

유럽제국의 무연휘발유 수요확대와 전망

최 중 호
(대한석유협회 홍보실)

이 글은 지난 3월에 있는 Institution of Chemical Engineers와 Institute of Petroleum 소속 Energy Economics Group과의 합동회의에서 발표된 RW Houghton BP 수석 경영분석가의 「Unleaded gasoline—a refiners view of the future」를 옮긴 것이다. <역자註>

최근 무연휘발유가 유럽에서 중요과제로 부상하고 있다. 英國에서는 무연휘발유에 대하여 세제 혜택을 줌으로써 무연휘발유의 사용을 확대시키라는 요구가 사회 각층에서 분출하고 있으며, 한편에서는 무연휘발유의 환경보전적 측면이 자동차판매촉진의 수단으로 까지 이용되고 있다.

그러면 유럽에서 예견되고 있는 무연휘발유로의 전환은 정제업자와 석유제품 공급업자들에게 있어 어떤 의미를 가지는 것인가? 본고에서는 이러한 전환이 공급과정에 어떤 영향을 미칠 것인가라는 측면에서 유럽에서의 무연휘발유의 전반적 상황을 살펴보고자 한다.

1. 납의 기능과 유해성

1920년대부터 lead alkyls(4에틸납, 4메틸납)는 휘발유의 옥탄가를 향상시키기 위한 첨가제로 사용되어 왔다. 또한 이러한 납화합물의 첨가는 피스톤엔진의 벨브마모를 방지하는 데도 도움을 준다. 따라서 납첨가제의 제거는 엔진효율의 측면에서 필요한 연소효율을 얻기위하여 옥탄가를 높여야 한다는 것과 벨브의 심화되는 마모현상

에 대처해야 된다는 2가지의 어려움을 발생시키는 것이다.

휘발유에서 납을 제거하라는 요구는 환경보전적 측면에서 제기되고 있는데 2가지 사항이 주요이유로 떠오르고 있다.

첫번째는 완전연소되지 않은 탄화수소나 질소산화물과 같은 공해물질을 제거하기 위해서는 접촉전환장치에 있어서의 완전연소시스템의 도입을 들 수 있다. 촉매로서 쓰이는 납은 인체에 유해한 독성물질로 인식되고 있어, 美國과 日本, 유럽 등지에서 무연휘발유에 대한 요구를 심화시키는 요인으로 작용하고 있다.

둘째는 인체내에서의 높은 납의 축적은 知力감퇴와 상관관계가 있다는 의학적 증거이다. 물론 환경에 악영향을 미치는 납의 출처는 다양하지만, 도시지역에서 대기중에 유출된 납의 대부분은 자동차배기가스에 의한 것이다.

2. 납의 제거

이러한 납의 유해적 측면에 대한 일반적 관심이 고조

됨에 따라, 휘발유에서 납을 제거하려는 계획들이 美國, 日本, 서유럽 등에서 진행되고 있다. 이러한 계획들은 무연휘발유의 사용을 유도함과 아울러 새로운 자동차들을 무연휘발유의 사용에 적합하도록 조제한 후, 납의 함유정도를 규제하는 방식을 취하고 있다.

마모방지를 위해 납을 필요로 하는 자동차로부터의 납방출도 규제하기 위하여 납함유량의 최대허용치를 점차적으로 하향조정하고 있다.

무연휘발유에 요구되는 옥탄가에 대한 이상적인 타협안을 도출해내기 위해서, 입법자들은 새로운 엔진설계를 위해 필요한 공작기계제조비용은 물론 자동차의 적정성능을 유지시키려는 자동차제조회사의 요구들도 고려하여야만 한다. 납의 첨가없이 일정옥탄가를 유지하는데 드는 정유회사의 증가비용은 이러한 타협안을 바탕으로 조정된다. 'Eurograde' 무연휘발유 옥탄가는 RON(Research Octane Number)95로 정해졌는데, 이 정도 수준의 무연휘발유를 생산하기 위해서는 현재 유럽표준 고급유연휘발유(RON 98, 0.15 g / 리터)와 거의 비슷한 생산비용이 든다. 그러나 양자는 모두 전의 보통휘발유(RON 98, 0.40 g / 리터) 보다는 대폭 규제된 수준이다.

3. 무연휘발유 수요

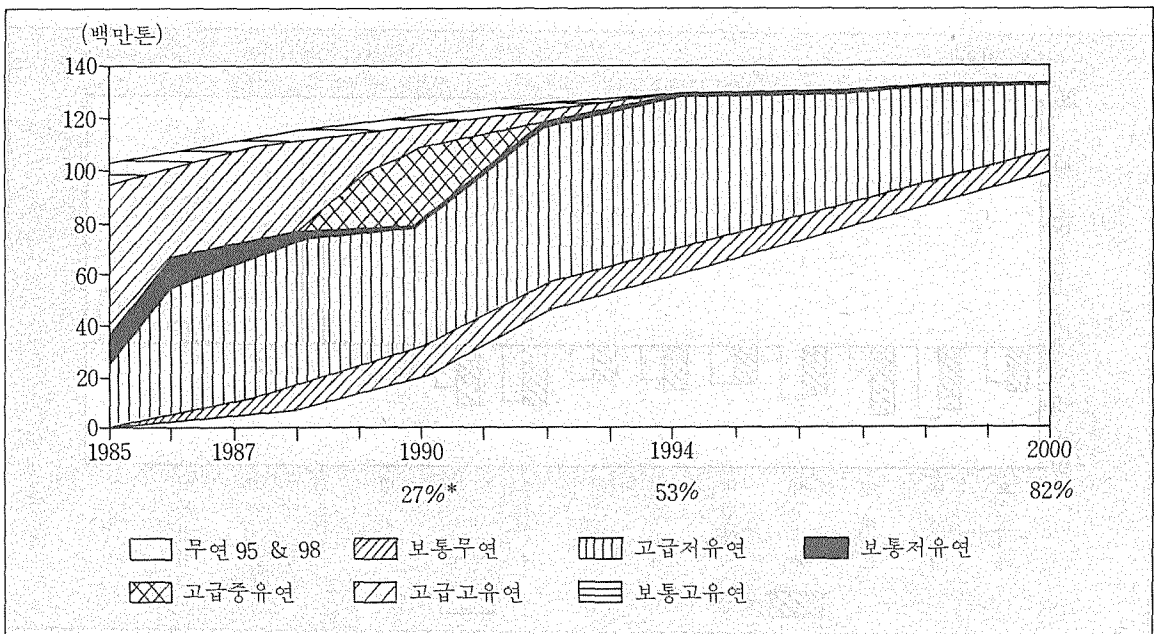
<그림-1>은 유럽에서의 무연휘발유점유율을 보여주고 있다. <그림-1>에서 보듯이, 무연휘발유의 점유율은 점점 증가하고 있으며, 오는 90년대말에는 수요휘발유의 80% 이상을 차지할 전망이다. 유연휘발유의 존속여부는 유연휘발유를 사용하는 자동차들의 수명에 달려있으며, 아마도 다음 세기에는 그 자취를 감출 것으로 예상된다. 하지만 일부시장에서의 유연휘발유점유율이 급격히 낮아질 경우 석유회사 스스로 공급을 포기, 이러한 추세를 가속화시킬 수도 있다.

서독과 스칸디나비아반도에서의 무연휘발유 대체는 활발히 진행되고 있으며, 영국에서의 대체속도는 점증하고 있지만 그 점유율은 5% 수준에 머물고 있는 실정이다.

4. 무연휘발유로의 전환

무연화추세를 가속화시키는 요인으로는 다음의 3가지를 들 수 있다.

<그림-1> 유럽 무연휘발유 수요추이



* 총 자동차휘발유 수요중 무연휘발유의 비중

첫째는 환경문제에 대한 국민들의 민감한 반응이다. 환경보전에 대해 전통적으로 많은 지지를 해온 정치세력이 있는 나라들에서는 무연휘발유로의 전환에 많은 열성을 보이고 있다.

둘째는 환경입법이다. 유럽각국 정부는 법률제정으로 무연화를 촉진시키고 있다. 西獨정부는 유연보통휘발유(RON 91)의 공급을 금지시키고 소비자들로 하여금 무연휘발유로 대체하도록 하거나 더 비싼 유연휘발유를 사용하도록 권장하고 있다. 프랑스나 이탈리아, 스페인과 같은 비교적 환경보전에 대한 경각심이 덜한 나라들에서도 무연화 추진계획작성에 박차를 가하고 있다.

셋째는 연료유에 대한 세제감면에 의한 재정적 동기유발이다. 무연휘발유를 사용함으로써 낮아진 옥탄가에 대처해야 될 필요가 있는 자동차의 경우, 자동차소유주들은 무연휘발유로 바꾸게끔 자극을 주는 동기유발이 필요한 것이다. 이러한 동기유발은 주로 무연휘발유에 대한 세제감면이라는 형태로 이루어지고 있는데 <그림-2>는 현재 유럽시장에서의 무연휘발유 세제감면상황을 보여주고 있다.

환경보전론자들의 여론이 무연휘발유사용입법과 제

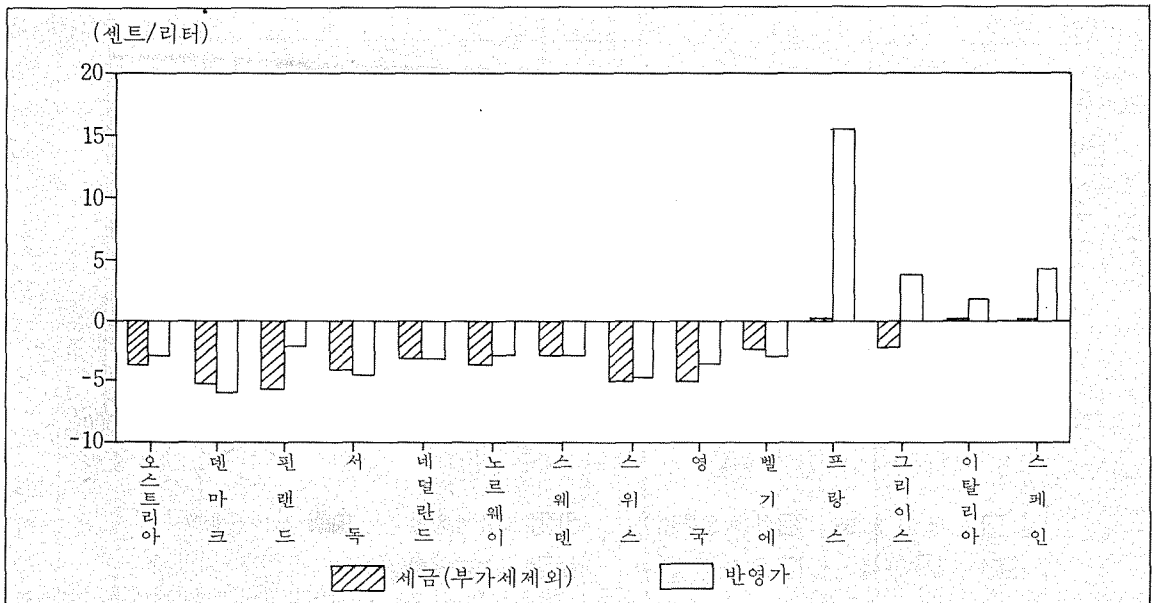
정지원체제를 확립시키는데 큰 역할을 하였다. 사실상 1992년에는 이탈리아와 스페인이 무연휘발유 사용으로 정책을 전환할 것으로 보여 유럽에서의 무연휘발유 사용의 균형문제는 큰 문제가 될 것 같지 않다.

5. 정제업자들에 미치는 영향

위에서 언급되었던 바와 같이 RON 95 무연휘발유의 생산비용은 RON 98(0.15 g / l)유연휘발유의 생산비용과 비슷하여, 특히 북유럽에서는 'Eurograde'수준으로의 정제페턴 전환이 진행되고 있다. 하지만 lead alkyls의 제거는 가솔린의 혼합과정상 몇가지의 어려움을 유발시키는데, 그 주요 질적 문제는 다음과 같다.

a) MON의 상승. Motor Octane Number(MON)은 자동차의 고속주행시 더 효율적으로 연료의 효율을 측정기 위한 test이다. 휘발유基材와 옥탄가와의 관계가 <표-1>에 나타나 있다. MON은 대체적으로 유럽시장에서 RON보다 옥탄가가 10정도 낮게 책정되어 있다. 그러나 RON과 MON의 차이가 10 이상이 될 경우에는 정유사가 MON을 더 높여야 한다는 압력을 받게

<그림-2> 무연휘발유 세제감면 현황



<註> 이탈리아와 프랑스는 1989년 중반에 무연휘발유에 대한 세제감면을 실시할 예정임.

〈표-1〉 휘발유基材의 옥탄가

	R O N	M O N
경질 직류 휘발유	60~70	50~60
접촉분해 휘발유	92	80
異性化 휘발유	80~84	78~82
접촉개질 휘발유	98~102	87~91
알킬레이트	94	91
M T B E	115~125	97~104

된다.

b) 휘발성. 탈무연화가 진행되면서 미국에서는 증기유출에 대한 관심이 휘발유의 휘발성에 대한 점진적인 제한으로 이어졌다. 유럽에서는 1단계 증기압회수와 특별장치 부착(on-board canisters)이 경제적 측면과 환경적 측면 모두에서 가장 좋은 해결책으로 거론될 수 있을 것이다. 하지만 연료의 질과 탄화수소방출규제의 기계적 장치 사이에는 균형이 잡혀있어야만 할 것이다. 증기압감소규제가 강화된다면 RON과 MON을 높일 수 있는 훌륭한 첨가제들이 배제되거나 제한되어야만 한다.

c) 벤젠. 벤젠의 휘발유첨가 최고한도는 대부분의 유럽 시장에서는 이미 제한되어 오고 있다. 벤젠이 주로 쓰이는 곳은 접촉개질 휘발유이며, 휘발유 속에서의 벤젠은 옥탄가를 높이는 중요첨가제로 알려져 있다. 벤젠첨가에 대한 규제가 명시화되고 강화된다면, 정제업자들은 개질 재료의 질을 control하거나 개질 휘발유로부터의 벤젠회수시설을 설치하여야만 할 것이다.

d) 할산소화합물, 알콜과 에테르도 옥탄가를 향상시키는 능력을 가지고 있다. 하지만 이들의 사용에도 논란이 없지는 않다. 알콜과 관련하여 가장 어려운 문제는 이것이 물에 녹는다는 점에서 발생되고 있는데, 벤젠의 이러한 수용성은 공급과 유통체계에 있어서의 난점으로 부각되고 있다. 가장 유망한 할산소화합물은 역시 MTBE (methyl tertiary-butyl ether)라고 할 수 있다. MTBE는 5~10%의 농축으로 옥탄가를 증진시킬 수 있는 무공해 첨가제이다.

경제적인 혼합휘발유를 얻기 위해 정제업자들이 취해야 할 길은, 위에 언급한 요소들을 고려함과 동시에 시장에서의 옥탄의 가치와 비용들도 무시해서는 안된다는 것이다. 유럽에서 납의 함량이 리터당 0.40g에서 0.15g으로 큰폭으로 조정되고, 미국에서는 무연화추세가

최고조에 달했던 1986년 여름은 예외로 하더라도, 옥탄의 가치는 옥탄톤당 약 3달러 정도였다.

이것은 넓게 보면 증가하는 처리량 또는 개질공정상의 엄격성에 소요되는 비용이라고도 할 수 있다. 개질 처리공정은 여전히 경영상의 수지를 어느 정도 맞출 수 있는 한계 공정으로 여겨지고 있다. 이러한 사정들을 감안하여 정제업자들이 강화되는 옥탄풀(Octane Pool)에 대처하는 길은, 다른 종류의 첨가제를 배합하여 충분한 역량을 낼 수 있는 개질작업에 투자하는 방법을 들 수 있다. 이것이야말로 진정한 기본적 정제해결책이라 할 수 있으며, 북유럽 대부분의 국가들에서는 이미 진행되고 있고 그밖의 지역에서는 준비중에 있다. 현존하는 개질장치에서의 장애극복과 아울러 새로운 연속 개질처리장치의 설치도 계속될 것으로 보인다. 이와 더불어 수율을 촉진시키기 위한 저압가동장치로의 전환도 고려될 것이다. 이와 같은 장치상의 진전은 개질공정과 접촉분해공정에서의 우수한 촉매의 도입과 연계되고 있다. 접촉분해 촉매제조업자들의 경우에 있어서 이러한 사정은 RON보다는 MON의 개선에 주력하도록 방향전환을 요구하고 있다. 위의 개선책들에 발맞추어 공정 제어 전문가들과 주요 석유사들은 휘발유생산시설에 정교한 on-line 통제방식을 도입하고 있다. 이러한 최적화모델들은 주로 생산/공급기능에 의한 옥탄투입의 가치와 관계되며 가장 경제적인 운용상태를 확보하기 위한 것이다. 적절한 비용으로 적격한 성분을 생산하는 다른 처리공정으로는 異成化, 重合, 알킬化 공정들을 들 수 있다. iso-butylene을 이용할 수 있는 정제업자들이 취할 수 있는 최선의 선택은 MTBE시설을 갖추는 것이다. MTBE에의 확산되는 투자는, 위에서 언급한 바대로, 옥탄의 경제성에 따라 좌우될 것이다. 옥탄톤당 3달러 수준에서의 MTBE에 대한 투자는 최소한도의 수지는 맞출 수 있을 것으로 보인다. 만일 옥탄가치가 5달러 정도로 상승한다면 새로운 MTBE시설은 자본비용을 보상할 수 있을 것이다.

6. 옥탄

휘발유옥탄의 전체수요는 증가할 것으로 예상되며 이것이 여러 성분간의 가치차를 넓힐 것으로 보인다. 옥탄의 가치는 옥탄구매자들이 그들의 새로운 공정에

옥탄을 투입할 가치가 없다고 판단하는 바로 그 선에서 결정될 것이다. 합산소화합물의 가격이 정유산업에서 쓰이는 옥탄의 비용에 근접하고 있다는 사실은 이미 명백해지고 있다.

요약하여 말한다면, 정유산업은 무연휘발유의 확산으로 더 이상의 변혁은 겪지 않을 것으로 예상된다. 공정상의 변화는 이미 일반적인 현상이 되어버렸고, 남부유럽에서만 좀더 많은 투자가 있어야 될 것으로 기대된다. 중심적인 투자는 규제에 엄격성에 대한 대안, 촉매의 전환과 성분시장의 개척이 이루어진 다음에나 가능할 것이다. 이 모든 것로부터 질에 대한 압력이 여전히 계속될 것이라는 것이 예상된다. 위에서 말한 휘발성에 대한 규제나 벤젠의 전환요구와는 별도로, 또 하나의 문제가 어려움으로 부각되고 있다. 즉 주요휘발유의 옥탄가가 95에서 더 높은 수준으로 진행된다면, 더욱더 많은 정제업자들은 자신들의 사업이 점점 더 타이트해짐을 느끼게 될 것이다. 이것은 투자의 필요성을 더욱 가속화시킬 것이며, 옥탄가에 대한 압력이 높아지고 있는 이러한

상황에서 다수의 정제공장들은 수소화분해와 접촉개질에 대한 합동투자가 요구되어진다. 공정에 대한 개선요구는 대부분의 시장에 RON 98의 무연휘발유가 도입되면서 부터 감소될 것으로 보인다. 이러한 수준의 무연휘발유는 고급연료를 사용함으로써 추가되는 비용부담만큼의 성능을 낼 수 있는 자동차들을 주대상으로 하여왔다. 좀더 높은 옥탄가를 내야한다는 정당성은 RON 95 정도에서 운행될 수 있도록 디자인된 자동차들의 비중이 증가되면서부터 축소되고 있다. 모든 유럽의 자동차제조업자들이 이 추세에 발맞추려하고 있으며, 컴퓨터엔진관리 시스템이 더욱 발전되면 운전자들은 연료를 선택하는데 있어 좀더 많은 유연성을 가지게 될 것이다.

영국은 무연휘발유수요의 도약단계에 들어와 있으며 많은 주요석유회사들은 그들의 힘을 무연휘발유쪽으로 돌리고 있다. 무연휘발유의 사용증대에 대비하여 영국의 생산·유통체계는 이미 만반의 준비를 갖추고 있는 것이다. □

□ 환경용어 □

• 옥시던트(Oxidant)

광화학스모그의 원인이 되는 강산화성 물질인 오존, 알데히드, PAN(파오커시 아세틸 니트레이트) 등의 총칭. 오존은 일반 대기속에도 존재하지만 대기중의 농도가 1.15ppm을 초과하면 목과 눈의 점막을 상하게 하고 5~10ppm 농도의 대기를 연속적으로 호흡하면 사망하는 독가스이다. 여기에 탄화수소와 일산화탄소, 이산화탄소 등이 결합하여 알데히드와 PAN 등의 복잡한 화합물질이 발생하는데 이러한 물질도 산화시키는 작용이 강해 사람의 눈과 목을 상하게 한다.

• 광화학 스모그

차량통행이 번잡한 지역에 일어나는 현상으로 자동차의 배기가스에 함유되어 있는 탄화수소와 질소산화물이 강한 자외선을 받으면 옥시던트란 산화물이 생성되어 이황산가스와 함께 사람의 눈이나 목의 점막에

통증을 야기시키는 공해를 말한다.

• 부영양화(富營養化, Eutrophication)

호수나 연근해 등에 질소 인 등의 영양분이 증가하는 것. 원래 빈영양호였던 호수에 영양분이 유입됨에 따라 수초, 조류(藻類) 등이 증가하여 물이 탁해지고 호수바닥에 침전물이 쌓임에 따라 부영양화로 바뀌는 것을 부영양화라 한다. 부영양화가 진행되면 호수 근처에서는 이 물을 상수원(上水源)으로 사용할 수 없게 된다.

• 2차공해

공장이나 자동차 등에서 직접 배출되는 유해물질에 의해 발생하는 일반적인 공해에 대해, 공해방지나 환경정화를 목적으로 사용한 처리장이나 약품, 첨가물 등에서 파생하는 2차적인 공해를 말한다.