

# 太陽에너지의 經濟性 및 效用性 (VI)

—에너지의 經濟學—

朴 伊 東

〈成均館大 工大 教授·工博〉

## 1. 에너지 위기와 油價上昇

美國의 경우 National Energy Plan을 활성화시키기 위한 캠페인은 지역적으로 반상회 같은 모임이나 TV programs을 利用하여 하부계층의 지원을 얻는 努力으로부터 始作되었다. 美行政府는 에너지 節約이 무엇보다 重要한 과제이며 특별한 관심과 참여가 必要하다고 대중을 설득하고 있다. 그 結果 많지는 않지만 여러사람이 참여하였음을 알 수 있다. 또 新聞 社說 등의 지원도 받고 있다고 한다. 그러나 아직도 많은 사람들이 정말로 에너지 위기가 닥쳐 올른지에 대해서는 의심을 품고 있다는 것이다. 즉 이에 대한 理由는 많은 사람들이 에너지 問題보다는 높은 생활비와 실업등 現實的인 문제들에 더욱 관심을 갖지 않을 수 없기 때문이며 政府와 大衆사이의 이러한 견해 차이는 에너지 問題의 중심과 결부되어 있다. 政府는 未來의 抽象的이라고 評價될 수도 있는 에너지 부족에 대해 관심이 있으나, 대중은 현실적이고 직접적인 문제들 즉 失業이나 物價上昇등에 관심이 더 많다. 從來의 政治的인 관점에서 본다면 에너지와 經濟란 주목 집중과 치료행위라는 政治的인 수단 속에서 서로 경쟁되는 분리된 課題이기 때문에 이러한 問題點들이 예상될 수 있었다. 그렇지만 사실상으로는 이들이 분리될 수는 없다. 그 理由는 에너지 위기관 根本的으로 經濟的인 과제이며 經濟 問題인 인플레이션을 減少시키기 위해 해결되어야 하기 때문이다. 그러므로 現在의

문제들 때문에 豫想되는 에너지 부족을 기다리고 있을 必要는 없으며 매달의 燃料費 지출을 점검해 보면 眞상을 確認해 볼 수 있다. 未來의 에너지 부족과 현재의 失業의 위험성은 동등하게 存在함을 認識할 것이다. 에너지 資源에 依存하고 있는 經濟의 중국어 에너지 資源의 現狀사이의 연관을 조사해보면 에너지 위기를 이해할 수 있다.

에너지 위기의 根本 原因은 現在 우리가 依存 사용하고 있는 油類, 天然가스, 石炭, 우라늄 등의 에너지 資源이 再生 不可能하기 때문이다. 이러한 燃料들은 지구 역사중 매장되었기 때문에 분명히 限定되어 있어서 그들의 量이 아무리 크다고 해도 결국 枯渴될 것이라는 短點을 갖고 있다. 現在에도 우리가 사용하고 있기 때문에 枯渴되어 가고 있으며 1859년 原油의 첫 배럴이 채취되었을 때부터 枯渴되어 온 것이다. 그래서 Lincoln 大統領도 Carter 大統領과 마찬가지로 原油가 枯渴되고 있다고 宣言할 수도 있었을 것이다. 사실적으로 시급히 당면될 점은 原油의 각 배럴이 生産될 때마다 다음 배럴은 점점 비싸질 것이라는 點이다. 必須的으로 再生 不可能한 에너지 資源이 枯渴될수록 그것을 生産하는 費用 즉 價格은 더욱 빨리 上昇하게 된다. 이것은 原油와 같이 問題들을 加重시켜 위기를 편승시키는 再生 不可能한 燃料들의 經濟的인 특성이다. 또 한가지의 重要한 點은 枯渴되고 있는 原油이지만 다른 再生 不可能한 에너지 資源에 대한 劇的인 사실이 政府의 캠페인外에서는 아무데서도 論議되고 있지 않다는 점이다.

石油生産量과 生産費 사이의 관계에 대한 좋은 比較資料가 있다.<sup>1)</sup> 미국의 경우 自國內 燃料 生産費用의 근대 추세가 1972년 National Petroleum Council 조사에서 分析되었고 그 자료들은 그 이후 여러 FEA 조사 보고서에서 간추려졌다. 이 결과는 대단히 明確하고 설득적이다. 즉 一般적인 물가상승을 고려해도 原油天然가스 우타늄등의 생산가와 價格은 이들의 生産率보다 점점 더 빨리 增加하고 있음을 明確히 보여주고 있다. 이러한 點에서 이런 재생 불가능한 資源은 生産량이 많아질수록 價格이 낮아지는 一般 商品과는 갖지 않다.

NPC 조사에 따르면 1970년에서 1985년 사이에 매년 18%의 自國內 原油연간 生産量 增加를 얻기 위해서는 1970년 dollar 불변가격으로 예상되는 生産費와 固定 利潤을 근거로 하는 販賣費는 1970년에 \$3.18, 1975년에 \$3.70, 1980년에 \$5.16, 1985년에 \$7.21이라고 되어 있다. 이 수치들에 대한 그래프를 作成하여 보면 대단히 커지는 도함수 값을 얻을 수 있다. 이 그래프를 연장해 보면 將來의 燃料價格을 예상할 수 있으며 一般物價上昇효과를 제외하고 예측해 보면 1995년에 \$14, 2020년에 \$70, 2045년에 \$350, 2070년에 \$2000이 된다.<sup>2)</sup> 이 수치들은 現在 추세를 바탕으로 해서 이렇게 單純하게 장기적으로 연장한다는 것은 不確實하다는 점을 보여 주고 있다. 예를 들어 1947년부터 1957년 사이의 미국내의 흑색 TV-set의 연간 販賣量 增加를 바탕으로 하면 2000년에는 전 미국이 TV-set속에 틀려버린다는 비교와 같다.<sup>3)</sup> 분명히 이러한 增加는 끊임없이 지속될 것인지 아는 것이 必要하며 그것을 알기 위해서는 그것이 왜 發展되어 왔는지를 알아야 한다. 原油나 다른 再生 不可能한 燃料의 경우에는 그들의 生成과 生産形態가 어떻게 現在의 價格上昇을 형성하고 있는가와 이러한 狀況이 얼마나 오랫동안 이 추세를 물고 나갈 것인가가 들어야 하는 疑問點이다.

一般적으로 代數增加의 성질에 대해서는 잘 알려져 있다. 金融에서의 複利저축계좌는 그중 가장 익숙한 例가 될 것이다. 이 複利 利潤의

극적인 增加는 반복적이고 循環되는 계좌와 利子量의 크기에 基因된다. 이자분은 元金を 增加시키며 이 增加된 元金은 이자분을 增加시키는 행위의 연속이 일어난다. 數學적으로 이러한 作用은 昇數의 연속을 나타내며 昇數 계수는 指數로서 나타난다.

石油와 같은 再生 不可能한 資源의 生産單價와 저축금액 사이에 類似한 數學的 관계가 있는 이유를 알기 위해서 이 관계를 지배하는 相互作用을 明確히 해둘 必要가 있으며 그러기 위해 現在狀態를 살펴보자.

지구에는 서로 다른 깊이에 限定된 量の 油田이 놓여 있고 이들은 매장량이나 그들이 包含하고 있는 회수 가능한 石油의 接近 容易면에서 대단히 다르다. 매년 이 油田은 發見되고 계속 뽑아져 使用될 것이다. 그러던 왜 이렇게 石油를 뽑아내면 뽑아낼수록 生産價가 代數적으로 增加하는 것일까?

## 2. 農耕分析 시스템과의 比較

이 問題를 생각하기 위해서 經驗에 依存하는 것은 대단히 좋은 方法이다. 經驗的인 考察方法의 대상으로서 가을 비가 온 후에 풍부한 버섯을 거둘 수 있는 숲을 例로 생각 해본다. 그 숲에서 가까운 곳에 살고 있는 農夫는 이 버섯들을 거두어 收穫費用과 利潤을 포함하는 價格으로 팔려고 할 것이다. 이때 더 이상의 비는 예상되지 않으므로 이 숲에서 生産되는 버섯들은 同時に 성장하여 總量을 일정량으로 限定되어 있다. 最小限 이 상태로서 버섯은 再生 不可能한 資源이다. 또한 대부분의 야생식물과 마찬가지로 버섯은 그들의 크기나 接近 容易性에서 대단히 다르며 그래서 그들을 찾아내는데 必要한 努力과 그들을 수집하는데 必要한 經費도 대단히 다르다. 그러므로 이 皮相的인 考察대상에는 유류 계정과 유사한 점이 두가지 있다. 그것은 再生 不可能성과 각 單位는 그들을 얻는데 必要한 努力에 따라 달라진다는 점이다. 收穫이 시작되면 農夫는 가장 좋은 價格과 利潤을 얻기 위하여 가능한 한 最小의 經費로 가장 좋은 버

## □ 展 望

섯을 採取하려고 노력할 것이다. 그래서 처음에는 가장 크고 質이 좋으며 接近이 쉬운 버섯을 따고 그 다음에는 그 다음으로 크고 좋은 것을 採取하고 마지막에는 작고 질이 나쁘고 接近이 힘든 것이라도 채취할 것이다. 그래서 점점 더 그는 採取가 힘든 버섯이라도 딸 것이며 이에 따라 價格은 계속 높아지고 또 이 가격은 收穫된 전체 버섯량에 대해 대수적으로 높아질 것이다.

이러한 결과에 대한 根本的인 이유는 버섯 採取 行爲와 다음 순서로 채취될 버섯의 장소구성 사이의 강력한 相互관계에 놓여있다. 특히 質이 좋고 接近이 가능한 버섯의 配分率을 포함한 그때 그때의 작물 構成 상태가 그들의 採取價格과 필요한 努力을 결정한다. 반대로 버섯을 採取하는 行爲는 작물의 구성을 변화시킨다. 즉 각 단계는 서로에 영향을 미친다. 버섯이 採取되었을 때 그 중의 바람직한 種類는 減少되었고 그래서 구성이 변하며 새로운 構成은 다음 採取 費用을 더 높여 준다. 또한 버섯이 枯渴될수록 그것의 全 採取量은 增加되며 채취單價는 상승적으로 上昇한다. 마지막에는 버섯의 採取單價와 努力量은 비정상적으로 增加될 것이다. 결국 抽象的으로는 接近이 不可能한 소량의 버섯이 남게 되지만 실제적으로는 이 숲의 버섯은 枯渴될 것이다. 이러한 관계가 버섯의 限定量과 각 單位 採取에 必要한 可變의 努力정도에 依存한다는 것을 보이기 위하여 농부가 옥수수 밭을 추수할 때를 생각해볼 수 있다. 야생버섯의 採取와는 달리 옥수수는 耕作이 되고 箇箇의 농지는 必須的으로 유사하다. (예를 들어 대단히 잘 정리된 옥수수 밭지대에서는 각 農地에서 단지 한가지의 열매를 얻을 수 있다.) 농부가 처음 옥수수 收穫을 시작할 때에는 창고에서 가까운 곳에서부터 시작할 것이며 각 列에 필요한 수고는 거리가 멀어짐에 따라 즉 收穫이 진행됨에 따라 점점 增加하게 된다. 그러나 이 경우에는 각 農地가 동일하기 때문에 收穫行爲는 작물의 전체적인 構成狀態를 변화시키지 않는다. 또 남아있는 작물의 양은 점점 減少될 것이지만 同種의 열매로 구성되어 있다. 즉 시스템의 두가지 요소인 收穫행위와 그에 따른 작물의 위치는 서로 相互

作用을 하지 않는다. 상승 上昇效果가 없을 때에는 추수되는 옥수수 농지당의 努力의 增加는 단지 附加되어 직선적으로 추수 전체량까지 增加되게 될 뿐이다.

이러한 농경分析은 만일 추수되거나 生産되는 量과 單價사이에 상승 관계가 있다면 두가지의 條件이 추수나 生産에서 共存하고 있다는 것을 보여주고 있다. 첫째로 시스템은 再生 不可能하여야 한다. (그래서 옥수수나 버섯의 量이 限定되며) 둘째로 전체를 構成하는 각 單位量은 그들의 接近 容易性에서 서로 다르며 결국 그들은 얻는데 必要한 費用도 서로 다르게 된다. (버섯에서는 그렇지만 옥수수 밭에서는 그렇지 않다) 生産價를 되도록이면 낮게 하려는 努力과 함께 이 두가지 條件이 있는 곳에서는 代數比例를 구성하는 上昇的이고 再生的인 관계가 있다. 이러한 경우는 버섯을 採取할 때 적용되며 옥수수의 경우에는 그렇지 않다.

石油生産은 버섯채취와 같으며 油田의 發見과 原油生産, 앞으로 발견될 接近 가능한 油田의 구성간에는 대단히 강한 相互作用이 있다. 미국 石油매장의 시추가 今世紀 초에 시작되었을 때에는 가장 크고 가장 開發이 쉽고 가장 接近이 容易한 油田에서 처음 생산되기 시작했다.<sup>4)</sup> 그때의 探查費와 生産費用은 배럴당 수 cent정도로 작았다. 그러나 原油가 처음의 커다란 油田으로부터 生産됨에 따라 남아 있는 原油量의 구성은 달라졌다. 곧 크고 쉽게 採取할 수 있는 油田이 枯渴되고 그 다음으로 좋은 油田을 발굴하여 거기서 生産하는 費用은 차츰 높아졌다. 처음의 점차적인 增加는 거의 認知하기 어려웠으나 거의 100년이 지난 지금은 그 增加額이 대단히 커졌다. 앞서 인용된 複利計定과 마찬가지로 原油의 生産價 增加率은 대단히 커지는 것이다.

### 3. 代替 에너지와 政治化 問題

에너지 資源의 再生 不能性的 참뜻은 다음과 같다고 할 것이다. 問題는 이 자원들이 전부 枯渴될 것이라는 점이 아니고 生産價가 대단히 비싸질 것이라는 點이다. 우리는 原油를 消耗시키

게되는 것이 아니고 이것을 얻는데 必要한 우리의 能力을 소모하게 되는 것이다. 버섯의 예에서와 같이 原油의 얼마만큼은 生産價가 너무 비싸져서 지표로 끌어 올리기가 不可能하게 될 때에 地下에 남아 있게 될 것이다.

그러나 石油의 生産價나 그 외의 再生 不可能한 資源의 價格은 上昇作用을 계속하게 하는 원인이 되는 過程이 계속되는 한 代數的인 增加를 지속할 것이다. 一般的으로 특정자원의 價格 增加를 끝내게 하는 것은 그것이 덜 비싼 代替物로서 代替될 때이다. 예를들어 미국에서 1872년과 1882년 사이에 大平原의 巨大한 木소제가 去勢되고 남아 있는 量이 적어졌을 때 木소 가축의 값은 代數的인 價格上昇이 일어났다.<sup>6)</sup> 그러나 나중에는 그들의 높은 가격이 그들을 市場에서 逐出하고 다른 상품에게 그들의 역할을 넘겨주게 되었다. 물론 木소라는 종류가 代置 不可能한 資源이기는 하지만 食物과 옷감이라는 점에서는 대치될 수 있었다. 그들을 捕獲하는데 필요한 經費가 高價가 되어가는 상황은 그들을 덜 비싼 資源으로 食物과 옷감에 代替함에 따라 정지 되었으며 이에 따라 이 종류들은 소멸로부터 保存될 수 있게 되었다.

그러나 代替物이 없는 에너지資源은 경우가 다르다. 일은 燃料를 사용하는 기계나 가축의 힘 또는 사람의 힘으로부터이던 간에 에너지의 흐름에 의해 행해져야 하기 때문이다. 이러한 熱力學的인 이치를 피할 수는 없다. 사람이나 가축의 勞動力은 어떤 특정한 生産과정에 대해서 만은 無生物的인 에너지形態로서 代替되어질 수 있다. 그러나 New York에서 서울까지 人間이나 가축의 勞動力에 의해서 비행기를 날릴 수는 없다. 실제적으로 論議한다면 우리가 현대 산업이나 농업의 生産성, 그리고 輸送의 잇점을 포기하기 전에는 우리는 어떤 形態이던지 무생물적인 에너지 資源을 利用해야만 한다. 그러므로 木소의 경우와는 달리 이러한 形態의 에너지는 그들의 價格이 上昇한다고 해서 代替될 수 없으며 우리가 再生 不可能한 에너지 形態에 依存하는 한 대수적인 價格上昇은 계속될 것이다. 즉 우리가 石油나 다른 再生 不可能한 에너지를

使用하면 할수록 그들의 價格은 대수적으로 계속 上昇될 것이다.

그러나 이러한 이론적인 결론은 에너지를 하나의 政治도구로 使用하는 아랍국가들에 의해 비현실적이 되고 價格은 더욱 上昇하고 있다. 그들의 石油가격引上에 대한 皮相的인 설명은 미국과 西方이 이스라엘을 지원 하는것에 대한 하나의 報復으로 石油生産을 줄이고 OPEC로 하여금 1973년 여름 배럴당 \$3.01이던 石油價를 1974년 초 \$11.65로 引上시킨 것이었다.<sup>6)</sup> 그러나 사실은 대단히 다르다. 이 問題를 논의하기 위해서 John. M. Blair의 조사서인 The control of oil을 引用하겠다.<sup>7)</sup> 즉

「사실상 수출금지란 단지 限定的이고 일시적인 혼란을 야기했을 뿐이고 1973년 당시 OPEC의 生産量에는 부족량이 없었다. 실제로 1973년 3/4분기 수출금지 기간에 OPEC 生産量은 그 다음해 同期間과 같았다는 것이 證明되었고 결과적으로 OPEC는 위치적인 優位를 차지하게 되었다.」

## References

- 1) 이 조사서에 대한 序文은 1971년 발간되었고 마지막 조사 보고서는 1972년과 1973년에 발간되었다. 序文에 대해서는, U.S. Energy outlook, An Initial Appraisal 1971~85(Washington D.C.: National petroleum Council, July 15, 1971)참조. 마지막 조사서는 대단히 상세하여 여러가지 燃料의 生産과 利用에 대한 전망을 다루고 있다.
- 2) U.S. Energy outlook (cited above) oil and Gas Availability (Washington D.C, National Petroleum Council, 1973) p. 718 이것은 1973년 版의 상세한 U.S. Energy outlook Reports의 가장 중요한 부분이다. 引用된 價格 引上은 1970년 불변가격이며 미국 48주와 Alaska를 포함하여 NPC Case IA (low finding rate)와 동등하게 순고정 계정에 대해 고정 회수율을 15%로 잡았다.
- 3) Business statistics, 1975 Biennial Survey (Washington D.C. Bureau of Economic Analysis, U.S. Department of Commerce, 1976) p. 161 2000년의 TV set 판매추세는 위의 자료에서 연 (433 페이지에계속)