

수송부문 연료전환의 에너지안보적 의미

김환용, 최기린
아주대학교

Alternative Vehicle and Energy Security

Kim Hwan Yong, Choi Ki Ryun
Ajou University

1. 서론

최근 배럴당 50불 전후의 고유가가 지속되는 상황에서 국내 각 산업부문에 미치는 영향에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 수송부문의 경우, 2003년 국내 에너지 사용량의 21%에 달함에도 불구하고, 저·무공해 자동차 보급 등 연료전환이 활발하게 이루어지지 못하고 있으며, 이는 수송부문 연료전환에 대한 관심이 단지 기후변화협약 등 국제적인 환경규제와 대기 질 개선이라는 다소 방어적인 차원에서 이루어지기 때문인 것으로 판단된다.

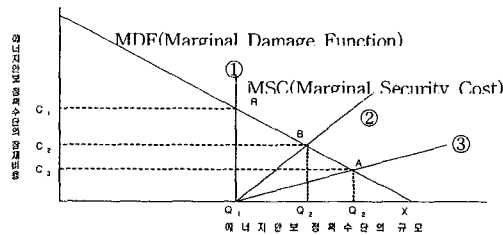
수송부문의 에너지정책과 관련한 연구로서 그동안 주로 환경에 미치는 영향이나, 기후변화협약과 관련한 연구들은 많이 이루어져 왔다. 예들 들어, 최병렬(2002)은 이산화탄소 배출 감축 비율에 따른 수송수단별, 연료별 단위당 저감비용을 검토하였고, 김종덕, 조성한(1999)은 수송부문 에너지 소비절약을 위한 정책수단을 검토한 바 있다. 정부차원에서도 에너지 소비효율 및 등급 표시제도를 운영하는 한편, 하이브리드 자동차 등 저·무공해자동차와 배출가스 후처리장치 및 저공해부품 개발사업을 추진 중이다.

본 연구는 수송부문 연료전환이 국가 에너지안보 측면에서 어떤 의미를 갖고 있는지 검토함으로써 연료전환 촉진을 위한 지원정책과 기술개발 투자에 대한 새로운 시각을 제시하고자 하였다.

이를 위해 2절에서는 에너지안보의 개념과 이론적 배경을 설명하였고, 3절은 한국의 에너지안보 상황을 살펴보았다. 4절에서는 현재 상태에서 기술적, 경제적으로 기존 연료를 대체할 가능성이 높은 대안으로서 LNG(Liquified Natural Gas) 차량을 선택하고, 경유차량과 주행거리당 비용을 비교하였으며, 그 결과 나타나는 문제점 및 시사점을 검토하였다. 5절을 통해서는 LNG 차량의 보급 확대가 석유의존도 축소에 어느 정도 기여할 수 있는지 보여주었다. 6절에서는 이러한 연구결과를 토대로 결론을 도출하였다.

2. 에너지안보의 개념과 이론적 배경

에너지안보는 최근 들어 “합리적인 가격을 통한 안정적이고 적절한 에너지 공급”¹⁾ 개념으로 이해되고 있으며, 그림 1은 에너지 안보와 관련한 정책수단의 필요성을 잘 보여준다.



<그림 1> 에너지안보 정책수단의 필요성

1) Bielecki(2002)

X의 양으로 수입되던 에너지가 Q_1 으로 줄어든다면 아무런 대응책이 없는 ①의 경우 그 피해액이 삼각형 Q_1RX 가 되며, ②의 정책수단이 준비되어 있을 경우에는 피해액이 정책수단의 실행을 위한 비용 Q_1BQ_2 와 피해액 Q_2BX 를 합한 값으로 줄어들게 된다. 이러한 기본적인 개념을 바탕으로 석유 비축이나, 국내 유전개발 정책이 추진되는 것이다. 한편, 이러한 개념은 LNG 차량과 같은 대체연료 자동차의 보급에도 적용이 가능하며, 본 연구에서는 경유차량을 LNG 차량으로 대체할 경우, 그 가능성과 효과를 검토함으로써 이를 뒷받침하고자 한다.

3. 국내 에너지안보 현황

3-1. 에너지 의존도

한국의 1차 에너지 소비량은 2003년 215 백만TOE이며, 이중 96.9%를 해외에서 수입하고 있으며, 47.6%를 석유에 의존하고 있고, 특히 석유의 70%가 중동지역에서 도입되고 있다. 그동안의 에너지안보 정책의 추진으로 석유의존도는 2002년을 기점으로 50% 미만으로 감소하였으며, 석유의 중동의존도 역시 많은 개선을 보이고 있으나, 부존자원이 없는 특성으로 인해 대외의존도는 97% 수준에 머물러 있다..

<표 1> 에너지 의존도 지표

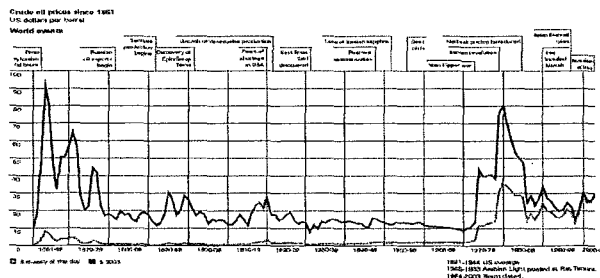
구 분	1980년	1990년	2000년	2001년	2002년	2003년
에너지대외의존도(%)	73.5	87.9	97.2	97.3	97.1	96.9
석유의존도(%)	61.1	53.8	52.0	50.6	49.1	47.6
석유 중동의존도(%)	98.8	73.7	76.8	76.9	73.3	69.6

출처 : 에너지경제연구원 통계정보시스템

3-2. 원유가격 추이

국가 경제가 많은 부분 석유에 의존하고 있는 특성으로 인해 유가의 상승은 경제에 직접적인 악영향을 미치고 있다. 삼성경제연구소(2004)에서는 유가가 배럴당 10불 인상될 경우 경제성장률이 1.34% 감소하는 것으로 분석하였으며, 특히 안수웅(2000)은 유가가 1불 상승할 때마다 석유제품에서 리터당 15원의 인상요인이 있는 것으로 분석하였다.

그림 2는 1861년부터 2003년까지 국제 원유가격 추이를 보여주고 있다. 상단에 있는 그래프는 2003년 기준으로 평가한 그래프이다. 1970년대 말 제2차 오일쇼크 이후의 상황이 재현되지 않는다면 배럴당 50불 이상의 유가를 예상할 수 있다.



출처 : BP statistical review of world energy 2004

<그림 2> 원유가격 추이

최근 몇 개월 사이 서부텍사스중질유(WTI) 가격이 배럴당 50불 이상으로 올랐으며, 2004년 11월 현재에도 50불을 밑도는 상황이다. 이라크 전쟁으로 촉발된 중동지역의 불안한 정국이 해소될 기미를 보이지 않음에 따라 앞으로도 급격한 유가 하락을 기대하기는 어려울 전망이다. 특히 중국, 인도 등 아시아 국가들의 석유수요가 빠르게 증가하고 있고, 산유국들의 증산여력이 미미한 현재의 상황에서는 당분간 수급불안이 지속되어 고유가 현상이 고착화 될 가능성이 있다.²⁾ 한국은 물론 아시아 지역에서 주로 지표로 삼고 있는 두바이유의 경우에도 35불을 넘는 수준으로서 2003년에 전망한 수치보다 무려 10불 이상 높게 유지되고 있다.

삼성경제연구소의 2004년 10월 보고서에서는 국제 유가에 대한 두 가지 시나리오를 제시하였다. 하나는 이라크 사태가 더 이상 악화되지 않고, OPEC도 증산을 하는 시나리오로서 배럴당 32~35불을 전망하고, 이를 가능성 있는 시나리오로 제시하였으며, 다른 비관적인 시나리오로서 배럴당 40~45불의 전망도 내놓았다. 삼성경제연구소의 시나리오가 두바이유를 기준으로 하였으므로, 최근 WTI와 두바이유간의 격차가 배럴당 17불 이상으로 벌어졌던 점을 감안하면, 앞서 언급한 50불 이상의 유가도 무리한 전망은 아니다.

위와 같은 국제 에너지 가격의 전망 하에서는 국내 각 산업부문이 석유의존도 축소를 위해 보다 더 노력할 필요가 있으며, 국내 에너지 소비의 21%를 담당하고 있는 수송부문에서도 가장 단기간에 효과를 볼 수 있는 대체연료 자동차의 적극적인 보급정책이 필요하다.

4. 수송부문 연료전환 가능성 검토

4-1. 대체연료 차량 검토

당분간 고유가가 지속될 것이라는 전망과 함께 2013년 이후부터는 교토의정서상의 온실가스 의무감축 대상국으로 포함될 가능성으로 인해 장기적인 관점의 대안만을 가지고는 수송부문의 석유의존도를 해소할 수 없는 것이다. 현재 상태에서 가장 실현가능성이 높은 천연가스 자동차, 그 중에도 수송부문 석유제품 소비의 44%를 점유하는 경유차량의 연료대체 수단으로서 장거리 운행 차량을 대상으로 하는 LNG 화물차의 시장성을 검토하였다.

<표 2> 경유연료 점유율

구 분	1990년	2000년	2001년	2002년	2003년
석유제품 경유 점유율(%)	27.3	17.4	17.8	18.1	19.1
수송부문의 경유 점유율(%)	52.4	40.6	41.1	42.3	44.1

출처 : 에너지경제연구원 통계정보시스템

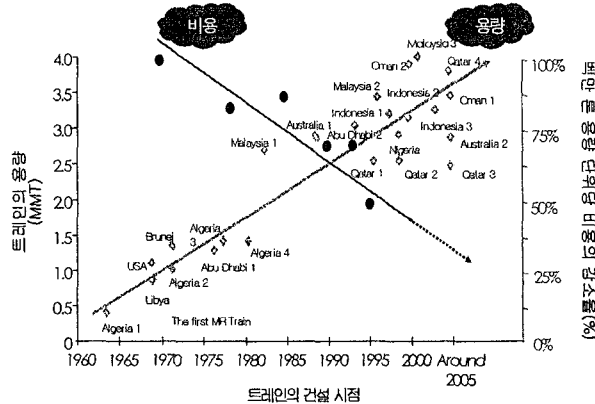
천연가스 차량을 우선적으로 검토한 배경은 기술개발의 수준, 해외 보급 등을 고려하였다. 아르헨티나의 경우 CNG(Compressed Natural Gas) 차량이 120만대 이상 보급되었으며, 본 연구에서 대체연료 차량으로 검토하는 LNG 차량의 경우에도 미국에는 3천대 이상이 운행 중이다. 이러한 배경 외에도 중요한 요인으로서 향후 천연가스 연료의 가격 경쟁력 측면이 차량 보급 확대를 더욱 가능하게 한다.

국제유가 인상이 석유제품 가격의 상승으로 이어지는 반면에, 천연가스 가격은 유가의 지속적인 상승 추세와는 달리, 점차 낮아지고 있는 추세이다.

천연가스 가격의 인하요인은 크게 보아 두 가지로 요약될 수 있다. 첫째는 국제 LNG 거래시장의 변화를 들 수 있다. 전 세계 LNG 교역량의 65%를 점유하는 한국과 일본의 대표적인 LNG 도입계약 형태가 원유가격과 연동되는 방식으로 이루어졌으며, 연동되는 비율은

2) 삼성경제연구소, 2004.10

80%~90%에 달하였다. 그러나 최근 중국의 LNG 도입계약 형태를 보면, 물론 도입가격 자체도 과거보다 인하된 수준이지만, 원유가격과 연동되는 비율 역시 30% 수준까지 낮아진 것으로 알려져 있다. 둘째는 생산지 트레인의 대형화와 기술개발에 따른 가격하락 요인이 있다는 점이다. 그림 3은 이러한 LNG 생산 관련 비용의 감소 추세를 나타내고 있다.



출처 : 서정규, 2001

<그림 3> LNG 트레인 용량 및 단위가격 추이

4-2 LNG와 경유 화물차의 경제성 비교

차종간 경제성 비교는 차량구입 및 차량운행과 관련된 연간 총비용의 상호비교를 의미한다. 이러한 비용은 가변비와 고정비로 구성되는데, 가변비용은 각 차량이 사용하는 연료 구입비용, 차량의 유지보수비 등에 의해 결정되며, 고정비용은 차량 취득가격에 의해 결정된다. 다만 여기서는 차량가격과 연료비만을 대상으로 적용하였다.

경제성 비교를 위한 평가모형은 일반적으로 널리 알려진 생애주기비용분석(LCCA : Life-Cycle Cost Analysis) 기법을 적용하였다. 차량운행과 관련된 내구연한 동안의 총비용을 계산한 다음, 최종적으로 차종간 경제성 비교를 위한 주행거리당 비용을 추정하였다. 이러한 경제성 비교 과정은 다음 식에 의해 계산된 값을 비교하는 것이다.

$$\text{주행거리당비용} = \frac{\text{차량가격} + \sum_{t=0}^n \frac{\text{연료비}_t}{(1+i)^t}}{\text{주행거리}}$$

앞의 식에서 t 는 내구연한을 i 는 할인율을 나타낸다. 분모의 주행거리는 매년도 주행거리를 현재가치로 환산하여 더하고, 분자의 차량가격에 해당하는 감가상각비도 동일한 방법으로 계산하는 것이 원칙이나, 여기서는 단지 연료전환에 따른 비용비교를 목적으로 함에 따라 주행거리가 비교대상 차량 모두 매년 동일하고, 차량가격도 잔존가치를 0으로 하여 동일한 기간동안 상각되는 것으로 가정하였기 때문에 단순하게 계산하였다.

경제성 분석을 위한 LNG 차량의 비용자료, 특히 차량가격을 정확히 추정할 수 없기 때문에, 두 단계로 검토를 진행하였다. 먼저 관련 업계 전문가의 의견을 들어 차량가격이 초기에 127 백만원인 것으로 가정하였으며, 이는 경유화물차 가격의 약 2배가 된다. 다음 단계로 LNG 화물차 보급 확대에 따른 차량가격 인하를 가정하여 민감도 분석을 하였다. 표 3에서는 경제성 비교에 반영된 주요 전제조건을 보여주고 있다.

<표 3> 주요 전제조건

구 분	LNG	경유
차량가격	127,300 천원	65,910 천원
연료비	507.38 원/m ³ (NG)	782.65 원/ℓ (유가보조금 반영)
유가보조금	-	152.83 원/ℓ
연 비	1.94 km/m ³ (NG)	2.83 km/ℓ

주 : LNG 차량에는 취득세, 등록세, 환경부담금 면제
 출처 : 산업자원부(2002), 한국석유공사, 경기도화물자동차운송사업협회 홈페이지 등을 참조하였으나, 차량가격의 경우 관련 업계 전문가 의견

표 4는 위와 같은 전제조건에서 경제성 비교 결과를 나타내고 있다. 시장진입 초기에 LNG 화물차 가격이 높기 때문에 약 5~6 천만원 수준의 보조금 지원이 필요하며, 경유차량에 대한 유가보조금이 지급되고 있는 국내 실정을 감안한다면, 저공해 차량 보급 초기의 보조금 지급은 당연시 될 수 있다. 그러나, CNG 차량 2만대 보급 계획이 약 7년임을 고려하면, LNG 차량의 보급에 따른 차량가격 인하 역시 수년 내에 가능할 것으로 예상된다.

<표 4> 주행거리당 비용 비교

(단위 : 원/대.km)

구 분	경유	LNG (차량가격 인하규모별)			
		10% 인하	18%인하	30% 인하	37% 인하
경유(유가보조금 반영)	444.88	444.88	444.88	444.88	444.88
경유(유가보조금 미반영)	498.88	498.88	498.88	498.88	498.88
LNG	550.68	521.80	498.88	464.02	444.88

4-3. 경제성 비교 시사점

표 4에서 알 수 있는 바와 같이 경유의 유가보조금 지급 여부가 LNG 차량의 초기 경제성에 큰 영향이 미치고 있으며, 지급 여부에 따라 경유차량 비용과 동일하게 하기 위한 LNG 차량가격의 인하수준이 두 배 이상 차이가 난다. 여기에서 정부의 에너지정책과 관련한 문제점을 이끌어 낼 수 있다. 현재 경유의 유가보조금은 유류세 인상에 따른 추가부담액을 운입조정으로 흡수한다는 계획에 한계가 있기 때문에 시행된 제도로 볼 수 있다. 그러나 이는 수송부문 에너지세계개편을 추진하고 있는 정부의 정책의도와 맞지 않는 것으로서, 정부에서도 유가보조금 지급 여부 및 규모에 대해 매년 신중히 검토한 후 시행하고 있다.

유가보조금 지급 정책과는 달리 LNG 차량에 대한 보조금은 유형, 무형의 대단히 큰 양(+)의 외부효과를 기대할 수 있다. 분진, 아황산가스, 이산화탄소 등의 배출저감에 따른 환경개선 효과는 물론, 석유의존도 축소를 통한 에너지안보 개선 효과가 있다. 특히 천연가스의 경우 최근 동남아시아, 호주, 사할린 등지에서 활발한 가스전 개발과 설비확충을 진행하고 있으므로, 앞으로도 합리적인 가격의 안정적인 에너지 공급과, 도입선 다변화에 유리할 것이다.

5. LNG 차량보급과 석유의존도 축소

대체연료 차량 보급사업이 에너지 안보 측면에 기여하는 바를 표 5에서 보여주고 있다. 환경부(2003)의 천연가스 자동차 보급 시나리오에서는 화물차의 경우 2013년까지 131,000대

(전체 경유화물차의 약 2.8%)가 보급될 것으로 추정하였으며, 이를 이용해서 석유의존도 감소 효과를 계산하였는데, 2013년 경우에는 국가에너지기본계획상의 전망치보다 약 1.33%를 줄일 수 있을 것이다.

<표 5> 천연가스 화물차 보급시 석유의존도 감소 효과

구 분	2006년	2011년	2013
제2차 국가에너지기본계획	48.95 %	46.57 %	46.02 %
천연가스차량보급시	48.91 %	45.82 %	44.69 %
증감	△ 0.04 %	△ 0.74 %	△ 1.33 %

주 : 2013년 석유의존도는 2013년 수요가 없어 2011년 수요전망에 연평균 성장률을 곱하여 추정된 수요를 이용함
출처 : 제2차 국가에너지기본계획(2002), 에너지경제연구원 통계정보시스템

지난 1980년 61.1%이던 석유의존도를 47.6%까지 약 13.5% 감소하는데 23년이 소요된 점을 감안한다면, 경유화물차 연료전환 한 부문에서 1.33%의 감소는 대단히 크다고 할 수 있다.

6. 결론

국제 유가의 급격한 상승은 직접적인 석유제품 가격의 상승은 물론 경제성장률의 하락, 물가상승 등 국가경제에 미치는 영향이 대단히 크다. 더욱이 부존자원이 없고, 석유의존도가 높은 한국의 상황에서는 유가 상승에 대해 완충역할을 해줄 수 있는 장치가 비축유나 정책자금 등에 한정되어 있다.

수요측면의 정책수단을 보면, 최근 철강, 자동차 등 산업부문의 경우 정부의 강력한 의지에 힘입어 자발적 협약제도 등 다양한 에너지 이용 합리화 정책을 추진하고, 기업 자체에서도 온실가스 의무감축을 대비한 고효율 에너지기기를 도입하는 등 에너지 소비량을 줄이는 노력을 하고 있으며, 발전산업의 경우 천연가스 발전소가 중유 발전소를 대체함으로써 환경개선은 물론 석유의존도 축소에 크게 기여하였다. 그러나, 수송부문의 경우 산업체와 달리 개인 및 소규모 기업체들로 산재되어 있어, 정부의 강력한 에너지 관리 정책이 어려운 실정이며, 저·무공해자동차의 보급 역시 개발단계에 불과하다.

본 연구에서는 LNG 차량을 비롯한 대체연료 자동차의 보급이 에너지안보 측면에서도 크게 기여할 수 있는 것으로 검토되었으며, LNG 화물차 하나만 보더라도 석유의존도 감축 효과가 대단히 큰 것으로 분석되었다. 2절의 그림 1에서 Q₁~X가 최근의 국제정세에 비추어 공급중단 상황을 예상할 수 있는 중동지역에서의 원유수입량이라 가정할 때, 수송부문의 연료전환은 결과적으로 MSC 곡선 ①이 오른쪽으로 이동하는 효과, 즉 안정적인 공급원을 확보하는 효과를 얻게 되는 것이며, 이를 통해 에너지 공급위험을 감소할 수 있는 것이다.

그리고 LNG와 경유화물차의 주행거리당 비용을 분석한 결과 LNG 차량에 대해서는 초기에 정부의 적극적인 보조금 정책이 필요한 것으로 나타났다. 그러나, 환경부(2003)의 시나리오와 같이 보급이 이루어짐에 따라 수 년 내에 차량가격이 경유차량에 근접한 수준으로 인하된다면, 천연가스의 가격경쟁력으로 인해 보급속도가 급격히 빨라질 수 있을 것이다.

한편 LNG 차량과 같은 저·무공해자동차 기술의 개발단계와 각종 투입비용 및 연료경제에 대한 세부적인 데이터가 확보된다면, 환경, 에너지안보 등에 대해 좀 더 포괄적인 시각에서 수송부문의 에너지 믹스를 검토할 필요가 있다.

7. 참고문헌

- 김영덕, 조경엽 : “수송부문의 대기오염물질 배출규제와 사회적 손실”, 에너지경제연구원 (2003.12)
- 산업자원부 : “제2차 국가에너지 기본계획” (2002.12)
- 삼성경제연구소 : “유가급등 배경과 향후 전망”, Global Issues, 제 6호 (2004.10)
- 서정규 : “가스산업 구조개편 방안 및 주요정책과제”, 에너지경제연구원 (2001.9)
- 안수용 : “고유가가 자동차산업에 미치는 영향”, 한국자동차산업연구소 (2000.9)
- 에너지경제연구원 : 통계정보시스템(<http://www.keei.re.kr/index.html>)
- 이영구 : “해외 LNG 시장 여건변화에 따른 도입경쟁력 확보방안 연구”, 에너지경제연구원 (2003.12)
- 환경부 : “천연가스버스 보급 활성화를 위한 평가” (2003)
- Bielecki, J. : “Energy security - is the wolf at the door?”, The Quarterly Review of Economics and Finance, 42, 235~250 (2002)
- BP : “BP statistical review of world energy 2004” (2004.6)
- Griffin, J M., Steele, H B. : “Energy Economics and Policy(2nd Edition)”, 221~229
- Woodward, D G. : “Life Cycle Costing-Theory, information acquisition and application”, International Journal of Project Management, Vol. 15, No.6, 335~344, (1997)