

지구온난화방지를 위한 교통시스템

(이산화탄소(CO₂) 배출량을 줄이는 지속가능한 환경교통의 실현)



| 홍 용 기 |
한국철도기술연구원 박사
한국철도학회 부회장

1. 서론

1908년 처음으로 양산된 승용차인 T형 포드가 등장한지 금년(2008년)이 100년이 되는 해이다. 자동차의 등장은 교통 체계뿐만 아니라 사회적으로 큰 변화를 가져왔다. 국토를 가르는 도로망의 건설, 자동차 산업을 중심으로 한 경제성장, 장 거리를 고속으로 이동하는 수단으로 인한 광역경제권의 발전 등을 가져왔으며, 자동차의 연료로서 적합한 석유의 대량 소비가 시작되었다. 이것들이 20세기의 사회경제를 이끌어 왔기 때문에 사람들은 편리성 향상을 갈망하며 계속해서 발전시켜 왔다. 자동차의 대량생산 보급은 거대한 산업으로 성장하여 2007년 한해 도요타가 951만대, GM이 926만대를 생산하였으며, 매출액도 2006년에 도요타 240조원, GM 207조원, 현대차그룹 103조원(2007년)이나 되었다.

이 많은 자동차들은 이산화탄소(CO₂)를 배출하고, 배출 가스는 사람들의 건강을 해치는 것도 수반하게 되었다. 대량으로 보급한 자동차가 소비하는 대량의 석유는 공장이나 발전소에서 이용되는 다른 화석연료와 함께 이 100년 동안에 지구의 기후변동에 영향을 줄 정도로 대기 중의 온실효과가스 농도를 높였다.

자동차가 탄생된 지난 100년간 평균기온이 도쿄는 3℃가 상승하였다고 한다. 매우 우려할 만한 상황이다. 기온 상승이 1.5~2.5도를 넘으면 「20~30%의 생물 멸종위험이 높아질 가능성이 있다」라고 한다. 세계의 평균기온을 2~3℃상승만으로 안정시키기 위해서는 이산화탄소 배출을 2000년도에

비하여 2050년에 50~85%의 감소가 필요하다고 한다.

1908년부터의 100년 기간 중 전반기의 운송수단이 철도의 전성기도 있었지만 자동차 중심의 100년이라고 볼 수 있으며, 인류는 편리성의 향상에 반하여 환경적으로 지속 가능한 사회를 잃어버리고 있다. 자동차 대량 보급의 100년째를 맞이하는 해에 우리는 다음의 100년을 향해서 인간이 중심이 되는 지속 가능한 환경교통이 실현된 사회로의 전환을 도모해 가지 않으면 안 된다. 이 글에서는 자동차가 가져온 환경 문제가운데 기후변동의 위기 회피를 목표로 하는 자동차로부터의 CO₂ 배출 감소 방안에 대해 살펴보고자 한다.

2. CO₂ 배출량과 흡수량

성인 1명이 호흡에 의해 배출하는 이산화탄소(CO₂) 배출량은 연간 320kg, 승용차 1대로부터 배출되는 이산화탄소는 대략 평균 연간 2,300kg이라고 한다. 또, 삼나무 1그루(50년생, 직경 약 26cm, 나무의 높이 약 22m)가 1년간에 흡수하는 이산화탄소는 약 14kg으로 추정하고 있어, 성인 1명이 1년간에 호흡에 의해 배출하는 이산화탄소를 흡수하기 위해서는 23그루, 승용차 1대로부터 배출되는 이산화탄소를 흡수하기 위해서는 164그루의 삼나무가 필요하게 된다.

또한, 낙엽송 1그루가 30년간에 흡수할 수 있는 이산화탄소량은 대략 250kg-CO₂라고 한다. 이 250kg-CO₂ 배출량은 보통 자동차 1,300 km주행, 전철 13,000km 주행, 비행기

2,300 km(하네다-오키나와 왕복, 나리타-서울 왕복)를 비행할 경우에 상당하는 CO₂이다. 국립산림과학원에서 개발한 탄소나무계산기에 의해 계산할 경우 “250kg-CO₂의 배출량을 흡수하기 위해서는 926그루의 어린 잣나무를 심어야 한다.”라고 한다. 이와 같이 산이나 삼림 등 자연 보호, 나무를 심고, 기르는 것에 대한 중요함의 재인식이 필요하고, 이산화탄소를 줄이기 위한 모두의 노력이 필요한 시점이다.

3. 운송수단의 CO₂ 배출량

운송수단인 자동차, 철도, 비행기, 선박 등에 있어서의 CO₂ 배출량은 2004년도에 일본 내의 총CO₂ 배출량의 약 20% 정도이다. 한국도 비슷한 수준일 것이다. 1990년부터 1999년까지 교통수송부분의 CO₂ 배출량이 약 20% 정도 증가하였다. 교통수송부분의 CO₂ 배출량 감소대책은 가장 중요한 환경 대책이라고 말할 수 있다. 그리고 그 대책의 하나가 보다 CO₂ 배출량의 낮은 교통수단의 이용이다. 구체적으로는

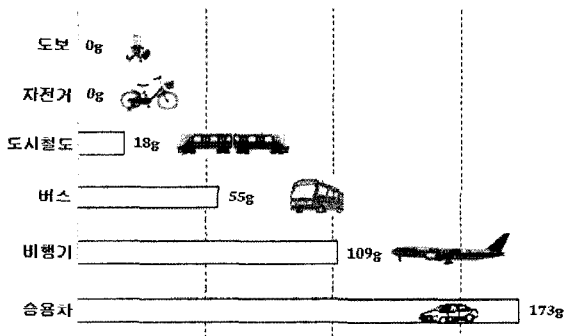


그림 1. 교통수단별 CO₂ 배출량의 비교(1인을 1km 수송하는데 배출되는 이산화탄소량) (2004년, 일본 교통 ecology·mobility 재단 등 자료 참조)

CO₂ 배출량이 적은 자동차(예를 들면 하이브리드 자동차등)를 사용하던지 자가용차가 아닌 공공교통기관을 이용하는 것 등이다. 이용 방법에서도 일반적으로는 전철을 이용하는 것이 자동차를 이용하는 것보다도 CO₂ 배출량은 적다. 일본의 통계에 의하면 사람 1인이 1 km 수송할 때 CO₂ 배출량은, 자가용 자동차가 철도의 10배, 버스는 자가용 자동차의 1/3, 철도의 3배 이상, 비행기는 철도의 6배 이상이나 된다.

1인을 1km 수송하는데 배출되는 CO₂(기체의 용량)는
 ◇ 자가용승용차가 2리터 패트병으로 44명의 CO₂를 배출
 ◇ 철도는 2리터 패트병으로 5명의 CO₂를 배출

2ℓ 패트병 환산기준
 ※ CO₂(0도, 1기압)1kg=509ℓ
 ※ 2ℓ 패트병으로 환산하면 254.5병

한국의 교통수단별 CO₂배출량을 보면 전철을 1로 하였을 때 일반철도가 약 2배, 버스(승합차)가 3.5배, 승용차가 8.4배나 배출하고 있다. 이 자료 중에서 승용차가 일본의 데이터보다 작게 나타나 있는 것이 약간 다르고 거의 유사한 배출량이다. 2001년도 CO₂의 총배출량의 약 3%만 일반철도와 도시철도가 배출하고, 90%이상을 자동차가 배출하고 있으며, 특히 승용차가 약 70%를 차지하고 있다. 수송규모도 승용차와 버스가 90%를 차지하고 있는 것을 볼 수 있다. 에너지 효율성도 철도가 뛰어나다.

4. 친 환경적 교통수단

일본의 도쿄는 세계의 도시 중에서 지하철, 경전철 및 버스

표 1. 한국의 교통수단별 CO₂ 배출량의 비교(2001년)

구분	단위	승용차	승합차	일반철도	도시전철
총수송 규모	백만인km	234,776	231,018	29,172	30,269
	%	45	44	6	6
CO ₂ 배출량	천톤(CO ₂)	35,386	14,379	1,008	542
	%	69	28	2	1
배출원단위	CO ₂ g/인km	150.7	62.2	34.6	17.9
	비율(전철=1)	8.4	3.5	1.9	1

“고유가대비 교통부문 영향분석 및 에너지 절감방안 연구”, 한국교통연구원, 2005.

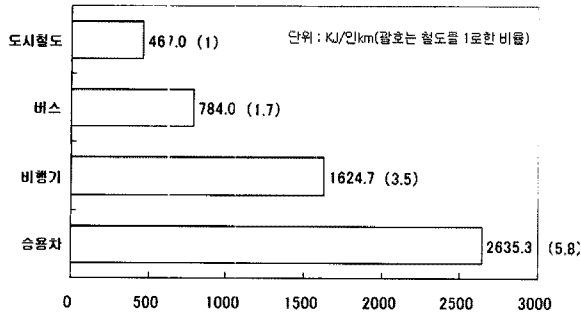


그림 2. 1인을 1km 수송하는데 드는 에너지소비량 비교
"일본 교통관계에너지요람"(2006년, 국토교통성)

등 최고 수준의 공공 교통기관을 가지고 있다. 저공해 및 저연비 차량을 이용한 고효율의 수송도 선진적으로 실천되고 있다. 이러한 도시로서의 잠재력을 지속적으로 키워 나가기 위해서는 CO₂ 감소에 의한 환경교통을 만들어 가야 한다. 인간이 중심이 되는 지속 가능한 환경 교통의 실현에는 생활 형태나 비즈니스 스타일을 자동차에 과도하게 의존하지 않는 교통수단을 정착시켜야 할 필요가 있다. 교통수단별 CO₂ 배출량은 CO₂ 감소의 관점에서 자가용 승용차보다 철도나 노선버스의 이용이 바람직하고 또한, 가까운 거리는 도보나 자전거를 이용하는 것이 바람직하다고 말할 수 있다.

지구온난화의 문제만을 보면 교통수단이 달릴 때에 직접 내는 CO₂ 뿐만이 아니라, 에너지의 크기를 생각할 필요가 있다. 예를 들면, 전철은 CO₂를 내지 않지만 전기를 일으키는 발전소가 CO₂를 배출하고 있다. 그러나 그것을 거슬러 올라가 계산해도 자동차보다 압도적으로 환경에 좋은 이동수단인 것이다.

자동차에서는 연료전지차가 개발되고 있어 가솔린차의 1.5~2배의 효율을 얻을 수 있다고 기대되고 있지만, 그런데도 철도에는 미치지 못한다. 전기자동차의 동력원이 발전소이며, 발전까지 거슬러 올라간 전체의 효율은 가솔린차보다 다소 좋지만 조건에 따라서는 가솔린차보다 나빠지기도 한다.

또, 연료전지 그 외의 에너지 절약 승용차가 실용화되었다고 해도 그것이 보급되어 기존 자동차가 신차종으로 대체되기까지는 장기간이 필요해서 자동차가 전체적으로 곧바로 효율이 향상하는 것은 아니라고 하는 점에도 주의가 필요하다. 적어도 도시에서는 자동차를 타지 않고 전철 및 경전철 그 외의 공공 교통을 이용할 수 있는 환경교통 조성이 필요하다.

5. 지구온난화방지 관점에서의 교통 정책

지구 온난화방지에 이산화탄소(CO₂)의 감소가 시급함에도 불구하고 세계의 CO₂ 배출량은 계속 증가하고 있다. 일본의 여객수송에 있어 CO₂ 배출량은 40%(1990-2004년)나 크게 증가하였다. 그 중에서도 승용차와 항공기가 모두 50% 이상이라고 하는 대폭적인 증가가 있었다. 여객수송의 CO₂ 배출량은 교통수단별(전철, 경전철, 버스, 승용차, 자전거 등)에 의해서 차이가 크기 때문에 이용하는 교통수단의 선택이 중요하다.

CO₂ 배출의 측면에서 도시교통은 물론 도시 간 여객 교통수단을 비교하면 자동차나 항공기에 비해 철도가 우수한 것은 분명하지만, 그것이 일반 시민이나 매스컴 등에 널리 인식되어 이용하는 교통수단을 선택할 때의 지표로 사용되고 있다고는 말하기 어렵다.

이동하는 교통기관을 선택할 때 단위 당 CO₂ 배출량이 작은 교통기관을 기업이나 소비자가 적극적으로 선택함으로써 CO₂ 배출 감소가 이루어질 수 있는 정책과 조치가 필요하다. 일본의 기후네트워크 단체에서 검토 분석한 내용을 보면 다음과 같다.

(1) 일본 여객수송의 CO₂ 감소방안 검토

■ 여객수송 부문의 CO₂ 배출 트렌드

수송부문의 CO₂ 배출량은 20.3% 증가(1990~2004년)이지만, 그 중에서도 여객 부문이 42.5%로 대폭 증가되어 대책이 매우 중요한 과제이다. 1990년에 비하여 2004년에는 여객 교통량의 증가량이 10%인데도 CO₂ 배출량의 증가는 40%로 아주 커졌다. 이것은 단위 당 CO₂ 배출량이 큰 승용차(52.6%)와 항공기(53.2%)의 배출량이 급증했기 때문이다.

■ 철도·항공기·승용차의 CO₂ 배출량의 비교

1명을 1km 수송하기 위해서 배출하는 CO₂량을 보면, 승용차는 철도의 10배, 항공기는 철도의 6배 정도 많다.

■ 이용자의 교통수단 선택의 경향

도시 간 이동에 있어서의 교통수단의 선택은 우선 거리, 소요시간, 운행빈도 등의 편리성이나 요금에 달려 있다고 생각할 수 있다. 거리가 긴 도쿄-후쿠오카 간에서는 소요시간부터 항공기가 우위에 있고, 그 절반의 거리인 도쿄-오사카 간에서는 편리성 등에서 신칸센이 항공기를 꽤 웃돌며, 거리가 짧은

나고야-나가노간은 철도와 자동차가 거의 비슷한 상황에 있다.

■ 항공기·승용차의 이용 증가에 의한 CO₂ 배출증가 현황

도쿄-오사카간의 교통수단별 여객 수송량의 변화(1990-2004년)는 철도는 절대량이 거의 보합수준이지만 항공기의 점유율이 10%에서 20%로 급증하였다. 일본 전체로 볼 때 이 기간에 항공기 이용의 증가로 300만 톤, 승용차 이용의 증가로 4500만 톤 정도의 CO₂ 배출이 증가 되었다.

■ 교통기관의 선택에 의한 CO₂ 배출 감소의 가능성

도쿄-오사카 간에서 신칸센 1 편성(승차 인원수 851명)이 배출하는 CO₂량은 8.8톤이지만, 같은 사람 수를 수송하는 항공기는 47.7톤, 자동차는 82.3톤의 CO₂를 배출한다. 도쿄-오사카 간에서 비행기 1편을 줄일 경우 감소되는 CO₂량은 약20톤이다(수송인원 343명).

■ 교통의 선택에 의해서 감소할 수 있는 CO₂ 배출량

일본 전체로 볼 때, 항공기와 승용차 이용객의 10%가 철도로 옮겨갈 경우, 1232만 톤의 CO₂ 배출 삭감이 된다. 이것은 여객부문 전체 CO₂배출량의 7.7%에 상당하는 아주 큰 규모이다.

■ 교통기관에 관한 “사회적 비용”

지구 온난화에 가세해 다른 환경 문제나 교통사고 등에 관련해 본래 부담해야 할 코스트인 “사회적 비용”의 관점에서 보아도 철도는 자동차나 항공기보다 뛰어난 교통기관이다. 그러나 현재의 모든 제도는 요금에 사회적 비용의 반영이 불충분하기 때문에 경제적인 철도에 비해, 환경 부하가 큰 항공기나 자동차가 코스트면에서 상대적으로 우대되고 있다고 말할 수 있다.

(2) 환경교통수단 선택에 필요한 정책

승객이동에 있어서의 교통수단 선택은 단위 당 CO₂ 배출량이 큰 항공기와 승용차로부터 단위 당 CO₂ 배출량이 작은 철도로 옮겨가면 CO₂ 배출 감소에 큰 효과가 있다. 그러나 현실은 철도로의 승객이동은 진행되지 않고, 오히려 항공기·승용차의 점유율이 증가하고 있는 상황이다. 따라서 도시 간 여객교통의 CO₂ 배출량을 줄이기 위해서는 철도관련기관의 노력만으로는 불충분하고, 환경부하 코스트 등의 사회적 비용이 적절히 반영되는 제도·정책이 필요하다고 할 수 있다.

(3) 여객의 교통기관 선택의 이동을 촉진하기 위한 정책 제안

일본의 기후네트워크 단체에서 검토한 보고서에서 교통기관 선택의 승객이동을 촉진하기 위해서는 환경부하 코스트를

구분	정책 조치	세부내용
환경 부하 코스트를 적절히 요금에 반영하는 정책·조치	탄소세(환경세)의 도입	화석연료 전반에의 신규의 과세
	제트 연료유에의 과세 강화	제트 연료유에 대해서 CO ₂ 배출 당 세율을 가솔린과 동등하게 하는 과세 강화
	도로·공항에의 공공투자(공공 사업)의 억제 및 감소	단위 당 CO ₂ 배출량이 큰 항공기·자동차 이용증가를 촉진해 CO ₂ 배출증가로 연결되는 공항·도로의 건설의 억제 및 감소
그 이외의 정책·조치	일정 규모 이상의 기업에 대한 사람의 이동·수송에 관한 에너지 절약과 CO ₂ 감소의 계획 및 보고의 규제화	출장 등의 장거리 이동에 따른 CO ₂ 배출에 배려하는 가이드라인을 도입하여 일정 규모이상 기업 및 기관에서 이동·수송에 관한 에너지 절약·CO ₂ 감소의 계획·보고
	환경의 시점으로부터의 교통기관 선택에 이바지하는 정보 제공·보급 계발	- 각 교통기관의 환경 부하의 차이에 대한 정보 제공·보급 계발 - 각 교통기관의 사회적 비용에 대한 정보 제공·보급 계발 - 자동차의 차량 유지비에 대한 정보 제공·보급 계

적절히 반영하는 것이 필요하고, 다음과 같은 정책·조치를 제시 하고 있다.

6. 맺음말

철도차량은 증기차에서 디젤차로 다시 전기차로 대체되고, 친환경 철도로의 발전을 거듭하여 이산화탄소 배출량이 급격히 감소하고 있다. 그러나 자동차의 증가 등으로 이산화탄소(CO₂) 배출량이 증가하여 지구의 온난화가 가속되고 있다. 이와 같이 지구 온난화를 촉진시키는 이산화탄소의 배출량을 줄이지 않으면 심각한 사회문제로 대두된다. 또한, 석유도 머지않아 고갈될 것으로 예측하기도 한다. 인간의 호흡에 의한 CO₂는 절대적으로 줄일 수 없는 것이 있는 반면, 수송부문에서는 교통정책에 의해 CO₂배출량은 물론 에너지소비를 크게 줄일 수 있기 때문에 적극적으로 실행에 옮겨야 할 것이다. 그 방법으로 첫째, 현재 상태에서의 이동수단을 승용차나 버스에서 CO₂배출량이 적은 전철과 자전거를 이용하도록 유도하는 제도를 마련하는 것이다. 그 예로서 전철이나 철도가 운행하는 출발지와 도착지가 같은 노선은 철도로 옮겨 탈 수 있도록 노선조정을 하는 것도 바람직할 것이다. 둘째, 장래를 생각

하여 경전철과 자전거를 쉽게 이용할 수 있는 노선건설(지하철, 경전철, 모노레일, 트램, 노면전차, 자전거 도로 등)이 네트워크로 이루어져야 할 것이다.

이와 같이 교통부문에서 교통수단에 대한 요금에 사회적비용의 반영 등의 제도개선과 배출량이 적은 철도의 장려 등의 배출량감소시책을 펴 나간다면 CO₂배출량을 현격히 줄일 수 있을 것으로 본다. ♪

♣ 참고 문헌

1. "地球温暖化防止の観点から都市間交通を問い直す", 일본 특장비영리법인 기후네트워크, 2006. 8. 11.
2. "지구온난화방지책", 일본 福井縣環境・エネルギー懇話會, 2008. 4.
3. "고유가대비 교통부문 영향분석 및 에너지 절감방안 연구", 한국교통연구원, 2005.