

LEAP 모형을 이용한 도로교통부문의 온실가스 감축잠재량 분석 - 저탄소차협력금제도, 연비강화, 운전행태개선을 중심으로 -

김민욱* · 윤영중* · 한 준** · 이화수** · 전의찬****

*세종대학교 대학원 환경에너지융합학과, **녹색기술센터,
동의과학대학교 신소재응용화학학과, *세종대학교 환경에너지융합학과

Analysis of GHG Reduction Potential on Road Transportation Sector using the LEAP Model - Low Carbon Car Collaboration Fund, Fuel Efficiency, Improving Driving Behavior -

Kim, Min wook*, Yoon, Young Joong*, Han, Jun**, Lee, Hwa Soo** and Jeon, Eui Chan****

*Dept. of Environment and Energy, Sejong University Graduate School, Seoul, Korea

**Green Technology Center, Seoul, Korea

**Dept. of Advanced Materials and Applied Chemistry, Dong-Eui Institute of Technology, Busan, Korea

****Dept. of Environment and Energy, Sejong University, Seoul, Korea

ABSTRACT

This study the efficiency of greenhouse gas reduction of 'low carbon car collaboration fund' and its alternative 'control of average fuel efficiency and greenhouse gas', and 'improving driving behavior' were analyzed by using LEAP, long term energy analysis model.

Total 4 scenarios were set, baseline scenario, without energy-saving activity, 'low carbon car collaboration fund' scenario, 'fuel efficiency improving scenario', and 'improving driving behavior' scenario. The contents of analysis were forecast of energy demand by scenario and application as well as reduction of greenhouse gas emission volume, and the period taken for analysis was every 1 year during 2015~2030.

Baseline scenario, greenhouse gas emission volume in 2015 would be 7,935,697 M/T and 13,081,986 M/T in 2030, increased 64.8%. The analysis result was average annual increase rate of 3.4%. The expected average annual increase rate of other scenarios was, 'low carbon car collaboration fund' scenario 1.7%, 'fuel efficiency improving' scenario 3.0%. and 'improving driving behavior' scenario 3.4%. and these were each 1.7%, 0.3%. 0.3% reduce from baseline scenario. The largest reduction was 'low carbon car collaboration fund' scenario, and there after were 'fuel efficiency improving scenario', and 'improving driving behavior' scenario.

Key words : Greenhouse Gas Mitigation, CO₂, Low Carbon Car Collaboration Fund, Fuel Efficiency, Improving Driving Behavior, LEAP

1. 서 론

최근 해외자동차 시장은 환경규제 및 연비강화 추세에 따라 온실가스를 다량 배출하는 저연비 내연기관차량에서 고연비 친환경차량으로 소비 패러다임이 급변하고 있다. 그러나 우리나라는 OECD 국가들 중 경차의 비율이 가장 낮고, 중·

대형차를 선호하는 소비문화 그리고 석유 중심(IEA, 2013)의 에너지 구조를 가지고 있기 때문에 도로교통부문의 구조개편에 어려움이 있다. 일반적으로 중·대형차에서의 CO₂ 배출은 경·소형차의 비해 1.4~2.6배 더 많은 것으로 보고되고 있다(김국태, 이은복, 2014).

대기환경보전법에서는 자동차 제조업체에게 연비 및 온실

† Corresponding author : ecjeon@sejong.ac.kr

Received January 27, 2016 / Revised March 7, 2016(1st), March 21, 2016(2nd) / Accepted March 23, 2016

가스 배출량을 설정하는 등의 규제적 정책수단을 두는 한편, 차량구매자에게는 저탄소차량을 구매할 수 있도록 보조금을 지급하는 등의 경제적 유인 정책을 활용하고 있다. 이는 저탄소차협력금제도의 근간으로 이산화탄소를 기준치 이상으로 배출하는 차량을 구매하는 구매자에게는 부담금을 부과하고, 반대로 기준치 이하로 배출하는 차량을 구매하는 구매자에게는 보조금을 지급하는 방식이다.

정부는 2009년 7월 저탄소차협력금제도 도입을 발표하였다. 그러나 국내 산업계의 반발과 실질적으로 온실가스 감축 효과가 크지 않다는 이유로 2012년 11월에 시행예정이었던 이 제도를 1차로 2015년까지 연기하였다. 환경부는 산업계의 반발을 인식하여 기존의 제시한 저탄소차협력금제도 시나리오를 대폭 완화하여 2015년 시행시키고자 했으나, 2014년 9월에 또 다시 2021년까지 연기되었다.

정부는 저탄소차협력금제도 시행을 연기하는 대안으로 2016~2020년까지 평균 온실가스·연비 기준을 선진국 수준으로 강화하는 ‘자동차 평균 온실가스·연비기준’(안)을 행정 예고 하였다(환경부, 2014). 이 행정 예고(안)에 따르면, 현행 2012~2015년 평균 온실가스·연비 기준은 140 g/km, 연비 17 km/L이지만, 차기 2016~2020년 기준은 97 g/km, 연비 24.3 km/L로 강화할 예정이다.

다른 대안으로는 교통안전공단에서 제안한 도로교통부문의 운전행태개선(에코드라이브)이다. 운전행태개선이란 교통수단을 운행하는 운전자가 습관 또는 방법을 변화시켜, 연비 극대화를 통한 온실가스 배출을 감축하는 것을 말한다. 행태 개선 교육 이수 전 평균연비는 10.5 km/L였으나, 교육 이수 후 평균 연비는 12.3 km/L로 교육 전 대비 17.4% 개선효과가 있었다. CO₂ 배출량은 16% 감소한 것으로 나타났다(교통안전공단, 2011).

본 연구에서는 장기에너지분석모형인 LEAP을 활용하여 저탄소차협력금제도, 자동차 평균 연비·온실가스 규제 그리고 운전행태 개선에 따른 2015~2030년 에너지수요 전망과 온실가스 감축량을 분석하고자 한다.

2. 도로교통부문의 온실가스 감축 전략

2.1 저탄소차협력금제도

저탄소차협력금제도는 프랑스의 Bonus-Malus 제도를 벤치 마킹하였다. 두 제도의 공통적 인 정책내용으로는, 이산화탄소를 상대적으로 많이 배출하는 중·대형차를 구매하는 소비자에게 부담금을 부과하고, 반대로 적게 배출하는 경·소형차를 구매하는 소비자에게는 보조금을 지급하는 것이다. 따라서

중·대형차 중심의 구매 패턴을 경·소형차 중심으로 변화시키고, 경·소형차의 구매를 촉진시켜 중·장기적으로 자동차의 온실가스배출량을 감소시킬 것을 목적으로 한다.

국내에서는 2009년 7월 저탄소협력금차제도의 도입이 결정되어 2013년부터 시행되는 것으로 논의되었다. 그러나 시행 시기가 2차례 연기되어 현재는 2021년부터 시행될 계획이며, 시행시기가 연기되는 과정에서 과징금과 부담금이 없는 ‘중립 구간’이 확대되고, 부담금 수준을 낮추는 등 규제수준이 다소 완화되었다.

대기환경보전법의 최초 저탄소차협력금제도 설계(안)에 따르면 적용대상은 10인 이하 승용·승합차(총중량 3.5 톤 미만)를 신규로 구입하는 소비자이다. 또한, 이산화탄소 배출량에 따라 100 g/km 이하인 차량에는 최대 700만원의 보조금을 지급하며, 126 g/km 이상인 차량에는 최대 700만원의 부담금을 부과하는 방식으로서 2015년 1월부터 2017년까지 3년간 부과기준을 단계적으로 강화한다(Table 1).

Table 1. Low carbon car collaboration fund design plan

	CO ₂ standard (g/km)	Subsidy/penalty (ten thousand won)		
		2015	2016	2017
Subsidy	60 under	700	700	700
	61~70			500
	71~80	300	300	200
	81~90	100	100	50
	91~100	50	50	0
Emission standard	101~110		0	
	111~120	0		25
	121~125		25	
	126~130	25	50	50
Penalty	131~140	50	80	100
	141~150	75	120	150
	151~160	100	150	200
	161~170	150	200	300
	171~180	300	350	550
	181~190	500	550	
	191~200			700
	200 over	700	700	

Source : Korea Auto Industries Coop. (2014).

2.2 연비강화

제30차 경제관계장관회의에서 환경부, 기획재정부, 산업통상자원부는 저탄소차협력금제도의 시행을 연기하는 대안으로 2016~2020년까지 평균 온실가스·연비 기준을 선진국수준으로 강화하는 ‘자동차 평균 온실가스·연비기준’(안)을 행정 예고하였다(환경부, 2014). 이 행정 예고(안)에 따르면, 현행 2012~2015년 평균 온실가스·연비 기준은 140 g/km, 연비 17 km/L이지만, 차기 2016~2020년 기준은 97 g/km, 연비 24.3 km/L로 강화할 예정이다.

자동차 평균 온실가스·연비 제도는 개별 제작사에서 해당 년도에 판매되는 차량의 온실가스 배출량과 연비 실적의 평균치를 정부가 제시한 기준에 맞춰 관리해야 한다. 이 제도는 미국, 유럽연합(EU), 일본, 중국 등 주요 자동차 생산국가에서 시행하고 있다. 자동차 온실가스·연비 기준을 국내 측정 방식(복합모드)로 환산하면 미국 113 g/km(2020년), 유럽 91 g/km(2021년), 일본 100 g/km(2020년) 수준이다(Table 2).

현행 관리 차종은 10인승 이하, 3.5톤 미만 승용·승합차이며, 차기기준에서는 15인승 이하의 승합차와 3.5톤 미만 화물차도 온실가스·연비 관리 대상에 추가된다.

2.3 운전행태 개선

운전행태 개선에는 경제속도 준수, 급정지·급출발·급가속 금지, 공회전 방지, 차량중량 절감이 있다. 교통안전공단은 에코드라이브(행태개선) 체험교육생 2,167명의 교육효과 분석 결과, 교육 이수 전 평균연비는 10.5 km/L이었으나, 교육 이수 후 평균연비는 12.3 km/L로 교육 전 대비 17.4% 연비개선 효과가 있다고 밝혔다(교통안전공단, 2011). 또한 2.6 km(주행 코스) 주행 시 평균 연료소모량은 교육 전 253 cc에서 교육 후 212 cc로 16.2% 감소하였고, 이에 따른 평균 CO₂ 배출

량은 교육 전 591.1 gCO₂에서 교육 후 495.64 gCO₂로 16.1% 감소한 것으로 나타났다.

3. 연구방법

3.1 LEAP 모형 및 구성

LEAP 모형(Long-range Energy Alternatives Planning system)은 SEI(Stockholm Environment Institute)에서 개발된 모델이다. 전 세계 190여 개국에서 에너지 정책 시나리오별 온실가스 배출량의 변화를 분석하는데 유용하게 사용되고 있다. 이를 통해 시나리오별 기후변화 완화 잠재력의 평가가 가능하므로 정부기관뿐만 아니라, 학교, 민간단체, 컨설팅 업체 및 에너지 회사 등 다양한 기관에서 사용하고 있는 모델이다.

본 연구에서는 LEAP 모형을 통해 도로교통부문의 에너지 수요 전망과 온실가스 감축잠재량을 분석하였다. 도로교통부문에서 최종에너지 수요를 전망하기 위해서는 기본적인 입력자료가 필요하다. 도로교통부문에서 중요한 입력자료는 자동차 보유대수, 주행거리 그리고 연비가 있다. 세부적인 입력자료는 연도별 구입가, 차량수명 등이 있다(Table 3).

자동차 과거 보유대수 자료는 에너지통계핸드북(에너지관리공단, 2014)을 통해 자동차 누계 등록대수현황을 1993~2012년까지 정리하였다. 2015~2030년의 자동차 등록대수는 한국교통연구원에서 5년 단위로 전망한 데이터를 사용하여 자동차 등록대수의 총량을 고정하였다(한국교통연구원, 2012).

한국교통연구원에서 전망한 자료는 승용차, 버스, 화물차, 특수차로 분류되었기 때문에 연료별, 차종별 등록현황(에너지관리공단, 2014)을 사용하여 비중으로 연료별, 차종별로 미래 등록대수를 전망하였다(Table 4). 그리고 전망된 등록대수에서 차종별 자동차 소멸대수를 적용하였다. 한국자동차폐차협회에서 제공하는 폐차통계 비중을 통해 최종 자동차 등록대

Table 2. Annual reduction to achieve next-term GHG goal for each country (Unit: g/km)

	2012	2020	Average annual rate of reduction (%)
Republic of Korea	140	97	4.5
The United States	159	113	4.2
European Union	132	93	3.8
Japan	104	100	0.5
China	173	110	5.5

Source : Ministry of Environment (2014).

Table 3. The main input data for the land transport sector the final energy consumption forecast

	Contents	Input data
Demand	Vehicle demand	Traffic distance
	Private car	Purchase price, fuel efficiency, vehicle life
Technology	Hybrid vehicle	Purchase price, fuel efficiency, fuel composition, vehicle life
	Electronic vehicle	Purchase price, fuel efficiency, vehicle life

Table 4. Automobile supply estimation result
(Unit: vehicle)

	Passenger car	Van	Truck	Total
2011	14,136,478	986,900	3,168,400	18,291,778
2015	16,247,112	1,027,293	3,670,601	20,945,006
2020	18,070,191	1,067,753	3,977,393	23,115,337
2025	19,223,076	1,097,650	4,113,135	24,443,861
2030	19,863,379	1,127,547	3,959,850	24,950,776

Source : Korea Transport Institute (2012) and Korea Energy Agency (2014).

수에서 소멸대수를 적용하였으며 자동차 교체시기 및 수명은 10년으로 설정하였다(한국자동차폐차협회, 2014).

연간 주행거리는 지속적으로 감소하고 있으나, 그 감소율은 줄어드는 추세이다. 주행거리는 에너지통계연보(2012)의 연간주행거리(km/대, 인-km) 자료를 활용하였다. km/대는 승용 일반형의 평균을 사용하여 계산하였고, 값은 13,407 km/대(연당)를 적용하였다. (백만)인-km는 육상운송업 중 택시를 기준으로 하였으며, 값은 13,384(백만)인-km이다.

수송부문은 육상, 철도, 수상, 항공으로 분류되어 있다. 본 연구에서는 도로교통부문의 온실가스 감축잠재량을 분석하기 위해 분석대상을 승용차, 승합차, 화물차로 구분하였다. 승용차는 배기량을 기준으로 1,500 cc 미만, 1,500~1,999 cc, 2,000

cc 이상으로 세분화 하였다. 승합차는 탑승인원을 기준으로 15인 이하, 16~26인 이상으로 구분하였으며, 화물차는 1톤 이하, 1.1~3톤, 3.1~4.9톤, 5.0~12톤 이상으로 세분화하였다(Fig. 1).

저탄소차협력금제도 시나리오의 분석적용 범위는 승용차(1,500 cc 미만~2,000 cc 이상), 승합차(15인 이하), 화물차(1톤 이하~4.9톤)이며, 연비강화 시나리오는 승용차(1,500 cc 미만~2,000 cc 이상), 승합차(15인 이하), 화물차(1톤 이하~3톤)이다. 그리고 운전행태개선 시나리오는 승용차(1,500 cc 미만~2,000 cc 이상)만 적용하여 분석하였다.

세부 용도별 연료전망은 제2차 국가에너지기본계획과 온실가스 저감모형을 활용한 교통부문 감축 산정 및 활용방안 연구(한국교통연구원, 2012)를 참고하였다.

3.2 기준에너지시스템(RES: Reference Energy System) 작성

본 연구의 기준에너지시스템(RES)의 분석기준년도는 2011년이며, 분석기간은 2015~2030년까지 1년 단위로 분석하였다. 수송부문의 RES 설계는 에너지통계연보 2012의 에너지 밸런스 표를 기준으로 용도별(육상, 철도, 수상, 항공) 소비량을 작성하였다. 에너지통계연보(2012)는 세부용도별 에너지소비량 자료가 없기 때문에, 에너지원별 특성을 고려하여 에너지 총조사보고서 2010의 에너지원별 용도별 소비 비중에 따라 작성하였다.

2030년까지의 미래에너지수요 전망은 제2차 에너지기본계

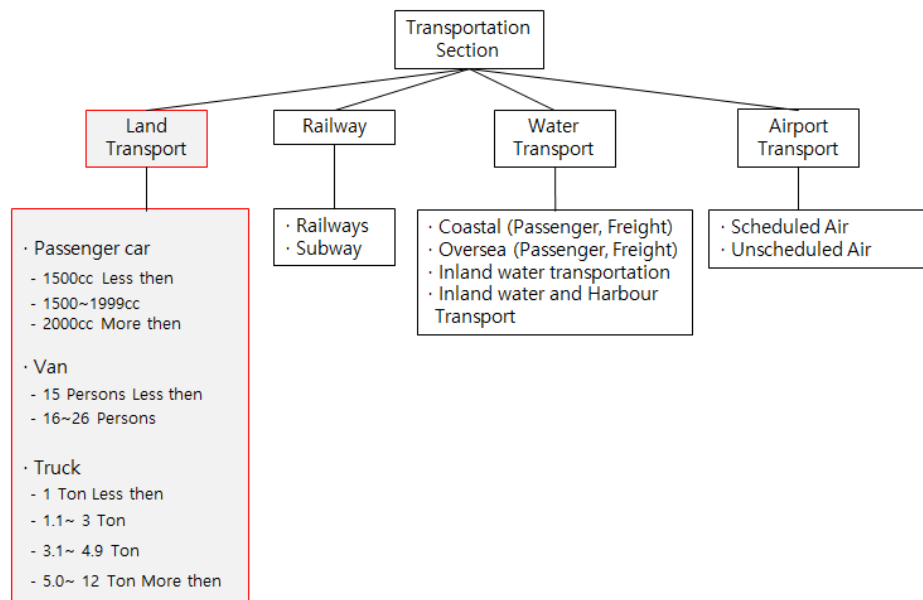


Fig. 1. This study's LEAP model structure.

Table 5. The forecast results of transport energy demands (Unit: kilo TOE)

	2010	2015	2020	2025	2030
Gasoline	9,384	11,245	12,403	13,109	13,387
Diesel	14,596	16,883	18,303	19,132	19,398
LPG	4,577	5,490	6,049	6,393	6,529
CNG	968	1,453	1,818	2,066	2,230
Renewable energy	251	956	1,699	2,309	2,847
Total	29,772	36,027	40,271	43,010	44,390

Source: Korea Transport Institute (2012).

획(산업통상자원부, 2014)과 온실가스 저감모형을 활용한 교통부문 감축량 산정 및 활용방안 연구(한국교통연구원, 2012)를 이용하여 작성하였다.

3.3 시나리오 설정

본 연구는 도로교통부문에 온실가스 감축정책을 시행하였을 때 나타나는 온실가스 감축효과를 총 4가지로 시나리오를 통해 분석하였다.

시나리오는 온실가스 감축 정책을 시행하지 않고, 현재 에너지수요 추세를 통해 전망한 기준시나리오와 2021년까지 시행 연기된 저탄소차협력금제도 시나리오이다. 그리고 저탄소차협력금제도 연기에 따른 대안 정책인 연비강화 시나리오와 운전행태개선 시나리오를 추가 설정하였다.

3.3.1 기준 시나리오

기준시나리오는 추가적인 에너지 감축 활동이 없을 때의 에너지 수요량을 예측한 것이다. 도로교통부문 최종에너지 소비량을 바탕으로 2030년까지 수요량을 전망하였다. 2011년을 분석 기준년도로 정하고, 1년 단위로 2030년까지 분석기간으로 설정하였다.

3.3.2 저탄소차협력금제도 시나리오

한국조세재정연구원은 2015~2020년 저탄소차협력금제도 시나리오 구간을 최종 전망하였다. 이를 기준으로 본 연구의 2020년까지 저탄소차협력금제도의 보조금, 중립구간, 부담금 구간을 설정하였다. 2015년 기준으로 이산화탄소 배출량에 따라 75 g/km 이하인 차량에는 최대 100만원의 보조금을 지급하며, 146 g/km 이상이 차량에는 최대 75만원의 부담금을 부

가하는 방식이다(Table 6). 2020~2030년 보조금, 중립구간, 부담금 구간 전망은 프랑스 Bonus-Malus 구간조정 비율 그리고 프랑스 자동차공업협회에서 매년 발간되는 The French Automotive Industry, 2014의 자동차 등록대수 증감률 전망 데이터를 가지고 설정하였다.

3.3.3 연비강화 시나리오

환경부와 산업통상자원부는 저탄소차협력금제도가 2021년까지 시행 연기됨으로 2020년까지 자동차 온실가스 기준을 97 g/km, 연비 기준을 24.3 km/L로 강화하기로 했다. 현행 관리 차종은 10인승 이하, 3.5톤 미만 승용·승합차이며, 차기기준에서는 15인승 이하의 승합차와 3.5톤 미만 화물차도 온실가스·연비 관리 대상에 추가된다(환경부, 2014).

연비 강화 시나리오를 적용하기 위해서 저탄소차협력금제도와 동일하게 기준년도는 2015년으로 설정하고, 승용차 연비와 승합, 화물차 연비를 설정하였다(Table 7).

2016년도와 2020년은 환경부와 산업통상자원부가 제시한 연비 기준안을 적용하였으며, 2025년부터 2030년도의 승용차 연비기준 설정은 한국교통연구원에서 분석한 2007~2015년의 연비 연평균 증가율 3.5%를 적용하였다. 같은 기간 승합·화물차 연비기준 설정은 미국 도로교통안전청에서 발표한 미국 화물자동차 연비 연평균 증가율 4.2%를 적용하였다.

3.3.4 운전행태개선 시나리오

에코드라이브(행태개선) 생활화로 도로교통부문에 20~30% 연료절감이 가능하다(교통안전공단, 2009). 운전행태개선 시나리오에 적용한 항목은 총 4가지이며(Table 8), 적용 범위는 1,500 cc 미만, 1,500~1,999 cc 미만, 2,000 cc 이상의 승용차 부문이다.

운전행태개선을 모두 실천하였을 때 4.25~8% 에너지 절감이 가능하다. 통계청에서 발표한 '2013년 녹색생활조사 결과'를 따르면 에코드라이브(운전행태개선) 실천률은 해마다 감소하는 추세를 보이고 있으며, 이를 기준으로 에너지 절감률을 시나리오에 적용하였다.

4. 연구결과

LEAP 모형을 이용하여 2015~2030년까지 도로교통부문의 시나리오별(기준 시나리오, 저탄소차협력금제도 시나리오, 연비강화 시나리오, 운전행태개선 시나리오) 에너지 수요를 전망하였다.

Table 6. Low carbon car collaboration fund projection during 2015~2020 for each section

(Unit: ten thousand won)

CO ₂ standard (g/km)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
75	100	100	100	100	100	100
76~80	100	100	100	100	50	50
81~85	100	100	50	50	50	50
86~90	100	100	50	50	50	
91~95	50	50	50	50		0
96~105	50	50			0	
106~110	50	50		0		-100
111~115			0		-100	-100
116~120				-75	-100	-100
121~125		0	-75	-75	-100	-100
126~130	0		-75	-75	-200	-200
131~135			-75	-150	-200	-200
136~140		-75	-150	-150	-200	-200
141~145		-75	-150	-150	-300	-300
146~150	-75	-75	-150	-225	-300	-300
151~155	-75	-150	-225	-225	-300	-300
156~160	-75	-150	-225	-225	-400	-400
161~165	-150	-150	-225	-300	-400	-400
166~170	-150	-225	-300	-300	-400	-400
171~175	-150	-225	-300	-400	-500	-500
176~180	-225	-225	-300	-400	-500	-500
181~185	-225	-300	-300	-400	-500	-500
186~190	-225	-300	-400	-400	-500	-500
191~195	-300	-300	-400	-400	-500	-500
196~205	-300	-400	-400	-400	-500	-500
206	-400	-400	-400	-400	-500	-500

Source: Korea Institute of Public Finance (2014).

Table 7. A scenario of the regulations on fuel efficiency (Unit: km/L)

	2016	2020	2025	2030
Passenger car fuel efficiency	17.0	24.3	28.5	33.4
Van and truck fuel efficiency	14.1	15.6	18.8	22.8

Source: Ministry of Environment (2014).

각 시나리오별 에너지 수요를 살펴보면, 기준시나리오는 분석기간인 2015~2030년 동안 에너지수요가 26.3% 증가할 것

Table 8. Energy saving rate by improving driving behavior

Annual fuel usage	
Economical speed	If vehicle speed reduce 10 km/h, fuel saving 10%
Rapid acceleration and quick start	Daily 10% fuel saving
Against vehicle idling	Daily 10% fuel saving
Weight reduction	Reduce vehicle weight 80 kg, fuel saving 2%

Source: Korea Transportation Safety Authority (2009).

으로 분석되었다. 저탄소차협력금제도 시나리오와 연비강화 시나리오 그리고 운전행태개선 시나리오는 같은 기간 동안 각각 15.5%, 19.1% 24.3%씩 증가할 것으로 분석되었다. 이는 기준 시나리오 대비 에너지수요가 각각 10.8%, 7.2%, 2%씩 감소한 결과이다(Fig. 2).

4.1 시나리오별 온실가스 감축량 분석

2015~2030년까지의 온실가스 배출량을 보면 기준시나리오 대비 가장 큰 폭으로 감소하는 것은 저탄소차협력금제도 시나리오이며, 그 다음으로 연비강화 시나리오, 운전행태개선 시나리오 순이다(Table 9).

4.2 저탄소차협력금제도 시나리오의 온실가스 감축량 분석

저탄소차협력금제도가 예정대로 2015년도에 시행된다는

가정 하에 온실가스 감축량을 분석하였다. 최종년도인 2030년 온실가스 배출량은 10,203,767 Metric Tonne으로 2016년 8,161,091 Metric Tonne 대비 약 25% 증가할 것으로 전망되었다. 이는 기준시나리오의 온실가스 배출량 대비 34.5% 감소되는 것이다. 또한, 저탄소차협력금제도 시행 시 자동차 평균 온실가스·연비강화제도와 운전행태 개선보다 약 17.5% 온실가스 감축이 가능할 것으로 분석되었다.

저탄소차협력금제도가 시행되고, 5년 후인 2020년도부터 기준시나리오 대비 온실가스 배출량 격차가 나타났다. 2020년, 2025년, 2030년 각각 2.3%, 14.8%, 22% 감소되는 것을 볼 수 있는데, 이러한 결과는 저탄소차협력금제도의 보조금·부과금 구간이 강화되면서 나타나는 현상으로 판단된다.

최근 자동차 취득세 감면 할인폭이 이산화탄소를 적게 배출하는 소형차에 비해 중·대형차가 상대적으로 크고, 저유가 기조도 뚜렷하여 소형차급의 판매량이 급감하였다. 이러한 정책과 국제유가 상황을 반영하지 못한 점은 저탄소차협력금제도

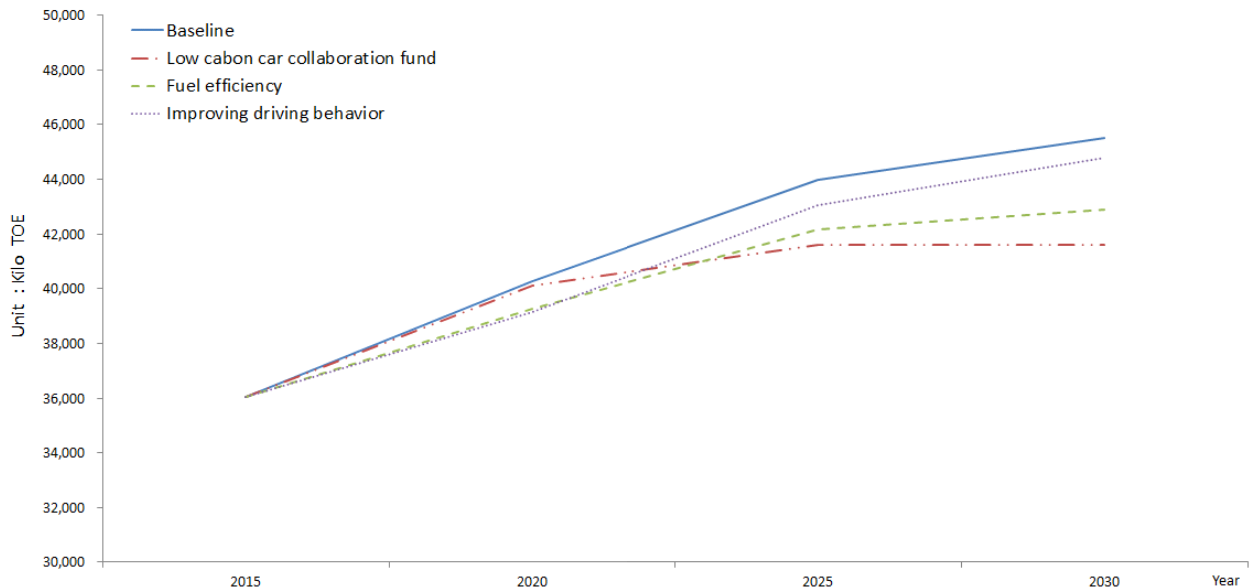


Fig. 2. Energy demand forecast for each scenarios.

Table 9. GHG reduction rate for each scenario compared to base scenario

(Unit: %)

Scenario	2016	2020	2025	2030
Baseline	100	100	100	100
Low carbon car collaboration fund	99.5	97.7	85.2	78.0
Fuel efficiency	98.9	94.9	95.0	95.1
Improving driving behavior	98.3	92.0	93.9	95.7

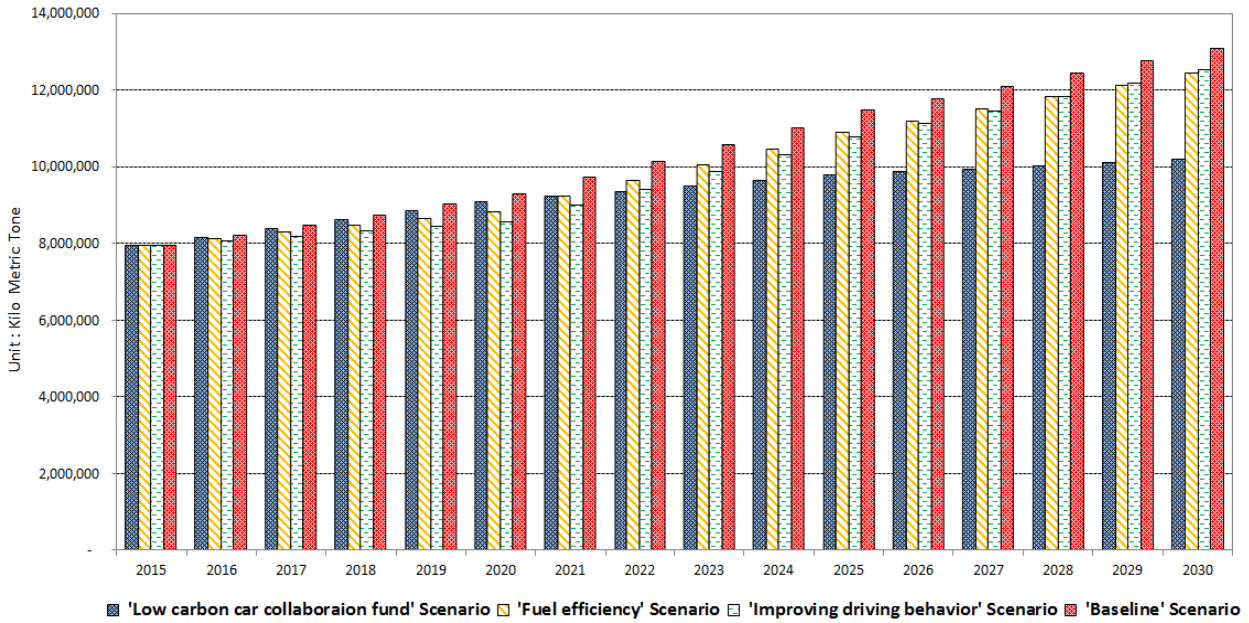


Fig. 3. GHG emission forecast for each scenario compared to baseline scenario.

의 온실가스 감축량 분석의 한계점으로 생각된다.

5. 결 론

4.3 연비강화 시나리오의 온실가스 감축량 분석

연비강화 시나리오 적용범위는 승용차, 승합차 15인 이하, 화물차 3 톤 이하 부문으로 단계적으로 연비 강화를 통한 온실가스 감축량을 분석하였다. 승용차 연비는 2015~2030년까지 5년 단위로 17 km/L, 24.3 km/L, 28.5 km/L, 33.4 km/L이며, 승합·화물차 연비는 같은 기간 동안 14.1 km/L, 15.6 km/L, 18.8 km/L, 22.8 km/L 강화시켜 적용하였다.

최종년도인 2030년 온실가스 배출량은 12,446,575 Metric Tonne으로 2016년 8,110,459 Metric Tonne 대비 약 53.5% 증가할 것으로 전망되었다. 이는 기준시나리오의 온실가스 배출량 대비 6.1% 감소되는 것이다.

4.4 운전행태개선 시나리오의 온실가스 감축량 분석

운전행태개선 시나리오 적용범위는 1,500 cc 미만, 1,500~1,999 cc 미만, 2,000 cc 이상의 승용차 부문으로 행태개선(경제속도 준수, 급가속·급출발, 공회전 방지, 중량 절감)을 통한 온실가스 감축량을 분석하였다.

최종년도인 2030년 온실가스 배출량은 12,525,500 Metric Tonne으로 2016년 8,064,198 Metric Tonne 대비 약 55.3% 증가할 것으로 전망되었다. 이는 기준시나리오 대비 약 4.2% 감소되는 것이다.

본 연구에서는 장기에너지분석모형인 LEAP을 활용하여 도로교통부문의 저탄소차협력금제도 시행에 따른 에너지수요 전망과 온실가스 감축효과를 분석을 하였다. 또한, 2015년 시행 예정이었던 저탄소차협력금제도가 2021년까지 연기됨에 따라 대안으로 환경부·산업부에서 발표한 연비강화제도와 교통안전공단에서 제시한 운전행태 개선을 통한 온실가스 감축효과를 추가적으로 분석하였다.

시나리오는 총 4개로, 에너지저감 활동이 없을 때의 에너지 수요량을 예측한 기준시나리오, 저탄소차협력금제도 시나리오, 연비강화 시나리오 그리고 운전행태개선 시나리오로 구성하였다.

분석 내용으로는 각 시나리오별 에너지수요 전망 및 온실가스감축량 분석을 하였고, 분석기간은 2015~2030년까지 1년 단위로 설정하였다. 모형을 구축하는 과정에서 도로교통부문의 주요 전제치가 없는 경우 관련 논문 및 보고서 근거로 추정하였기 때문에, 에너지수요 전망의 정확성을 확보하는데 어려움이 있었다.

각 시나리오별로 2015~2030년까지의 에너지 수요를 전망하였다. 도로교통부문에서 온실가스 감축을 위한 정책이 시행되지 않는 상황을 가정한 기준시나리오에서의 2015년 에너지수요 전망은 36,027 천TOE로 2030년 45,502 천TOE 대비 26.3% 증가할 것으로 분석되었다. 같은 기간 저탄소차협력금

제도 시나리오, 연비강화 시나리오, 운전행태개선 시나리오의 에너지수요 전망은 각각 15.5%, 19.1% 24.3%씩 증가할 것으로 분석되었는데, 이는 기준시나리오 대비 각각 10.8%, 7.2%, 2%씩 감소한 결과이다.

시나리오별 온실가스 감축량을 분석 결과, 저탄소차협력금제도 시나리오는 2016~2030년까지 보조금·부과금 구간이 강화되면서 온실가스감축 감축률이 증가하는 것으로 나타났다. 반면, 연비강화 시나리오 그리고 운전행태개선 시나리오의 경우, 2016~2020년까지 온실가스 감축률이 증가하다 2025년부터는 감소하는 것으로 분석되었다. 저탄소차협력금제도 시나리오, 연비강화 시나리오, 운전행태개선 시나리오의 연평균 온실가스 배출량은 각각 1.7%, 3.0%, 3.4% 증가할 것으로 전망되었으며, 이는 기준시나리오 대비 각각 1.7%, 0.3%, 0.3% 감소할 것으로 분석되었다. 저탄소차협력금제도 시행 시 자동차 평균 온실가스·연비강화제도와 운전행태 개선보다 약 17.5% 온실가스 감축이 가능할 것으로 나타났다. 온실가스 감축량이 큰 순으로는 저탄소차협력금제도 시나리오(34.5%), 연비강화 시나리오(6.1%), 운전행태개선 시나리오(4.2%) 나타났다.

최근 제20차 기후변화협약 당사국총회에서는 각국에서 목표한 온실가스 감축목표가 후퇴되지 않도록 현재보다 강화된 감축목표를 설정하여 제출하도록 합의하였다. 본 연구는 새로운 국가 온실가스 감축목표가 수립되고, 각 부문별 세부 감축목표에 대한 논의가 진행 중인 상황에서 국내 도로교통부문의 감축잠재량을 2030년까지 분석함으로써 연구의 의의를 들 수 있다.

사 사

본 연구는 환경부 「기후변화특성화대학원사업」의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

Choi MS. 2014. The problems of bonus-malus. Korea Auto Journal pp 45-48.

- Comite des Constructeurs Francais d' Automobiles. 2013. The French automotive industry, pp 62-86.
- Kim KM. 2012. Founding support for low CO₂ vehicles. Auto Journal pp 38-42.
- Korea Energy Agency. 2014. Handbook of energy and economic statistics in Korea.
- Korea Energy Economics Institute. 2012. Energy consumption survey.
- Korea Energy Economics Institute. 2014. Yearbook of energy statistics.
- Korea Institute of Public Finance. 2014. Low-carbon car system of cooperation effective study.
- Korea Transportaion Safety Authority. 2009. Eco-drive dissemination vehicle CO₂ policies and measures to enable the road transport sector greenhouse gas reduction.
- Ku JS. 2014. The legal study on the realization of responsibility for greenhouse gas emission of automobile drivers. Korea Environmental Law Association pp 216-240.
- Martin C, Peter M. 2013. European vehicle market statistics. The International Council on Clean Transportation, pp 39-50.
- Ministry of Environment. 2014. Strengthening the average car by 2020 greenhouse gas mileage of advanced countries. Press Release of Ministry of Environment. 9. 11. 2014.
- Park SJ, Yoo SG. 2012. GHG abatement potentials with bottom-up model in the transport sector.
- Peter W *et al.* 2013. Governmental regulation impact on producers and consumers: A longitudinal analysis of the European automotive market. Transportation Research Part A 47 (2013) 28.41.
- Xavier B *et al.* 2010. The environmental effect of green taxation: The case of the french bonus/malus. The Economic Journal pp 124.
- Xavier D. 2010. What did you expect? Leassons from the French "bonus/malus".