

# 日本에서의 原電開發增進展望

Prospect for Promotion of Nuclear Power  
Development in Japan



高橋 宏 (日本에너지經濟研究所 先任顧問)

다음 글은 지난 5월 24일 韓國電力公社 會議室에서 있는 韓國原子力産業會議 主催 「原子力發電의 經濟性에 관한 워크숍」에서 高橋 宏 日本에너지經濟研究所 先任顧問이 行한 特別講演의 要旨이다.

## 1. 電源開發의 基本概念

제1차 석유과동 이후 原子力發電과 석탄 및 LNG火力發電 등을 포함한 석유대체전원이 電源의 다양화를 위해 적극적으로 開發되었으며, 이것은 電力供給의 安定화와 전기요금의 억제에 크게 기여하고 있다고 생각된다.

長期的인 電源의 다양화 관점에서, 各 電源의 經濟性, 燃料供給의 安定性 등과 같은 供給의 特性을 고려하여 國際的인 燃料의 事情을 감안한 均衡있는 電源開發이 이루어져서 가장 効果적인 供給이 電力需要의 變動에 대처되도록 하여야 한다. 電力供給의 特性은 대개 세가지로 구분된다. 즉, 항상 거의 일정한 出力으로 運轉되는 基底電力供給, 피크시와 電力需要의 負擔變動에 대응하여 運轉하는 피크電力供給 그리고 이들 사이에서 中間역할을 하는 中間電力供給이다.

이중 기저전력공급이 주가 되므로 이에 대한 전원은 長期的인 經濟성과 燃料조달면에서의 우월성이 추구되어야 한다. 피크 및 中間전력공급용 전원은 年間 최소로 利用되고 負擔에 대응하여야 하므로 적은 자본비와 負擔추중성이 우수하여야 한다.

이와같은 견해로 中·長期電源開發이 수립되는 데 原子力發電, 석탄화력발전, 水力發電 및 地熱發電이 기저전력공급에 적합하고 석탄화력발전과 LNG화력발전이 中間전력공급에 적당하며 석유화력발전, LPG화력발전 및 양수발전이 피크電力供給에 적합하다.

基底電力供給에서 순수한 國內에너지를 使用하는 水力發電과 地熱發電의 경우 자본비가 發電코스트의 거의 대부분을 차지하므로 비록 장기적으로는 經濟성이 좋다고 하여도 초기투자가 상대적으로 높다. 이와같은 이유로 初期투자를 줄일 수 있는 資源의 꾸준한 개발이 優先되었다.

기저전력공급으로는 原子力發電과 석탄화력발전이 높은 大容量의 잠재성때문에 앞으로 바람직하다. 原子力發電은 한번 燃料를 裝填하면 거의 일년동안 燃料를 교체할 必要가 없다. 따라서 燃料費가 차지하는 비율은 낮고 자본비는

높으므로 長期間의 경제성이 월등하며 연료가 격의 변동에 대한 發電費가 安定的이다. 그외에 國內에서의 ulla농축과 使用後核燃料의 再處理시스템이 확립되면 여기서 회수되는 ulla농과 플루토늄은 이른바 國內에너지로서 利用이 가능하여 연료의 安정공급을 보장할 수 있게 된다.

그러므로 原子力發電의 우수한 특성을 고려할때 放射性廢棄物의 최종처분에 대한 安全性과 발전소 해체기술의 경제성 향상을 포함한 몇가지 어려운 문제의 해결이 앞으로 촉진되면 基底電力供給의 주중으로서 的목적인 原子力發電의 開發이 우선된다.

그리고 日本에서는 太平洋沿岸地域에 석탄자원이 풍부하므로 석탄화력발전은 다른 화석연료보다 供給의 安定성과 경제성에서 有利하므로 原子力發電 다음으로 기저전력공급에 적합하다.

중간전력공급용으로는 석탄과 LNG 화력발전이 주가 된다. 크린에너지의 특성을 갖고 있는 LNG화력발전은 공해방지규제가 엄격한 동경과 오오사카地域의 電力供給에서 중요한 몫을 담당하고 있다. LNG화력발전은 복합사이클발전형태를 채택하면 熱效率과 부하추종성이 향상되는 利點이 있으므로 환경보존의 요구에 부응하는 석유대체전원으로서 적극적으로 開發되어 왔다.

한편 석탄火力發電의 경우 제2차석유파동이 전에는 석유와 같은 화석연료보다 經濟性이 떨어졌으나 석유가격의 급속한 상승으로 인해 석유 및 LNG火力發電과 비교하여 상대적으로 經濟性이 有利해지고 있으며 그 지위는 장기적으로 지속될 전망이다. 그외에 공해방지기술의 개선은 火力發電의 開發을 加速化시키고 있다.

LNG火力發電의 비율이 석탄화력발전보다 점점 높아지고 있으므로 火力發電電源間의 불균형을 수정할 必要性을 고려할때 장기적으로는 중간전력공급에 석탄화력발전이 부응할 수 있도록 적극적으로 開發되어야 한다.

피크電力供給用으로는 최근 입지의 제한을 받

〈表1〉 電源別設備容量

〈單位 : GW〉

	FY1982		FY 1990		FY 1995	
		(%)		(%)		(%)
Nuclear	17.18	12.3	34	19	48	23
Coal	6.65	4.8	14	8	21	10
LNG	20.21	14.5	40	23	43.5	21
Hydro	32.19	23.0	38.5	22	42	21
Conventional	18.24	13.0	20.5	12	22.5	11
Pumped Storage	13.95	10.0	18	10	19.5	10
Geothermal	0.18	0.1	60	0.3	1.5	0.7
Oil&LPG	63.43	45.3	50	28	49	24
Total	139.84	100.0	177.1	100	205	100

〈表2〉 電源別發電量

〈單位 : TWh〉

	FY 1982		FY 1990		FY 1995	
		(%)		(%)		(%)
Nuclear	101.8	19.5	190	28	285	35
Coal	35.5	6.8	65	10	10	12
LNG	79.2	15.2	165	24	170	21
Hydro	77.4	14.8	92	13	101	13
Conventional	74.0	14.2	82	12	89	11
Pumped Storage	3.4	0.6	10	2	12	2
Geothermal	1.0	0.2	4	0.6	10	1
LPG	5.9	1.1	10	2	10	1
Oil	203.9	39.0	140	20	115	14
Others	17.8	3.4	19	3	19	2
Total	522.5	100	685	100	805	100

고 있지만 저수지와 조합된 水力發電이 完全 國內에너지이므로 꾸준히 계속하여 開發되어야 한다. 석유화력발전에 관하여는 國際에너지機關(IEA) 등 國際的인 합의에 따르면 바람직스럽지 못한 것으로 이해되고 있다.

한편 이미 건설된 기존석유화력발전소는 연료비는 비싸지만 부채상환이 끝난 設備이기 때문에 낮은 자본비 비율과 낮은 利用率로서 피크

電力供給에 가장 경제적인 電源으로 고려되고 있다. 따라서 기존석유화력발전소는 부하중성이 향상된 대체전원이 개발됨에 따라 피크전력공급용으로 轉換되어야 한다.

揚水發電은 즉각적인 부하중성성을 포함하여 다른 電源에서는 알려지지 않은 우수한 특성이 있으므로 增加되는 需要의 일정비율을 目標로 供給하는 피크전력공급용으로 開發되었다. 그러나 전력수요의 성장이 낮은 수준에 머무를 것으로 예상되고 석유대체전원의 開發과 더불어 기존石油火力發電所가 피크전력공급용으로 널리 사용될 것이기 때문에 양수발전의 개발은 최소한도로 要求된다.

이상과 같은 견해와 석유대체전원 各各의 建設과정을 고려하여 1990年과 1995年末의 設備

및 전력의 목표치가 설정되었다. 전력의 수요와 공급간의 균형은 供給의 安定을 위하여 8~10%의 예비율을 유지하는 선으로 계획되었다.

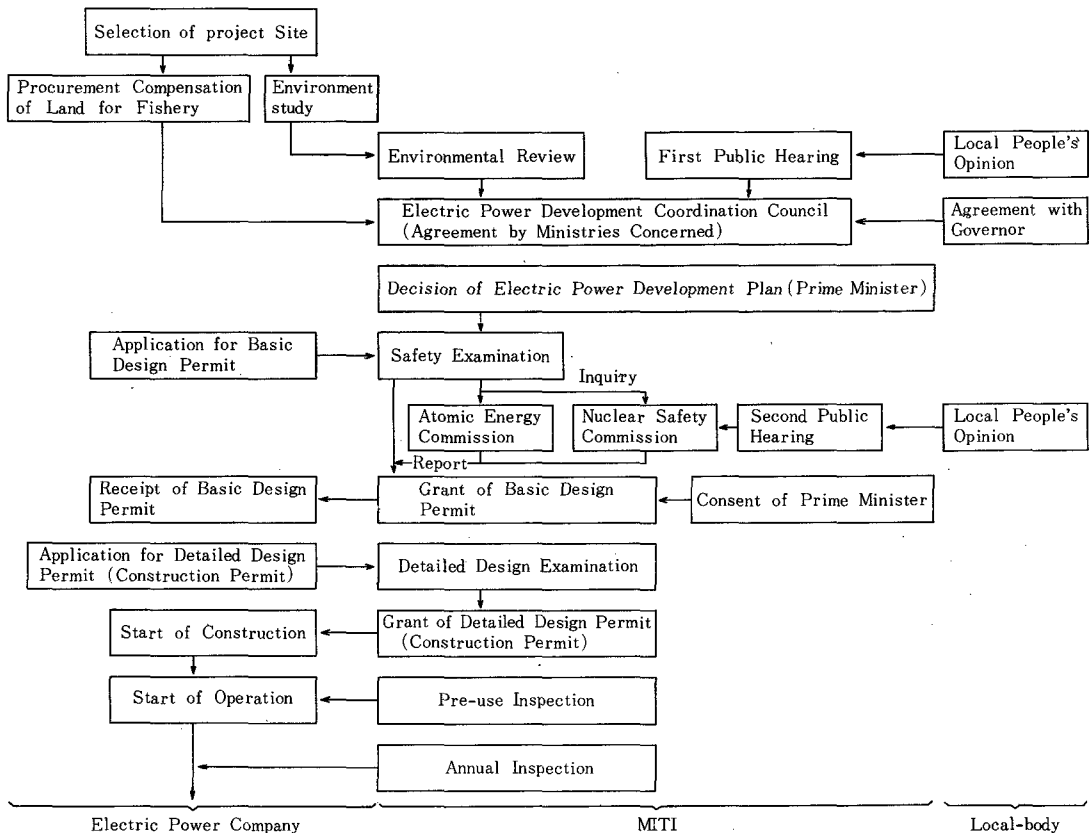
## 2. 電源開發의 目標와 課題

### 가. 原子力發電

#### (1) 開發目標

原子力發電은 大容量의 電力을 安定되고 경제적으로 供給하는데 아주 뛰어난 電源이므로 運轉上의 安全性을 확보하는 노력과 병행해서 기저전력공급의 核心으로서 적극적인 자세로 계속 開發되고 있다. 그러나 原子力發電所의 계획, 設計 및 建設에는 아직 제한이 있고 리드타임이 길기 때문에 이점은 開發目標를 審의하기 전에 慎重히 숙고하여야 한다.

〈그림1〉 原子力發電開發節次概要



이와 같은 견해에서 1990년의 목표는 3,400萬 KW, 1995년은 4,800萬KW로 설정되었다.

(2) 앞으로의 課題

原子力發電에서의 安全性과 運轉制御性의 유지 및 개량표준화의 增進을 위한 시도는 이미 이루어지고 있으며 이와 같은 노력은 안정된 電力生産이 높은 수준에서 수행될 수 있도록 하였다. 이제 輕水爐의 技術은 확립되어 있다고 하여도 무방하다.

全體電力供給의 증가에 비례하여 原子力發電의 信賴性向上이 더욱 중요하게 되었다. 이를 위해서는 지금까지의 國內外에서의 運轉經驗情報을 적극 활용함으로써 고장이나 사고방지대책을 강화할 必要가 있으며 運轉員과 보수요원의 자질향상과 표준화를 더욱 증진시켜야 한다.

우라늄광석은 정련, 농축되고 있으며 使用後核燃料은 再處理되는데 여기에서 다시 연료로 사용할 수 있는 우라늄과 플루토늄이 회수된다. 이와 같은 과정의 연속을 核燃料사이클이라고 하는데 原子力發電이 國産에너지가 되기 위해서는 이 사이클이 확립되어야 한다. 또한 이 再處理단계는 高레벨방사성폐기물관리의 면에서도 매우 중요하다.

현재 日本은 核燃料사이클의 核心이 되는 우라늄의 농축과 使用後核燃料再處理의 거의 대부분을 海外에 의존하고 있으나 전반적인 原子力政策의 조화를 고려하면 가능한 한 조속히 國內 시스템이 확립되어야 한다.

低레벨放射性廢棄物에 대해서는 육지나 해양에로의 處分에 앞서 현재 發電所內에 安全하게 저장되고 있다. 그러므로 빠른 시일내에 海洋處分을 수행할 수 있도록 國內外에서의 理解를 얻는데 노력을 경주하여야 하며 육지처분형태로는 發電所 外部施設로의 저장이 開發되어야 한다.

高레벨放射性廢棄物의 경우 고화체처분 및 저장기술과 관련하여 파이로트플랜트의 建設이 진행되어야 한다. 최종처분 역시 地層內 處分과

관련 기술의 開發에 따라 검토되어야 한다.

電力會社에 의해 강구된 原子力發電所의 해체대책은 1995년경에 구체화될 것이다. 근본적으로 既存技術의 응용이 原子爐를 해체할 수 있을 것으로 생각되나 安全性과 經濟性向上을 위하여 技術的인 開發이 더욱 추진되어야 한다.

原子力發電所의 해체후에 취해질 대책과 放射性廢棄物의 최종처분은 영향권내에서 生活하는 公衆의 관심을 끌고 있으므로 경제적 및 기술적 요소를 올바르게 이들이 충분히 납득할 수 있도록 하여야 한다.

原子力發電所의 建設費가 해마다 계속 상승되고 있으므로 필수조건인 安全性을 계속 유지한채 建設費를 줄이는 노력이 중요한 課題가 되고 있다. 그 결과 標準化의 촉진, 設計의 합리

〈表3〉 電源別코스트

Source	cost	Generation Cost (Sending end)	
	Construction (10 <sup>3</sup> yen/kW)	(yen/kWh)	Ratio of Fuel Cost included (%)
	approximately	approximately	approximately
Hydro	610	20	—
Oil	130	17	75
Coal	230	14	40
LNG	180	17	65
Nuclear	300	12.5	25

- Notes : (1) Generation Costs are for model plants to be commissioned in fiscal year 1983.  
 (2) Model plants have the following capacity  
 Hydro(Conventional) 10-40MW  
 Oil fired thermal 600MW class 4units  
 Coal fired thermal 600MW class 4units  
 (Overseas coal)  
 LNG fired thermal 600MW class 4units  
 Nuclear 1,100MW class 4units  
 (3) Capacity factor of hydro plant is 45% while those of other are 70%.  
 (4) Costs are for the year of commission.

화, 건설공기의 단축, 구매방법의 검토, 品質管理의 합리화 등이 고려되고 있다.

原子力發電所가 위치하고 있는 지역주민들의 여론 조성의 견해에서 原電의 必要性和 安全性에 대한 퍼브릭어셈블스(PA)對策의 확보가 수행되어야 한다.

현재 日本에서의 原子力發電은 主로 輕水爐이지만 장기적으로 보면 우리나라資源의 제한 해소를 위해 使用後核燃料를 再處理함으로써 회수되는 플루토늄을 效率的으로 利用하여야 한다. 이와 같은 이유에서 日本의 長期原子力發電開發政策의 기본은 核燃料로 플루토늄의 使用, 소모되는 것보다 더 많은 플루토늄을 生産할 수 있는 高速增殖爐의 開發 및 利用에 놓여 있다. 그러므로 高速增殖爐의 開發은 앞으로 더욱 촉진되어야 한다.

그러나 高速增殖爐가 상업적으로 利用되기 전까지는 新型轉換爐(ATR)와 輕水爐에서 리사이클링을 통해 플루토늄을 効果적으로 使用하도록 노력하여야 한다.

#### 나. 石炭火力發電

##### (1) 開發目標

日本에는 太平洋沿岸地域에 광범하게 풍부한 石炭資源이 있으므로 石炭火力발전은 우수한 供給安定性이 있으며 LNG와 같은 기타의 화석연료보다 경제성이 좋다. 그러므로 환경보존을 고려하면서 原子力發電 다음으로 기저전력공급용으로 開發되어야 하며 또한 장기적으로는 중간전력공급용으로의 가능성을 갖고 開發되어야 한다.

이와같은 점을 고려하여 1990년의 目標은 리드타임을 감안해서 1,400萬KW로 설정하였고 1995년에는 약 2,100萬KW로 세웠다.

##### (2) 앞으로의 課題

國內 石炭의 공급에는 한정이 있기 때문에 앞으로 增加가 예상되는 石炭의 需要는 수입에 의존하여야 한다. 따라서 長期的으로 安定하고 저

렴하게 大量的의 海外 石炭을 도입하는 것이 중요한 課題이다. 이를 위해 石炭의 채광에서부터 수송과 소비에 이르는 일련의 石炭체인이 供給源의 합리적인 분산계획으로 확립되어야 한다.

석유화력발전은 신축성있게 電力을 공급하는 電源으로서 전력수요의 변동에 대응하는 역할을 할 예정이며, 石炭火力發電 역시 長期的으로는 같은 역할을 할 것으로 예견되고 있다. 그러므로 石炭의 구매시에 供給의 안정성과 융통성을 확보하는 것이 중요하다. 이와 같은 견해에서 海外의 石炭을 구매하기 전에 스포트石炭의 利用과 장기계약을 철저히 심의할 것이 재의되고 있다.

石炭火力發電의 開發에 따라 大量的의 石炭재가 發生할 것이 예상되므로 石炭재의 効果적인 利用技術의 開發이 추후되어야 한다. 또한 石炭광산이나 저장터미널에서 石炭재 리무버 등으로 발전소부지내에 배출되는 石炭재의 量을 감소시킬 必要가 있다.

석탄화력발전은 장기적으로는 중간전력공급의 일부를 담당할 것으로 예상된다. 중간전력공급용으로서의 경제성을 증진시키기 위해서는 基底電力供給보다 利用率이 적으므로 資本費의 부담 감소를 포함하는 効果적인 對策이 도입되어야 한다.

이와 같은 이유로 石炭火力發電所의 建設에서는 石炭재의 効果적인 이용증진, 石炭재 처리시설의 규모축소계획, 石炭집중소의 活用으로 항만과 石炭저장시설의 합리화 촉진 등이 수반되어야 한다.

石炭의 더 한층 効果적인 이용계획을 위해서는 熱效率向上을 위한 extra-critical -pressure 技術과 환경보존면에서의 高效率의 石炭재 처리기술이 확립되어야 하며 長期的으로는 使用할 수 있는 石炭의 종류를 확장하기 위하여 저칼로리石炭가스화에 의한 多目的發電技術의 개발 촉진이 이루어져야 한다.