

# 일본의 저공해 자동차 현황

편집부

## 개요

가장 효과적인 저공해 수송방법은 전기철도를 이용한 대량운송이다. 전력을 이용한 중량수송기관 역시 바람직하다. 여기에서는 대기오염에 대한 방지를 기대하면서, 일본의 석유엔진의 대체물로 가능한 전기자동차, 메탄올엔진자동차, 재생브레이크 기술의 연구와 개발 현황을 이야기하고자 한다.

## 1. 머리말 : 일본에서 자동차 수송의 역할

대기오염 방지라는 측면에서 볼 때 항로 해로 도로 철도 같은 주요 수송기관 중에 전기철도는 가장 좋은 기관이다. 일본에서 국내 여객수송 중 철도수송의 비율은 37%에 이른다. 이것은 서유럽이나 미국, 캐나다의 철도수송 분담률보다 훨씬 큰 수치이다. 그러나 화물수송에서 철도수송의 비율은 단지 4.6%에 불과하다. 이는 서방국가와 비교해 볼 때 매우 적은 수치이다. 화물의 자동차에 의한 수송비는 50%, 해상 수송비는 45%로 이 두 수송기관들은 동력을 전적으로 석유에 의존한다.

또한 도시내에서의 운송수단은 완전히 자동차에 의존하는 실정이다. 도시 자동차 운행의 반 이상이 상용차이고 많은 수가 디젤엔진을 사용한다. 그러므로, 디젤

엔진에서 나오는 배기가스의 조절이 대기오염을 방지하기 위한 중요 문제점으로 제기되어지고 있다.

## 2. 전기자동차

넓은 의미로 볼 때 밧데리 자동차만이 아니라 대량운송 철도 자동차, 경철도 자동차, 대형수송기관 자동차 등이 모두 전기자동차의 범주에 속한다. 유도도로(미국에서 계획중인 자동운전도로)와 더불어 전기를 동력으로 하는 이러한 대중운송체제들은 도심지역에서 대기오염 수위를 낮추는 효과적인 운송수단이다. 이미 여러 도시에서는 모노레일과 고무타이어 바퀴로 지탱되는 중형기차를 사용하는 새로운 도심운송체제가 시행되고 있으며 선형유도전동기(Linear induction motors)로 추진되는 지하철, 라이너 메트로스가 동경과 오사카에서 여객운송기관으로 건설중이다.

좁은 의미의 전기자동차인 밧데리 자동차는 오랫동안 많은 대중의 관심을 사로잡고 있다. 1971년 MITI(the Ministry of International Trade and Industry)는 자동차 교통에 의해 야기되는 대기와 소음공해를 방지하는 전기자동차의 연구와 발전을 위해 57억 엔의 예산을 들여 6개년 계획을 시작했다. MITI의 연구개발계획에 의해 개발된 전기자동차의 운행성능은

그 당시 가솔린 차량의 성능과 다름없었다. 1976년 MIT는 전기자동차 대여 서비스 계획을 관리할 일본전동차량협회(日本電動車兩協會)를 세웠다. 이 계획은 전기자동차의 구입가를 초기의 절반으로 줄였다. 몇몇 지방정부는 이에 발맞추어 전기대중버스와 전기청소차를 포함한 전기자동차의 시험사용을 시작했다. 그러나 정부가 전기자동차 개발을 위해 실시한 유인책에도 불구하고 10년간 실제 이용된 전기자동차의 수는 11,869대이고 1987년의 생산대수는 5,239대이다. 전체 11,869대 중 9,800대는 면허번호를 가진 포크 리프트 트럭이고 1,180대는 골프카트이다. 승용차 수는 단지 60대이고 면허를 가진 나머지 자동차는 2대의 버스를 포함해 577대이다. 전기자동차 대여서비스계획하에 215대의 자동차가 현재 운행중이다. 1987년에 제조된 거의 모든 전기자동차는 휠체어나 관광차, 골프카트 같은 일반도로에서 사용치 않는 차량이며 도로에서 사용되는 자동차의 수는 단지 20대에 불과하다.

전기자동차의 대중화를 저해하는 주 원인은 높은 생산단가와 짧은 운행범위이다. 전기자동차의 가격은 제작비면에서 비교할 때 대량생산되는 가솔린 자동차의 3배 정도이다. 또한 전기자동차의 배터리는 값이 비싼 반면 사용기간이 짧아 결국 전기자동차의 유지비를 높이고 있다. 전기자동차에 설치된 경제적이고 적합한 배터리는 납산형(lead-acid type)이다. 현재 전기자동차에 장착된 납산배터리의 에너지 밀도는 30wh/kg으로 전기자동차의 실용화에는 불충분하다. 1회 충전당 주행범위는 기껏해야 60km정도이고 가속력도 빈약하다. 전기자동차에 많은 에너지를 소비하는 에어컨을 설치하는 것은 주행시 배터리의 에너지를 줄이는 것과 같다. MIT의 보조금에 의해 유지되는 전기차공학연구협회는 배터리의 에너지 밀도를 향상시키기 위한 연구와 개발을 계속하였다. 새로운 납산 배터리의 에너지 밀도는 45kw/kg으로 증가되었다. 최대 주행범위와 최대 적재하중은 각각 110km와 200kg으로 확장되었다.

MIT는 단거리용으로 니켈-아연, 니켈-카드뮴, 철-니켈, 장거리용으로 소듐-황 등과 같은 새로운 유형의 배터리의 연구 개발을 계획하고 있다. 요코하마시의 시정부에 의해 운영되는 청소트럭은 전기자동차의 성공적인 적용사례이다. 청소트럭의 배터리는 쓰레기 소각

공장에서 생성되는 전력으로 충당된다. 청소트럭 중의 하나는 시험적인 성분으로 니켈-카드뮴 배터리를 사용한다. 이 배터리의 에너지 밀도는 53wh/kg이지만 납산 배터리보다 여러 배 높은 비용이 든다. 그러나 자동차용 냉각기를 가지고 있기에 운전자들의 작업환경을 쾌적하게 한다. 전기자동차의 생산비용을 줄이기 위해서는 생산량을 증가시켜야 한다. 일본 환경청에서는 전기차의 실용을 위해 보조금을 지급함으로써 지방정부와 공공기업을 고무하는 계획을 세웠다. 지방정부와 전력회사의 시장조사에 의하면 현재 전기자동차의 운행력과 수요가 만나는 시장성이 가장 큰 전기자동차는 two-box wagon과 one-box mini van으로 나타났다.

### 3. 메탄올자동차

도시지역의 대기오염에 관한 대책을 살펴볼 때, 상용차와 대형트럭에 설치된 디젤엔진의 개선이 절실하다. 그러나 전기자동차는 주행범위와 적재하중이 작아서 디젤엔진의 대안물로서 적절치 못하다. 현재로서 가장 가능한 대안책은 자동차 연료인 경유를 메탄올로 대체하는 것이다. 메탄올을 연료로 하는 엔진은 경유를 연료로 하는 엔진보다 질소산화물과 미립자(particulate s)의 배출수준이 훨씬 낮을 것이라고 예상된다.

메탄올의 에너지 밀도는 경유의 절반 수준이지만 메탄올은 경유와 유사한 액체이며 시장공급이 안전하고 비용도 석유와 거의 같다. 그러나 메탄올 자동차가 시장에 공급되기 위해서는 몇가지 해결되어야 할 과제가 있다. 메탄올은 유독하며 냄새가 없다. 메탄올의 불꽃은 거의 보이지 않고 어떤 조건하에서는 폭발적이다. 그러므로 우선, 메탄올 연료의 유독성과 폭발성 방지를 위한 안전대책이 개발되어야 한다. 둘째로, 메탄올엔진에서 나오는 배기가스는 유독한 포름알데히드와 연소되지 않은 메탄올을 포함하므로 촉매작용을 일으키는 변환장치(catalytic converter)는 이들을 줄일 수 있는 효과적인 장치가 되도록 고려되어야 한다. 메탄올은 낮은 세탄가와 높은 옥탄가를 갖는다. 이것은 메탄올 연료가 압축점화 디젤엔진(compression-ignited Diesel cycle engine)보다 불꽃점화 오토엔진(spark-ignited Otto cycle engine)에 더 적합하다는 것을 의미한다. 그러므로 오토회전엔진의 개발이 디젤회전엔진

보다 더 앞서있다.

메탄올을 연료로 하는 오토엔진은 승용차, 소형상용차에 적합하나 대형트럭에는 적합하지 않다. 대형트럭은 메탄올을 연료로 하는 디젤엔진을 필요로 한다. 그러므로 메탄올엔진을 사용하는 대형트럭을 실용화하는 단계까지는 다소 시간이 걸릴 전망이다. 실용화라는 면에서 볼때, 순수한 메탄올과 15%의 가솔린이 함유된 메탄올 두 종류가 자동차연료로서 유망하다. 많은 실험을 통해 두 종류 중 더 나은 연료가 선택 될것이다. 일본에서는 메탄올자동차 이외에 도시가스를 연료로 하는 자동차, 천연가스자동차, 수소를 연료로 하는 자동차 등이 개발되고 있다.

#### 4. 자동차 운동에너지의 재생

자동차 배출가스로 발생하는 대기오염에 대한 개선책중의 하나는 자동차운동의 전체 에너지 효율성을 증가시켜 배기가스를 줄이는 것이다. 마찰 브레이크를 통하여 대기에 열과 같이 흩어져 있는 자동차운동에너지를 회복하는 재생브레이크의 사용과 운동에너지를 축전하는 것은, 빈번히 정차, 발차를 되풀이하는 도시지역에서 운행하는 도시버스, 대형트럭과 같은 자동차의 연료소비를 줄이는데 효과적인 방법이다. 한 연구보고서에 따르면, 재생브레이크를 장치한 실험도시버스의 연료소비가 전형적인 도시주행 패턴하에서 40%까지 줄었다고 한다.

작년 가을에 개최된 동경 모터쇼에서 두가지 종류의 재생브레이크 기술이 전시되었다. 하나는 오일펌프에 의해 자동차운동에너지를 유압으로 바꿔주는 유압식인데 질소를 압축하면서 축열기에 에너지를 저장하고 자동차 가속을 돕기위해 에너지를 재사용한다. 다른 하나는 전기식이다. 전기모터/발전기는 엔진의 플라이휠과 연결되어 있다. 그것은 운동에너지를 전력으로 회복시키고 축전기에 저장한다. 저장된 에너지는 차량가속과 차량의 보조물 및 부속물을 가동하는데 사용된다.

#### 5. 저공해자동차의대중화를위한진흥책

저공해 차량을 위해 감세대책이 실행되어 왔다. 일본정부(MITI, 운수성, 환경청)의 보조금 지급으로 1989년에 300대 이상의 전기자동차와 메탄올 자동차가 도

로위에서 가동되었다. MITI의 전기자동차 대역서비스 계획을 통해 10년간 보급된 전기자동차의 총 수는 315대에 이른다. (현재 215대가동중임) 1988년에는 재정적으로 환경청의 보조를 받는 4개의 지방정부가 13대의 전기자동차를 보급했다. 메탄올자동차에 대해서 보면, 96대(10대 이상이 1989년 재정회기에 더해짐)는 일본정부에 의해 지원받는 지방트럭협회, 지방정부, 그 이외의 단체들에 의해 도시에서 시범적으로 가동되고 있다. 메탄올의 광범위한 사용을 위해서는 메탄올 연료의 배포망이 구축되어야 한다. 약 100대의 전기자동차를 사용하는 전력회사는 적극적으로 전기자동차를 연구하고 있으며, 미국, 영국, 서독으로부터 12대의 자동차를 수입했다. 지금 일본의 전력회사는 그들의 자본으로 그들의 일에 적합한 전기자동차 개발을 시작하고 있다. 환경청에서는 매년 동경과 지방도시에서 전기자동차와 메탄올자동차를 전시하여 저공해자동차박람회를 개최해오고 있으며 많은 참가자들이 관람을 즐겼다.

#### 6. 결론

메탄올 자동차 중에서 오토엔진자동차가 가장 많이 개발되었다. 소 중형 자동차는 메탄올연료 배포망이 구축되는 가까운 장래에 메탄올자동차로 대체될 수 있다. 중형이상의 자동차를 위해 메탄올디젤엔진을 사용하는 데는 다소 시간이 걸릴 것이다. 도시버스와 시내운행차량에 재생브레이크를 실용화하는 것은 연료소비를 줄이고 배기가스 발산을 줄이는 효과적인 대책이다.

배터리 장치는 전기자동차의 대중화를 위해 개선되어야 한다. 그러나 도로에서 운행되는 전기자동차는 전기자동차운행에 적합한 수요영역 안에서 점차적으로 증가할 것이다.\*

제공 : 자동차회보('90. 7월호)