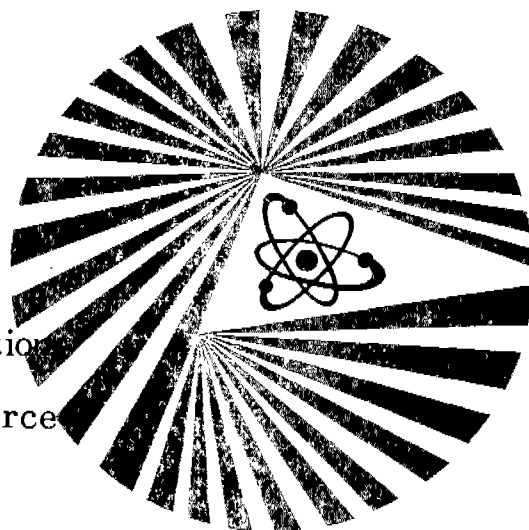


電源選擇을 위한 經濟性 評價

An Economical Efficiency Valuation
for the Selection of Power Source

(下)



한국원자력산업회의 제공

5. 發電源 選擇을 위한 合理的 評價方法의 摸索

지금까지의 電源開發計劃에 반영된 發電源 추이를 살펴보면, '70年 中반까지 國內 煤 石油 中心의 電源開發에서 '73年 1次 석유과동 以後 脫油 및 에너지 資源의 多원화 政策에 의하여 '80年 中반까지 技術의 進展 經濟性 에너지인 原子力과 負荷追從能力이 양호한 揚水를 中心으로 유연탄, LNG發電의 多元化된 電源開發이 추진되었고, 後 90年 中반까지의 電源計劃에서는 유연탄을 中心으로한 原子力發電 開發이 計劃, 추진중에 있다(表 5 참조).

이는 '80年 以後 계속되고 있는 全世界的인 原子力 産業 振興과 관련 原子力發電의 經濟性 比較 優劣 저하에도 기인하지만, 發電源 選擇에 使用되고 있는 電源開發計劃 電算프로그램(WASP)의 特性에도 기인하고 있다.

즉, 基底 負荷用 發電양식으로 경합되는 原子力과 有煙炭 發電의 경우, 系統의 電力供給不足確率(LOLP) 요구치 이상이란 基本的인 전제하에서는

發電單價가 싼쪽이 100% 채택되는 것이 電源開發計劃 電算프로그램(WASP) 최적해의 特長으로, 原子力에 有利할 때에는 追加 建設分 全部가 모두 原子力으로 충당되며, 反對의 경우에는 모두 有煙炭으로 충당되는 해가 나오게 된다. 이러한 이유로 '80年代 초반까지의 電源開發計劃에서는 原子力 위주의 전원구성 案이 제안되었고, '80年代 中반에 들어서면서는 有煙炭 위주의 電源構成이 제안되고 있다(表 6 참조).

이와같은 電源開發計劃과 같은 國家的인 重大한 意思 決定에는 지금까지와 같은 經濟性 위주의 단일 最適 計劃을 추구하는 접근 방법은 매우 위험스러우며, 技術적, 環境적, 社會적 影響 등을 고려한 보다 포괄적인 分析을 통하여, 意思 決定상의 不確實한 要素를 最大限 감소시킨 뒤 이들을 유기적이고 균형있게 評價하는 소위 포괄분석방법(Global Analysis)이 모색되어야 하겠다. 이 접근 方法이 第6·7次 5個年 電源開發計劃('87~'96)에서 처음 시도되었으나, 投資의 비효율적 효과와 2次的 과급효과에 대한 정량적 분석의 어려움으로 費用/수익개념의 一般經濟 재화와의 客觀的인 연계 평가 체제가 定立되지 않은 상태에 있다.

〈표 5〉 電源開發 計劃의 源別 변화 추이

전원개발 계획(계획 기간)	주요 내용
제 1 차 5 개년 ('62~'66)	○ 국내탄 화력 위주
제 2 차 5 개년 ('67~'71)	○ 유전소 화력 건설 위주 및 원자력 건설 개시
제 3 차 5 개년 ('72~'76)	○ 대용량 유전소 화력 건설위주 및 양수건설 ○ 1976년 준공목표로 원자력 1호기 최초 반영
제 4, 5 차 5 개년 ('77~'86)	○ 원자력, 양수건설 위주 및 LNG, 유연탄화력 건설개시 ○ 1978년 최초의 원자력 1호기 준공 및 원자력 2~10호기 건설개시 (원자력건설 최대반영)
제 6, 7 차 5 개년 ('87~'96)	○ 원자력 및 유연탄 화력 건설위주(유연탄화력 건설 최대 반영)

〈표 6〉 신규原子力 및 有煙炭 火力的 계통 투입 基數

전원개발계획 원별 / 내용		제 4 차 5 개년 ('77~'81)		제 5 차 5 개년 ('82~'86)		제 6 차 5 개년 ('87~'91)		제 7 차 5 개년 ('92~'96)	
		기수	용량 (MW)	기수	용량 (MW)	기수	용량 (MW)	기수	용량 (MW)
유 연 탄 (500MW급)		—	—	3	2,680	—	—	10	5,000
원 자 력	(600MW급)	1	587	2	1,329	—	—	—	—
	(900MW급)	—	—	2	1,900	4	3,800	2	1,900

다음의 主要評價要素들에 대한 定量的 推定체제 확립으로 포괄分析 方法이 모색되어야 할 것으로 사료된다. 즉, 發電原價 中心의 經濟性 比較는 하되 이의 제한성을 充分히 고려하여 電源開發計劃을 수립해 나가야 할 것이다.

가. 發電原價 推定(定量的 要因)

○資本費

- 建設費
- 建設中 利子 및 物價上昇費
- 初期 燃料費
- 解體費
- 保險/稅金
- 重水(必要時)

- 脫黃施設費(必要時)

○運轉維持費

- 勞務費
- 部品費
- 消耗品費
- 重水보충 및 수질유지비(必要時)

○燃料費

- 燃料費
- 使用後 處理費

나. 社會間接 費用 및 效果推定

(大部分 定性的 要因)

- 연료의 안정적 확보 비중(국가 전체에너지 수급 측면)

- 국토 이용도(부지확보 측면)
- 보호시설비(환경영향 측면)
- 負荷형태별 경제 급전 비중
- 國家기술 자립 기여도
- 고용 효과 등

6. 原子力發電의 必要性

가. 世界의 에너지 資源 現況

1900年代 중반부터 시작된 석유시대는 지속적인 脫石油에너지 政策에도 불구하고, 석유 및 천연가스의 利用은 現在의 추세대로 간다면 21세기초에는 枯渴될 것으로 展望되고 있다.

石炭資源은 아직 그 埋藏量이 풍부하기 때문에 그 보다는 100年以上 더 오래 使用할 수 있을 것으로 보고 있지만 石油 및 가스의 대체에너지원으로 가속적으로 利用된다면 경제적 可採資源은 훨씬 더 빨리 고갈될 수 있다.

또한 우리나라 資源의 利用은 現在의 爐型으로는 약 70年間 使用이 可能할 것으로 보이나 高速增殖 爐가 商用化된다면 그 可能 使用年數는 60倍 以上 늘어날 展望이다 (表 7 참조).

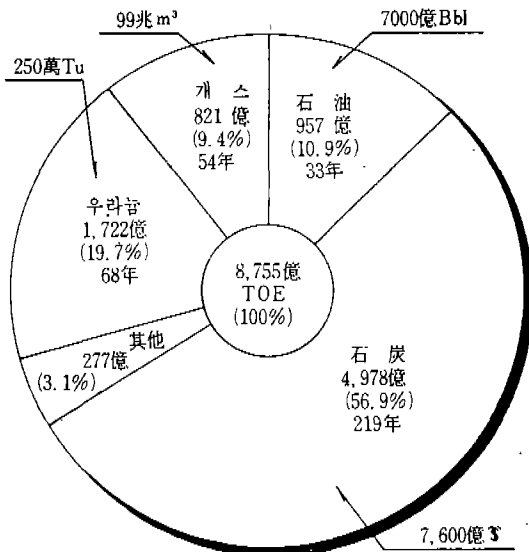
그리고, 世界主要 에너지 分布는 美國을 필두로 소련, 中東, 아프리카 등 몇개 지역에 편중되어 있으며, 이들 에너지의 安定確保를 위해서는 에너지 供給源의 多元化가 바람직하다 (表 8,9 참조).

그밖의 태양에너지의 使用, 地熱, 風力, 海洋에너지 및 核融合熱의 使用 등도 고려할 수 있으나 아직은 그 기술의 상용화가 遼遠하고, 대량 利用이 어려운 實情에 있다.

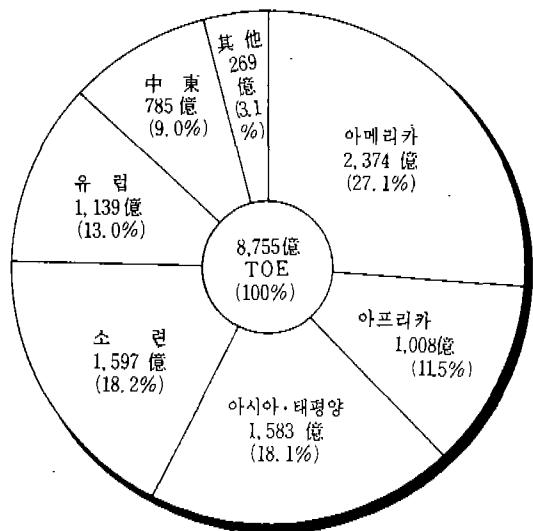
나. 國內 에너지 資源 實態와 展望

우리나라의 부존 에너지 資源은 극히 貧弱하여 年間 使用 에너지의 약 80% 정도를 海外로 부터의 수입에 의존하고 있는 실정이다. 現在 利用되고 있는 國內 부존자원은 대부분이 저급 무연탄이며 약간의 水力, 그리고 新탄을 들 수 있으며, 장

〈표 7〉 世界 에너지資源의 有限性



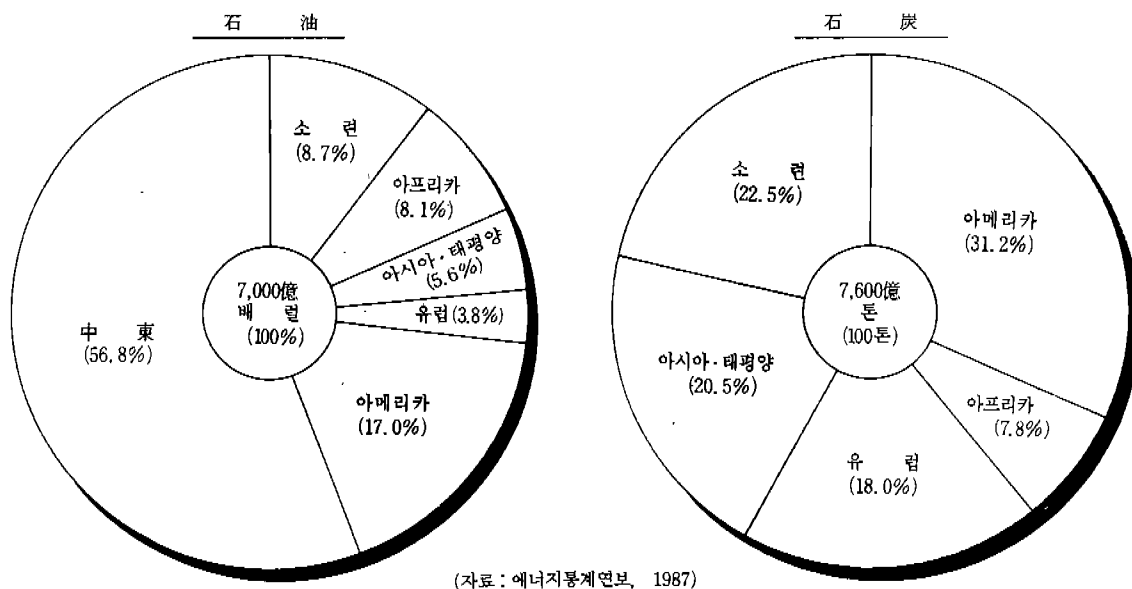
〈표 8〉 世界 에너지資源의 偏在性



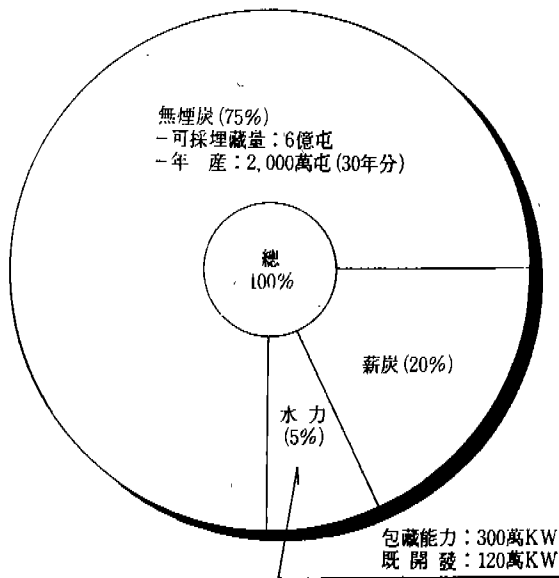
주: 석유, 가스, 우라늄의 가체매장량을 석유로 환산한 한계치 (TOE: Ton of Oil Equivalent)

(자료: 에너지 통계연보, 1987)

〈표 9〉 世界の石油, 石炭 資源의 偏在性



〈표 10〉 우리나라의 資源 實態



차 利用이 기대되는 資源은 조력, 태양에너지, 풍력, 소수력자원 등이 있다. 우라늄, 토륨 등의 핵연료 자원 역시 얼마간 부존되어 있는 것으로 확인되고 있으나, 에너지 수요에 비해서는 지극히 微微한 量에 지나지 않는다(表 10 참조).

이상과 같은 에너지의 有限性和 편재성에도 불구하고, 우리나라 총에너지 수요는 '86年 약 60백만 TOE에서 2001년의 약 110백만 TOE로 증가가 예상되며, 原子力 比重 및 해외의존도는 더욱 심화되고, 石油의존도는 계속 減少 趨勢를 보일 것으로 展望되고 있다(表 11 참조).

그리고 國家發展의 절대요건을 충족시키기 위해서는 고용해결(신규 고용 人員: 年間 30萬名)을 위해 최저 6%의 經濟成長과 최저 8%의 電力成長이 요구되며 이는 에너지 確保를 선결 課題로 하고 있다. 또한, 기술자립의 잠재성이 큰 原子力發電은 이에 큰 역할이 기대된다(表 12 참조).

다. 國家安保의 側面을 考慮

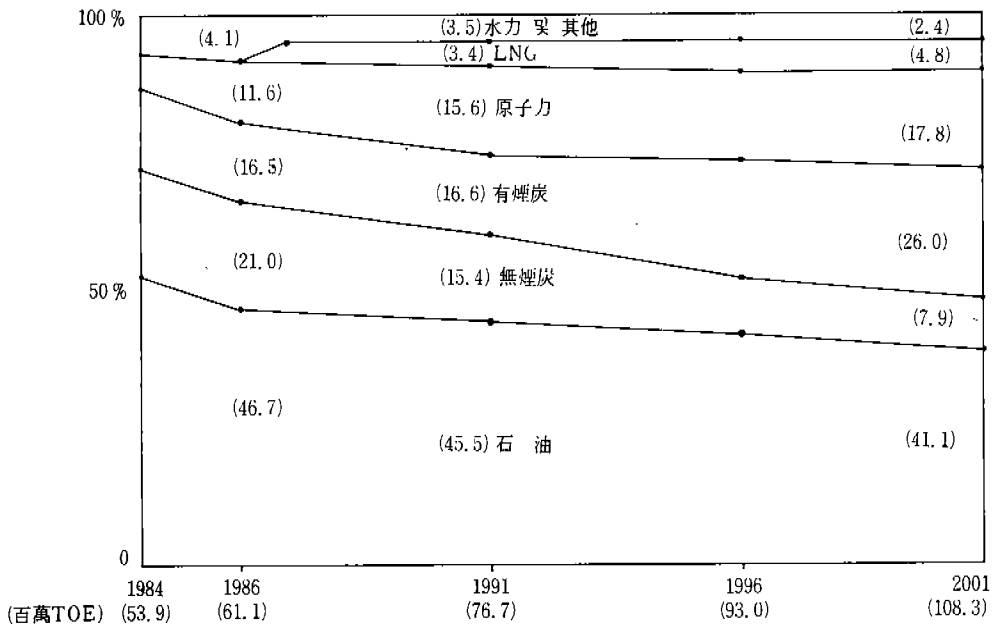
우선 核燃料은 부피가 작아 輸送 및 저장에 용이하여 長期的으로 볼 때 國家 非常時 유일한 에너지 供給源이라 할 수 있다(表 13 참조).

또한 다른 化石燃料와는 달리 核燃料은 使用後에도 에너지資源으로서 再活用이 가능한 資源으로 輕水爐에 再循環時 1.4배, 高速增殖爐 사용시는 60배까지 가능하다.

지금은 經濟性 때문에 사용치 않고 있는 低品位 鑛과 海水에 함유되어 있는 우라늄을 이용한다면 거의 무한한 資源이라고 할 수 있다.

世界의 地下에너지資源을 보면 地域的 偏在가 심하여 에너지 供給 不均衡을 초래하고 있어 資源의 武器化 可能性이 상존하고 있어 燃料 依存도가

〈표 11〉 에너지源別 수요구조



(資料 : 에너지經濟研究院 '86. 6)

〈표 12〉 原子力 技術自立的 잠재성

項 目	短 期 目 標	長 期 目 標
○原 子 爐 型	熱中性子爐	高速增殖爐
○에너지國産化水準	準 國産 에너지	完全 國産 에너지
○A/E 技 術	準 自立	自立 成숙
○機器設計製作	準 自立	自 立
○燃料技術 및 資源		
原 鑛	輸 入	輸入 代替效果 (Pu 사용으로 50배이상 利用率 提高)
變 換	必要時 國産化 可能	
濃 縮	海外 供給源 活用	不 要
成型加工	準 自立	自 立
再 處 理	必要時 自立 可能한 技術	必要時 自立 可能한 技術

〈표 13〉 年間 燃料 所要量 比較

區 分	燃 料 所 要 量
原 子 力	22 Ton
有 煙 炭	237만 Ton
石 油	138만 Ton

資料: 原子力發電 綜合對策(案), 勳資部, 1985. 12.
○900MW급 發電所의 1년간 燃料 所要量 基準

가장 낮은 原子力이 훨씬 有利하다 할 수 있다.

라. 에너지 自立과 原電 推進

이상과 같이 지속적인 電力需要의 成長을 충족시키고, 世界에너지의 有限성과 편재성에 의한 국제정치, 經濟的 餘 餘 變 化에 신속히 對 應하고, 에너지의 安 定 確 保를 위해서는 에너지 供 給 源의 多 元 化와 準 國 產 化가 可 能하고, 國 內 經 濟 社 會에 미치는 效 果가 큰 原 子 力 發 電을 推 進하지 않을 수 없는 것이다.

앞절에서의 原 電의 他 電 源 對 比 經 濟 性 評 價 기 법이나 評 價 結 果는 計 劃 實 務에서의 活 用을 위 한 것이나, 根 本的으로는 이와같은 에너지 價 格의 高 價 또는 低 價에 基 인한 電 源間의 經 濟 性 우 열에 집 中하기 보 다는 資 源 貧 國의 餘 餘 中에서는 一 관 된 原 電 推 進으로 國 家의 長 期 發 展과 能 力 自 立을 추 구하지 않을 수 없다.

마. 自然 環境의 保存도 고려되어야

이미 널리 알려진 바와 같이 石炭火力發電은 방출되는 有毒가스 등으로 大氣汚染에 의한 순환기 계통의 질환을 유발하고, 음식물(Food Chain)을 통한 소화기 계통의 질환을 유발하며, 酸性雨에 의한 삼림, 농작물의 피해, 호수, 하천, 지하수의 汚染 등으로 自然生態를 破壞하며 建物 및 금속물질을 부식시키기도 하는 環境問題의 主原因이 되고 있다. 또한 지난 20年間 石炭 사용으로 인해 대기권의 이산화탄소(CO₂)량이 급격히 증가하고 있으며(315ppm에서 340ppm) 이로 인해 海水面이

15cm 증가했다는 보고가 있다. 또한 현재의 추세에 따라 石炭發電을 계속할 경우 2035년경에는 대기권의 이산화탄소량이 600ppm으로 增加할 것으로 展望하고 있다. 이산화탄소의 온실(Green House)효과로 인하여 대기권 온도는 1.5~4.5℃ 정도 상승하고 이로 인하여 兩極地方의 빙하가 녹아 海水面은 70cm 가량 상승할 것으로 展望되고 있으며, 300~400년 후에는 海水面이 5~6m 상승할 것으로 추정되고 있다. 이 결과 環境專門家들은 人類가 氣 象 變 化의 災 難을 맞 게 될 지 도 모 른 다 고 경 고 하 고 있 으 며, 따 라 서 化 石 燃 料의 연 소 량 축 소 또는 制 限을 促 求하고 있 다.

石油나 天然가스도 정도의 차이일 뿐 石炭의 경우와 같다고 하겠다.

이에 비해 原子力의 경우 多重防護 및 深層防禦 概念에 입 각 하 여 철 저 한 監 督, 監 理 下 에 서 의 建 設 과 運 營으로 대 기 에 방 출 되 는 放 射 線 量은 年 間 5mrem 이 하 로 自 然 放 射 線 量의 1/20에 불 과 하 다. 또 한 原 電 運 轉時 發 生 하 는 放 射 性 廢 棄 物은 環 境 汚 染 防 止를 위 하 여 完 善 한 規 則 하 에 처 리·처 분을 시 행 하 고 있 다(表 14 參 照)

바. 建設時期的 選擇

첫째, 原子力 發電所를 짓는 데 는 6년 이 상 10년 의 期 間이 소 요 된 다. 그 러 므 로 電 力 不 足 現 狀이 나 타 나 고 나 서 建 設을 논 의 하 는 것 은 이 미 때 늦은 死 後 藥 方 文이 되 기 쉽 다.

정확한 長期需要展望이 서면 오늘 비록 充分한 豫備電力이 있다 할지라도 바로 建設에 착 수 하 는 것 이 원 칙 이 다. 特 히 我 國 是 豫 備 電 力이 많 은 것 으 로 考 察 되 고 있 으 나 發 電 設 備 에 는 老 朽 했 거 나 輕 油를 쓰 는 內 燃 發 電 등 經 濟 性이 낮 은 설 비 가 포 함 돼 있 으 므 로 이 들 설 비를 制 외 하 면 예 비 율이 그 러 게 높 은 것 도 아 니 다.

따라서 原子力發電所의 建設을 착수해야 할 시기는 바로 今 日 이 아 닌 가 생 각 하 는 다.

둘째, 꼭 필요한 물자는 非需期에 사는 것이 유리하다.

너도 나도 原子力을 查 求 할 때 는 品 貴 現 象이 나 타

나 값이 뛰고 품질보장도 어렵다.

최근 미국의 원자력 산업은 침체국면을 맞고 있으며, 국내수요가 줄어들자 애타투어 외국시장을 노리고 있다. 이런 시기에 원자력 설비를 발주한다면 價格面이나 技術傳受面에서 유리한 조건으로 계약할 수 있는 利点이 있다. 더구나 소련 체르노빌사고 이후 安全規制가 일층 강화되고 있는 현시점에서 原電을 도입하는 것은 그만큼 安全을 보장할 수 있는 强점이 있다 하겠다.

세째는 技術側面의 계속성이다.

지금 우리나라는 原電技術의 自立단계에 접어들고 있다. 여기에 조금만 더 연구개발이 가해진다면 충분히 韓國型 原電의 標準모델의 제작도 가능하다.

그러나 여기서 중단한다면 이미 익힌 기술도 녹슬게 되고 기술진도 흩어져 이제까지의 기술축적이 수포로 돌아갈 염려가 있다.

電源開發 戰略上 建設時期의 선택은 이러한 여러 조건이 충족되는 선에서 검토되어야 할 것이다.

7. 結 論

이상에서 살펴본 바와 같이 발전설비의 經濟性 比較는 發電原價 算定方法의 여하에 따라 또한 同一한 方法을 適用함에 있어서도 入力되는 기초資料의 客觀化 作業 과정에서의 어려움으로 다양한 結論이 도출될 수 있다.

國內·外 여러 기관에서 수행된 비교 검토 결과에 의하면 一般적으로 原子力이 石炭火力에 比하여 상대적 優位성을 지니고 있는 것으로 나타나 있으나, 미래에 나타날 여러가지 여건 變化 可能性은 새로운 發電原價 推定을 강요하고 있다.

우리나라의 경우, 기자재, 設計 施工 及 事業管理의 標準化에 의한 建設工期 단축으로 최소 15% 以上の 建設費 절감 효과를 기대하고 있으며, 또

〈표 14〉 發電源別 廢棄物 年間 發生量 比較
(100만KWe, 稼働率 75% 基準)

電力資源	石炭	石油	煤氣	原子力(PWR)
消費量(백만t)	2.52	1.52	1.33	27.2tU (3.2% 농축)
CO ₂ 放出量(백만t)	7.8	4.7	3.2	0
SO ₂ 放出量(천t)	39.8	91	2.64	0
NO _x 放出量(천t)	9.45	6.4	21	0
발전비용량(원)				
발전기 사용시	6	1.65	—	0
발전할용시	383	1.7	0.31	0
고체 폐기물				
bottom ash (천t)	6.9	미량(< 8 m ³)	0	—
fly ash (천t)	37.7			—
유리화고준위(m)	—	—	—	3.75
중저준위(m)	—	—	—	300
발전소 방출 방사능(Ci/yr)	0.02~6	0.001	0	11,000

한 長週期 및 고연소도 核燃料 開發, 검사·보수 기간 단축, 고장예방 철저 등으로 '90年代 75% 以上の 利用率 向上을 目標로 하고 있다.

실제로 '84年 以來 연속 4年間 70% 以上の 높은 利用率을 보이고 있어, 向後 原子力發電의 經濟性 向上 여지는 어느 發電源보다 클 것으로 展望되고 있다. 물론, 石炭火力의 경우에도 여러 분야에서의 經濟性 向上이 豫想되지만, 原子力에 比하여 상대적으로 建設 技術 포화상태(建設工事費)이며, 순수한 資源 의존형 에너지(燃料費)란 점 등에서 能動的 절감 여지는 거의 없는 것으로 展望하고 있다.

한편 막대한 投資와 投資의 公共性 및 國民經濟에 的 파급효과가 지대하다는 관점에서, 지금까지 와 같은 發電原價로 나타난 수치에만 집착하여 편중된 電源開發計劃이 수립되어서는 안된다.

즉, 定量的인 發電原價와 定性的인 要因이 많은 社會間接 效果와의 客觀的 연계평가에 의하여, 조정 보완된 보다 合理的인 電源開發計劃을 수립해 나가야 할 것이다.

또한 우리의 系統이 감당할 수 있는 범위내에서 基底負荷 專用인 原子力 發電 計劃을 수립하고 石炭·LNG 및 水力資源 등 特性을 감안, 合理的이고 安定된 全體 電源開發計劃 수립을 모색함으로써 우리나라 에너지 自立에 크게 기여할 것으로 確信 한다.

