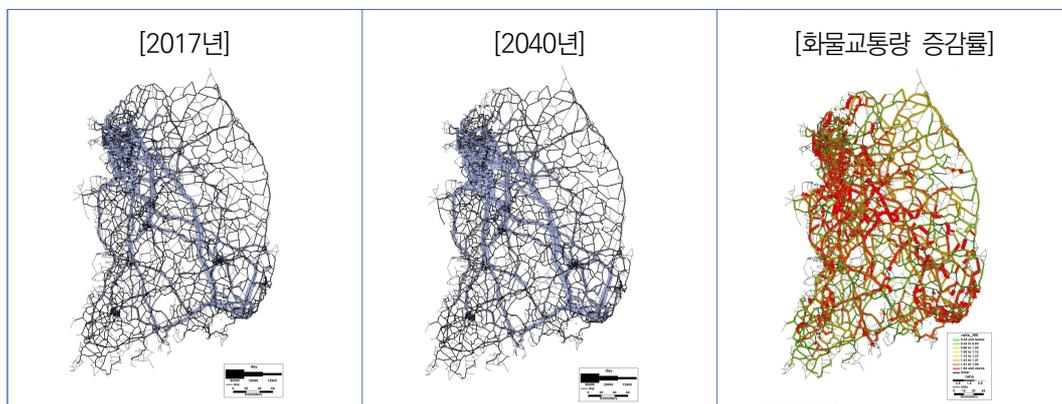


출처: 저자 작성.

향후 연구 과제

- 전략적 물류중점도로망의 도입 타당성 검토 및 선정기준안 마련
 - 기존의 국도 승격 기준을 고려하며 물류중점도로에 특화된 선정 기준안 추가 마련: 생산성, 지속가능성, 안전성 측면에서의 효과를 평가할 수 있는 기준안 제시
- 제시된 기준안 적용 및 빅데이터(교통안전공단 eTAS 운행기록 데이터) 시뮬레이션 기반의 국내 도로 물류운송 패턴을 반영한 **전략적 물류중점도로망 선정**(시범사업 구간 검토)
- 전략적 물류중점도로망 도입에 의한 물류의 생산성, 지속가능성, 안전성 측면의 **직간접 효과 검토** 및 장래 국토변화를 고려한 물류중점도로 **종합적 운영전략 제시**
 - 장래 국토변화 시나리오에 따른 화물교통량 및 통행 패턴 시뮬레이션 결과를 반영한 물류중점도로 운영전략 마련

그림 17 화물교통량 통행배정 시뮬레이션 결과



출처: 저자 작성.

참고문헌

- 고용석. 2014. 고속도로 화물차 통행료 할인제도 개편 연구. 세종: 국토연구원.
- 국가교통DB센터. 2012. 국내 화물운송의 현주소. <https://www.ktdb.go.kr/common/pdf/web/viewer.html?file=/DATA/pblcte/20160213061849616.pdf> (2019년 9월 21일 검색).
- 국가물류통합정보센터. 국내 택배시장 물동량 추이. <http://www.nlic.go.kr/nlic/parcelServiceLogistics.action> (2019년 9월 25일 검색).
- _____. 생활물류통계. <http://www.nlic.go.kr/nlic/parcelServiceUseCount.action> (2019년 9월 25일 검색).
- _____. 차종별화물자동차등록통계. <http://nlic.go.kr/nlic/carryCar0020.action#> (2019년 9월 25일 검색).
- _____. 적재량별화물자동차등록통계. <http://nlic.go.kr/nlic/carryCar0010.action> (2019년 9월 25일 검색).
- 국가통계포털(KOSIS). 교통부문수송실적보고. <http://kosis.kr/search/search.do?query=%ED%99%94%EB%AC%BC> (2019년 9월 23일 검색).
- 국토교통부, 한국교통연구원. 2018. 자동차 차종분류 국제화 및 일원화 연구. http://www.prism.go.kr/homepage/entire/retrieveEntireDetail.do;jsessionid=0B1301E24CF0850546C852B273CB28ED.node02?cond_research_name=&cond_research_start_date=&cond_research_end_date=&research_id=1613000-201900120&pageIndex=1&leftMenuLevel=160 (2019년 9월 25일 검색).
- 김정화. 2019a. 물류생산성 향상을 위한 일본의 新도로정비제도. 도로정책Brief 138호. 세종: 국토연구원.
- _____. 2019b. 미래 친환경 화물운송을 위한 도로인프라, ERS. 도로정책Brief 142호. 세종: 국토연구원.
- 박효신, 손봉수, 김형진. 2007. 고속도로 인터체인지 연결로에서의 교통사고 예측모형 개발. 대한교통학회지 253권: 123-135.
- 백정한. 2019. 화물차 전용도로·차로의 해외사례 및 시사점. 도로정책Brief 137호. 세종: 국토연구원.
- 삼성교통안전문화연구소. 2019. 2012~2017 전체교통사고분석 언론사 제공자료. http://imnews.imbc.com/replay/2019/nwdesk/article/5207134_24634.html (2019년 9월 26일 검색).
- 석주현. 2017. 화물 수송부문 전기차 도입을 위한 제도 개선방안 연구. 울산: 에너지경제연구원.
- 세빌스코리아. 2015. 스포트라이트 한국 물류 마켓. [http://pdf.savills.asia/asia-pacific-research/korea-research/korea-spotlight/2015-09-02-spotlight-industrial\(kr\)-final.pdf](http://pdf.savills.asia/asia-pacific-research/korea-research/korea-spotlight/2015-09-02-spotlight-industrial(kr)-final.pdf) (2019년 9월 21일 검색).
- 유정복. 2002. 화물자동차 저용도로 및 전용차로의 도입을 위한 기초 연구. 세종: 한국교통연구원.
- 이명신, 김용진. 2009. 인천항 배후지역의 화물차 전용도로망 구축에 관한 연구. 한국항만경제학회지 25권, 3호: 117-138.
- 통계청. 2018. 인구주택총조사. http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/2/2/index.board?bmode=read&aSeq=370806&pageNo=1&rowNum=10&amSeq=&sTarget=title&sTxt= (2019년 9월 26일 검색).
- 한국자동차산업협회. 2018. 정책동향 01: 국내외 내연기관 규제 정책의 방향. http://www.kama.or.kr/jsp/webzine/201811/pages/issue_01.jsp (2019년 8월 12일 검색).
- 한상진, 조운범, 장수은. 2014. CART를 이용한 화물자동차 교통사고 특성 분석. 교통연구 21권, 4호: 87-103.
- TAAS 교통사고분석시스템. 교통사고 통합DB. <http://taas.koroad.or.kr/> (2019년 9월 25일 검색).

国土交通省. 2018. 重要物流道路制度の創設について. <http://www.mlit.go.jp/common/001236302.pdf> (2019년 3월 11일 검색).

_____. 2019. 重要物流道路等の指定 (2019.4.1.). <http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/butsuryu/Top03-02-03.htm> (2019년 7월 11일 검색).

池下 英典. 2018. 道路の機能強化や道路交通の円滑化. Unpublished manuscript.

浅井建爾. 2001. 道と路がわかる辞典. 日本実業出版社.

Europa EU. 2013. European Commission reference scenario for 2050. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

GDOT. 2018. I-75 Commercial Vehicle Lanes. <http://www.dot.ga.gov/BS/Projects/SpecialProjects/I75CVLanes> (accessed September 26, 2019).

International Energy Agency. 2017. The Future of Trucks. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TheFutureofTrucksImplicationsforEnergyandtheEnvironment.pdf> (accessed September 26, 2019).

Kwak, H., Kim, D. K., Park, S. H. and Kho, S. Y. 2010. Development of a Safety Performance Function for Korean Expressways. 12th World Conference on Transport Research, July 11–15. Lisbon: Portugal.

National Cooperative Highway Research Program. 2010. Separation of Vehicles—CMV—Only Lanes. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/14389>.

PIARC. 2018. Electric Road Systems: A Solution for the Future? A PIARC Special Project. https://www.trafikverket.se/contentassets/2d8f4da1602a497b82ab6368e93baa6a/piarc_elvag.pdf. (accessed August 12, 2019).

Schulte, J. and Ny, H. 2018. Electric Road Systems: Strategic Stepping Stone on the Way towards Sustainable Freight Transport? *Sustainability* 10, no.1148: 1–16.

Siemens. 2018. eHighway: Electrified heavy duty road transport. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/ehighway-electrified-heavy-duty-road-transport.pdf> (accessed August 12, 2019).

Siemens. eHighway-Electrification of road freight transport. <https://new.siemens.com/global/en/products/mobility/road-solutions/electromobility/ehighway.html> (accessed September 25, 2019).

Taljegard, M., Thorson, L., Odenberger, M., Johnsson, F. 2019. Large-scale implementation of electric road systems: Associated costs and the impact on CO₂ emissions. *International Journal of Sustainable Transportation*, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15568318.2019.1595227> (accessed August 13, 2019).

Zhong, L. D., Sun, X. D., He, Y. L., Zhong, X. M., and Chen, Y. S. 2009. Safety Performance Function for Freeway in China. *88th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, January 11–15. Washington D. C.

국토연구원 Working Paper는 다양한 국토 현안에 대하여 시의성 있고 활용도 높은 대안을 제시할 목적으로 실험정신을 가지고 작성한 짧은 연구물입니다. 투고된 원고는 정해진 절차를 거쳐 발간되며, 외부 연구자의 투고도 가능합니다. 공유하고 싶은 새로운 이론이나 연구방법론, 국토 현안이나 정책에 대한 찬반 논의, 국내외 사례 연구나 비교연구, 창의적 제안 등 국토분야 이론과 정책에 도움이 될 어떠한 연구도 환영합니다.

투고를 원하시는 분은 국토연구원 연구기획·평가팀(044-960-0582, jhkim@krihs.re.kr)으로 연락주십시오. 채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 드립니다.

WP 19-01

물류중점도로 해외 사례 및 시사점 생산적이며 지속가능하고 안전한 도로물류체계 구축

연구진 김정화
발행일 2019년 11월 1일
발행인 강현수
발행처 국토연구원
홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2019, 국토연구원

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 한국출판인협회에서 제공한 KoPub 서체와 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체가 적용되어 있습니다.

