

석유매장량, 알려진 것보다 훨씬 많다

피터 R.오델

< 네덜란드 에라스무스대학 국제에너지학 명예교수 >

석유 매장량에 대한 기존의 판단은 석유 매장량에 대한 공공연한 우려를 낳고 있다.

하지만 아직도 발견해야 할 석유가 상당량 부존하고 있으며, 이로 인해 21세기 후반까지 석유산업이 성장할 것이라는 견해가 제기되고 있다.

1950년부터 1970년 사이의 석유 사용량은 1950년의 40억 배럴에서 1970년의 160억 5천 배럴로 4배가 증가했다. 이는 석탄에 의존했던 이전의 경계를 지속할 수 없는 상황에 있었던 주로 서유럽과 일본과 같은 세계 선진공업국들의 주로 전후복구를 지속하기 위한 석유 수요 확대와 그에 따른 급속한 경제 성장에 대한 결과였다.

회고:전통적 견해

1960년대 후반 선진공업국에서 석유소비 증가과정이 가속화됨에 따라 소련 연방과 그 동맹국 그리고 일부 개발도상국가의 석유 수요증가도 동반 증가하게 되었다.

막대한 세계 석유수요의 예측은 그 당시 거의 대부분의 경우 장래 석유수요에 대한 전통적 방식으로 채택된 과거의 연평균 성장률 7.5%를 단순히 적용·추정하는 것이 상식화 되었다.

이같은 가정에 의해 2000년까지의 마지막 30년간 누적 석유사용 예상량은 약 1조 7,500억배럴로 계산되었으며, 2000년의 사용량은 약 1,300억 배럴로 추정되었다(Warman, 1972).

이같은 사태전망은 생산, 수송, 분배 하부구조의 확대에 대한 엄청난 암시를 해 줄 뿐만 아니라 또한 세계 석유매장량 및 자원이용도에 대한 우려섞인 암시를 동시에 제시해 준다.

아직도 발견해야 할
석유가 상당량
부존하고 있으며,
이로 인해 21세기 후반까
지 석유산업이 성장할
것이라는 견해가
제기되고 있다.

산업화시대의 초기부터 1970년까지 석유 사용량은 4,000억 배럴이며, 1971년 발표된 매장량 약 5,200억 배럴을 포함하여 총 석유량은 10,000억 배럴 이하로 알려지고 있다.

만일 15년간의 최소한 매장량 대비 생산 비율이 유지된다면, 2000년까지 석유산업의 예상성장을 지속시키기 위해서는 추가적인 40,000억 배럴의 매장량이 필요하다.

물론, 그러한 석유산업의 탐사 및 매장량 개발노력의 대규모 확대는, 전통적인 석유에 대한 세계의 최종적인 자원베이스와 상관없이, 실질적으로 상상하기 어려운 것이다.

당시 일반적인 추정은 20,000억 배럴 이하였으며, 전망은 불가능한 것으로 보였다.

따라서, 장래 석유자원의 불가피한 고갈로 인해서 세계 석유산업은 비교적 가까운 장래의 위험을 향해 나아가고 있는 것으로 보였다. 적어도 대표적으로 가격이 상승하였고, 최악의 경우 석유자원의 고갈로 세계경제 및 사회체계의 붕괴가 나타날 것으로 예상되었다.

이러한 1970년대 초 석유고갈에 대한 시각은 첫번째 석유매장량 위기 시나리오는 아니었지만(Williamason et al), 그것은 하나의 세계산업으로서 그리고 세계에서 가장 중요한 에너지 근원인 석유에 관련해 나타난 첫번째 위기였다.

이같은 우려 자체는 가격상승을 촉진시켰다. 그리하여, 주로 석유정책에 기인한 것이기는 하지만(Odell, 1986), 석유가격쇼크가 불가피한 것으로 받아들여졌다. 많은 국가들이 에너지분야 정책결정에 수십억불의 단기 대체에너지연구를 포함시켰지만, 그러한 투자는 무익한 것으로 판명되었다.

회고:현실

그 당시 이러한 문제를 갖고 있던 석유의 장래에 대한 전통적인 견해는 현실적인 것 같지는 않아 보였다. 반대의 주장들은 수요와 공급 구성요소에 경제적인 요인을 도입할 것을 시도하였으며, 석유 생산과 석유 사용의 기술적 효율성에 있어서 지식 확충과 발달된 기술개발의 지속적이고 적극적인 역할을 주장하였다(Adelman, 1993; Odell, 1973).

가격이 인상됨에 따라 수요가 억제되고 1971~2000년의 추가 매장필요량은 전통적인 상식으로 가정된 40,000억 배럴보다도 못미친 10,000~15,000억 배럴이었다. 더욱이 추가 석유수요량 중 대부분은 이미 알려진 유전의 매장량에 대한 지속적인 재평가과정에서 나온 것이었다. 따라서 석유에 대한 새로운 발견률은 1970년 이전에 이미 달성된 비율 이상일 필요는 없게 되었다.

장래 석유자원의
불가피한 고갈로 인하여
세계석유산업은
장래의 위험을 향해
나아가고 있으며,
최악의 경우 세계경제 및
사회체계의 붕괴가
나타날 것으로 예상되었다.

그 당시 진행중이던 탐사 및 개발의 새로운 개발기술, 그리고 1970년까지 개발이 미미했던 특히 해상 등 미 탐사지역으로 남아있는 세계의 광범위한 지역을 감안할 때, 높은 가격에서 기대할 수 있는, 보다 적절한 비율로 석유산업의 성장을 유지시키는데 필요한 석유를 발견, 개발하는 작업은 그렇게 어려워 보이지 않았다.

1970년부터 1996년 기간 석유산업의 변화는 전통적 지식에 따른 예측이 현실과 많은 차이가 있음을 보여주고 있다. 1971~1996년의 총생산은 단지 5,760억 배럴이었다(표-1참조). 1971~2000년 기간의 석유수요는 가장 신중하게 제시된 10,000억 배럴 이하로 전통적인 지식판단으로 가정된 17,500억 배럴의 1/3선이 될 것이다.

이 기간중 낮은 성장에 따른 개발노력의 저조에도 불구하고, 11,500억 배럴 이상의 석유가 매장량에 가산된 것이다(표-1 참조). 따라서 확인 매장량은 1971년 5,210억 배럴과 비교하여 지금은 10,980억 배럴이다.

본질적으로 1960년대 후반과 1970년대 초 널리 예견되었던 것처럼 세계 석유가 고갈되고 있다고 하기보다는 세계가 고갈 속에 대응해오고 있다는 것이다.

이것은 지식과 기술향상의 직접적인 결과인 것이다. 따라서 1970년후 산업에 대한 수요 - 그리고 지난 25년간 산업정책에 의한 공급개발 제한 - 에도 불구하고 비 전통적 석유(초중질 원유, Oil sand 및 shale유)의 개발 및 이용은 이주 적었다. 그렇게 할 필요가 없었을 뿐이다. 세계의 거대한 석유자원이 남아 있어 필요할 때 사용될 수 있기 때문이다(Odell, 1997).

전망:재래 석유

1970년 이후 실제 세계 석유매장량의 개발 그리고 탐사 및 생산기술 향상의 지속성이라는 분명한 현실에서 볼때, 석유부족에서 일어나는 석유부문의 재앙이 가까이 왔다는 경고의 소리가 다시 일고 있다는 것은 놀라운 일이다 (Campbell, 1996/96).

더 놀라운 것은 이러한 경고의 배후에 있는 논란과 30년전 부족에 대한 우려의 논란 사이에는 유사한 점이 있다는 것이다. 이러한 논란들에는 수요와 공급 양면 모두 부적절한 요인들이 있다. 그러나 무엇보다도 가장 놀라운 것은 매장량 전망분석에 근거한 논란들이다. 이 주장들은 매장량이 변동하는 과정의 활력 뿐만 아니라, 시장의 균형을 유지하는데 있어서 경제가 담당하는 중심적 역할마저 무시한다. 그런 분별없는 경고야 말로 무시하는 것이 좋다.

그대신 향후 30~50년에 걸친 석유에 대한 전망을 평가하는데 있어서 과거 30년간의 현실, 즉 세계에는 아직도 재래식 석유에 대한 탐사, 개발이 완전히 이

더 놀라운 것은
이러한 경고의
배후에 있는 논란과
30년전 부족에 대한
우려의 논란 사이에는
유사한 점이
있다는 것이다.

루어지지 않았다는 현실을 되풀이 하는 것만은 필요하다.

육상과 특히 해양등 세계전체에서 석유매장가능성이 테스트되지 않은 거의 100개 이상의 변방지역이 남아 있다(Petroleum Economist, 1996).

일부지역은 그 자체의 위치 때문에, 또 다른 지역은 정치적인 이유로 테스트 되지 않은 채 남아 있다. 그러나 대부분은 모험 투자에 대한 동기유발이 부재하고 또한 세계가 현재의 석유소비수준에 비해 확인 석유매장량을 풍부하게 확보하고 있기 때문에 그러한 잠재적인 매장량은 발굴되지 않은 상태로 남아 있다. 이미 지적한대로 지난 26년간 11,500억 배럴 이상의 원유가 기존의 매장량에

〈표-1〉세계 석유매장량 현황

(단위 : 십억배럴)

| 확인매장량(가채년수) | 생산 | 총추가매장량 | 순증가(+) 순감소(-) | |
|-------------|-------------|--------|------------------|------|
| 1997 | 1,098(43.1) | | | |
| 1996 | 1,084(44.6) | 25.5 | 40 | +14 |
| 1995 | 1,060(44.2) | 24.3 | 48 | +24 |
| 1994 | 1,055(44.5) | 24.0 | 29 | +5 |
| 1993 | 1,048(43.9) | 23.7 | 31 | +7 |
| 1992 | 1,026(43.3) | 23.9 | 46 | +22 |
| 1991 | 985(41.4) | 23.7 | 65 | +41 |
| 1990 | 983(41.8) | 23.8 | 26 | +2 |
| 1989 | 920(40.3) | 23.5 | 87 | +63 |
| 1988 | 860(39.3) | 22.8 | 83 | +60 |
| 1987 | 753(35.2) | 21.9 | 129 | +107 |
| 1986 | 708(34.5) | 21.4 | 67 | +45 |
| 1985 | 699(33.1) | 20.5 | 30 | +9 |
| 1984 | 676(33.8) | 21.1 | 44 | +23 |
| 1983 | 675(33.6) | 20.0 | 21 | +1 |
| 1982 | 665(31.2) | 20.1 | 30 | +10 |
| 1981 | 619(27.1) | 21.3 | 67 | +46 |
| 1980 | 608(25.7) | 22.8 | 34 | +11 |
| 1979 | 610(26.6) | 23.7 | 22 | -2 |
| 1978 | 588(26.0) | 22.9 | 45 | +22 |
| 1977 | 595(27.2) | 22.6 | 16 | -7 |
| 1976 | 613(30.3) | 21.9 | 4 | -18 |
| 1975 | 602(28.4) | 20.2 | 31 | +11 |
| 1974 | 591(27.9) | 21.2 | 32 | +11 |
| 1973 | 577(27.2) | 21.2 | 35 | +14 |
| 1972 | 542(27.9) | 19.4 | 54 | +35 |
| 1971 | 521(28.3) | 18.4 | 38 | +20 |
| 1971~97 합계 | | 576 | +1,154 | +578 |

신규 유전 발견과
이미 가동중인 유전의
좀 더 효율적이고 종합
적인 재래석유개발로
매장량은 30,000억배럴
까지 확대될 것이다.

추가됐다. 뿐만 아니라 26년중 3년만이 (모두 70년대)확인 매장추가량이 과거 총 소비량보다 적었다(표-1 참조)

이 기간중 기존 유전에서 이루어진 매장량 상향평가는 신규유전발견보다도 더 중요한데, 이는 매장량 확대방법 중 가장 저코스트방법이며, 또한 석유 수요 감소와 국영 석유회사들에 대한 투자자금 공급부족의 결과로 OPEC회원국들에 의한 탐사작업이 거의 이루어지지 않았기 때문이다. 그러나 주된 이유는 세계 여러 다른 지역의 선진 생산기술 적용과 함께 새롭게 향상된 매장량 평가방식의 기능 때문인 것이다.

이로 인해 특히 북미와 북해유전, 기타 선진공업국가들에서 회수 가능한 매장량이 점차로 더 많이 추가됐다. 국제 석유회사들은 대부분의 OPEC회원국이 그들의 재산을 국유화한 이후 이들 지역에서 자신들의 매장량을 확대하는데 관심을 집중해 왔다(Odell, 1994).

이러한 현상은 이미 성공한 지역에서는 더욱 강화될 뿐만 아니라 아직 적용되고 있지 않는 지역 특히 OPEC 회원국들과 러시아와 구 소련연방지역으로 확산될 것은 자명한 일이다. 설사 유가(실질 가격)가 현 수준이상으로 오르지 않는다고 해도 향후 적어도 30년 동안은 석유 매장량 증가에 대한 이들 영향은 지대할 것이다.

신규유전 발견과 이미 가동중인 유전의 좀 더 효율적이고 종합적인 재래 석유개발로 회수가능 매장량은 궁극적으로 30,000억 배럴까지 확대될 것이다(Shell, 1995), 이 매장량 중 약 20,000억 배럴이 향후 소모되면서 2025년 이후까지 국제석유산업의 성장을 유지시킬 것이다.

전망:비 재래식 석유

그럼에도 불구하고 향후 30년간 석유대체자원을 개발하는 제한적인 기회가 있을 것이다.

이와 관련해서 서부 캐나다의 Athabasca 타르샌드의 매장량과 베네수엘라 오리노코지역 초중질 원유의 매장량을 들 수 있다. 사실 이들에 대한 개발은 제한된 규모나마 이미 시작됐다(Odell, 1997). 지식의 축적과 기술향상은 실질 생산비의 상당한 절감을 이룩할 것이며, 그렇게 될 경우 세계 - 또는 지역(특히 서반구) - 수요를 충족시킬 필요가 있을 시 대규모 처리공장이 건설될 것이다.

만약 그래도 석유가 더 필요하다면 (미국, 브라질, 자이레, 마다가스카르, 인도와 기타 국가 등에 있는) 오일세일로부터 석유가 적절한 시기(2025년 이후)에 생산될 것이다.

오늘에 이르기까지 비재래식 석유의 위치나 분포에 대한 종합적이고 체계적

비재래식 석유의
잠재적 확보 추정량은
400,000억 배럴에 이르며,
이중 7.5%만
소모되어도 석유산업은
2050년까지 3배규모로
성장할 것이다.

인 평가가 이루어지지 않았다(1970년대 UN의 노력은 1982년 이후 유류가격의 하락과 전통적 유전으로부터 손쉬운 원유량 확보 때문에 좌절되었다). 그러나 잠재적 확보추정량은 400,000억 배럴에 이른다(Meyer, 1977).

세계 비 재래식유류의 총 잠재량중 7.5%만 향후 소모된다 해도 국제석유산업은 2050년 이후까지 성장할 것이다(이것은 과거 25년간 매우 낮았던 평균 증가율 연 1.3%에 비해 연간 2.0%의 수요율증가를 가정한 것이다). 이러한 시나리오 하에서 석유산업은 2050년까지 현재의 3배규모로 성장할 것이다.

석유매장량의 전망과 관련하여 또 한가지 잠재적인 중요한 요소가 있다. 부족에 대한 걱정과 매장량이 바닥난다는 예측은 현재 서방에서 인정받고 있는 석유와 가스의 기원에 대한 가설과 연관되어 있는데, 그 가설은 해저에 쌓여있는 유기물질이 미세입자의 물질의 퇴적에 의해 빠르게 파묻혀 열과 압력 등의 과정에 의해 탄화수소로 변환되고 다시 석유와 가스로 변했다는 가설이다.

그러나 다른 가설도 있으며, 그것은 구소련에서 오랫동안 받아들여져온 것으로서(소련은 반 혁명으로 붕괴되기 전까지는 세계최대의 석유 및 가스산업을 보유했었다), 석유와 가스는 지구표면 가까이에서 비롯된 생물학적 물질과는 본질적인 관계를 갖고 있지 않으며, 엄청난 심도로부터 분출된 원초적인 물질이라고 주장한다.

이 이론으로 따져 본다면 세계 탄화수소자원은 상상할 수 있는 어떠한 수요 변화와 관련하여 본질적으로 무제한이라 할 수 있다. 서방측 가설하에서의 석유 성분이 감지된 퇴적 분지의 숫자보다도 훨씬 더 많은 석유 및 가스매장지대가 널리 분포하게 된다. 탄화수소생성에 관한 이러한 가설은 석유탐사의 선도적 지침이 되며(Kenney, 1996), 이미 해저 결정체 암석으로부터 석유를 생산하는 수백개 유전이 있다는 주장이 있다.

따라서 매장량 고갈이라는 우려 때문에 석유산업의 붕괴를 걱정할 이유가 없으며 이에 대한 대비책을 세워야 할 이유는 더욱 없다는 주장이 제기되고 있다.

한편으로 자원과 매장량 전망, 그리고 다른 한편으로 미래 석유사용에 대한 환경상의 제약추세를 감안하면, 석유산업의 전반적인 장기전망은 공급적인 측면보다는 수요 측면이 억제될 것 같다. 마치 최근 수십년간 수요제한으로 생산 가능한 석탄의 거대한 자원을 방치해 온 것처럼 석유도 21세기 중반 이전까지 그러할 것 같다.

많은 양의 석유가 결국 불필요하게 되고, 따라서 회수되지도 않은채 묻혀있게 될 것이다. ♻️

< Petroleum Economist, '97. 11. 번역:석유협회 조사팀 >

결국 석유도
21C 중반 이전까지
많은 양이
불필요하게 되고,
따라서 회수되지도
않은 채
묻혀있게 될 것이다.