

# 21세기의 에너지 전망

(일본 電力 中央연구소 자료제공)

## 경제성장, 에너지資源, 환경보수 등 Trilemma의 관계 극복이 과제

한국원자력연구소 정책연구부 기술정책연구실

### 1. 三者擇一(Trilemma)

21世紀 중반에는 世界의 人口가 100억에 달할 것으로 예상되고 있다. 앞으로 人口가 현저하게 증가할 것으로 전망되는 開發途上國에서도 생활수준이 지속적으로 向上되어 南北의 격차가 조금씩 좁아진다고 가정하면 人類 전체의 경제규모는 人口가 증가하는 量 以上으로 比例하여 확대될 것이다.

人口增加에 남북格差의 문제를 해결하기 위해서는 大量의 에너지와 식량이 필요하게 된다. 그러나 化石연료의 소비량을 지금 以上으로 증가시키면, SO<sub>2</sub>로 인한 大氣汚染이나, 酸性雨, CO<sub>2</sub>로 인한 地球溫暖化 등과 같은 세계적인 地球환경문제가 人類의 생존을 위기에 빠뜨릴 것이다. 食糧을 대량으로 증산하기 위해 森林을 개간하거나 大量의 農藥·化學肥料를 소비하게 되면, 토양이나 地下水가 오염되는 등 환경이 파괴되므로, 또한 이것도 人類의 생존을 위기에 몰아 넣을 지 모른 狀況에 처해 있다.

經濟成長, 에너지資源 그리고 환경의 세가지는 서로가 깊게 관련(이 관계를 trilemma라고 부름), 이 trilemma의 구조를 定量的으로 解析해 보면 人類의 장래生

存을 확실하게 보호하기 위한 方策이 구상될 수 있을 것이다.

따라서 trilemma의 중추적 존재인 에너지이 焦點을 맞춰, 人口 100억 時代에 必要한 에너지 총량을 추정하고 이것을 어떻게 보호할 것인가에 대하여 살펴보기로 한다. 이렇게 未來를 예상함으로써 오늘날의 우리들이 총력을 기울여 수립해야 할 에너지 開發戰略의 모습을 전망하고자 한다.

### 2. 에너지 消費量增加 시나리오

1990년에 개정된 UN推計에 따르면, 世界人口는 그림 1과 같이 增大할 것으로 전망되며 2050년에는 100억명에 이를 것으로 예측되고 있다. 그리고 이중 90%가 옛소련과 東유럽 그리고 開發途上國을 합한 人口이다.

개발도상국에서의 人口伸張에 따른 에너지 및 GDP(≒GNP)는 그림 2와 같은 추이를 보이고 있다. 에너지나 GDP 모두 人口증가의 약 2배의 비율로 伸張해 왔다. 1960년 이후는 그림 3에 나타난 바와 같이 化石연료 특히 石油의 소비량이 비약적으로 伸張한 시기이며, 人類歷史上 石油의 大量消費 時代로서 特記할 만한 時代이기도

## 2005년부터 石油價폭등, 2025년에 현재의 3배로

하다. 石油의 原始매장량은 그림 4에 나타난 바와 같이 약 6.5조배럴이며 그중의 30%에 해당하는 약 2.2조배럴이 배럴당 20달러 이상의 生産비로 採掘할 수 있다. 이미 과거 100년 동안 0.7조배럴을 소비해 버렸으므로 殘存可採량은 1.5조배럴이 된다. 그중 1조배럴이 確認埋藏量이다. 나머지 0.5조배럴은 경제적으로 채굴채산성이 맞지 않거나 아직 발견되지 않은 양이다.

그리고 그림 5는 可採매장량과 현재의 生産量으로 계산한 石油의 枯渴曲線을 나타낸 것이다. 可採年數가 짧아지기 시작하는 것은, 배럴당 20불 以下인 경우에는 2005년경이며, 20불 以上일 때의 石油까지 합해도 2005년경으로 예상된다. 책굴이 가능한 石油中 절반을 採掘完了하는 시기가 2005년경 내지는 2025년경이라는 것을 의미한다. 따라서 그때부터 石油는 減産체제에 들어가 石油가격이 폭등할 可能性이 높다.

石油의 발견은 1950年代가 전성기였으며, 1960年代에 피크에 달하고 1970年代以後에는 격감했다. 1986년이후

확인매장량이 증가한 것은 새로운 發見에 의한 것이 아니고, 종래의 매장량을 改正하거나 확대하였기 때문이다.

1980年代 이후는 平均 12억배럴 규모의 유전이 23개소 발견되는데 불과하며, 巨大한 石油의 발견은 앞으로도 감소할 것이다. 따라서 에너지 價格은 石油가 폭등할 可能性이 높은 2005년경부터 폭등하기 시작하여 2025년경에는 現在의 2~3배에 이르게 될 것이다.

이상과 같은 석유 사정에 근거한 에너지消費의 시나리오를 살펴보고자 한다.

### Case I :

- ① 先進國은 現在의 經濟學에 의거, 變형을 위한 최소한도의 비율인 年 3%로 經濟成長을 계속한다
- ② 유럽이나 옛소련도 현재의 혼란과 困難에서 벗어나 生活수준이 現狀유지되는 最小限度의 비율인 年

그림 1 : 세계인구의 추이와 장래예측

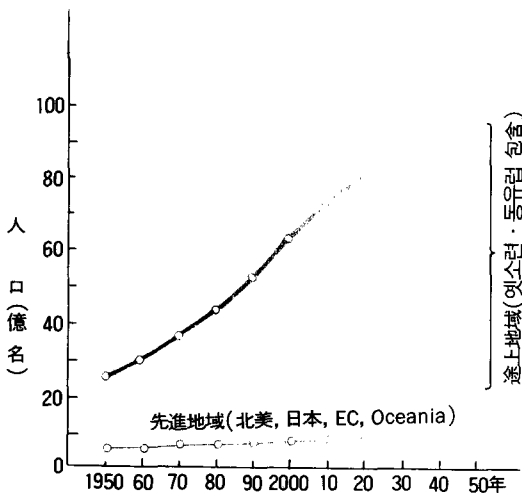
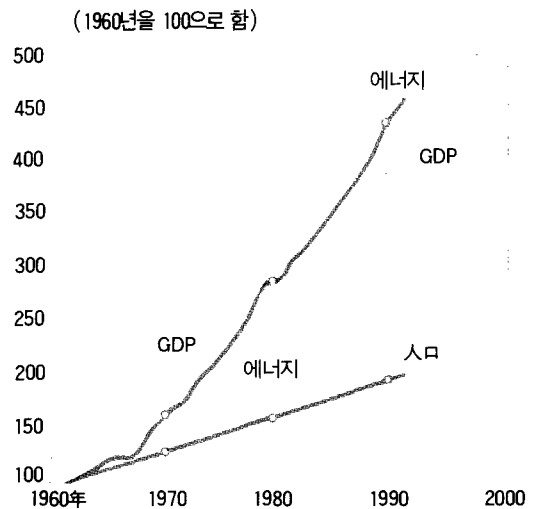


그림 2 : 개발도상국의 에너지使用, GDP, 人口증가



## 에너지 소비량 증가 開發도상국 中心으로 일어날 듯

2%로 경제성장을 유지한다.

- ③ 開發途上國은 경제성장은 하지만, 人口증가로 상쇄되므로 1人當 GNP는 현재와 같이 선진국의 1/26을 유지한다.
- ④ 에너지 소비량의 伸張은 GNP 伸張에 대해, 1990~2000年은 平均 0.9倍, 1990~2020年은 平均 0.6倍, 1990~2050年은 平均 0.3倍, 1990~2100年은 平均 0.1倍와 같이 매년 에너지 節約이 進行됨에 따라 에너지 依存度가 감소한다.

### Case II :

① 南北격차가 점점 줄어들어 開發途上 지역의 1人當 GNP는 先進 지역의 1人當 GNP에 대해, 1990年에 1/26, 2000年에 1/20, 2020年에 1/10, 2050年에 1/5, 2100年에 1/3로 된다.

② 開發途上國이 成長하는 만큼 先進 지역의 GNP는 低下하여 年 2%로 신장되며, 東유럽이나 옛소련에서는 年 1.5%로 伸張된다.

③ 에너지 消費量의 伸張(倍率)은 GNP의 1990~2000년은 平均 0.9배, 1990~2020년은 平均 0.6배, 1990~2050년은 平均 0.3배, 1990~2100년은 平均 0.1배 정도라고 추산한다. 즉, Case I과 같이 에너지 節約이나 산업구조의 변화가 일어난다.

Case I은 南北格差 現狀유지의 시나리오이며, Case II는 南北格差 是正의 民主化 시나리오이다. 현실적으로는 開發途上 地域에서의 人口폭발이 격차 시정을 방해하는 방향으로 작용하므로 실제로는 Case I II의 中間的인 형태로 될 것이다.

그리고 GNP의 增加分에 대해 에너지 消費量이 현저하게 증가하지 않는 것은, 最近의 경우 에너지 가격이 폭등한 것이 그 主要 原因이며, 2050年 이후의 경우는 產業구조의 근본적인 변혁이 그 요인이다.

시나리오 I, II의 전제조건과 試算數値는 표 1(57면 참조)과 같다.

### 3. 21世紀의 에너지 供給

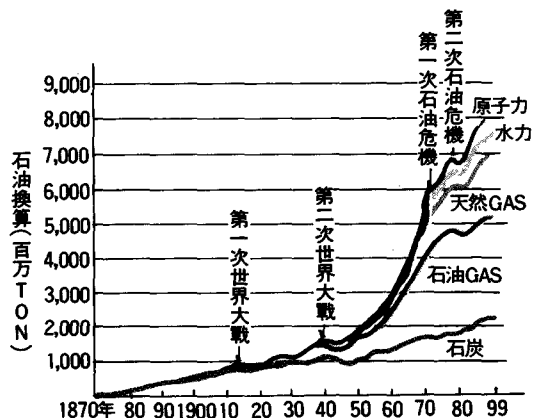
에너지 節約을 감안한 두가지의 Case Study에 따라 2050年의 에너지 需要를 추정하면, 적어도 1990年 현재보다 약 2~3배의 에너지를 공급할 필요가 있다.

이번에는 에너지를 供給하는 立場에서 이 막대한 에너지를 어떻게 조달할 수 있는가에 대해 살펴보고자 한다.

우선 아직은 生産할 수 있을 것 같은 化石연료의 量을 다음과 같이 假定(新田義孝·內山洋司, “破局에서의 脫出” 1993年 10月, 電力新報社)한다.

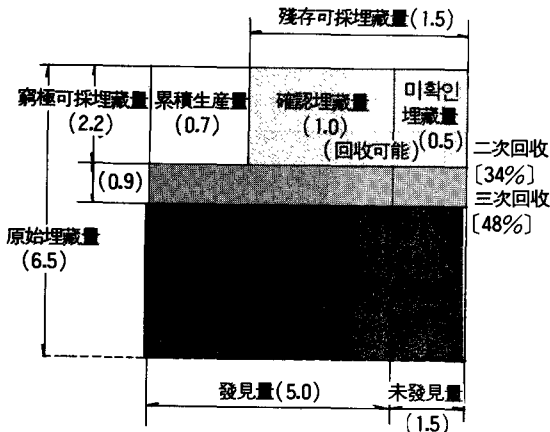
- 石油 : 3次 回收 窮極可採量 - 累積生産量 = 2.4兆배럴 = 0.36兆톤
- 天然가스 : 窮極可採量 - 累積生産量 = 0.19兆톤

그림 3 : 세계의 에너지 소비 추이



# 21세기의 에너지 전망

그림 4 : 石油의 매장량



( )内는 兆바렐 \* 추정 : 예상매장량

(石油換算)

○ 石炭(I) : 確認埋藏量 = 0.46兆톤(石油換算)

○ 石炭(II) : 埋藏量 = 5.3톤(石油換算)

石油와 천연가스 그리고 石炭(I)을 합치해 보면, 석유환산으로 약 1兆톤에 달한다. 이것을 모두 소비해 버리면, 大氣中에 放出되는 CO<sub>2</sub>중 58%가 大氣中에 남는다고 가정해도 大氣中의 CO<sub>2</sub>는 약 700ppm에 이를 것으로 추산된다.

Case I, II 모두 2050年경에는 化石연료를 거의 소비하게 되며 그후에도 계속 化石연료에 의지하려면, 이탄이나 褐炭과 같이 質이 좋지않은 石炭을 使用하든지 또는 아직 採掘方法이 개발되지 못한 methan hydrate를 이용하든지 또는 CO<sub>2</sub> 70% 정도나 含有하고 있는 천연가스를 개발하여 메타놀을 제조, 특히 開發國은 이를 石炭代替의 主流로 삼을 필요가 있다.

한편, CO<sub>2</sub> 濃度を 증대시키지 않기 위해서는 自然에너지의 개발에 未來를 맡기자는 사람도 적지 않다. 또한 CO<sub>2</sub>를 吸收하여 大氣中의 CO<sub>2</sub>농도를 내리는 植林효과

도 빠뜨릴 수 없다.

그래서 Case I, II의 에너지需要에 대해 에너지供給량의 누적량을 추정함에 있어, 우선 自然에너지 개발을 추정하고 그리고 化石에너지 개발을 추정하여 需要와 供給의 差를 어떻게 메꿀지 檢査하기로 한다.

## 3.1 自然에너지 開發量 推算

앞으로의 에너지 소비량 증대는 Case I, II 모두 開發途上國을 中心으로 일어난다. 대부분의 개발도상국은 緯도가 낮은 地域에 分布하고 있다. 에너지 消費는 TV나 라디오, 冷房과 냉장고 등과 같이 電氣를 中心으로 消費되는 部分이 많다. 現在 아시아 地域에서는 公同적으로 電力不足의 어려움을 겪고 있다. 自然에너지를 化石에너지로 환산할 경우, 化石에너지를 使用하여 發電한 電氣에너지(電力)로 다시 환산하여 比較한다. 즉, 1兆kWh ≡ 2.5억톤(化石換算, 發電效率 35%, 石油 1톤=1.16萬 kWh)로 환산한다. 自然에너지 發電의 未來推定은 이제 까지의 개발 추세를 기초로 하여 계산한다.

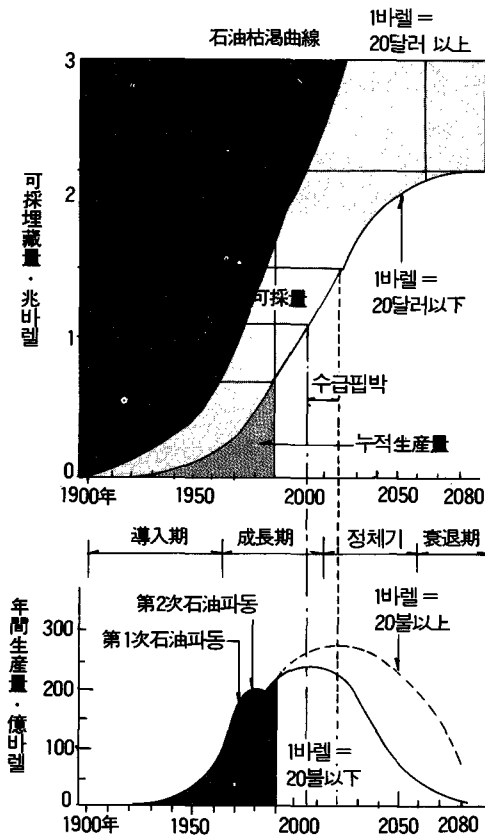
### ① 太陽光發電

太陽光發電 素子(module)은 그림 6에 나타난 바와 같이 2000년에는 1W당 100~200엔이 되며, inverter와 frame을 포함시켜도 그림 7에서 볼 수 있듯이 300엔/W 정도가 될 것으로 전망하고 있다. 太陽光發電에서 가장 열려가 되는 에너지 回收年數는 그림 8에서와 같이 量產體制만 확립된다면, 1年 以內에 回收될 것으로 기대된다. 즉, 太陽光發電은 대량으로 보급할 수만 있다면, 威力를 발휘할 수 있지만, 反대로 大量生産體制가 불가능하면 언제까지나 꿈의 發電方式으로 남게 된다.

太陽電池의 生産量은 그림 9에 나타난 바와 같이 幾何

## 2050년까지 太陽電池 年間생산량 40만kW추정

그림 5 : 석유의 고갈 곡선



級數적으로 증가하고는 있지만, 아직까지는 累積 26만 kW 정도 밖에 생산되고 있지 않다.

구와노씨는 2050년의 세계 1차에너지 消費量을 1990 년도의 6배로 어렵하고, 1,400km × 1,400km의 土地에 太陽電池를 깔면 人類가 필요한 電氣에너지와 熱을 모두 확보할수 있다고 試算하고 있다.

그림 9에 나타난 추이를 기초로 여 2050년까지 어느 정도의 量을 太陽電池가 發電할 수 있는가 대략 추정해

보기로 한다. 그림 10은 太陽電池의 年間 生産量과 年間 太陽光發電量을 各各 좌측에 놓고, 세로軸에 1981년을 기적으로 한 年數推定을 兩對數方眼紙에 plot한 것이다. 1990년까지의 실적을 기초로 2050년까지를 객관적으로 추정한다는 것은 無理라고 알고 있지만 장래를 전망해 보면 2050년의 年間生産量이 40만kW에 못미치고 있다. 新規 發電所 1기가 100萬kW 정도라는 것과 비교해 볼 때, 얼마나 小規模인가를 알 수 있다.

### ② 風力發電

風力發電은 미국이 앞서있으며, 유럽이 뒤쫓는 상태로 보급되고 있다. 將來 發電能力의 추정을 위해 1981년을 기점으로한 세로軸에 年度를 표시하고, 風力發電 設備容量과 年間발전량을 각각 左右측에 놓고 추정(기동률 25%를 想定)하였으며, 이를 兩對數方眼紙에 plot하여 그림 11과 같이 나타냈다. 風力발전은 1984년~1988년 사이에 중단된 形跡이 있으므로 2050년까지의 예측에는, 1988년~1991년의 4점밖에 없는 것을 參考로 한다. 그래도 2000년을 목표로 한 인도지역의 계획같은 것을 감안 하면 2050년에는 世界전체에서 3천만kW, 年間 660억 kWh정도의 發電을 기대할 수 있다.

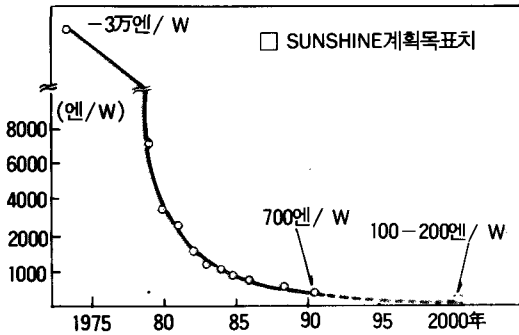
風力은 太陽光보다 地域性이 크므로 世界 어디에서나 普及할 수 있는 것은 아니다. 미국정부의 조사에 의하면 전체의 風力 適正地域中 1.5%에 風力農場을 건설하면, 미국 전체의 전력수요의 1/4을 공급할 수 있다고 한다. 여기에서는 그림 11에서 추정한 바와 같이 2050년에 660억kWh, 2100년에는 2배 늘어 1,300억kWh나 되며, 世界 全電力中 몇%의 供給能力을 갖게 될것이다.

### ③ 地熱發電

世界の 地熱發電은 그림 12와 같은 추이를 보이고 있

# 21세기의 에너지 전망

그림 6 : 太陽電池코스트의 추이



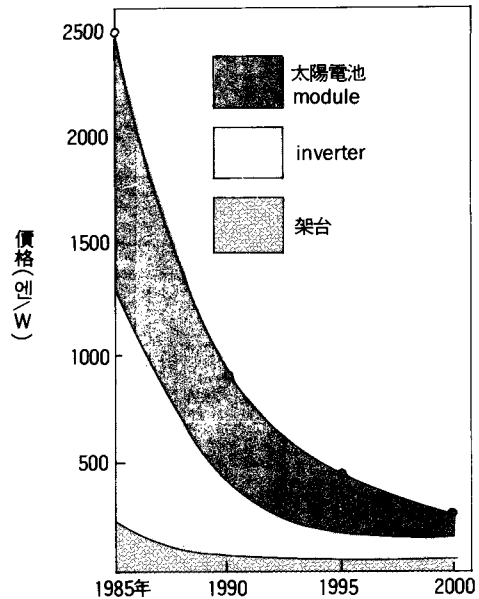
다. 地熱發電所의 가동률을 70%로 보고 1961년을 起点으로 하여 그림 10이나 그림 11과 같이 표시한 것이 그림 12이며, 2050년에는 1.8억kW, 年間 약 1兆kWh의 발전을 기대할 수 있을 것이다.

다만, 일본의 高温岩體發電에너지의 부존량이나 세계의 高温岩體發電에너지 부존량을 실제로 發電시킬 수 있는 비율은 前者가 1/2 이하이고 後者가 약 1/30밖에 안 된다. 地下 3000m를 쉽게 파서 地上으로 부터 물을 供給하여 熱水로서 꺼내는 高温岩體發電이 實用化된다면, 그림 12의 量을 훨씬 上廻하는 에너지 供給을 기대할 수 있을지 모르지만, 이의 實用化 可能性이 없는 오늘날로서는 從來의 얕은 부위 地熱開發 연장선에서 장래를 예상할 수 밖에 없다.

## ④ 水力發電

WRI(World Resources Institute)에 의하면, 現存 技術面에서의 限界와 경제 制限을 고려한 開發가능한 水力資源은 다음과 같다. 그리고 현재까지 開發되고 있는 水力發電所에서 發電하고 있는 量은 水力資源의 14%에 해당된다. 開發 가능한 水力資源中 2050년에는 70%가

그림 7 : 太陽光發電시스템의 코스트 展望(土地代 제외)



개발된다고 가정하고, 이미 개발된 2.1兆kWh/년 以外에 8.5兆kWh가 새로이 개발된다고 전망하였고, 2100년에는 그림 13에 나타난 바와 같이 13.5兆kWh/年이라고 추정하였다.

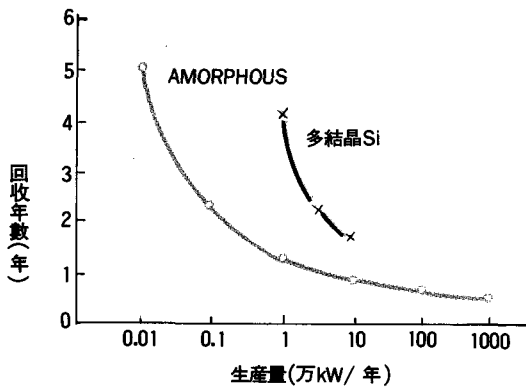
이밖에도 波力發電이나 太陽熱發電, 바이오매스 등과 같은 여러가지 自然에너지에 期待를 거는 사람이 적지 않다. 그러나 그림 10, 11, 12에 해당된다. 開發 가능한 水力資源中 2050년에는 70%가 와 같이 plot할 수 있을 정도의 定量的인 발전 실적이 없으므로 생략한다.

## ⑤ 自然에너지의 總合計

그림 10, 11, 12, 13을 利用 2000~2100년의 自然에너지 공급량을 推定한 結果를 나타내면 표 2(58면참조)와 같다.

## 風力發電, 2050年 3천만kW, 年間 660억kWh 생산추정

그림 8 : 太陽電池생산량과 에너지回收年數의 관계



### 3.2 化石燃料에 의한 에너지 供給推定

化石燃料中 石油과 天然가스는 21世紀中에는 枯渴할 可能性이 높다. 石油에 대해서는 그림 4에 나타난 바와 같이 窮極可採매장량 2.2兆배럴(0.33兆톤)中 이미 0.7兆배럴(0.1兆톤)을 소비해 버렸으며, 殘存可採매장량은 1.5兆배럴(0.22兆톤)이다. 그러나 實際로는 그림 5와 같은 21世紀初에 생산량이 피크에 달하게 되며, 결과적으로 價格의 폭등을 초래하게 되므로 그림 4에 나타난 3차回收 2.4兆배럴(0.36兆톤)까지 消費할 것으로 예상된다.

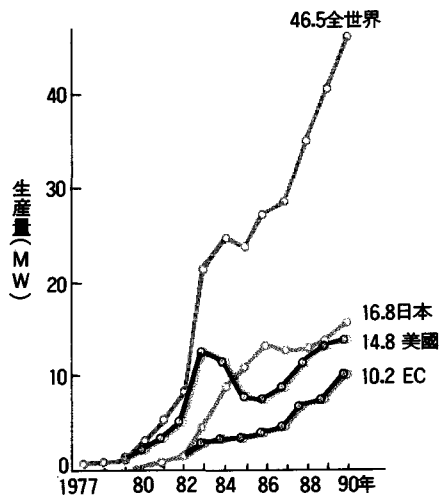
天然가스도 窮極可採量에서 累積생산량을 뺀 나머지 0.19兆TOE를 21世紀 後半에 거의 소비해 버릴 것으로 예상된다. 石炭은 確認매장량에서 0.46兆TOE, 매장량 5.3兆TOE中, 確認매장량을 21世紀 後半에 모두 소비할 것으로 보인다. 以上과 같은 대략적인 前提를 나타내면 그림 14와 같고, 各 化石燃料의 累積消費量(생산량)을 나타내면 그림 15와 같으며, 그 수치는 표 2(58면 참조)에 나타난 바와 같다.

### 3.3 에너지供給 不足과 原電에의 期待

그림 16은 시나리오 I과 II에 대하여 3.1절 3.2절의 推定에 따라 自然에너지와 化石에너지를 합한 量이 어느 정도의 에너지를 供給할 수 있을지를 표시한 것이다.

그중 얇게 hatching한 범위가 原子力으로 보충할 수 있는 범위일 것이다. 原子力은 輕水爐와 高速增殖爐 어느 것이든 체르노빌의 영향과 세계적인 經濟低調 때문에 發電所의 건설계획이 감소되고 말았다. 그러나 超長期的으로 본다면, 20世紀에 사는 우리들이 염려하고 있는 고준위폐기물에 포함된 超우라늄 元素의 문제나 原子爐의 높은 信賴性和 플루토늄 문제 등도 해결될 수 있을 것이

그림 9 : 세계의 太陽電池 生産량추이



# 21세기의 에너지 전망

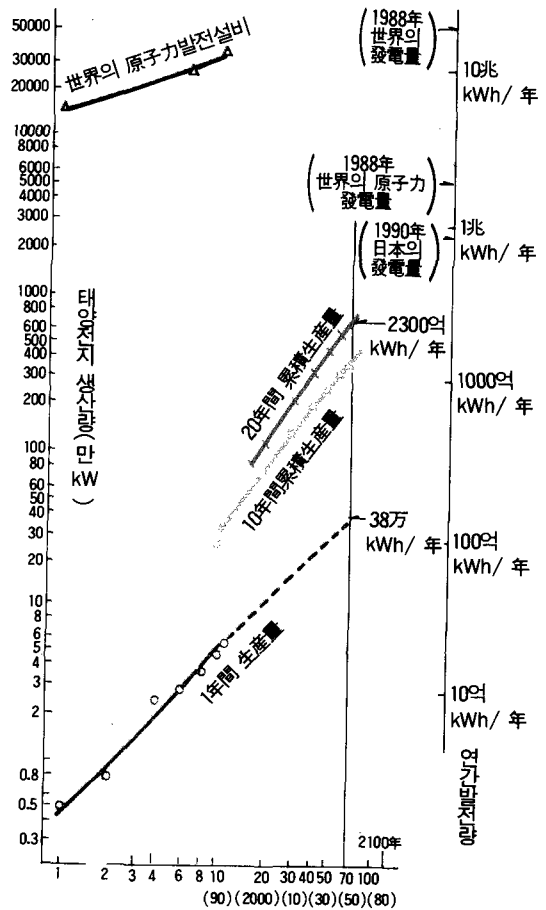
며, 陸上우라늄의 枯渴문제도 海水우라늄을 利用하면 克服될 수 있을 것이다.

만일 그렇게 되지 않는다면, Case I 과 같이 南北格差가 줄어들지 않는 시나리오 조차 實現性이 없게 되며, 더구나 先進지역의 경제성장율인 年 3%도 달성할 수 없게 된다. 그때의 人類는 現狀 以下인 1人當 에너지 밖에 확보할 수 없게 되므로, 풍요로운 先進地域에 대한 開發途上國의 化石에너지 輸出拒否나 에너지를 保有하지 못한 人口大國에서의 難民流出 등 매우 비극적인 狀況이 발생 할지도 모른다. 만일 原子力개발이 그림 16의 hatching 部分까지 달성된다 하여도 Case II가 必要로 하는 에너지 需要를 충족시킬 수는 없다. 그래서 기대할만한 에너지 資源으로 石油의 4차 회수(아직은 3차 回收 이후는 생각되지 않음)나 CO<sub>2</sub> 또는 水蒸氣를 대량으로 含有하고 있는 低質 天然가스(低質메탄가스) 그리고 아직은 채굴방법이 확인되지 않은 methan hydrate 같은 것을 생각할 수 있다.

## 4. CO<sub>2</sub> 吸收(C의 固定)

1970年代末까지 熱帶濕潤지역에서는 年間 7.5만km<sup>2</sup>나 되는 森木被覆면적이 사라졌으며, 현재도 표 3(59면 참조) 표시한 바와 같이 年間 約 14만km<sup>2</sup>가 消失된다고 추정되고 있다. CO<sub>2</sub>의 吸收源으로 森林을 생각하는 것이라면 당연히 熱帶雨林을 포함하는 森林면적 4,000km<sup>2</sup>를 대상으로 해야 한다. 그러나 표 4(55면 참조)에 나타난 바와 같이, 北美나 유럽 그리고 옛소련의 森林消失에 대한 data를 알 수 없지만 森林, 雨林의 消失이 클 것임을 감안하면, 熱帶雨林(熱帶濕潤林)에 주목

그림 10 : 太陽電池생산량의 낙관적 예측



하여 그 植林을 대상으로 토론을 전개해도 대략적인 方向性에는 그다지 틀림없을 것으로 보인다.

표 4에서 熱帶濕潤林이 年間 14만km<sup>2</sup>씩 消失하고 있으므로 이제까지 消失된 森林被覆面積은, 1천368만km<sup>2</sup> - 778만km<sup>2</sup> = 585만km<sup>2</sup>으로 추산할 수 있다.



## 將來엔 고준위 핵폐기물, 原子力 신뢰성문제 등 해결된다

森林이 消失되면 2次林이 發生하여 森林이 蘇生할 것 같지만, 實은 그렇게 되지 못하고 草原이 되는 경우가 많다. 森林과 草原은 CO<sub>2</sub> 吸收量面에서 다를 뿐만 아니라, 草原에서는 炭素(C)의 목적량이 극히 적다. 만일 2次林이 發生한다고 해도 原生林의 生物量에 비해 半以下 밖에 축적할 수가 없다.

이러한 見解를 토대로, 森林의 再生(植林) 덕분에 1ha 당 30년에 걸쳐 每年 10톤의 炭素를 고정시킬수 있다고 가정하면 다음과 같은 계산을 추정할 수 있다. 즉, 600만 km<sup>2</sup> × 10톤C ÷ 1ha = 60억톤C/年이다. 만일 한꺼번에 600萬km<sup>2</sup>을 植林할수만 있다면 앞으로 30年後에는 每年 약 60억톤의 CO<sub>2</sub>(炭素換算)를 고정시킬 수가 있으므로 現在 工業的으로 배출되고 있는 모든 CO<sub>2</sub>를 고정시킬 수 있다.

大規模의 植林에는 몇가지 장애물이 있다.

① 묘목을 大量으로 만들 수 없다.

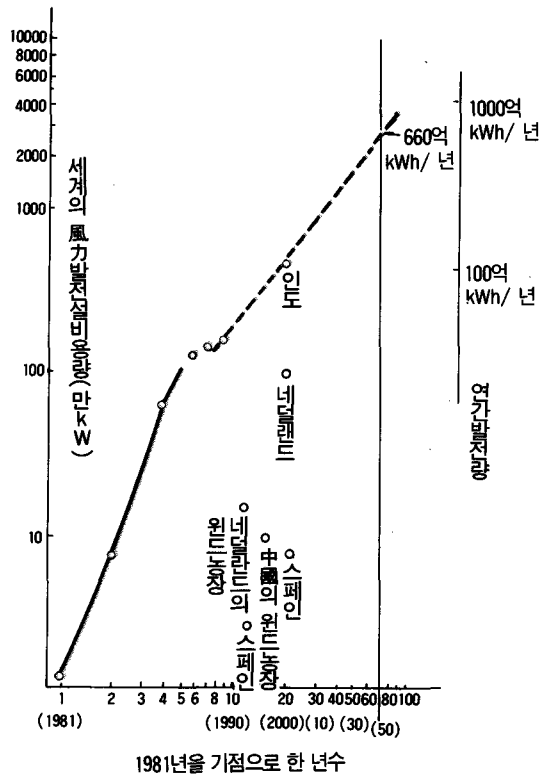
大量으로 묘목을 생산하기 위해서는 씨로서는 供給이 불가능하다. 組織培養으로 大量으로 싹을 만들고, 이를 植物공장에서 育苗하는 새로운 system이 필요하다. 지금 이 시스템 개발에 熱意를 보인다면 10年後에는 完성될 가능성이 있다.

② 植林費用을 누가 부담할 것인가?

1ha당 植林費用이 500~800달러가 所要된다. 가령 600달러라고 하면 600만km<sup>2</sup>에 植林하는 것만으로도 천 600억달러가 필요하다. 이 값은 全世界의 總國防費에 해당되며, 世界 GNP의 1.7%에 해당된다. 실제로는 植林한 후 적어도 5年 동안 育林이 필요하므로 植林비용과 育林비용을 같은 액으로 보아 世界GNP의 8% 이상의 금액이 된다.

만일 國防費를 林業에 돌린다면 모든 것이 해결된다. 그대신 全世界의 軍隊가 熱帶雨林에 나가 現地의 사람들

그림 11 : 風力발전의 낙관적 예측

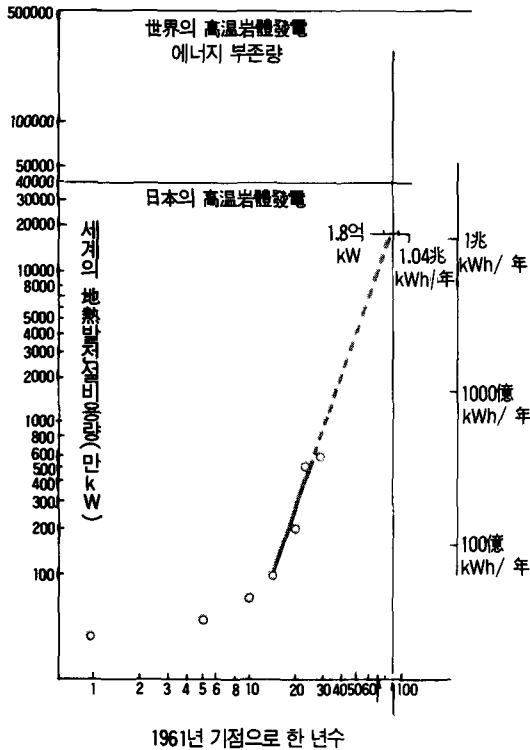


과 사이 좋게 植林하는 것이 된다. 武器産業이 育苗産業으로 交替된다고 상상하면 自由의 女神이 미소지를 것이 다.

그렇다면 植林을 어느 정도로 實行하면 좋을까? 묘목의 生産技術개발 實用化나 植林費用 부담의 合意 등과 같은 사항은 短期間內에 실현될 것 같지는 않다. 그래서 2000年~2019年에 每年 10만km<sup>2</sup>를 植林하고 2020年~2039년에는 每年에는 20만km<sup>2</sup>를 植林한다는 책상머리 구상을 세우고, 또한 성숙한 삼림에서 건자재와 펄프

# 21세기의 에너지 전망

그림 12 : 지열발전의 낙관적 예측



용 목재를 자른 다음 곧바로 다시 식림한다면, 그 결과 대기 중에서 CO<sub>2</sub>가 그림 14와 같이 고정된다.

그림 15에 나타난 Case II 경우의 에너지 부족에 대한 methan hydrate 등과 같은 화석에너지를 개발하지 않는다면 대기 중의 CO<sub>2</sub>농도는 표 2에서와 같이 2100년이 되어도 460ppm 정도가 된다. IPCC가 염려하는 해면 상승 3m의 세계는 CO<sub>2</sub>농도가 600ppm일 때를 상정하고 있으므로 비교해 보면 온난화의 염려는 많이 완화되는 셈이다.

## 5. 考 察

21世紀의 trilemma 문제의 根本은 人口문제이다. 人口증가를 낮게 억제하려면, 乳幼兒 死亡率의 低下나 初中等 教育의 普及 등과 같은 生活수준의 向上이 不可分의 條件이다. 生活수준을 나타내는 파라미터중의 하나가 國民 1인당 에너지 소비량이다.

그림 17은 40개국에 에너지消費량과 人口의 自然增加率 關係를 plot한 것이다. 大략적인 幅을 가지고 바른쪽 아래 方向으로 처지는 경향을 볼 수 있으며, plot 20을 통하는 좌측의 曲線과 自然증가율 0%의 交差点은 1인당 年間 2 TOE의 에너지 消費를 나타내고 있다.

에너지 以外의 分野(예를 들면 乳幼兒의 死亡率 低下 등)에서 人口증가를 억제하는 作用이 있으면, 1인당 2 TOE의 에너지 供給이 人口를 억제하는데 必要한 最小한 的 에너지라고 생각할 수도 있다.

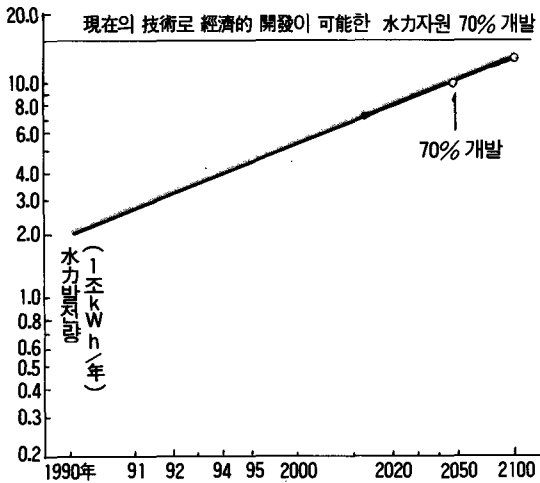
將來에는 에너지 節約도 豫상되므로 1.7~1.5 TOE가 最低수준이라고 생각해도 된다. 이와 같은 視点으로 표 1을 본다면, Case I에서는 開發途上國의 人口는 2100年을 넘어도 增加경향을 막을 것 같지 않지만 Case II에서는 2030年경부터 人口증가율이 제로에 接近한다고 推測할 수 있다. 그렇게 되면 Case II 자체의 人口增加 어려움을 UN의 人口中立推計보다도 낮게 어렵해도 좋을지 모른다. 그래서 UN의 人口低位推計를 참고로 시나리오를 다시 작성하면 다음과 같다.

### 5.1 Case II'

UN 人口低位推計(1990年版)를 참고로 하여 開發途上國의 人口推移를 作成하면 표 5(S3면)와 같다. 先進地域

## 伐採로 森林사라지면 二次林복원 어렵고 草原으로 전략

그림 13 : 水力개발의 전망



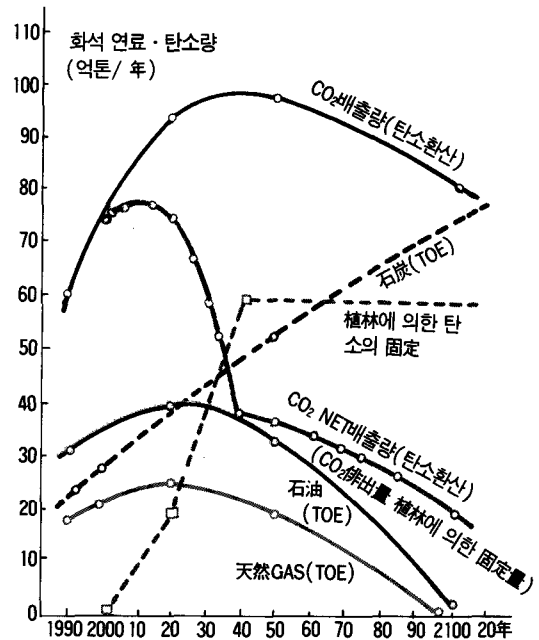
및 옛소련이나 東유럽은 Case II와 같은 값인 UN 人口 中位推計를 참고로 했다. 그 결과를 나타내면 그림 18과 같다.

GNP와 에너지 소비량의 추산은 Case II와 같으며 GNP는 先進地域의 年 2% 옛소련과 東유럽은 年 1.5%로 신장하고 開發途上國 지역의 1인당 GNP는 先進國에 비해 1990年 1/26, 2000年 1/20, 2020年 1/10, 2050年 1/5, 2100年 1/3과 같이 연속적으로 格差가 줄어드는 것으로 한다.

또한 에너지 消費伸張도 Case II와 같이 1990年을 1로 했을 때 各年度의 GNP배에 대하여 各 2000年 0.9배, 2020年 0.6배, 2050年 0.3배, 2100年 0.1배로 한다. 에너지 價格의 上昇, 에너지 技術의 진보, 生活方式 變革에 따른 産業구조의 變化 등이 에너지 節約과 에너지 消費구조의 變革을 가져올 것이라는 점은 Case I, II와 공통적이다.

그림 19는 그림 16에 Case II'를 추가한 것이다. Case

그림 14 : 化石연료의 소비량

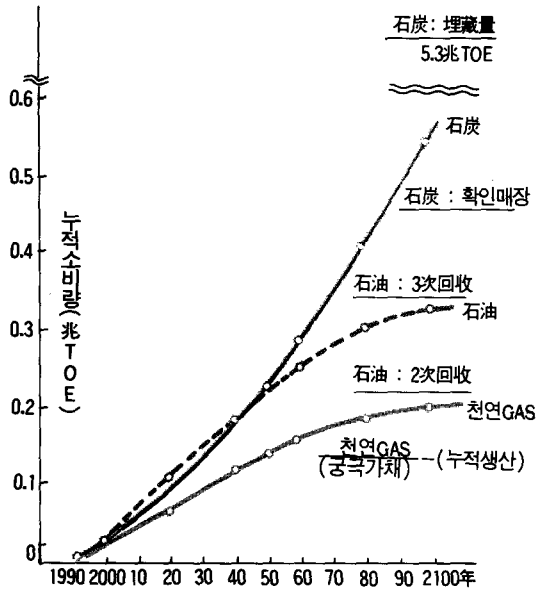


I과 II의 中間에 위치하고 있으며 2100年을 지나면 人口 감소 때문에 Case I를 밀돈다. Case II'에서도 2020年 이후의 에너지 不足을 原子力 普及만으로 대비하기에는 어려울 정도로 크다. 특히 2050年~2080年 사이의 에너지 供給은 原子力 이외의 方法으로 求하지 않으면 어렵게 되며 모처럼 生活水準이 向上되어 개발도상국의 人口증가가 대폭적으로 완화되기를 기대하는 Case II'의 시나리오 前提가 뒤집힐 염려가 있다.

Case II나 Case II' 모두 南北격차가 비율상으로 보아 축소될 것으로 想定하고 있다. 특히 1인당 에너지 소비량은 21世紀末경에 큰 차이가 없어 질 것이라고 예상하고 있다. 개발도상 지역과 옛소련이나 東유럽은 2050

# 21세기의 에너지 전망

그림 15 : 化石연료의 누적 소비량



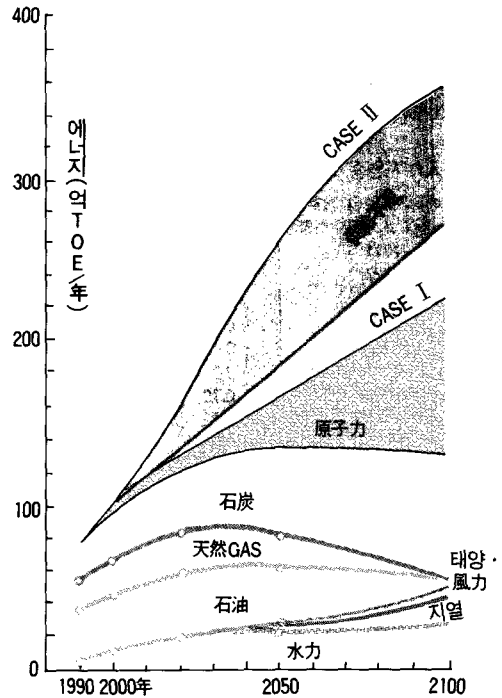
년에는 같이 된다.

이와 같은 시나리오대로 개발도상국이 발전할 것인가? APEC의 中核으로 되어 있는 아시아 국가 그리고 NIES는 Case II의 시나리오대로 발전할 것이다. 中國도 그렇게 되기 위해서는 에너지 開發 특히 石炭 국내유통망 구축과 아직도 注目받지 못하고 있는 저질의 天然 가스 개발이 관건이 될 것이다.

## 5.2 Case III

최근의 經濟활동이 안정되는 것은 「成熟한 社會」에 도달한 증거라는 學說이 있다. 그렇다면 선진지역의 경제성장은 거의 限界에 달한 느낌이며 21世紀는 「不足함

그림 16 : 에너지 공급구조



을 알게 될 成熟社會」라는 말이 된다.

그러나 개발도상 지역의 경제성장은 계속된다. 現在, 東南아시아와 中國의 成長이 현저하며, 中國에서의 成長은 長期的으로 보아 라틴아메리카나 中東, 아프리카와 같은 국가에도 전파될 것으로 보인다.

여기서 先進地域과 東유럽 그리고 옛소련의 경제성장을 年 1%로 상정하고 개발도상 지역과 先進地域의 1인당 GNP(≒GDP) 비율이 Case II, II'와 같이 1990년에 1/26이었던 것이 200년에는 1/20, 2020년에는 1/10,

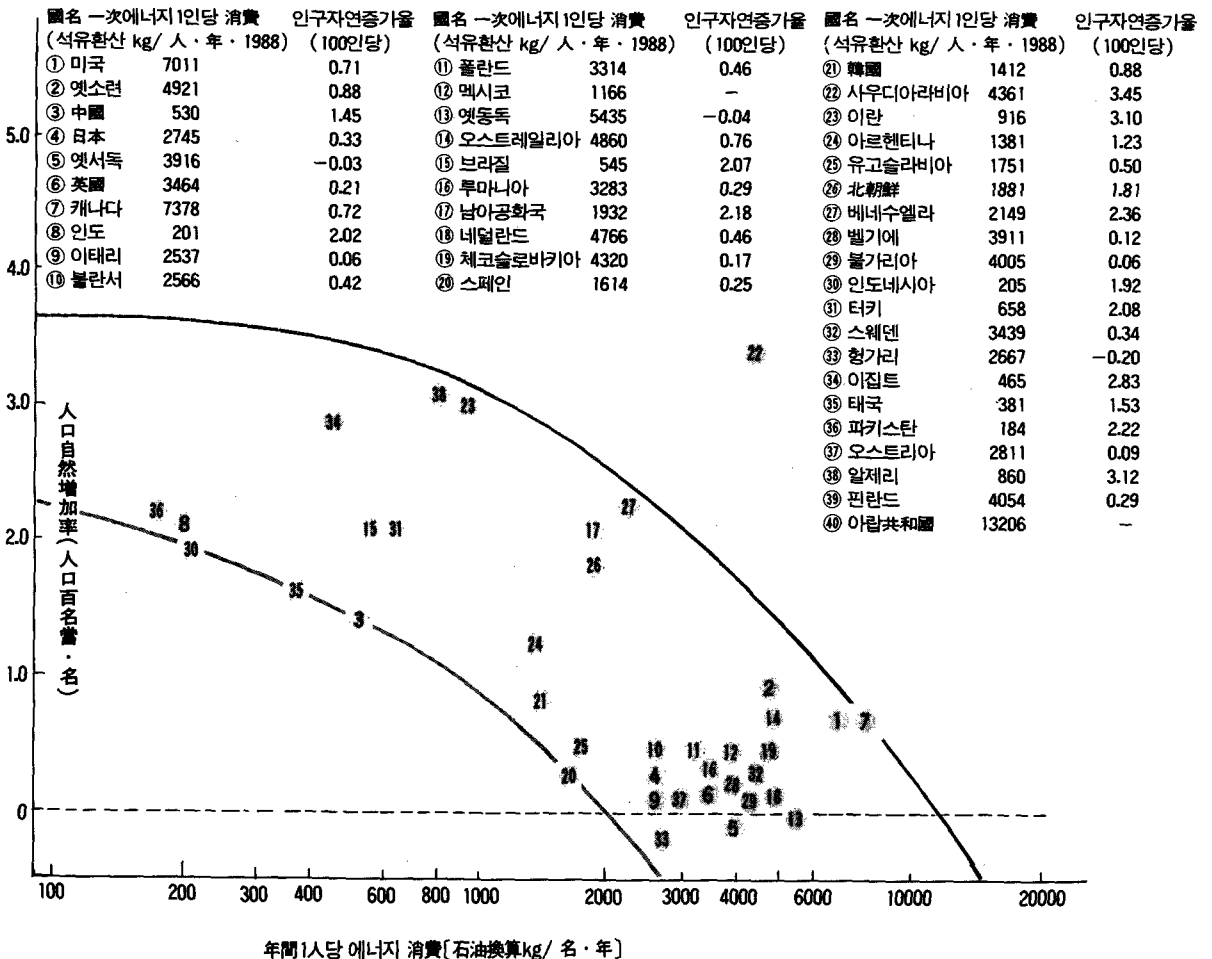
## 熱帶雨林, 시베리아 森林 保存해야

2050년에는 1/5 그리고 2100년에는 1/3로 격차가 시정될 것으로 상정한다.

그 算出 결과를 나타내면 표 6(56면)과 그림 20과 같다. 이 표에 따를 경우, 21世紀中에는 에너지 부족에 빠지는 일이 없을 것이다. 다만 본 시나리오에 一貫되어 있

는 「1990년을 기준으로 한 경우 에너지 소비량의 倍率 GNP의 倍率에 대하여 1990년~2000년 0.9배, 1990년~2020년 0.6배, 1990년~2050년 0.3배, 1990년~2100년 0.1배」가 될 것이라는 想定을 전제조건으로 하고 있다.

그림 17 : 人口 자연증가율과 1인당 에너지 소비량



# 21세기의 에너지 전망

표 5 : Case II'

		1990	2000	2020	2050	2100	備 考
C	倍率	1.0	1.24	1.85	3.35	9.01	GNP 伸長 先進地域 : 年率 2% 東유럽·옛소련 : 年率 1.5%
	先進地域	1.0	1.12	1.11	1.00	0.90	
	東유럽·옛소련	1.0	1.18	1.59	2.48	5.22	
	途上地域	1.0	1.06	0.95	0.74	0.52	
A	에너지	1.0	1.4	6.5	26	74	途上地域과 先進地域間의 인당 格差 : 1990 : 1/ 28 2000 : 1/ 20 2020 : 1/ 10 2050 : 1/ 5 2100 : 1/ 3
	先進地域	1.0	1.26	3.9	7.8	7.4	
	東유럽·옛소련	14.5	18.0	26.8	48.6	131	
	途上地域	3.0	4.2	19.5	77.8	223	
S	GNP (兆 圓)	20.8	26.1	51.5	134.6	371	에너지 消費 : GNP 倍率에 對해 1990~2000年 : 0.9 배 1990~2020年 : 0.6 배 1990~2050年 : 0.3 배 1990~2100年 : 0.1 배 ( ) : 인당 TOE [ ] : 倍率
	先進地域	14.5	18.0	26.8	48.6	131	
	東유럽·옛소련	3.3	3.9	5.2	8.2	17	
	途上地域	3.0	4.2	19.5	77.8	223	
E	에너지 (億 TOE)	80[1.0]	92.3[1.2]	150.5[1.9]	231[2.9]	215[2.7]	
	先進地域	40.6(5.3)	45.5(5.6)	45.1(5.4)	40.6(4.5)	36.6(3.7)	
	東유럽·옛소련	16.9(3.8)	17.9(3.8)	16.1(3.1)	12.5(2.5)	8.8(1.8)	
	途上地域	22.9(0.56)	28.9(0.60)	89.3(1.5)	178(2.5)	170(3.3)	
TOE) 合 計		80[1.0]	92.3[1.2]	150.5[1.9]	231[2.9]	215[2.7]	

## 5.3 에너지節約의 가능성

이 시나리오에서는 「1990년을 기준으로 했을 때, 에너지 소비량의 배율이 GNP의 배율에 대하여 1990년~2000년을 0.9배, 1990년~2020년 0.6배, 1990년~2050년 0.3배, 1990년~2100년 0.1배」라는 대전제를 두었다. 이것이 에너지節約의 개발이나 보급으로 달성될 수 있을 것인가?

문제를單純化시키기 위해 에너지技術이 GNP에 비례하여擴大·普及하여 간다고 생각한다. 이때에는 GNP의 배율과 에너지의 배율이 같게 된다. 에너지

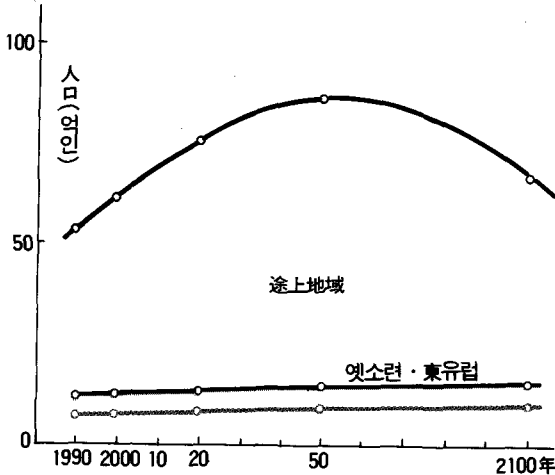
技術을 개발함으로써 같은 종류의 技術效率이 向上한다. 보다 효율이 높은 代替기술이 낡은 기술을 쫓아낸다. 그리고 産業이나 生活方式의 변화로 에너지가 必要치 않게 되는 등 結果적으로는 에너지節約이 된다.

이와 같은 모든 일이 종합적으로 진행되어 年 2% 정도의 에너지 절약을 이룰 수 있다면 「1990년을 기준으로 에너지 消費量의 배율이 GNP의 배율에 대하여 1990년~2000년 0.9배, 1990년~2020년 0.6배, 1990년~2050년 0.3배, 1990년~2100년 0.1배」가 실현된다.

구체적으로 향후 110년을 구분하여 試算하여 보면, 1990~2000년에는 年 0.95%, 2000~2020년에는 年

## 2000年~2020年동안 에너지 節約 1.6% 달성가능

그림 18 : Case II 에 의한 人口의 추이



1.6%, 2020~2050년에는 년 1.9%, 2050~2100년에는 년 2.1%로 에너지를 절약하면 된다는 것을 의미하며, 이것을 실현할 수 있을 것으로 전망된다.

### 5.4 바이오매스이 대한 期待

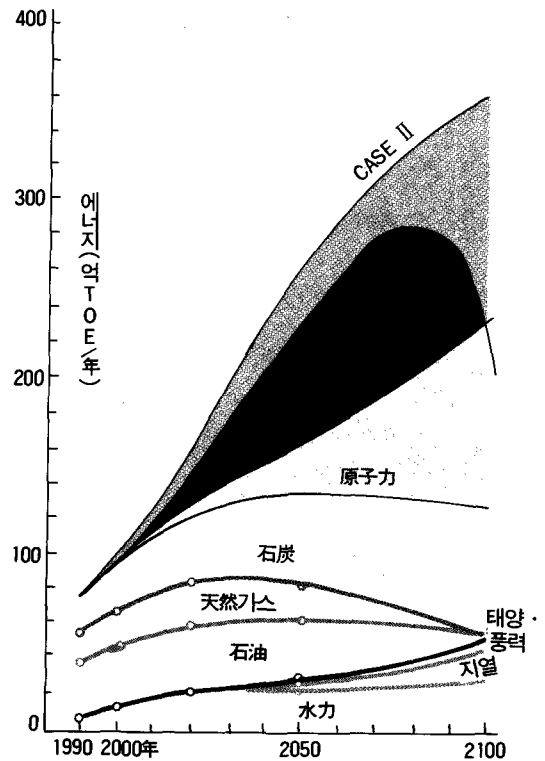
그림 20으로만 본다면 Case II 以外는 에너지 供給이 不足하게 된다. 즉, 에너지 供給은 Case II 이외에는 成立하지 않는다는 뜻이다. 그러나 實際로는 Case I 과 Case II의 中間形式으로 될 것이라는 전망이 타당하다고 생각된다.

이때에 그림 20의 hatching 부분으로 表示한 영역을 原子力이 메꾸 준다면 좋겠지만, 原子力의 상황은 그렇지 못하다.

原子力이 메꿀 수 없는 部分을 메꿀줄 가능성이 있는 것은 아직까지는 바이오매스 뿐이다.

그림 14에서 보는 바와 같이 植林을 施行하고 2040년에는 1990年 현재 파괴된 熱帶雨林 600만km<sup>2</sup>의 거의 全

그림 19 : Case II에 의한 에너지 소비

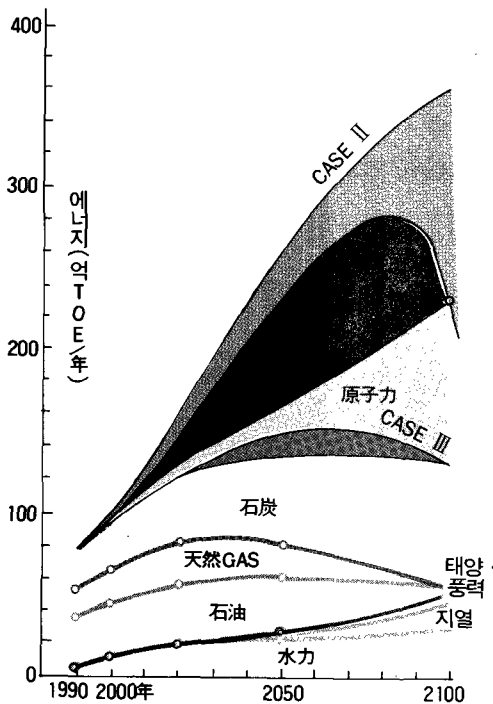


部를 모두 植林하였다고 생각한다면 그 600만km<sup>2</sup>를 계획적으로 벌채하고 植林하여 바이오매스를 얻을 수 있다. 森林의 成숙기간을 50년간으로 보고, 每年 12만km<sup>2</sup>를 벌채한다고 하면 每年 12억톤의 탄소량에 버금가는 연료를 공급할 수 있다. 이것은 열량면에서도 10억 TOE 以外에 해당된다.

Case I~II에서 2050年 이후의 바이오매스를 每年 10억TOE로 計定한다면 그림 20에서 보는 바와 같이 原子力에 대한 부담이 약간 완화될 정도이다.

# 21세기의 에너지 전망

그림 20 : 에너지 공급 구조



## 5.5 21世紀의 人口폭발을 대처하기 위한 政策의 개요

21世紀의 人口폭발을 극복하기 위해서는 이른바 trilemma의 도전을 피할 수가 없다. 人口가 약 2배로 되었을 때, 전체 경제규모도 2배 이상이 되지 않으면 사람들은 생활할 수 없게 된다. 전체經濟의 확대는 종래와 같은 공업화도 하나의 선택이기는 하지만, 환경의 保守까지도 경제활동 요소로서 감안되지 않으면 trilemma를 극복할 수 없다.

植林비용을 에너지 消費稅나 平和配當金으로 捻出하여 인류가 파괴하기만 하던 熱帶雨林이나 시베리아의 森林을 인환시키지 않으면 溫暖化 대책 뿐만 아니라 水資源 확보나 大洪水 예방 등을 피할 수 없게 된다. 增大하는 人口를 林業이나 林農業을 조합시킨 農林業(agro-forestry)으로 흡수하지 않으면 植林이나 食糧 확보의 선행이 이루어지지 못할 것이다.

그림 5에 나타나 바와 같이 21世紀초에 石油고갈이 문제가 된다면, 에너지 가격이 2~3배 또는 그 이상으로 틀림 없이 상승할 것이다. 이 상승이 에너지 節約을 낳게 되고 에너지가 그다지 필요치 않는 새로운 産業을 낳게 될 望이 높아질 것이다.

食糧만 보더라도 2030~50年경에는 2~3배로 뛰어들 것이다. 그 결과 農林業이 직업으로서 成立될지도 모르며, 火力發電所에서 배출되는 CO<sub>2</sub>를 이용하여 chlorella같이 이끼類를 대량으로 배양하는 産業이 成長하게 될지도 모른다. 이렇게 여러가지 가능성을 고려한다면, 人類는 궁하면 地혜를 연출하고 地혜가 연출되면 trilemma에 도전할 수 있는 용기가 솟아날 것이다.

표 4 : 年間平均 森林 감소 면적

단위 : 1000ha

	1981~85	최근 推計
세계	11502	16900
인도네시아	3772	5000
캐나다, 미국, 중국, 아시아, 아프리카	-(不明)	159
브라질	1022	1400
러시아	4604	6800
일본	20	-
대한민국	307	400
중국	709	1400
인도	967	1800
미국	-	-
유럽	-	-
아프리카	26	-



# 石油고갈 實在化될 경우 에너지 不要산업 태동할 듯

표 6 : 시나리오 III

(52면 참조)

		1990	2000	2020	2050	2100	
倍率	先進地域	1.0	1.12	1.36	1.83	3.02	GNP 伸長 先進地域 : 年率 1% 東유럽·옛소련 : 年率 1%
		1.0	1.00	0.82	0.55	0.30	
GNP / 에너지	東유럽·옛소련	1.0	1.12	1.36	1.83	3.02	途上地域과 先進地域의 1인당 北率 : 1990 : 1/ 28 2000 : 1/ 20 2020 : 1/ 10 2050 : 1/ 5 2100 : 1/ 3
		1.0	1.00	0.82	0.55	0.30	
	途上地域	1.0	1.70	5.3	16.9	47.2	
		1.0	1.53	3.18	5.07	4.72	
GNP (兆달러)	先進地域	14.5	16.24	19.7	26.5	43.8	에너지 消費 GNP 倍率에 대해 各地域이 모두 1990~2000 : 0.9 배 1990~2020 : 0.6 배 1990~2050 : 0.3 배 1990~2100 : 0.1 배 ( ) : 1인당 TON/년 [ ] : 倍率
	東유럽·옛소련	3.3	3.70	1.2	6.0	10.0	
	途上地域	3.0	5.1	15.9	50.6	141.6	
	合計	20.8	25.0	36.8	83.1	195.3	
에너지 (억 TOE)	先進地域	40.6(5.3)	41(5.1)	33(3.9)	22(2.4)	12(1.2)	
	東유럽·옛소련	16.9(3.8)	17(3.6)	14(2.7)	9(1.8)	5(1.0)	
	途上地域	22.9(0.56)	25(0.7)	73(1.1)	116(1.3)	108(1.1)	
	合計	80[1.0]	93[1.2]	120[1.5]	147[1.8]	125[1.6]	

表 1 : 전제조건

(42면 참조)

			2000	2020	2050	2100	비 고	
			8.0	8.4	9.0	10	UN推計(1990改訂) 中位値, 다만 2050, 2100年 100, 112 의 지역별 값은 外挿推計	
			4.7	5.1	5.0	5.0		
			50	68	86	87		
			63	81	100	112		
C A S E I	倍率	先進地域	1.0	1.38	2.50	6.07	26.6	GNP 伸長 先進地域 : 年率 3% 東유럽·옛소련 : 年率 2%  途上地域과 先進地域 1인당 GNP比 1/ 26로 固定  에너지 消費 GNP 倍率에 對해 各地域이 모두 1990~2000 : 0.9 배 1990~2020 : 0.6 배 1990~2050 : 0.3 배 1990~2100 : 0.1 배 ( ) : 1인당 TON/ 年 [ ] : 倍率
			1.0	1.24	1.50	1.82	2.66	
	GNP/에너지	東유럽·옛소련	1.0	1.24	1.85	3.35	9.01	
		途上地域	1.0	1.60	3.77	10.8	48.0	
	GNP (兆圓)	先進地域	14.5	20.0	36.3	88.0	386	
		東유럽·옛소련	3.3	4.1	6.1	11.0	29.7	
	에너지 (억 TOE)	途上地域	3.0	4.8	11.3	32.3	144	
		合計	20.8	28.9	53.7	131.3	560	
A S E I	GNP/에너지	先進地域	40.6(5.3)	50(6.3)	61(7.3)	74(8.2)	108(10.8)	
		東유럽·옛소련	16.9(3.8)	19(4.0)	19(3.7)	17(3.4)	15(3.0)	
	途上地域	途上地域	22.9(0.56)	33(0.66)	52(0.76)	74(0.86)	110(1.13)	
		合計	80[1.0]	102[1.3]	132[1.7]	165[2.1]	233[1.13]	
C A S E II	倍率	先進地域	1.0	1.24	1.85	3.35	9.01	GNP 伸長 先進地域 : 年率 2% 東유럽·옛소련 : 年率 1.5%  途上地域과 先進地域 1인당 比率 : 1990 : 1/ 26 2000 : 1/ 20 2020 : 1/ 10 2050 : 1/ 5 2100 : 1/ 3  에너지 消費 GNP 倍率에 對해 各地域이 모두 1990~2000 : 0.9 배 1990~2020 : 0.6 배 1990~2050 : 0.3 배 1990~2100 : 0.1 배 ( ) : 1인당 TON/ 年 [ ] : 倍率
			1.0	1.12	1.11	1.00	0.90	
	GNP/에너지	東유럽·옛소련	1.0	1.18	1.59	2.48	5.22	
		途上地域	1.0	1.06	0.95	0.74	0.52	
	GNP (兆圓)	先進地域	14.5	18.0	26.8	48.6	131	
		東유럽·옛소련	3.3	3.9	5.2	8.2	17.2	
	에너지 (억 TOE)	途上地域	3.0	5.6	21.7	92.8	424	
		合計	20.8	27.5	53.7	149.7	571	
A S E II	GNP/에너지	先進地域	40.6(5.3)	45.5(5.6)	45.1(5.4)	40.6(4.5)	36.6(3.7)	
		東유럽·옛소련	16.9(3.8)	17.9(3.8)	16.1(3.1)	12.5(2.5)	8.8(1.8)	
	途上地域	途上地域	22.9(0.56)	38.2(0.76)	99.4(1.4)	213(2.5)	323(3.3)	
		合計	80[1.0]	102[1.3]	161[2.0]	266[3.3]	368[4.6]	

# 21세기의 에너지 전망

表 2 : 에너지의 소비/ 공급

(45면 참조)

에너지 단위 : TOE(억 tom/ 年)

自然 에너지	太陽光발전	[ 45](0.02)	[ 110](0.04)	[ 300](0.11)	[ 650](0.24)	[ 1300 ](0.48)	( ) : 万kW ( ) : 兆kWh 太陽光發電 : 20年 使用, 晴天率 70% 1日 6時間가동 風力發電 : 가동률 25% 地熱發電 : 가동률 70% 1兆kWh→2.46억TOE
	風 力발전	[200](0.004)	[ 580](0.01)	[ 1500](0.08)	[ 3000](0.07)	[ 5800](0.13)	
	地 熱발전	[800](0.04)	[2100](0.13)	[7000](0.43)	18000(1.10)	130000(0.8 )	
	水 力발전	[ ](2.1)	[ ](5.2 )	[ ](8.4 )	[ ](10.8)	[ ](13.5)	
	合計(兆kWh)	2.2	5.4	8.0	12.0	22.1	
	合計[TOE:톤]	5.4	13.2	22.1	29.5	54.3	
CO <sub>2</sub> 흡수	植林 (만km <sup>2</sup> / 年)	0	(2000~2019) 10	(2020~2039) 20	(2040~) 0	0	
	植林累積 (만km <sup>2</sup> )	0	0	200	600	500	
①	CO <sub>2</sub> 흡수 (C億t/ 年)	0	2001 : 1億 2020 : 20億	2001 : 22億 2040 : 60億	60	60	
化石燃料 (TOE)	石 油	31[31]	35[333]	40[1472]	34[2585]	3[3526]	[ ] : TOE 石油 : 3次回收까지 天然 GAS : 궁극기체량까지
	天然 GAS	18[18]	21[200]	25[870]	20[1350]	0[1875]	
	石 炭	22[22]	28[247]	38[1380]	54[3220]	75[5520]	
②	CO <sub>2</sub> 排出量 (C億t/ 年)	80	74	90	98	81	石油 1 t→0.857 천연 GAS 1 TOE→0.6tc 石炭 1TOE→1.05tc
大氣中 CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> 방출량 ② ~①(C億t/ 年)	60	74	75	88	21	CO <sub>2</sub> ↑의 58%가 大氣에 잔류
	大氣中CO <sub>2</sub> (PPR)	350	360	380	420	460	
	自然 에너지 化石 供給合計 (TOE億t)	76.4	97	126	138	132	
不 足 에너지	CASE I (TOE億t)	3.6 (=原子力)	5	6	27	101	
	CASE II (TOE億t)	3.6 (=原子力)	5	34	128	236	

# 21세기의 에너지 전망

표 3 : 熱帶濕潤林의 나라별 現狀

단위 : km<sup>2</sup> (47면 참조)

나 라	면 적	原來의 森林 被覆面積	現在의 森林 被覆面積	現在의 原生林 面積	現在의 年間 森林消失面積(%)
볼리비아	1,098,581	90,000	70,000	45,000	1,500(2.1)
브라질	8,511,960	2,860,000	2,200,000	1,800,000	50,000(2.3)
카메룬	475,442	220,000	164,000	60,000	2,000(1.2)
중 미	522,915	500,000	90,000	55,000	3,300(3.7)
콜롬비아	1,138,891	700,000	278,500	180,000	6,500(2.3)
콩 고	342,000	100,000	90,000	80,000	700(0.8)
에콰도르	270,670	132,000	76,000	44,000	3,000(4.0)
가 봉	267,670	240,000	200,000	100,000	600(0.3)
가이아나(佛領가이아나, 가이아나, 스리남)	469,790	500,000	410,000	370,000	500(0.12)
인 도	3,287,000	1,600,000	165,000	70,000	4,000(2.4)
인도네시아	1,919,300	1,220,000	860,000	530,000	12,000(1.4)
코트 디보아르	322,463	160,000	16,000	4,000	2,500(15.6)
캄보디아	181,035	120,000	67,000	20,000	500(0.75)
라오스	326,800	110,000	68,000	25,000	1,000(1.5)
마다가스카르	590,992	62,000	24,000	10,000	2,000(8.3)
말레이시아	329,079	305,000	157,000	84,000	4,800(3.1)
멕시코	1,967,180	400,000	166,000	110,000	7,000(4.2)
미얀마	696,500	500,000	245,000	80,000	8,000(3.3)
나이지리아	924,000	72,000	28,000	10,000	4,000(14.3)
파푸아 뉴기니	461,700	425,000	360,000	180,000	3,500(1.0)
페 루	1,285,220	700,000	515,000	420,000	3,500(0.7)
필리핀	299,400	250,000	50,000	8,000	2,700(5.4)
태 국	513,517	435,000	74,000	22,000	6,000(8.4)
베네수엘라	912,050	420,000	350,000	300,000	1,500(0.4)
베트남	334,331	260,000	60,000	14,000	3,500(5.8)
자이레	2,344,886	1,245,000	1,000,000	700,000	4,000(0.4)
합 계		13,626,000	7,783,500	5,321,000	138,600(1.8)