

원적외선과 음이온소재를 응용한 에너지 절감 효과

李 尙勳, 渡邊 孝司⁺, 松尾 靖隆^{*}, 鄭 仁洙[☆], 金 壽煥[★]

漢陽大學校 工學大學院 環境工學科

久留米工業大學工學大學交通機械工學科⁺

(有)創生^{*}

(株)成進 유리[☆]

新芽 AT(株)^{*}

1. 서 론

원시시대부터 사람들은 어두운 밤을 밝히고 추운 날 따뜻하게 지내기 위해서 불을 이용했다. 농경사회로 넘어오면 소나 말과 같은 가축이 농사짓는 데 이용되기 시작된다. 원시시대의 불이나 농경사회의 가축은 모두 사람들에게 에너지를 제공한 것인데, 이와 같이 인류는 오랜 옛날부터 일상생활에서 에너지를 사용해 왔다. 인류 문명은 과거부터 오늘날까지 에너지의 개발과 이용을 통해서 발달되어 온 것이다. 일상생활에서 에너지를 사용하는 예는 수없이 많다. 식사를 하기 위해 음식을 준비할 때, 교통수단을 이용할 때, TV를 시청할 때, 여름에 에어컨이나 선풍기를 사용하거나 겨울에 난방을 할 때 그리고 어두운 곳을 밝히기 위해 전등을 켤 때 우리는 모두 에너지를 쓴다. 우리가 하는 일도 에너지와 떼어놓고 생각할 수 없다. 음식을 먹어서 체온과 체중을 유지하고 활동하는 것도 음식 속의 에너지를 이용하기 때문에 가능하다. 가정에서 뿐만이 아니라 공장을 돌리기 위해서도 많은 에너지가 필요하다. 현재 우리는 에너지를 사용하지 않고는 단 하루도 살기 힘들 정도로 일상생활 곳곳에서 다양한 종류의 에너지를 사용하고 있다.

여러 가지 에너지 중에서 인류의 삶에 가장 큰 영향을 미친 것은 전기에너지일 것이다. 만약 인류가 전기에너지를 사용하지 못했다면 우리의 삶은 어떠했을까? 전기에너지가 없다면 단순히 컴퓨터를 사용하지 못하거나 TV를 보지 못하는 것은 말할 것도 없고, 돌도끼로 멧돼지를 잡아먹고, 그 가죽으로 옷을 해 입는 원시시대보다 조금 나은 생활로 만족해야 할지 모른다. 그런데 우리

가 사용하는 에너지의 대부분은 석유, 석탄, 천연가스를 태워서 얻거나 원자력 발전소로부터 얻는다. 석유, 석탄, 천연가스는 수백만 년 전에 지구에서 살았던 식물이나 작은 바다 생물 화석에서 만들어졌기 때문에 화석연료라고 부른다. 현재 전 세계의 인류가 소비하는 에너지의 약 80%가 화석연료로부터 온다. 화석연료는 지질시대의 생물이 죽어 땅 속에 묻힌 후 높은 압력과 열, 지형적 특성 등의 요인으로 만들어진 것으로서, 무한정 공급받을 수 있는 것이 아니라 그 양이 한정되어 있다. 그러나 아직까지 대부분의 에너지를 화석연료에 의존하고 있으며, 화석연료 대신 사용하는 원자력도 우리나라의 매장량이 한정되어 있기 때문에 새로운 에너지 자원을 개발하는 것이 시급하다.

또한, 우리나라에서 사용하는 에너지의 97%는 해외에서 들어오고 있다. 에너지 수입에 사용하는 돈도 일년에 수십조 원이나 된다. 과학기술이 발달하고 산업화됨에 따라 에너지 소비는 더 늘어나게 되었다. 그러나 인류는 현재 에너지 자원 부족으로 곤란을 겪고 있다. 석유나 천연가스와 같은 화석연료는 점점 사라져가고 있다. 에너지 공급에 문제가 생기면 우리 생활은 혼란에 빠질 것이다. 그러므로 에너지의 소중함에 대해서 올바르게 알고 적당하게 사용하는 것이 중요하다.

인류가 에너지 고갈 문제에 대해 관심을 가지고 그 해결책을 강구하기 시작한 것은 중동지역의 석유 수출국들이 원유의 가격을 인상함과 동시에 원유 생산을 제한하여 세계 여러 나라의 경제적인 혼란을 가져왔던 1973년의 석유 파동 이후부터이다. 게다가 1991년에 이라크가 쿠웨이트를 침공함으로써 일어난 걸프 전쟁과 동구권의 정치·경제의 변화로 인하여 에너지 문제는 점점 더 중요한 문제로 부각되었다. 오늘날 인류가 해결해야 할 가장 중요한 문제가 바로 에너지 수급 조절과 그것을 둘러싼 문제라고 할 수 있을 것이다.

한편, 2005년 2월16일 교토의정서가 발효되면서 그 어느 때보다도 많은 사람들이 기후변화에 관심을 갖게 됐다. 일반인에게 지구의 평균기온이 1~2℃ 정도 상승한다는 사실은 중요하지 않고 무시할 수 있는 것으로 여겨질 수 있다. 그러나 이러한 생각은 앞으로 큰 낭패를 초래할 수 있으며, 간과되어서는 안 된다. 단 1℃의 차이로도 생태계파괴, 이상기후, 사막화 등 큰 변화를 야기할 수 있기 때문이다. 교토의정서의 발효가 우리에게 가져다 줄 영향은 단순히 '지구를 살리자'라는 선언에 대한 동참을 뛰어넘어 신 국가경쟁력 체계에 걸맞은 새로운 국제 무역질서라는 소용돌이에서 살아남아야 하는 절박함을 던져 준다. 이러한 범지구적인 환경문제의 해결을 위한 공동노력이라고 포장

된 새로운 국가경쟁력의 개편은 이미 시작됐다. 교토의정서가 정식으로 발효되고 난 이후 예상되는 파급효과로는 첫째, 환경비용이 추가되어 생산현장에서 자본재 투자 우선순위가 변하게 될 것이다. 둘째, 온실가스 감축을 위한 비용 상승으로 생산량이 감소되고 경제성장이 저하됨으로써 실업률이 증대될 것이다. 셋째, 온실가스 저감기술 및 신·재생에너지기술의 역할이 더욱 중요하게 될 것이다. 특히 신규투자 설비에 대한 청정기술의 수요가 높아질 것이다.

따라서, EU 및 일본 등 선진국에서는 이미 이들 기술에 대해 상당한 투자와 노하우를 가진 것으로 알려지고 있다. 선진국의 이러한 기술경쟁력 우위는 결국 선진국의 국가경쟁력의 우위를 지속화하는데 적절히 이용하려 할 것이다. 이미 이것은 현실로 나타나, 온실가스 감축의무를 통한 자국의 경쟁력 저하를 보상하기 위해 감축의무가 없는 국가로부터의 수입품에 대한 무역규제를 하고 있다. 만약 이러한 규제가 강화 된다면 국가 경제의 상당부분을 수출에 의지하고 있으며, 온실가스 저감 기술경쟁력이 높지 않은 우리나라의 경우 큰 부담이 될 수밖에 없는 상황이다.

우리도 이제는 그동안 지속해 온 에너지절약을 꾸준히 진행하면서 온실가스 감축을 위한 체계적인 준비에 박차를 가할 때이다. 특히 다량의 온실가스를 배출하는 에너지 부문은 지속적인 에너지절약과 이용효율 개선, 온실가스 저 배출형으로의 연료전환 및 장기적으로는 온실가스 배출이 거의 없는 신·재생에너지의 공급을 확대해야 한다. 당장 온실가스 감축의무부담이 없다고 여유부리기 보다 지금부터 의무부담에 대비하여 착실히 준비한다면 위기를 기회로 바꿀 수 있는 계기가 될 수도 있다. 향후에는 온실가스관련 첨단기술의 보유여부가 국가와 기업의 경쟁력을 좌우하게 될 것이다.

따라서, 본 고에서는, 최근에 이러한 문제점들을 보다 더 적극적으로 해결하고 동시에 또 다른 가능성을 부가시킬 수 있도록 고안되어 출시되고 있는 에너지 절감형 원적외선, 음이온 기능성 제품 개발 사례 몇 가지를 살펴보고 그 가능성을 평가하여, 이러한 제품들이 향후 ECO-생활환경 조성 및 에너지 절감 역할의 한 축을 담당할 수 있을지에 대하여 고찰해 보고자 하였다.

II. 원적외선, 음이온 방사 소재의 개발

: 원적외선, 음이온 방사 복합 기능성 유리의 제조 및 특성

본 연구는 널리 알려진 소다석회 유리조성물에 상온에서의 음이온 방사특성이 우수한 천연 원료광물 분말과 함께 원적외선 방사 특성이 특별하게 높은 천연 맥반석, 자철광(Fe_3O_4 , Magnetite) 또는 티탄철광(FeTiO_3 , Ilmenite) 등과 함께 배합하여 별도의 에너지원 공급처리 없이도 매우 탁월한 음이온 방사특성과 원적외선 방사특성을 동시에 갖는 복합 기능성 유리조성물을 제조하고자 하는 것이다.

유리는 우리의 주변에 쉽게 널리 사용되어지고 있는 대표적인 환경친화형 소재이며 또한 가공성과 예술성이 뛰어난 소재이다. 따라서, 항상 사람과 가까이 있고, 많이 사용하고 있는 유리제품에 이러한 원적외선 및 음이온을 방사시키는 기능을 갖는 기능성 유리를 개발하여 실생활에 적용시킨다면, 원적외선이 갖고 있는 고유의 생체활성 효과와 더불어, 현대문명의 이기로부터 나오고 있는 유해 전자파, 전자재로부터 뿜어져 나오는 유해 가스 등의 인체에 해로운 양이온들을 효과적으로 제거할 수 있는 복합 기능성유리로서, 비교적 손쉽게 사용할 수 있는 다양한 건강상품 즉, 실내 장식품 및 사무용품, 전기용품뿐만 아니라, 앞서 서론에서 밝힌 바와 같이, 주요 에너지원으로 사용되고 있는 화석연료의 에너지 제공 반응이 이 연료들의 화학적 산화반응이 기초가 되는 연소공정이 그 근간을 이루고 있는 점에 착안하여 본 화석연료들의 완전 연소를 구현함이 바로 연료들의 효율 극대화 및 에너지 절감에 절대적인 영향을 미칠 것은 자명한 사실이다.

위와 같은 배경으로, 최고 92%까지의 원적외선을 방사하며 동시에 최소 100개/cc에서 5000개/cc 사이에서 자유로이 조절이 가능한 음이온 방사 유리를 개발함으로써, 기능성유리의 새로운 개념을 세울 수 있으리라 사료된다.

상술한 목적을 달성하기 위해, 본 연구에서는 SiO_2 , Al_2O_3 , R_2O 및 RO를 기본적으로 함유하는 소다석회 유리조성물 75 내지 99.9 중량%와 음이온 방사 기능성 광물 원료 분말 0.1 내지 25 중량%로 구성되어 이루어진 것을 특징으로 하는 음이온 방사특성을 기능성 유리조성물을 제조할 수 있었다. 이때, 음이온 방사 기능성 광물 원료 분말은 미량의 첨가만으로도 그 기능성을 발현할 수 있음을 알 수 있었으며, 그 함량이 기능성 조성물 총중량의 25 중량%를 초과하는 경우 과도한 음이온의 방사로 인해 이온 밸런스에 악영향을

끼칠 수 있고 원자재 값의 상승을 초래하게 됨도 알 수 있었다. 또한, 상기 소다석회 유리조성물은 앞서 밝힌 바와 같이 원적외선 방사 특성까지도 복합적으로 발현함이 주 목적인 바, 기본적으로 천연 맥반석, 자철광(Fe_3O_4 , Magnetite) 및 티탄철광(FeTiO_3) 등으로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 하나의 성분이 배합되어 조성되어진 것이 바람직하며, 이 때, 상기 천연 맥반석, 자철광(Fe_3O_4 , Magnetite) 및 티탄철광(FeTiO_3)으로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 하나의 성분은 상기와 같이 조성된 소다석회 유리조성물 총 중량에 1~50 중량%로 배합되어 이루어지는 것이 가장 효과적임을 알 수 있었다.

또한, 상기한 유리조성물들은 통상의 소다석회 유리 제조공정을 통해 음이온 및 원적외선 방사특성을 갖는 유리제품으로 제조되어지는데, 상기한 제조공정은 유리조성물은 균일하게 혼합하는 단계와, 그 혼합된 유리조성물을 소성온도에서 용융하여 유리화시키는 단계와, 그 용융물을 서냉 하여 고화시키는 단계를 포함한다.

아래의 Table-1에는 본 연구결과에 따른 대표적인 복합 기능성 유리조성물의 원료배합비를 나타내었다. 본 복합 기능성 유리조성물은, 통상의 소다석회 유리조성물 에 맥반석이 25 중량%로 함유되어 이루어진 원적외선 방사 기능을 갖는 유리조성물 90 중량%와, 음이온 방사 광물 원료 분말 10 중량%를 균일하게 배합하여 이루어진 것이다. 본 연구에서는 이와 같은 기능성 조성물을 약 1400~1500℃ 정도에서 용융하여 유리화시킨 후, 이를 서냉하여 음이온 및 원적외선의 방사특성을 갖는 유리제품을 얻었다. 본 유리제품의 제조과정에 있어서, 비교 예에서 청징제로 사용된 As_2O_3 및 Sb_2O_3 를 청징제로 사용하지 않고도 청징이 가능함을 확인할 수 있었다.

Table-1 복합 기능성 유리조성물 및 통상의 소다석회유리 조성물의 배합비 비교

복합 기능성 유리조성물		통상의 소다석회 유리조성물	
성분	배합량(Kg)	성분	배합량(Kg)
SiO ₂	48.11	SiO ₂	100
Na ₂ CO ₃	30	Na ₂ CO ₃	43
CaCO ₃	6.33	CaCO ₃	12.9
NaB ₂ O ₇ · 5H ₂ O	2.18	NaB ₂ O ₇ · 5H ₂ O	3.62
NaNO ₃	1.35	NaNO ₃	3.60
Al(OH) ₃	1.35	Al(OH) ₃	3.00
TiO ₂	1.11	TiO ₂	2.00
ZnO	1.11	ZnO	2.00
As ₂ O ₃	-	As ₂ O ₃	0.52
Sb ₂ O ₃	-	Sb ₂ O ₃	0.10
Na ₂ SO ₄	-	Na ₂ SO ₄	0.50
Na ₂ SiF ₈	0.21	Na ₂ SiF ₈	0.40
Er ₂ O ₃	-	Er ₂ O ₃	0.0048
Nd ₂ O ₃	-	Nd ₂ O ₃	0.002
맥반석	35.3	맥반석	-
음이온방사광물원료	14.12	음이온방사광물원료	-

본 실험에서 얻어진 유리제품과 비교예의 일반 소다석회 유리제품에 대해, KS 표준의 유리제품 알칼리 용출시험을 수행한 결과, 일반 소다석회 유리제품은 2mg의 알칼리가 용출되었으며, 본 실험에 따른 유리제품은 0.1mg 이하의 알칼리가 용출됨을 확인할 수 있었다. 이러한 실험결과를 통해, 상기한 실험 결과로 얻어진 유리제품은 그 표면구조의 안정성이 상당히 향상되었음을 알 수 있었다. 이는 본 복합 기능성 유리조성물에 함유된 맥반석 중의 Al₂O₃ 성분이 전체 기능성 유리조성물 중의 Al₂O₃ 함량을 증가시켜 유리 내부에 존재하는 비가교 산소를 가교산소로 변환시켜주고, 이를 통해, 유리화 과정 중에 유리구조 내의 Na⁺, Ca⁺이온 등이 표면으로부터 용출되는 현상이 방지되고, 유리화 이후에도 계속적으로 안정화구조를 유지하고 있기 때문이라 사료

된다.

상기 복합 기능성 유리조성물로 이루어진 유리제품에 대해 37℃ 온도조건 하에서 FT-IR 스펙트로미터를 이용해 흑체(black body) 대비값으로 원적외선 방사특성을 측정하였으며, 그 결과를 다음 Fig.-1에 나타내었다. Fig.-1의 결과로부터도 알 수 있는 바와 같이, 본 복합 기능성 유리제품은, 각종 생체에 유익한 원적외선의 방사 파장범위인 2.5~30 μm 의 파장범위에서 전방사율 0.925, 방사에너지 3.57 $\times 10^2$ W/m²을 나타내어, 일반 소다석회 유리 등에서 측정되는 전방사율 범위인 0.60~0.80에 비해 상당히 높은 방사효율을 보였다.

또한, 본 유리제품을 50 \times 50 \times 5mm 크기의 시험편으로 제작한 후, 실내온도 22℃, 습도 49% 조건 하에서 전하 입자 측정 장치를 이용해 상기 시험편에서 방사되는 음이온의 수를 측정하였으며, 그 결과, 약 1000~1400 개/cc의 음이온이 상기의 시험편에서 방출됨을 알 수 있었다.

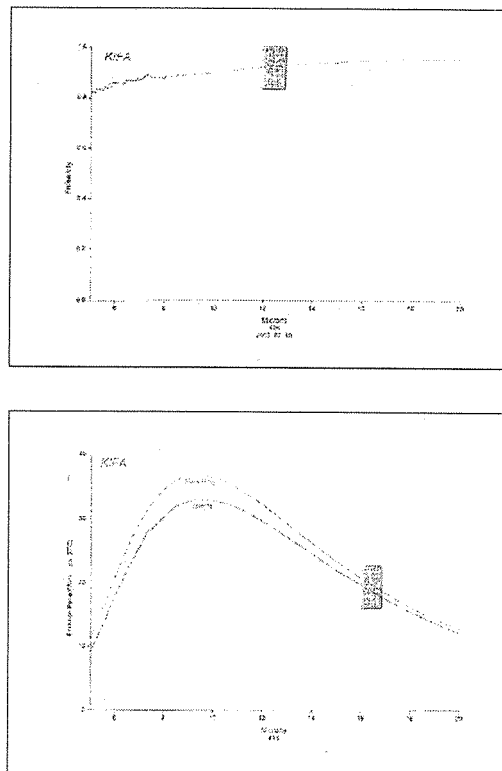


Fig.-1 복합 기능성 유리조성물의 원적외선 방사 특성

Ⅲ. 원적외선, 음이온 방사 복합 기능성 유리 소재의 에너지 절감효과로의 응용

1. 자동차 연비 향상 시스템에의 응용

최근 정부에서는 자동차의 연비 향상을 에너지절약을 유도하기 위한 『평균 에너지 소비효율 제도』가 2개 배기군 별로 나눠 기준연비를 정하고 이에 미달할 경우, 자동차메이커에 재제가 가하는 정책을 확립하여 시행하고자 하고 있다. 즉, 규제개혁위원회는 산업자원부가 제출한 「자동차의 에너지 소비 효율 및 등급표시에 관한 규정개정안」을 심의, 의결했다. 이 개정안에 따르면 자동차의 평균 연비를 1,500cc 이하 급은 리터당 12.4km, 1,500cc 초과 차량은 9.6km로 정하고 이에 미달할 경우, 제조업체에 일정기간동안 연비를 개선할 수 있도록 개선명령을 내린 후 개선 기간 중에도 연비에 미달할 경우 언론에 공표하도록 했다. 한편, 연비측정방식을 놓고 논란이 일었던 LPG자동차는 대상에서 제외됐으며 자동차제작사는 연비가 높은 경차를 판매, 일반 자동차의 연비 부족분을 대신할 수 있도록 했다. 이에 따라, 산자부는 본 개정안이 규제위를 통과함에 따라 빠르면 2005년 5월중에 정식으로 고시하고 국산차는 내년 1월부터, 수입 차는 2010년 1월부터 본 제도를 시행키로 했다.

상기한 최근의 정책변화에 부응하여, 이미 오래 전부터 본인 등이 개발한 원적외선, 음이온 방사 복합 기능성 유리 소재를 이용하여, 일본의 (유) 소유 세이(創生)사, 구루메 공업대학 와따나베 연구실 등과 공동으로 본 자동차 연비 향상 연구를 수행해 왔는바, 그 결과를 본고에서 간략하게 보고하고자 한다.

1-1. 자동차 연비 향상 시스템의 구성

본 자동차 연비 향상 시스템은, 승용차 중심의 중소형 자동차의 경우는 다음 Fig.-2에 나타낸 바와 같이 상기한 복합 기능성 유리 소재 볼들을 소형 원통 개구형 SUS case에 충전 하여, Fig.-3과 같이 자동차 라디에터 냉각수용 보조탱크에 장착함으로써 이루어지는 대단히 간편하고 단순한 적용 방법과,

트럭류의 대형 자동차의 경우는 Fig.-4에 나타낸 바와 같이 보다 큰 filter형 SUS 원통에 기능성 유리 소재를 충전하여, 연료탱크에 직접 연결함으로써 연료를 활성화시키는 방식의 2가지로 이루어져 있다. 그러나, 본 고에서는 주로 전자인 순환식 라디에터 보조탱크 방식의 자동차에 적용할 경우의 효과를 소개하고자 한다.

한편, 본 시스템은 일본의 공동연구자들의 그동안의 부단한 노력으로 일본 시장에서는 이미 실용화 단계 직전까지 도달 하였는바, 그 동안의 일본 측에서 수집한 적용 실험 자료들을 중심으로 그 효과 및 원리를 설명하고자 한다.



Fig.-2 복합 기능성 유리 볼 소재의 장착도

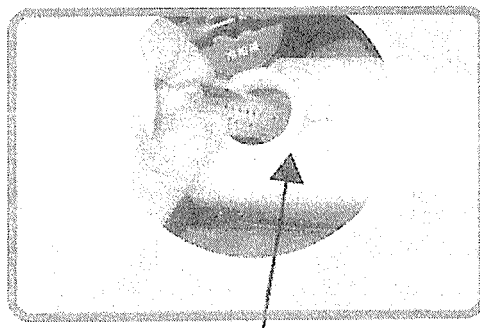


Fig.-3 순환식 라디에터 보조탱크 방식 자동차의 연비 향상 시스템 구성

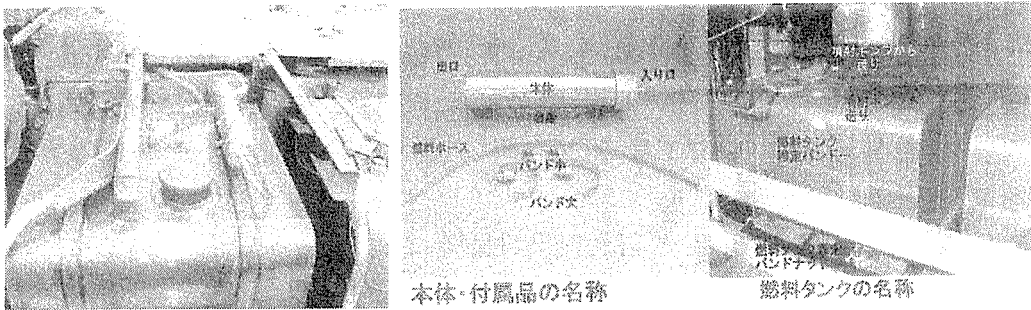


Fig.-4 대형 자동차의 연비 향상 시스템 구성

1-2. 자동차 연비 향상 및 배기가스 개선 효과

본 자동차 연비 향상 시스템은, 자동차의 라디에터 보조탱크에 복합 기능성 유리소재 볼들이 들어 있는 SUS case를 장착함 만으로, 연비의 향상 및 배기가스의 개선효과가 있음을 알 수 있었다. 이때 기대되는 기타 효과들을 종합해 보면 다음과 같았다.

- ① 연비절감 효과
- ② 엔진의 회전소음 감소
- ③ 마력(馬力)의 향상
- ④ 배기가스중 CO, HC 함유량의 획기적인 개선
- ⑤ 엔진오일의 사용주기 연장 가능

한편, 이러한 실험결과에 대한 종합 자료들은 다음 Table-2, Table-3 및 Fig.-5에 나타내었다.

본 실험 결과에 의하면, 실험 대상 자동차의 배기량, 연식, 제조사 등 조건등에 따라 약간의 차이가 있었으나, 연식이 오래된 중고차일수록 그 효과가 크게 나타났으며, 대부분의 자동차가 11%이상의 연비 향상효과를 보여주었고, 특히 1990년도에 출고된 2,400cc형 스웨덴 볼보 자동차의 경우 45.7%라는 극단적인 비교치를 보여주는 경우도 측정되었다. 그러나, 대부분의 실험 대상 차량들의 경우에는 평균적으로 20% 내외의 연비 향상 효과를 얻을 수 있었다. 한편, 지난달에 방송된 일본 아사히 계열 RKB 방송사의 고속도로 공인 실험결과에 의하면, 동일조건(동일 제조사, 동일 배기량, 동일 연식, 비슷

한 주행거리 등)의 2대 차량에 대한 동시 동일 속도로의 동일 거리 주행실험 결과 약 15%의 연비향상 효과를 입증하여 일본에서 방송에 객관적으로 소개된 바가 있다. 이러한 연비 향상 효과에 근거하여, 배기가스 중의 CO, HC가스의 개선효과를 살펴보면, 먼저 27.2%의 연비향상 효과를 보여 주었던 1993년산 일본 도요타사의 2,000cc 클래스터 자동차의 경우, 본 시스템 장착 전 0.3%의 CO 가스 배출량이 장착 후 0.15%로, HC가스가 200ppm에서 22ppm으로 매우 획기적으로 저감되었음을 알 수 있었다. 기타 다른 차종에서도 상호간의 차이는 있으나, 이 역시 연비 향상 효과치와 관련하여 매우 우수한 성능을 보여주고 있음을 실증할 수 있었다.

Table-2 각 시험 대상 차종별 연비 향상 결과 비교표

Model	Displace (cc)	Year	Maker	Average Distance		Fuel Saved(%)	Tested by
				Before	After		
Volvo 240	2400	1900	Volvo	7.0 km/ℓ	10.2 km/ℓ	45.7	Kunitama
Lancer	1500	2003	Mitsubishi	10.6	12.8	20.8	"
Granvia	3400	1996	Toyota	5.8	7.1	22.4	"
bB	1500	2001	Toyota	12.8	14.5	13.3	"
L. Cruiser	4200	1992	Toyota	5.8	6.6	13.8	"
Harrier	3000	1998	Toyota	8.9	9.9	11.2	"
L. Wagon	660	1995	Fuji	10	12	20	Fukase Farm
Fulltime	660	1996	Daihatsu	8	9	12.5	"
Nissan 180		1901	Nissan	Driving distance is increased by 2 km/ℓ			"
L. Cruiser			Toyota				"
Cappella Wagon	1600	1994	Mazda	10.7	12.1	13.1	Meikodo
Insight	1000	2001	Honda	18.7	21.8	16.6	"
Blazer	4200	2000	Chevrolet	5	6	20	Mr. Takahashi
Attley	660	2000	Daihatsu	8	10	33.3	Eco-Net
Crown	2000	1992	Toyota	8	10	25	"
Cresta	2400	1993	Toyota	11	14	27.2	Mr. Matsuo

Table-3 각 시험 대상 차종별 배기가스 개선 효과 비교표

Model/ Type	Year	Maker	Distance (km)	Gas	Before	After	Measured by
Cresta/ 2000cc	1995	Toyota	161,100	CO	0.3 %	0.15 %	Fukuoka Toyota
				HC	200 ppm	22 ppm	
Nissan/ UA-J31	2003	Nissan	23,378	CO	0.03 %	0.01 %	Autobacks Kooriyama
				HC	37 ppm	4 ppm	
Toyota/ GF-GX	2000	Toyota	63,554	CO	0.5 %	0.02 %	"
				HC	240 ppm	27 ppm	
Town Ace/ 1800cc	1988	Toyota	120,000	CO	0.02 %	0.01 %	Toyota Collora Fukuoka
				HC	40 ppm	0 ppm	
Nissan/ Gloria	1992	Nissan	177,478	CO	0.77 %	0.01 %	Fukuoka Nissan Prince
				HC	312 ppm	69 ppm	
Subaru Forester/ Sf5D57R-VAC-1G20	2003	Fuji	65,353	CO	0.76 %	0.01 %	Fukuoka Subaru
				HC	205 ppm	13 ppm	

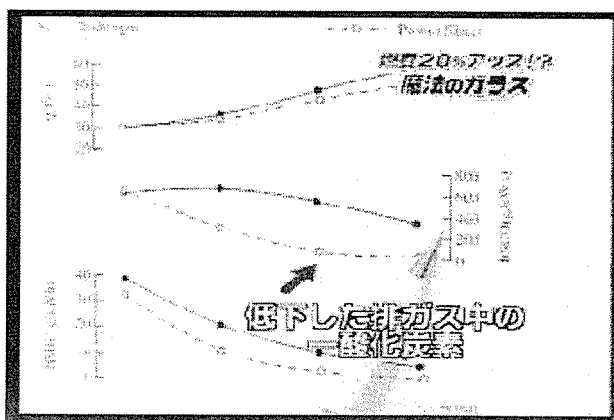


Fig.-5 시험 대상 자동차의 연비 향상 및 배기가스 개선효과

1-3. 자동차 연비 향상 및 배기가스 개선 효과의 원리

본 자동차 연비 향상 및 배기가스 개선 시스템의 원리를 설명함에 있어서는 이미 공지의 사실이 되어 있는 학설인 『불꽃 주변에 전자기장이 형성되면, 그 불꽃의 연소속도가 빨라진다.』라는 이론에 기초하여 설명하는 것이 가장 타당하리라 사료된다. 예를 들면, 다음 Fig.-6에 나타낸 바와 같이 타고 있는 양초 주변에 전자기장을 만들어 주면, 반자성체로 밝혀진 양초 불꽃이 급격하게 반응하여 그 연소 속도가 빨라지는 것을 이미 우리는 상식적으로 알고 있다.

한편, 이와 유사한 실험을 다음 Fig.-7 실험결과 사진에 나타낸 바와 같이 시행하였다. 즉, 일반 유리재질로 만들어진 원통 속과 본 복합 기능성 유리소재로 만들어진 동일 규격의 원통 속에 동일한 양초를 동시에 연소시켰을 때 그 연소속도가 현저하게 차이를 쉽게 알 수 있었다. 이는 앞서 밝힌 원리에 의하면, 각 유리 원통주변에 인위적인 전자기장을 형성시키지 않았다는 점에서, 역시 본 복합 기능성 유리 소재로부터 음이온 발생에 따른 매우 약한 전자기장 형성 효과가 수반되었다는 것을 우리는 예측할 수 있다.

따라서, 이러한 실험결과 및 학설을 기초로, 본 자동차 연비 향상 및 배기가스 개선 시스템의 원리를 설명한다면, 보조탱크 내에 장착된 유리소재가 갖는 높은 원적외선 방사효과에 의해 보조탱크내의 냉각수는 응집되어 있는 물 분자수를 적게 갖는 활성수로 개질이 될 것이며, 원래부터 갖고 있던 음이온 방사기능이 이 활성수에 부가될 수 있을 것이다. 한편, 자동차 엔진이 가동되면서 높아진 엔진 열에 의한 라디에터 냉각수의 온도도 동반 상승하게 될 것이고 결국에는 보조탱크 속 활성수와도 순환하게 될 것이다. 이때, 결국 모든 냉각수는 활성수로 변환되면서, 동시에 온도효과를 받게 된 본 유리 소재로부터의 원적외선 및 음이온 방사효과 또한 극대화 될 것은 너무도 자명한 사실이다. 이 후에는 이 냉각수가 자동차 엔진 실린더 주위를 순환하면서, 자연스럽게 실린더 주변에 다량의 음이온 효과에 의한 전자기장을 형성하게 되어, 앞서 밝힌 양초 실험과 같은 원리로 실린더내의 연소속도를 증진시킴으로써 완전연소에 가까운 산화반응을 일으킬 수 있다고 판단할 수 있을 것이다.

이상의 각 단계별 반응 모식도를 다음 Fig.-8에 나타내었다.

상기한 반응 원리에 의해 본 시스템 효과를 설명하는 것이 가능하다면, 부수적으로 수반되고 있는 배기가스내의 CO, HC 성분 등의 감소효과 또한 너

무도 명확하게 설명이 된다. 즉, 모든 연소반응 후 수반물인 배기가스류(연기류)의 구성 성분들은 그 연소반응의 완전연소 진행여부에 따라 결정되기 때문이다.

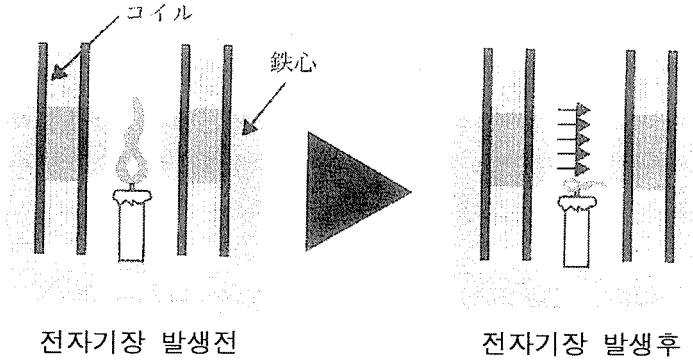


Fig.-6 주변 전자기장에 의한 양초의 연소속도 변화

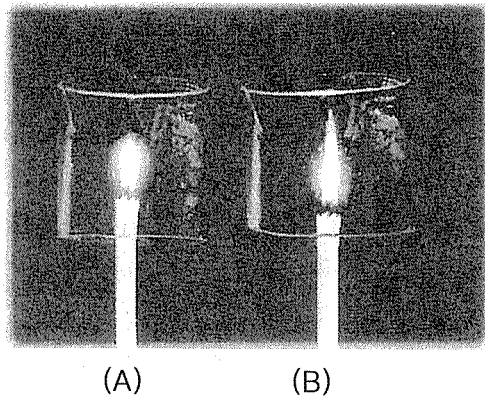


Fig.-7 복합 기능성 유리소재로부터의 음이온 전자기장에 의한 양초의 연소속도 변화
(A : 일반 유리원통, B : 복합 기능성 유리 원통)

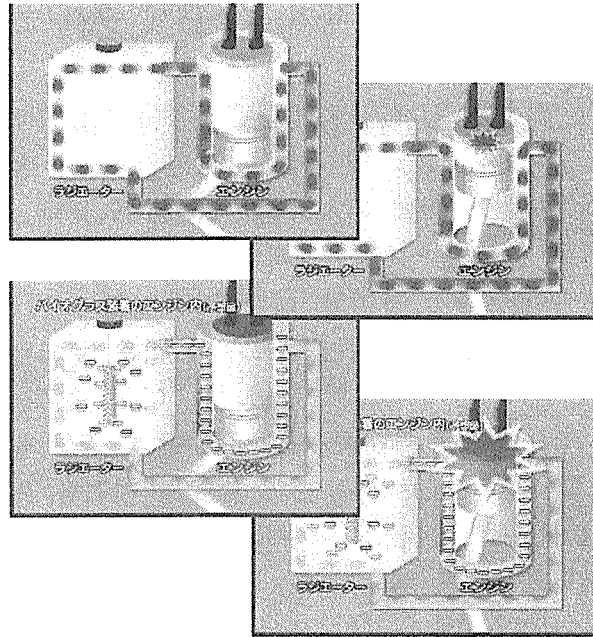


Fig.-8 본 시스템 적용 전·후의 엔진 실린더 내의 연소반응 비교 모식도

2. 복합 기능성 절수용 샤워기에의 응용

우리가 추구해야 할 에너지 절감의 대상 중에 앞서 밝힌 자동차용 화석연료 이외에도 우리 인간들이 가장 많이 낭비하고 있는 수자원에 대한 절수 또한 매우 중요한 과제라 할 수 있을 것이다. 왜냐하면 수자원은 본래 그 자원 자체로서의 중요성이 있음과 동시에, 우리들이 손쉽게 사용하고 있는 수도수를 중심으로 한 모든 정수 처리 수들은 그 처리 공정에 상상하기 어려울 정도의 다량의 화석에너지원이 부수적으로 사용되고 있다는 점이 더욱 더 그 중요성을 주지시키고 있다. 따라서, 이 분야 또한 이미 오래 전부터 본인 등이 개발한 원적외선, 음이온 방사 복합 기능성 유리 소재를 이용하여, 신아 AT(주) 및 (주)성진 유리 등과 공동으로 본 복합 기능성 절수용 샤워기 개발 연구에 매진 해 왔는바, 그 결과를 본고에서 간략하게 보고하고자 한다.

2-1. 복합 기능성 절수용 샤워기 시스템의 구성 및 기능

본 복합 기능성 절수용 샤워기 시스템은, 다음 Fig.-9에 나타낸 바와 같이, 상기한 복합 기능성 유리 소재 볼들을 샤워기 수로 중에 내장시켜 소재 자체가 갖는 원적외선 및 음이온 방사 복합 기능성에 의해 샤워기에 유입되는 사용수를 원천적으로 활성화 시킨 뒤, 최종 토출부 헤드를 수 μ m의 미세 직경을 갖는 초미세형 토출구(Fig.-10)로 설계하여 약한 수압조건하에서도 매우 미세한 수적(水滴)들로 이루어진 천연 폭포수와 같은 부드러우면서도 강한 물줄기를 형성시킴과 함께, 부수적으로 수반되는 이들 수적들 간의 자체 충돌 등에 의한 음이온 방사효과를 극대화 시킨 절수용 기능성 샤워기 구조로 이루어져 있다. 한편, 본 샤워기에는 사용수의 부유물 제거를 위한 부유물 제거용 부직포 필터와 수돗물 속의 잔류 염소 제거 및 피부 보호 그리고 아로마테라피 효과 등을 선택적으로 구현할 수 있는 비타민 C 필터와 아로마향 필터 등이 장착될 수 있는 여유 공간도 같이 설계하였다.

상기한 본 시스템의 특징 및 효과를 종합해 보면 다음 Table-4와 같다.

Table-4 복합 기능성 절수용 샤워기 시스템의 특징 및 효과

시스템의 구성 특징	기대 효과
복합 기능성 유리 소재 볼의 내장	원적외선 방사에 의한 환원 활성수로의 수질개선 효과, 항균, 소취 효과, 음이온 방사
초미세공 토출구	음이온 방사 극대화
부직포 필터	원수중의 부유물질 제거
비타민 C 필터	잔류염소 제거, 피부보습 효과
아로마향 필터	아로마테라피 효과
분해조립의 용이성	부품교체 용이

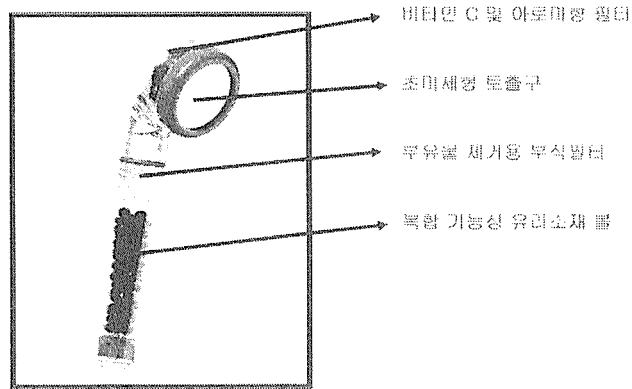


Fig.-9 복합 기능성 절수형 샤워기 시스템의 구성도

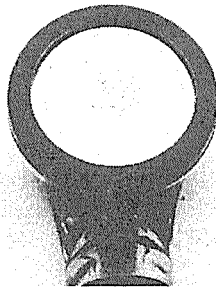


Fig.-10 복합 기능성 절수형 샤워기 헤드의 구조

2-2. 복합 기능성 절수용 샤워기 시스템의 절수 기능에 의한 에너지 절감 효과

본 복합 기능성 절수용 샤워기 시스템의 다양한 기능 중, 본 고에서 중점적으로 살펴보고자 하는 절수기능에 대한 실험방법은 다음과 같고, 그 실험결과 Table-5에 나타낸 바와 같다.

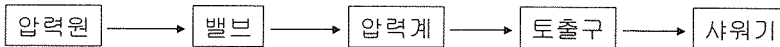
- 이 실험 방법은 KSB2331(수도꼭지) 8.2토수성능 시험법에 준하여 실험

1. 실험 장치

1) 샤워기 사용전



2) 샤워기 사용후



2. 검체(샤워기)

- 1) 아이라 샤워기
- 2) 시중 판매용 일반 샤워기 2종

3. 실험 방법

- 1) 항의 실험장치에 따라 SETTING 한다.
- 2) 각각의 토수량에서 샤워기 사용전과 사용후의 분당 토출량을 측정한다.

Table-5 복합 기능성 절수형 샤워기 시스템의 절수 효과

토수량(MPs)	수압(kgf/cm ²)	샤워기 사용전	본 시스템	비교 A	비교 B
0.098	1	10.1	4.0	9.5	9.2
0.196	2	14.0	5.1	13.8	12.9
0.294	3	18.1	6.2	17.0	16.1
0.392	4	21.2	7.3	19.7	18.5
0.490	5	23.5	8.3	22.0	21.0

상기한 실험결과를 기초로 성인 1인의 평균 샤워시간 10분을 기준으로 수압 3 kgf/cm²의 가정에서 4인가족이 1년간 샤워용으로 사용하게 되는 수돗물의 가격계산 비교를 해본 결과는 다음 Table-6와 같다. 이 때 수돗물 가격은 2001년 전국 평균 수돗물 가격인 489.1 원/톤(한국수자원공사)을 기준으로 하였다. 그 결과, 통상의 일반 샤워기들에 비해 약 65% 정도의 절수효과가 있음을 알 수 있었으며, 이를 에너지비용으로 환산했을 때 연간 각 가정 당 약 70,000원 이상의 비용절약이 가능함을 알 수 있었다.

Table-6 복합 기능성 절수형 샤워기 시스템의 절수비용 비교

	인입수	본 시스템	비교 A	비교 B
1인 사용량	181 ℓ	62 ℓ	170 ℓ	161 ℓ
4인가족 1일 사용량	724 ℓ	248 ℓ	680 ℓ	644 ℓ
4인가족 1개월 사용량	21,720 ℓ	7,440 ℓ	20,400 ℓ	19,320 ℓ
4인가족 1년 사용량	260,640 ℓ	89,280 ℓ	244,800 ℓ	231,840 ℓ
1년사용 수도물 가격	127,479 원	43,666 원	119,732 원	113,392 원

2-3. 복합 기능성 절수용 샤워기 시스템의 절수 기능 원리

본 복합 기능성 절수용 샤워기 시스템은, 상기한 바와 같이, 복합 기능성 유리 소재 볼들을 샤워기 수로 중에 내장시켜 소재 자체가 갖는 원적외선 및 음이온 방사 복합 기능성에 의해 샤워기에 유입되는 사용수를 원천적으로 활성화시킴으로서, 본 샤워기에 유입된 물분자들의 응집 분자수를 적게 만들어 원수의 엔트로피를 최대한 높여준 뒤, 최종 토출부 헤드를 수 μm 의 미세 직경을 갖는 초미세형 토출구로 설계하여 약한 수압조건하에서도 매우 미세한 수적(水滴)들로 이루어진 천연 폭포수와 같은 부드러우면서도 강한 물줄기를 자연스럽게 형성시킴과 함께, 부수적으로 수반되는 이들 높은 활성을 갖는 미세한 수적들 간의 자체 충돌 등에 의한 음이온 방사효과(레너드 효과)를 극대화 시킨 기능성 샤워기 구조로 이루어져 있다. 따라서, 작은 수압조건에서도 비교적 적은 양의 수량이 효과적으로 강하게 토출될 수 있는 구조에 의해 기본적인 절수효과를 구현할 수 있으리라 사료된다. 한편, 본 샤워기의 토출 수물줄기는 극단적으로 활성화된 미세 수적들의 집합체인 부드러우면서도 강한 물줄기로 이루어져 있다는 점과 상기한 레너드 효과에 의한 수십만 개의 음이온 파에 둘러 쌓여진 특성들에 의해 매우 우수한 세정력 등이 예상되는 바, 실제 사용자가 보다 짧은 시간 내에 사용목적 달성이 가능하여, 이로 인한 전체 물 사용량 절감 효과도 무시할 수는 없을 것이다.

IV. 결 론

본 연구는 원적외선 및 음이온 방사 복합 기능성 유리소재를 사용하여 에너지 절감형 제품으로의 적용 가능성 평가를 수행한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 순환식 라디에터 보조탱크 방식 자동차의 라디에터 보조탱크에 복합 기능성 유리소재 볼들이 들어 있는 SUS case를 장착하여, 연비의 향상 및 배기가스의 개선효과 여부를 실험해 본 결과, 실험 대상 자동차의 배기량, 연식, 제조사 등 제반 조건 등에 따라 약간의 차이가 있었으나, 연식이 오래된 중고차일수록 그 효과가 크게 나타났으며, 대부분의 자동차가 11%이상의 연비 향상 효과를 보여주었다.

한편, 이러한 연비 향상 효과에 근거하여, 배기가스 중의 CO, HC가스의 개선효과를 살펴보면, 이 역시 연비 향상 효과치와 관련하여 매우 우수한 성능을 보여주고 있음을 실증할 수 있었다. 이 때 부수적으로 기대되는 기타 효과들 모두를 종합해 보면 다음과 같았다.

- ① 연비절감 효과
- ② 엔진의 회전소음 감소
- ③ 마력(馬力)의 향상
- ④ 배기가스중 CO, HC 함유량의 획기적인 개선
- ⑤ 엔진오일의 사용주기 연장 가능

2. 복합 기능성 유리 소재 볼들을 샤워기 수로 중에 내장시켜 소재 자체가 갖는 원적외선 및 음이온 방사 복합 기능성에 의해 샤워기에 유입되는 사용수를 원천적으로 활성화 시킨 뒤, 최종 토출부 헤드를 수 μ m의 미세 직경을 갖는 초미세형 토출구로 설계하여 약한 수압조건하에서도 매우 미세한 수적(水滴)들로 이루어진 천연 폭포수와 같은 부드러우면서도 강한 물줄기를 형성시킴과 함께, 부수적으로 수반되는 이들 수적들 간의 자체 충돌 등에 의한 음이온 방사효과를 극대화 시킨 절수용 기능성 샤워기 시스템에 의한 절수효과를 살펴보면, 통상의 일반 샤워기들에 비해 약 65% 정도의 절수효과가 있음을 알 수 있었으며, 이를 에너지비용으로 환산했을 때 연간 각 가정 당 약 70,000원 이상의 비용절약이 가능함을 알 수 있었다.