

## 손익분기점 분석을 이용한 전기차의 보조금 정책 연구

유종훈 · 김후곤<sup>†</sup>

경성대학교

(2010년 12월 6일 접수, 2011년 2월 11일 수정, 2011년 2월 18일 채택)

### Study on subsidy policy of Electric Vehicle Using Break-Even Analysis

Jong Hun Yoo and Hu Gon Kim<sup>†</sup>

Kyungseong University

(Received 6 December 2010, Revised 11 February 2011, Accepted 18 February 2011)

#### 요 약

2020년을 목표로 한 국내 중기 온실가스 감축목표가 2009년에 발표된 이후 다양한 온실가스 방안들이 제시되고 있다. 국내 중기 온실가스 감축목표에서는 수송부문의 경우, 현재의 경제성장률을 감안하여 2020년에 약 30% 정도의 배출가스를 줄여야 한다. 수송부문 중에서도 승용차 부문의 주요 감축수단으로서 전기차가 고려되고 있다. 본 연구에서는 손익분기점 분석을 통해 기존 내연기관차와 전기차에 대하여 다양한 시나리오별 분석을 실시하였다. 이를 통해 단기적으로 내연기관차에 비해 경제성 면에서 불리한 전기차에 대한 보조금 정책 도입의 타당성을 제시하였다.

**주요어** : 내연기관차, 전기자동차, 환경오염비용, 손익분기점, 보조금, 연비, 순현재가치

**Abstract**— Since the release of mid-term domestic GHG goals until 2020, in 2009, some various GHG reduction policies have been proposed. In case of the transportation sector for the mid-term domestic GHG goals, it targets to reduce about 30% regarding the domestic economic growth until 2020. A major reduction method in passenger cars considers an electric car. In this study we analyze some various scenarios to compare between internal combustion engine car and electric car using break-even analysis. Through the analysis we suggest a subsidy policy for electric car.

**Key words** : Electronic vehicle, Internal combustion engine, Environmental cost, Break-even analysis, subsidy, Fuel economy, NPV

#### 1. 서 론

우리나라는 경제 성장 및 소득의 증가로 인해 수송수단의 수요가 급격히 증가함에 따라 자동차에서 배출되는 대기오염 물질도 따라 증가하고 있는 추세이다. 환경부의 「환경백서 2009」에 의하면 전국 대기오염 배출량 중 일산화탄소(CO)는 73.6% 질소산화물(NOx)

은 35.3% 미세먼지(PM10)는 36.9%가 자동차에서 배출되고 있다. 국토연구원의 「녹색성장형 국토발전 전략 연구(교통부문)」 2009년도 연구결과에 의하면, 온실가스 감축을 위한 단기적 추진방안 중 하나로 승용차 이용률 20% 이상은 녹색교통수단으로 전환될 필요가 있음을 제시하고 있다 [12].

국제사회는 교토의정서의 1차 온실가스 감축 공약기간이 만료되는 2012년 이후의 새로운 온실가스 감축을 위해 2020년 중기 감축목표로 영국은 1990년 대비 34%, 일본은 2005년 대비 15%, 미국도 2005년

<sup>†</sup>To whom corresponding should be addressed.

309, Suyeong-ro, Nam-gu, Busan 608-736 Kyungseong University

<sup>†</sup>교신저자(Tel : 051-663-4453; E-mail : hkim@ks.ac.kr)

대비 17% 감축이라는 목표를 제시하고 있다. 우리나라는 교토의정서상 의무감축국은 아니나, IEA 발표 통계 기준 에너지부문 CO<sub>2</sub> 배출량이 2005년 기준 449백만톤으로 OECD 국가로서 세계 10위의 온실가스를 많이 배출하는 국가이다. EU는 OECD 국가 등 선진국에 대하여 2020년에 1990년 대비 25~40%, 개도국에 대하여 배출전망(BAU, Business As Usual) 대비 15~30% 감축을 촉구하며 OECD 국가인 우리나라에 대해 감축의무국(선진국)으로 편입하거나 다른 개도국과 차별화되는 감축행동을 할 것을 요구하고 있다 [9]. 정부는 2020년까지 국가 온실가스 배출의 17%를 차지하고 있는 교통부문에서는 전체 목표치보다 높은 33~38%의 감축을 달성해야 하는 상황이다 [2]. 외국에서도 교통부문 온실가스 배출을 줄이기 위해 전기차를 생산 판매 중이며, 특히 각국은 2010년을 정점으로 전기차를 활발히 출시하고 있다. 세계 각국이 경쟁적으로 전기차를 개발하는 것은 시장의 선점을 꾀하려는 것도 있지만 원유 가격의 상승과 점점 고갈되는 석유 자원의 대체 효과 및 환경 규제들이 이슈화 되면서 에너지 사용의 효율성과 환경오염을 최소화하기 위한 목적으로 친환경 저탄소 자동차가 크게 부각되고 있다. 하지만 이런 노력에도 불구하고 전기자동차는 고가의 차량가격과 충전 인프라 구축의 미비로 인해 소비자의 구매 욕구를 자극하기 어렵다. 해외에서는 전기차 시장의 활성화를 위해 보조금, 세제지원 및 인센티브제도 등으로 수요 창출을 꾀하고 있다.

2009년 10월 지식경제부에서 전기자동차의 기술개발·실증·보급지원 등을 골자로 하는 「전기자동차 산업 활성화방안」을 발표하였다. 이 발표에는 2011년 하반기에 전기자동차의 국내 양산 계획을 잡고 있다. 또한 2015년 세계 전기자동차 시장의 10%를 점유하고 2020년 국내 소형차의 10% 이상을 전기자동차로 보급하는 등 향후 명실상부한 글로벌 전기자동차 4대 강국의 지위를 선점하겠다는 계획을 밝힘에 따라 2010년 내 전기자동차를 시범 생산하는 업체에게 차량개발비를 지원함으로써 전기자동차 조기생산을 적극 유도하고, 2011년 하반기부터 공공기관이 전기자동차를 구매할 경우 동급 가솔린차와 가격차의 50% 수준을 보조금(대당 2천만원 이내)을 지원하고, 소비자가 전기자동차를 구매할 경우, 세제지원 여부는 2011년 말 이후 해당 시점의 시장여건 및 재정상황 등을 감안하여 검토할 계획을 밝혔다 [16]. 본 연구는 소비자

가 전기차를 구입할 경우 내연자동차(휘발유차 기준)와 전기자동차의 총비용차이를 보조금으로 지원 할 경우 경제성 및 손익분기점 분석과 두 차량 가격차의 50% 수준을 보조금으로 지원 할 경우 경제성 및 손익분기점을 산출하여 시나리오별 비교 분석 하고자 하였다.

최근의 전기차 시장을 반영하는 국내외의 관련 연구를 살펴보면, 임근희 [13]는 전기자동차와 관련한 환경문제, 기술현황 각국의 보급과 도입촉진 정책, 전기자동차에 따른 경제분석 및 관련 이슈에 대해 소개 하였으며, 이동준 등 [14]은 가솔린 자동차, 가솔린 하이브리드자동차, 디젤 자동차, 디젤 하이브리드자동차, LPG자동차, LPG하이브리드 자동차의 연비와 연료비를 고려하여 국내 시장에서의 각각의 경제성을 추정하였다. 정도양 등 [15]은 가솔린 자동차와 전기자동차의 에너지 비용을 조사하였다. Joost van den Bulk [20]는 전기차, 내연기관차, 수소차를 4년간 운행했을 때 각 차량의 Km당 비용은 2008년을 기준으로 2020년과 2030년까지의 비용편익과 운행활동별(도시주행이 45%이고 고속도로주행이 55%) 시나리오를 만들어 총비용(연료비, 감가상각비용, 고정비용, 유지비용에 한정)을 각 차량별로 계산하였다. 2030년까지 차에 대한 킬로미터당 총비용은 전반적으로 ICE차, H2차의 총비용보다 EV차에 대한 총비용이 더 낮았으며 이때 연간 주행거리는 2008년은 15,000 Km, 2020년은 16,500 Km, 2030년은 18,000 Km이다. 그리고 3차중에 대한 감가상각비용은 4년을 소유 하는 대신 6년 또는 8년을 소유하면서 줄일 수 있으며 특히 ICE차의 가격보다 두 차의 가격이 비싸기 때문에 H2차와 EV차의 Km당 감가상각비용은 감소한다는 결과를 가솔린차(ICE)의 총비용 대비 전기차(EV), 수소차(H2)에 대한 총비용과 비교하였다. 하지만 최근의 전기차 시장을 반영하는 연구와 2012년부터 전기차 양산에 따른 보조금과 손익분기점 분석에 대한 연구가 부족한편이다. 본 연구에서는 배터리로만 구동되는 전기차와 내연기관차와의 비용을 정량적으로 비교 분석하여 2012년부터 시판되는 전기자동차의 보조금 및 손익분기점의 산출 및 비교 하고자 하는데 목적이 있다.

## 2. 각국의 전기차 가격 및 보조금현황

해외에서는 전기차 시장의 활성화를 위해 보조금, 세제지원 및 인센티브제도 등으로 수요 창출을 꾀하고

있다. 중국은 순수 전기자동차에 대해서는 최대 6만 위안, 플러그인하이브리드는 최대 5만 위안(850만원)을, 하이브리드 등 기타 에너지 절약 자동차의 경우 3천 위안(51만원)의 보조금을 지급하기로 하였다. GM은 전기차 시보레 볼트의 기본가격을 4만 1000달러로 책정했으며, 7,500달러의 연방정부 지원금을 감안하면 실제 차 값은 약 3만 3500달러 정도로 예상되며, 일부 주에서는 추가 세액공제 혜택을 준비 중에 있다. 경쟁 차종인 닛산 리프는 이보다 8,000달러가량 싼 3만 2,780달러로 가격을 정하였다. 미쓰비시는 전기차 아이미브 가격을 2012년까지 일본에서 200만엔, 북미 판매용은 2만 2000달러까지 낮춘다는 계획이다. 일본의 경우에는 하이브리드카와 전기차의 취득세를 전액 면제하고 있으며, 중량세는 3년간 제외하는 혜택을 주고 있다. 노르웨이 역시 전기차 등록세와 부가가치세 등을 면하고 있다 [6].

한국의 경우 정부가 전기차에 대한 세제 지원을 적극 검토하고 있다. 특히 정부는 2004~2008년간, 국내 하이브리드차 초기양산 시기에 공공기관 대상으로 구매보조금(누적 432억원)을 지원하여 총 2,458대 하이브리드차를 보급하였으나, 2009년 7월 일반 소비자 대상으로 시판하게 되면서 보조금은 없애고, 개별소비세, 취득·등록세를 270만원 한도 내에서 면제한 사례가 있다. 정부의 전기자동차 보급 활성화 방안은 첫째, 공공기관 대상 보급 사업으로 2011년 하반기부터 공공기관이 전기차를 구매할 경우 보조금을 지원하여 전기차 양산체제 조기구축 유도하며, 동급 가솔린차와 가격차의 50% 수준을 보조금(대당 2천만원 이내)으로 지원하여 2014년까지 3년간 2,000대 이상 보급 추진계획을 가지고 있다 [16]. 둘째, 일반 소비자 대상 구매 인센티브 지원이 있다. 일반 소비자 대상 소비자가 전기차 구매시, 세제지원 여부는 2011년 말 이후 해당 시점의 시장여건 및 재정상황 등을 감안하여 검토 및 외국사례 등을 참고하여 다양한 구매

인센티브를 부여하는 방안 추가 검토해 시행할 계획이다 [16].

본 연구에서는 개인이 전기차를 구입 할 경우 전기차의 경제성 및 보조금 지원 한도에 따른 손익분기점을 알아보고 휘발유 자동차 한 대당 사회적 환경 비용을 계산하여 보조금에 합했을 때 보조금 금액도 산정해 보고자 했다. 현재 전기차에 대해서는 주무부처인 국토해양부 외 환경부, 지식경제부, 기획재정부 등에서 활성화를 위한 정책을 검토·개발 중에 있으며 저속전기자동차 및 전기차에 대해서 개별소비세, 취득·등록세, 공채매입을 면제하고, 자동차세 13% 감면, 공영주차료와 혼잡통행료 및 유료통행료를 각각 50% 이상 감면한다고 밝혔다 [5].

### 3. 비용 분석을 위한 일반사항

비용 분석에서 내연기관차의 구입 및 운행에 소요되는 모든 비용을 고려해야 하지만 본 연구에서는 내연기관차와 전기차의 상대적 비교이기 때문에 상대비교에 필요 없는 비용항목은 제외하였다. 운행을 하면서 두 차간 특성에 상관없이 동일하게 들어가는 비용인 타이어비용, 세차비용, 톨게이트비용 등은 제외하였으며 내연기관차와 전기차의 비용 항목은 크게 변동비(연료비, 전기충전비)와 고정비(감가상각, 보험료, 취득, 등록세)로 나누었다. 내연기관차와 전기차의 비용을 비교하기 위해 제원이 비슷한 현대의 블루온(길이\*너비\*높이: 3.585 m\*1.585 m\*1.54 m)과 기아의 뉴프라이드(길이\*너비\*높이: 3.99 m\*1.695\*1.47 m)로 선정하였다. 우리나라의 자동차 1대당 연간 주행거리는 15,569.95 Km지만 계산상의 편의를 고려하여 연간 주행거리를 20,000 Km로 했으며, 연비는 공식연비(블루온: 8.1 Km/kWh, 뉴프라이드: 15.1 Km/L)를 이용하였고 신차 교환주기는 2005년을 기준으로 6.3년이지만 최근 신차 교환주기가 점차 길어지고 있는 경

Table 1. 각국의 보조금 정책

| 구 분                   | 현대차 BlueOn            | 미쓰비시 i-MiEV          | 닛산 Leaf              | GM 시보레 볼트                 |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|
| 예상 판매가격<br>(보조금 제외가격) | 5,000~6,000만원<br>(추정) | 460만엔<br>(약 6,420만원) | 370만엔<br>(약 3,800만원) | 4만 1,000달러<br>(약 4,790만원) |
| 보조금                   | 미정                    | 139만엔                | 77만엔                 | 7,500달러                   |
| 실 판매가격                | 미정<br>(약 5천만원)        | 320만엔<br>(약 4,100만원) | 293만엔<br>(약 4,000만원) | 3만 3,500달러<br>(약 3,965만원) |

(출처 : 각종 매체 정리)

향을 반영하여 본 연구에서는 10년을 신차 교환주기로 하였다 [8]. 휘발유 및 전기충전 요금은 에너지관리공단과 한국전력에서 적용하는 요금을 적용하였다 [5].

#### 4. 내연자동차와 전기차의 비용 분석

##### 4-1. 초기 차량 구입비용

내연기관차인 뉴프라이드의 초기 구입비용은 차량 가격(11,170,000원)에 취득세 5%, 등록세 2%, 공채 12%의 세율이 차량가격에 곱해져 13,292,300원이 된다.

전기차는 현재 개발이 완료된 현대차의 블루온의 판매 가격을 기준으로 하였다. 블루온은 개발비를 포함해 판매 가격이 5천만원선이 될 것이라 전망하고 있다. 행정안전부는 시중에 판매되고 도로에서 운행될 경형 전기자동차를 구입할 경우 매입자가 내야 하는 취득·등록세를 면제해주기로 했다. 따라서 배기량 1000 cc 미만이면서 자동차관리법상 경차(경형자동차)를 살 때만 취득·등록세가 면제됐지만 앞으로는 전기를 연료로 사용하면서 배기량이 없는 전기차 가운데 규모가 경차에 해당하면 똑같은 면제혜택을 받을 수 있게 됐다. 자동차 관리법상 경차는 길이 3.6 m, 너비 1.6 m, 높이 2 m 이하인 자동차를 말한다. 블루온의 경우 길이 3.585 m, 너비 1.595 m, 높이 1.540 m이기에 경차 크기에 속한다. 본 연구의 대상인 전기차의 가격은 5,000만원으로 하였으며 블루온을 구입하는 운전자는 취득세 250만원, 등록세 100만원 등 모두 350만원의 세금을 내지 않아도 되지만 공채금액은 약 600만원이 들어감으로 결국 초기구입비용은 5,600만원으로 계산이 된다.

##### 4-2. 연료비용

신차 교환주기를 10년으로 함에 따라 소비자가 자동차를 구매하여 신차로 교환할 때까지 지출되는 총 연료비의 순현재가는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$NPV = \sum_{n=1}^{10} \frac{C_i}{(1+r)^n}$$

위 식에서  $C_i$ 는 내연기관차의 휘발유 가격에 따른 연간 연료비,  $r$ (5% 적용)은 할인율,  $n$ (10년)은 주행 기간으로 하였다. 이 계산을 위해 휘발유 가격을 상(2,500원/L), 중(2,000원/L), 하(1,700원/L)로 나누어 1 Km 당 비용을 구하면 2,500원/L일 때 km당 166원, 2,000

원/L일 때 km당 133원, 1,700원/L일 때 km당 113원이 소요된다. 10년간 소비된 휘발유비의 NPV는 2,500원/L일 때 25,568,657원, 2,000원/L일 때 20,454,930원, 1,700원/L일 때 17,386,688원으로 계산되었다.

전기차의 경우 배터리에 충전된 전기를 사용하여 차가 움직이므로 전기차의 연료는 전기라 할 수 있으며, 전기차 충전전력 요금은 전기차를 충전하는 일반 소비자, 향후 전기차 충전 사업자 등이 한전과 거래하는 전력에 대한 요금으로서, 경부하 시간대에 충전을 유도하여 국가적으로 효율적인 전기소비를 유도하고자 시간대별로 요금 수준을 달리 적용하고 있다 [4,10]. 전기자동차의 연비는 8.125 Km/kWh, 평균전기요금 108원/KWh, 연간충전량은 1,969 KWh/y로 산출되었다. 평균전기요금은 저압(2,130원/KWh) 기본요금에 여름에 사용량인 경부하 요금 51.2원/KWh과 중간부하 요금 129.1원/KWh, 최대부하 요금 206.5원/KWh을 더해 평균값 108원을 산출하였고, 전기요금을 상(131원/KWh), 중(119원/KWh), 하(108원/KWh)로 나누어 1 Km당 비용을 구하면 131원/KWh일 때 km당 13원, 119원/KWh일 때 km당 12원, 108원/KWh일 때 km당 10.6원이 소요된다. 10년간 소비된 전력비의 NPV는 131원/KWh일 때 1,991,737원, 119원/KWh일 때 1,809,287원, 108원/KWh일 때 1,642,042원으로 계산되었다.

##### 4-3. 감가상각

감가상각의 경우 경과연수를 초에 또는 말에 하느냐 아니면 다음해 초에 하느냐에 따라 감가상각 후 잔존가액이 달라진다. 예를 들어 올해 12월 31일 차량의 잔존가액과 다음해 1월 1일의 잔존가액은 하루가 차이가 나지만 연식이 바뀌기 때문에 해를 넘긴 차의 경우 잔존가액이 더 떨어지게 된다 [11]. 본 연구에서는 차량의 잔존가액을 그해 12월 31일자 잔존가액을 정하였다. 차량의 내용연수는 우리나라의 신차 교환주기를 감안하여 10년으로 하였고, 내연기관차의 가격은 11,170,000원(공급자 가격), 전기차의 가격은 50,000,000원(공급 가격)이다. 10년을 탈 경우 첫째 연말의 표준감가상각잔존율은 80.97%(중고차 가격)이고 10년 뒤 표준감가상각잔존율은 10.19%다. 따라서 10년 뒤 내연기관차의 감가상각은 10,031,777원으로  $r=5\%$ 일 때 NPV는 7,746,267원이고 전기차의 감가상각은 44,905,000원으로  $r=5\%$ 일 때 NPV는 34,674,451원으로 계산이 된다.

#### 4.4. 보험료

보험료 산출에 있어서 적용 범위는 만 40세 이상, 무사고, 출퇴근 및 가정용, 그리고 각 중 옵션 (책임보험, 대인, 대물, 자차, 자체, 무보험차, 긴급출동)을 모두 선택하였을 때 내연기관차는 370,000원부터 400,000원까지 보험료가 산출되었다. 이들 중간 값인 385,000원을 초기 차량 구매시 납부 보험료로 정하였다. 10년간 총 보험료 납부금액은 3,850,000원이고  $r=5\%$ 일 때 NPV는 2,972,868원으로 계산되었다 [10].

전기자동차의 보험료에 대한 정확한 요율은 나온 것이 없지만 몇몇 손해보험회사에서 전기자동차 운행 중 발생할 수 있는 각종 사고를 담보하는 전기자동차 전용 자동차보험상품 판매 중이며, 금융감독원은 저속전기차의 보험료가 같은 조건의 내연자동차보다 5% 비싸게 책정된 보험개발원의 전기자동차 보험요율에 승인했다. 그것은 전기차의 경우 사고가 날 경우 파손되는 정도가 일반자동차 보다 파손정도가 높기 때문에 자가차량의 피해보험료를 20% 높게 책정했다는 것이다. 보험업계에서는 전기차가 지정한 도로가 아닌 곳을 운행하다 사고를 내면 자기부담금을 매기는 등 불이익을 주는 방안도 거론됐지만 전기자동차의 사용을 확산시키자는 취지에서 자기 부담금은 도입하지 않기로 했다. 본 연구에서는 전기자동차와 내연기관차의 보험료를 동일하게 적용하였다.

#### 4.5. 자동차세

뉴프라이드의 경우 배기량이 1,399 cc이기 때문에 (1500 cc 이하 \* cc당 140원) + (교육세 30% : 58,740원) = 254,600원(1년 자동차 세금)으로 세금이 계산된다. 자동차 세금은 선납을 기본으로 하고 있어서 3년차까지( $n=0, n=1, n=3$ )는 100%를 납부하고, 4년차부터 13년차까지 연 5%씩 자동차 세금이 절감된다. 즉 4년차 = 1년 세금 \* 95%, 5년차 = 1년 세금 \* 90%,...

13년차 = 1년 세금 \* 50%으로 세율이 감소하게 된다. 감가상각의 경우와 마찬가지로 계산의 일관성을 기하기 위하여 세금 납부 및 할인 시점을  $n=0$ (연초)이 아닌  $n=1$ (연말)로 계산을 하였을 때 10년간 총 납부 금액은 2,100,450원이고  $r=5\%$ 일 때 NPV는 1,657,012원으로 계산되었다.

지방세법 제196조의 5 제1항 제2호에서 같은 범시행령 제146조의 4 제1항 제3호에서 제1호의 승용자동차 중 전기·태양열 및 알콜을 이용하는 자동차는 기타자동차로 분류한다고 규정하고 있으며, 비영업용 기타 승용자동차에 대하여는 자동차 1대당 연세액을 100,000원으로 한다고 규정하고 있다(할인율은 내연자동차와 동일하게 적용). 지방세법시행령 상 경형승용자동차 구분은 배기량 1000 cc 미만을 기본요건으로 하기 때문에 전기차의 경우 배기량이 없으므로 배기량이 0 cc의 경우로 볼 수 있을 것이다. 따라서 전기자동차의 10년간 납부 세액은 860,000원이고  $r=5\%$  NPV는 677,072원으로 계산된다.

#### 4.6. 오염물질 배출량 및 환경비용

자동차는 대기오염물질 배출량이 이동배출원 중 가장 높은 비중을 차지한다. 따라서 대기오염물질이 인체, 동식물 등에 미치는 영향에 대한 계량적 평가를 통해 에너지 사용에 따른 환경오염 비용을 추정해 볼 수 있다. 이때 환경오염비용이란 자동차 사용으로 인해 배출되는 연간 대기오염 물질에 대한 환경오염비용을 말한다 [17]. 본 연구에서는 휘발유 차량에서 배출되는 오염물질 4가지(CO, HC, NOx, SO<sub>2</sub>)를 환경오염비용으로 산출하고자 한다. 오염물질별 단위당 대기환경비용 추정치는 오염의 사회적비용을 계산한 것으로 SO<sub>2</sub>, NOx은 UNEP자료(한국의 경우) 적용, CO, HC는 KAIST 자료를 활용하여 추정한다 [1].

유종별 단위당 대기오염의 사회적환경비용(SC)은 연

**Table 2.** 오염물질별 단위당 대기오염의 사회적 한계비용(원/Kg)

| 오염물질            | 대기오염의 사회적 한계비용(PC) : (원/Kg) | 자료출처  |
|-----------------|-----------------------------|-------|
| CO              | 6,832                       | KAIST |
| HC              | 7,940                       | KAIST |
| NOx             | 8,220                       | UNEP  |
| SO <sub>2</sub> | 9,233                       | UNEP  |

출처: A. Markandta, Economics of Greenhouse Gas Limitations: The Indirect Cost and Benefits of Greenhouse Gas Limitations, UNEP, 1998.

KAIST “청정연료 사용지역 내에서 지역난방 사용연료의 합목적 선정에 관한 연구”, 1998.4.

비와 배출계수를 활용하여 산출한 연간오염물질 배출량(ERHOTij)에 대기오염의 사회적 한계비용(PC)을 곱하여 산출 할 수 있다.

$$ERHOT_{ij} = \sum(EHOT_{ijm} \times VKT_j \times N_{jm}) \times 365 \times 10^{-3}$$

$$SC(\text{원/대}) = \sum\{ERHOT_{ij}(\text{kg/년, 대}) \times PC(\text{원/g})\}$$

CO의 사회적 환경비용 = 6,832원/Kg × 8.24 kg/년, 대 = 56,296원/년

HC의 사회적 환경비용 = 7,940원/Kg × 0.34 kg/년, 대 = 2,700원/년

NOx의 사회적 환경비용 = 8,220원/Kg × 0.6 kg/년, 대 = 4,932원/년

SO<sub>2</sub>의 사회적 환경비용 = 9,233원/Kg × 0.00097 kg/년, 대 = 8.93원/년

본 연구에서 차량의 운행기간은 10년으로 정하였으므로 휘발유차 1대당 오염물질별 사회적 환경 비용을 합하면 639,370원으로 산출된다. 휘발유차의 총 운행기간(10년)동안 사회적 환경비용의 순현가를 구하면 493,705원/대이다.

### 5. 시나리오별 경제적 편익 및 손익분기점 비교

**시나리오 1.** 연료비(ICE 1,700원/L, EV 108원/KWh)에 따른 경제성 분석 및 손익분기점비교 : “보조금은 NPV 5%일 때 각 차량의 총비용을 뺀 값을 보조금으

로 지불한다.”는 가정을 한다. 본 연구의 비용 분석에서 고정비인 연료 사용에 따른 비용을 산출했을 때 내연기관차의 연간 연료비용은 2,251,655원/년, 전기자동차는 212,652원/년이다. Km당 연료비용은 내연기관차는 112.6원, 전기자동차는 10.6원으로 동급 내연기관차의 유류비 대비 전기자동차의 전기료는 약 11% 수준을 보이고 있다. 전기차 이용과 관련 유류비 지출액이 보다 저렴한 전기료로 대체된다면 소비자 입장에서는 연간 2,039,003원의 비용을 줄이는 경제적 편익을 얻을 수 있다.

손익분기점을 분석에서 내연 자동차의 가격은 취.등록세 및 공채금액을 더한 13,292,300원, 전기차는 취.등록세를 제외한 56,000,000원으로 하였다. 연간 주행거리는 두 차 모두 20,000 Km를 주행하는 것으로 정하였다. 차량가격차이(EV-ICE)는 42,707,700원, 연간 연료비차이(ICE-EV)는 2,039,003원이며, 이 때 손익분기점은 20.9년이 된다. 즉 전기차를 20.9년을 운행했을 때 연료가격 차이((2,251,655원/y × 20.9년 = 47,059,590) - (212,652원/y × 20.9년 = 4,444,427) = 42,615,163원)가 차량가격 차이(42,707,700원)와 거의 일치하므로 20.9년 이후부터 전기차는 내연차보다 경제성이 있다.

연료변동에 따른 차종별 10년간 총비용을 NPV로 환산하면 내연기관차는 29,762,835원, 전기자동차는 39,966,433원이다. 즉 이들 총비용의 차액을 보조금으로 지원할 경우 보조금은 10,203,601원이 된다.

전기자동차를 운행하면서 환경오염물질 무(Zero) 배

**Table 3.** 전기자동차의 손익분기점

| 시나리오 1. 손익분기점    | 내연기관차(ICE)<br>(뉴프라이드)                     | 전기차(EV)<br>(블루온) |
|------------------|---|------------------|
| 차량가격             | 13,292,300원                               | 56,000,000원      |
| 연간 주행거리          | 20,000 Km                                 | 20,000 Km        |
| 연간 연료비           | 2,251,655원/y                              | 212,652원/y       |
| 차량가격차이(EV-ICE)   | 56,000,000원 - 13,292,300원 = 42,707,700원   |                  |
| 연간 연료비차이(ICE-EV) | 2,251,655원/y - 212,652원/y = 2,039,003원/y  |                  |
| 손익분기점(년)         | 42,707,700원 ÷ 2,039,003원/y = <b>20.9년</b> |                  |

**Table 4.** 전기자동차의 보조금(원/10년)

| 시나리오 1. NPV:r=5% | 연료비용     |            | 보험료       | 자동차세      | 감가상각       | 총비용        |
|------------------|----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 내연기관차            | 1,700원/L | 17,386,688 | 2,972,868 | 1,657,012 | 7,746,267  | 22,016,568 |
| 전기자동차            | 108원/kWh | 1,642,042  | 2,972,868 | 677,072   | 34,674,451 | 5,291,982  |
| 보조금 = EV - ICE   |          |            |           |           |            | 10,203,601 |

**Table 5.** 총비용 차액에 따른 보조금 지원 시 전기자동차의 손익분기점

| 시나리오 1.<br>보조금지원시 손익분기점 | 내연기관차(ICE)<br>(뉴프라이드)                     | 전기차(EV)<br>(블루온) |
|-------------------------|---|------------------|
| 차량가격(세금포함)              | 13,292,300원                               | 56,000,000원      |
| 보조금(사회적환경비용포함)          | -   | 10,701,306원      |
| 순 차량가격                  | 13,292,300원                               | 45,298,694원      |
| 연간 주행거리                 | 20,000 Km                                 | 20,000 Km        |
| 연간연료비                   | 2,251,655원/y                              | 212,652원/y       |
| 차량가격차이(EV-ICE)          | 45,298,694원 - 13,292,300원 = 32,006,394원   |                  |
| 년간 연료비 차이(ICE-EV)       | 2,251,655원/y - 212,652원/y = 2,039,003원/y  |                  |
| 손익분기점(년)                | 32,997,807원 ÷ 2,039,003원/y = <b>15.7년</b> |                  |

출로 인한 사회적 환경 비용은 사회적 편익으로써 한 대당 493,705원으로 산정 되었다. 이 편익은 전기자동차 구입자가 개인의 편익이 아니라 환경오염물질 무 배출로 인한 사회적 편익이므로 전기자동차 구입자에게 정부가 지불할 최소한의 보조금액이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 전기자동차와 내연기관차의 총비용 차액(10,203,601원)에 사회적 편익으로 발생한 금액(493,705원)을 합하여 보조금(10,701,306원)으로 설정한다. 그리고 전기자동차 가격에서 보조금(사회적환경비용포함)을 빼주면 실제 구입가격은 45,298,694원이 되며 이에 따른 손익분기점은 15.7년이 된다.

**시나리오 2.** 연료비(ICE 2,000원/L, EV 108원/KWh)에 따른 경제성 분석 및 손익분기점 비교 : “보조금은 NPV 5%일 때 각 차량의 총비용을 뺀 값을 보조금으로 지불한다.”는 가정을 한다. 내연기관차의 유류비 대비 전기자동차의 전기료는 약 13% 수준을 보이며, 연간 2,436,355원의 비용을 줄이는 경제적 편익을 얻을 수 있다. 손익분기점을 분석하면 전기차를 17.5년 이후부터 전기차는 내연차보다 경제성이 있다.

연료변동에 따른 차종별 10년간 비용을 NPV로 환산하면 내연기관차는 31,772,661원, 전기자동차는 39,966,433원이다. 즉 이들 총비용의 차액을 보조금으로 지원할 경우 보조금은 8,193,772원이 된다. 사회적 환경 비용은 사회적 편익으로써 한 대당 493,705원으로 산정 되었다. 본 연구에서 전기자동차와 내연기관차의 차액(8,193,772원)에 사회적 편익으로 발생한 금액(493,705원)을 합하여 보조금(8,687,477원)으로 설정 한다. 그리고 보조금이 지원된 전기자동차 가격에서 보조금(사회적환경비용 포함)을 빼주면 실제 구입가격은 47,315,523원이 되며 이에 따른 손익분기점은

13.9년이 된다.

**시나리오 3.** 연료비(ICE 2,500원/L, EV 108원/KWh)에 따른 경제성 분석 및 손익분기점 비교 : “보조금은 NPV 5%일 때 각 차량의 총비용을 뺀 값을 보조금으로 지불한다.”는 가정을 한다. 내연기관차의 유류비 대비 전기자동차의 전기료는 약 16% 수준을 보며, 연간 3,098,606원의 비용을 줄이는 경제적 편익을 얻을 수 있다. 손익분기점을 분석하면 13.8년 이후부터 전기차는 내연차보다 경제성이 있다.

연료변동에 따른 차종별 10년간 비용을 NPV로 환산하면 내연기관차는 36,886,388원, 전기자동차는 39,966,433원으로 계산이 된다. 즉 이들 총비용의 차액을 보조금으로 지원할 경우 보조금은 3,080,045원이 된다. 사회적 환경 비용은 사회적 편익으로써 한 대당 493,705원으로 산정 되었다. 본 연구에서 전기자동차와 내연기관차의 차액(3,080,045원)에 사회적 편익으로 발생한 금액(493,705원)을 합하여 보조금(3,573,750원)으로 설정 한다. 그리고 보조금이 지원된 전기자동차 가격에서 보조금(사회적환경비용 포함)을 빼주면 실제 구입가격은 52,426,250원이 되며 이에 따른 손익분기점은 12.6년이 된다.

차량 차액의 50%인 21,353,850원{(56,000,000원 - 13,292,300원)×50%}을 보조금으로 지원하는 경우 전기자동차의 손익분기점은 시나리오 1이 10.5년, 시나리오 2는 8.7년, 시나리오 3은 6.8년으로 나타났다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 전기자동차의 판매를 확대를 함으로써 온실가스감소에 따른 대기질의 개선과 전기차 구입 시 소비자에게 돌아가는 경제적 편익과 손익분

기점 및 사회적 환경비용을 금액으로 환산해하기 위하여 내연기관차인 뉴프라이드(1,399 cc)와 현재 개발이 완료된 전기자동차 블루온의 경제성을 유가 변동에 따른 시나리오 별로 단순비교 해 보았다. 그리고 적정 보조금 지원 금액의 한도를 알아보기 위해 첫째, 유가 변동(전기충전비용은 108원/kWh로 고정)에 따른 전기자동차의 비용절감액과 손익분기점을 알아보았다. 시나리오 1에서 연료비가 1,700원/L(ICE), 108원/KWh(EV)일 때 동일한 주행거리(20,000 Km)를 운행 한다면 전기자동차를 구매 했을 때 연간 2,039,003원, 시나리오 2에서는 연료비가 2,000원/L(ICE), 108원/KWh(EV)일 때 연간 2,436,355원, 시나리오 3에서 연료비가 2,500원/L(ICE), 108원/KWh(EV)일 때 3,098,606원의 비용을 줄이는 경제적 편익을 얻을 수 있다.

일반적으로 전기 자동차는 리튬이온 배터리를 사용하기 때문에 외국의 경우도 3만불에서 3만오천불의 가격대를 형성 하고 있으며 현재 국내에서 개발된 블루온의 경우 약 5천만원대를 형성 할 것으로 전망된다. 따라서 10년간 충전용 전기료가 108원/KWh으로 일정 하다는 가정 하에서 유가가 2,500원일 때 10년 뒤 약 3천 1백만원의 비용 절감을 얻을 수 있다. 그러나 전기차의 비용 절감액이 크다 하더라도 전기차 가격이 동급 내연기관차보다 이 이상 비싸게 된다면 전기자동차의 경제성은 매우 희박할 수밖에 없다. 그리고 보조금이 지원 되지 않을 경우 유가 변동에 따른 시나리오에서 시나리오 1에서의 내연기관차 대비 전기자동차 운행 시 전기자동차의 손익 분기점은 20.9년, 시나리오 2에서는 17.5년, 시나리오 3에서는 13.8년으로 유가가 상승함에 따라 전기차의 손익 분기점은 점차 줄어들음을 확인 할 수 있었다. 하지만 전기자동차의 배터리 교환주기를 10년으로 보았을 때 손익분기점을 넘기는 기간인 13년~20년을 운행한다 하더라도 배터리 교환비용이 추가로 들게 된다. 따라서 보조금이 지원되지 않은 상태에서 전기자동차를 구입할 경제적 유인책이 될 수 없다.

둘째, 전기차의 운행으로 인한 대기오염물질 배출에 따른 사회적 환경비용을 계산하여 전기자동차의 총비용의 차액에 더하여 보조금을 산출해 보았다. 휘발유차의 운행으로 배출되는 오염물질별 사회적 환경비용을 계량적 평가를 통한 환경오염 비용을 추정해 볼 수 있다. 10년간 배출되는 양을 환경비용으로 환산한 합계금액은 639,370원/대, 10년으로 산출되고 손

현가를 구하면 493,705원/대, 10년이다. 이때 환경비용을 포함한 보조금은 시나리오별 1,070만원부터 350만원까지로 나타났다. 국토해양부의 자료에 따르면 2010년 6월 현재 국내 승용차는 13,340,000대다. 여기에서 발생하는 대기오염의 환경비용(13,340,000대 \* 63,937원/대, 년)은 8천 5백억원/대, 년 정도가 발생한다. 즉 이 금액은 전기차로 모두 바뀐다고 가정 할 때 구매자가 개인적으로 얻을 수 있는 편익은 아니지만 환경오염을 절감시킴으로써 사회적으로 얻을 수 있는 편익이라 할 수 있다.

셋째, 10년간 각 차량별 총비용의 합계 금액을 순현가로 했을 때 그 차액을 전기차 보조금으로 지원하는 방법을 선택 했을 때 시나리오별 전기차의 손익 분기점을 알아보면 유가 상승에 따라 손익분기점이 15년에서 12.6년으로 줄어드는 것을 확인 할 수 있었다. 총비용의 차액을 보조금으로 지원하는 것 또한 최소 12.7년을 타야 손익분기점에 도달하며 배터리의 교환주기를 넘기기 때문에 이러한 보조금 형식으로는 소비자 유인책이 될 수 없는 것으로 판단된다.

넷째, 두 차량가격 차액의 50%를 보조금으로 지원 했을 때 시나리오별 전기차의 손익 분기점을 알아보았다. 이때의 손익분기점은 시나리오 1은 10.5년, 시나리오 2는 8.7년, 시나리오 3은 6.8년으로 계산되었다. 시나리오 2의 경우 휘발유 가격이 2,000원/L일 때 전기자동차의 손익분기점은 8.7년으로 배터리 교환주기를 하회하기 때문에 차액의 50%를 보조금으로 지원 하는 방식은 충분히 소비자 유인책이 될 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 전기자동차를 구입자를 위한 보조금을 책정은 두 차량의 총비용의 차액을 지원하는 것 보다는 두 차량의 가격 차액의 50%를 지원 하여 전기자동차와 내연자동차의 가격차이인 2천만원 수준에서 보조금을 지원해야 전기자동차의 보급을 확산 시킬 수 있을 것으로 사료된다.

정부는 2015년까지 글로벌 전기자동차 시장 점유율을 10%까지 올려 전기차 4대 강국이 되겠다는 목표와 2020년 국내 소형차의 10%를 전기자동차로 보급하는 계획을 밝힌 바 있다. 국토부의 자료에 따르면 국내의 소형차(1500 cc 미만)는 2010년 9월 기준 약 250만대이며 10%인 25만대에 대해 보조금지원 정책이 있어야 할 것이다. 따라서 보조금을 낮추기 위해서 기본적으로 완성차 업체는 국산 전기차 및 배터리의 관련 기술 개발과 R&D 투자 등이 매우 절실히 요구된다할 수 있다. 본 논문은 전기차와 내연기

관차인 휘발유 차량에 대한 시나리오별 경제적 이익과 손익분기점 분석 그리고 두 차량의 총비용 차액 대비 차량가 차액의 50%에 대한 보조금액과 손익분기점을 단순 비교 해 봄으로서 앞으로 전기차에 보조할 수 있는 정부의 보조금정책의 근거를 제시하고자 하였다. 추후 연구과제로는 BAU대비 30% 절감을 위한 전기자동차의 수송 부담률이 어느 정도 되어야 할지에 대한 연구와 사회적 환경비용도 연구되어질 필요가 있다고 본다.

## 감사의 글

본 연구는 환경부 지정 기후변화특성화대학원 연구의 일환으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. 강만옥 · 이상용. 경유택시와 LPG택시의 환경성 및 경제성 비교분석, 2005.
2. 고준호. 서울시의 그린카 보급촉진 전략, SDI 정책리포트, 2009, 제52호.
3. 국립환경과학원. 2007년 배출량 연보(부록 대기오염물질 배출량 통계), 2007.
4. 국토해양부. 지식경제부, 환경부, 한국 전기 자동차 가속 페달 밟는다, 2009.
5. 국토해양부. 자동차정책과, 2007.
6. 국토해양부. 전기자동차 시범운행 추진방안 연구 보고, 2009.
7. 교통안전공단 자동차성능연구소.
8. 교통안전공단, 2006년 자동차 주행거리 실태조사, 2007.
9. 녹색성장위원회, 2020 국가 온실가스 중기 감축목표 설정 추진계획, 2009.
10. 지식경제부, 전기차 충전전력요금, 2010.
11. 보험개발원, 차량기준 가액표, 2010.
12. 이상건 · 조남건 · 이백진 · 김준. 국토연, 녹색성장형 국토발전 전략연구, 2009-27.
13. 임근희. 전기자동차의 도입환경, 기술현황, 보급정책, 경제성과 관련이슈, 2010.
14. 이동준 · 이예지 · 허은영. 국내 보급 예정 하이브리드 자동차의 유형별 편익 고찰, 2008.
15. 정도양, 박성용, 정태은, “가솔린 자동차와 전기자동차의 에너지 비용조사”, 한국에너지공학회, 1999, 제8권 제1호 pp. 95~100.
16. 지식경제부. “전기자동차산업 활성화방안”, 2009.
17. 환경부. “환경백서 2009”, 2009, p187.
18. KAIST. 청정연료 사용지역 내에서 지역난방 사용연료의 합목적 선정에 관한연구, 1998.4.
19. A. Markandta Economics of Greenhouse Gas Limitations: The Indirect Cost and Benefits of Greenhouse Gas Limitations, UNEP, 1998.
20. Joost van den Bulk. A cost- and benefit analysis of combustion cars, electric cars and hydrogen cars in the Netherlands, January 2009.