

에너지源으로서의 原子力의 役割과 展望

<에너지 部門>

尹 容 九

韓國原子力研究所長

1. 序 言

石油波動이후 에너지源으로서의 原子力의 利用이 世界的으로 크게 擴大되어 나가고 있다. 이것은 현시점에서 經濟性, 燃料의 輸送 및 貯藏의 便宜性, 大氣汚染의 抑制 및 資源의 豊富性등 여러가지면에서 原子力이 石油보다 더욱 유리하기 때문이다.

우리나라에서도 앞으로는 急增하는 油類需要를 代替하는 動力源으로서 原子力의 利用을 보

다 급속히 확대해 나가지 않을 수 없게 되었다. 本題에서는 우리나라의 綜合的에너지의 開發과 관련한 에너지源으로서의 原子力의 役割을 概觀해 보려고 한다.

2. 國內에너지需給과 問題點

우리나라 에너지需要는 1962년을 起點으로 한 제1, 제2차 經濟開發 5個年計劃의 遂行을 계기로 비약적인 팽창을 보여 표1에서 보는 바와 같

<표 1>

國內에너지需給實績 및 展望

單位：石炭換算 千%

區分	年度	1962	1973	1962~1973 증가율	1976	1972~76 증가율	1981	1977~81 증가율
				(%)		(%)		(%)
1. 石 炭 類		7,449 (36.9)	15,573 (31.0)	8.0	18,967 (29.1)	9.5	33,774 (30.3)	12.3
2. 石 油 類		1,930 (9.5)	26,718 (53.3)	26.8	38,579 (59.1)	12.6	64,332 (57.8)	10.8
3. 水 力		344 (1.7)	629 (1.3)	5.8	919 (1.4)	14.2	1,360 (1.2)	44.6
4. 原 子 力		0	0		340 (0.5)		6,594 (6.0)	
5. 小 計 (新炭除外에너지)		9,723 (48.1)	2,884 (85.6)	15.0	58,805 (90.1)	11.6	106,060 (95.3)	12.5
6. 新 炭		10,489 (51.9)	7,200 (14.4)	△ 3.6	6,451 (9.9)	△ 4.5	5,243 (4.7)	△ 4.3
7. 總 에 너 지		20,212 (100)	50,084 (100)	8.4	65,256 (100)	9.2	111,303 (100)	
8. 輸入依存度(%)		10.7	54.9		61.3		73	

※() 내는 構成比

이 제2차 計劃기간中에는 연 10%씩 크게 증가하여 왔다. 따라서 무연탄, 水力 등 국내 에너지원의 開發, 確保에 상당한 노력을 기울였음에도 불구하고 1971년을 고비로 50% 이상의 에너지를 中東產 石油에 의존하게 되었고 1973년도의 輸入량은 약 1억배럴에 달하였으며 1974년도의 輸入량은 1.1억배럴로 예상되고 그에따른 외화부담은 10억달러에 달할 것으로 보인다. 이와 같은 原油소비의 증가는 특히 石油波動 이후 外貨負擔의 壓迫뿐 아니라 産業用 動力源이 거의 전부 유류로써 供給된다는 點에서 産業發展의 制動要因으로 등장하게 되었다.

앞으로 重化學工業開發計劃의 推進에 따라 국내 에너지需要는 1981년까지 현재의 2배 이상으로 증가될 展望에 있으나 이를 뒷받침할 國內資源은 극히 제한되어 있기 때문에 輸入依存度の 계속적인 증가가 불가피할 것이다. 따라서 에너지消費節約 및 利用效率向上, 國內資源의 極大利用과 함께 輸入에너지源의 多元化등을 통한 安定, 低廉한 에너지 需給體制의 수립이 절실히 요청되고 있다.

3. 綜合的에너지 開發의 方向

국내賦存 에너지資源의 制約성과 工業化에 따른 에너지輸入依存度の 필연적 증가 등 우리나라 에너지 需給상의 중요 문제점들을 효과적으로 해결하기 위해서는 보다 장기적인 견지에서 綜合的에너지開發을 필요로 한다. 綜合的에너지開發에는 短期的으로 에너지의 消費節約 및 利用效率上과 國內資源開發의 極大化에서부터 長期的으로는 原子力의 利用뿐 아니라 潮力, 太陽熱, 風力, 地熱 등 새로운 에너지源의 개발, 利用에 이르는 모든 長, 短期開發이 고려되어야 할 것이다. 우리나라의 綜合에너지 開發方向을 三大部門으로 大別하면 다음과 같다.

먼저 에너지 消費節約 및 效率的 利用은 매우 광범위한 과제를 포함하고 있으나, 우선 우리나라 실정에서 절실히 요구되고 있는것은, 예컨대 재래식, 온돌난방 방식의 개량, 大에너지消費業

體에 대한 열관리의 土着化를 통한 消費節減, 에너지利用 및 變換機器의 效率율改善, 그리고 에너지輸送 및 저장의 效率화 등 몇가지를 우선적으로 선택, 해결해 나가야 할 것이다. 이 部門에서는 이러한 技術的課題의 수행에 못지않게 국민각자의 에너지 소비절약 및 效率的 利用의 生活化가 중요한 역할을 할 것이다.

이러한 에너지 소비절약 및 效率적 利用과 함께 國內資源開發, 利用의 極大化가 요청되나 우리나라의 에너지자원은 원시적인 薪炭에너지자원을 제외하면 可採量이 약 5억톤餘에 불과한 무연탄과 약 300만 kw 相當의 包藏水力으로 제한되어 있다.

무연탄은 현재 연간 약 1,200~1,300만톤의 생산량중 90% 정도가 民需用으로 소비되고 있다 民需用의 소비증가율이 매우 높으므로 低質炭의 活用까지 포함하여 앞으로 1981년頃の 생산력을 현재의 2倍인 연 2,400만톤까지 擴充하더라도 民需用과 一部 油類混燒 火力發電所의 原料공급 밖에는 충족시킬수가 없다.

水力은 현재 약 70만 kw 가 개발되어 있고 앞으로는 경제성을 고려하여 灌溉, 用水 등 주로 多目的 兼용으로 開發이 極大化할 것이나 현재의 총 包藏水力이 모두 개발된다 하더라도 총 에너지공급상 차지할 수 있는 비율은 불과 2%를 넘지 못할 것이다.

이와같이 국내자원은 그 極大利用을 期하더라도 무연탄은 民需用의 供給에 注力하여야 하며 水力은 근본적으로 기여도가 낮으므로 産業用動力源의 需給安定에는 크게 도움이 되지 못한다

4. 原子力 및 新에너지源의 개발

지금까지 概觀한 소비절약 및 利用效率化, 그리고 國內賦存資源 개발의 極大화는 효과가 매우 制約되어 있으므로 良質의 低廉한 에너지를 安定적으로 공급하기 위하여 綜合적에너지 개발의 장기적 목표를 原子力을 비롯한 新에너지源의 개발에 크게 기대하지 않을수 없다.

현재 개발대상이 되는 신에너지源으로서는 核融合發電에까지 이르는 원자력의 利用을 비롯하여 潮力 太陽 熱風力 地熱 등을 들수 있다.

이들 新에너지源의 利用可能性을 우리나라 종합에너지 개발에 기여할 수 있는 역할에 따라 概觀해 보면 다음과 같다.

가. 潮力發電

조력발전은 潮差가 큰 海岸에 貯水池로 만들어서 그 落差로 電力을 생산하는 일종의 수력발전이다.

현재 세계적으로 佛란서의 랑스(Rance)에 세계 유일의 대규모 商業用 潮力發電所가 건설중에 있다. 潮力發電은 정확한 自然現象을 利用한 無公害循環에너지源이고 또 일단 건설되면 發電所 수명이 半永久的이며 운영비가 적게 드는 利點이 있다.

그 반면 海水工事이므로 施工이 어렵고 工期가 길며 또 공사비가 原子力이나 水力의 2~3배 정도나 된다는 難點이 있다.

우리나라에는 현재 서해안에 8개지점에 약170만kw의 潮力資源이 조사되고 있고 地形條件등 기타여건이 良好한 편이므로 相對的 에너지 코스트가 激變하고 國內 循環에너지源의 極大利用이 요청되는 오늘날에 있어서는 그 開發을 具體化할 필요성이 커져가고 있다. 따라서 현재로서는 妥當성이 없지만 단계적인 조사, 연구 및 開發計劃을 수립하여 銳意, 推進해 나가야 할 것이다.

나. 太陽에너지

연간 地球가 받는 太陽의 輻射에너지는 약140만兆 KWH로서 이것을 석탄으로 換算하면 약 170兆톤이나 되지만 에너지 密度가 낮고 時間的으로 斷續성이 크므로 實用的 에너지源으로서 開發하는데 難點이 있다.

그러나 지금까지 미국, 프랑스, 호주, 일본, 인도, 이스라엘 등 여러 나라에서 太陽에너지 利用研究가 진행되어 왔으며 최근 채래식 연료의 高價化와 消費急增에 따른 公害增大 등으로 太陽熱 利用의 妥當성이 매우 높아졌다.

태양열의 利用은 주로 住宅, 建物の 冷, 暖房 太陽熱發電, 太陽爐 및 太陽電池 등이 가능하나 우리나라에서 가장 實用化가 기대되는 분야는 태양열에 의한 아파트, 병원, 학교 등 大型建物の 暖房이고 이어서 주택의 暖, 冷房도 기대되고 있다. 우리나라는 冬季의 日照條件 등이 양호하고 또 이분야는 외국의 기술을 追跡 消化하기가 쉬우므로 비교적 빠른 期間內에 實用化가 가능할 것으로 보인다. 한편 太陽電池, 태양발전 등의 이용은 값싸고 풍부한 재료의 開發이 先決문제가 되므로 외국의 技術進步를 추적하면서 實用화를 기다려야 할 것으로 본다.

다. 地熱發電

우리나라는 火山地帶가 통과하지 않으므로 地熱을 직접 電力생산에 活用할 수 있는 高溫蒸氣나 물 또는 高溫岩體 등이 발견되지 않고 있다. 다만 약 10여개의 溫泉地帶에서 40°C~60°C의 溫泉水가 存在하고 있어 이들을 地域暖房 등에 活用할 수 있는 가능성이 있을뿐이다. 앞으로 全國의 地熱分布 및 溫泉의 深部熱水 등 기초자료수집을 擴充할 필요가 있으나 현재로서 地熱發電의 實用可能性은 매우 稀薄한 것으로 생각된다.

라. 風力

風力은 牧場, 농장 또는 僻地의 揚水 動力으로나 風車發電에 利用할 수 있을 것으로 기대되나 에너지 密度가 낮고 制御가 힘들어 大規模動力源으로서는 期待하기 어렵다.

우리나라 서남해안과 島嶼地方에는 風車施設에 적합한 風力資源이 存在하는 것으로 보여지므로 아직 電化되지 않은 농어촌과 섬에서는 油類發電보다 경제적인 小動力源으로 利用될 수 있을 것으로 전망된다.

마. 原子力の 役割과 開發計劃

지금까지 앞으로 우리나라에서 開發possible한 몇 가지 新에너지源을 概觀하였다. 이들 新에너지源은 아직도 상당한 研究開發段階를 거쳐야만 本格的인 實用化가 可能하므로 우리나라가 長期

의으로나 短期的으로 石油代替의 대규모 産業動力源으로 利用할 수 있는 에너지源은 原子力이라고 결론지을 수 있다.

우리나라에서는 1960년초대부터 당시의 原子力源을 中心으로 原子力發電 도입 活用을 위한 작업이 進行되어 왔다. 그리고 現在 建設中인 제1호기의 도입과정을 통해서 상당한 經驗이 蓄積되었으므로 앞으로 原子力發電을 대폭 증대할 수 있는 與件이 되어 있다고 할 수 있다. 特別히 現在 國內 電力需要가 年 15%에 가까운 급증을 보이고 있는 油專燒火力에 比해서 우수한 經濟性 安定供給 其他利點이 많은 原子力發電의 促進은 당연하고도 不可避한 施策이 아닐 수 없다.

우리나라는 今후 1968년까지 增設電力設備의 최소한 50% 이상을 原子力으로 充當하여 1986년까지는 표2에서 보는바와같이 약 660만kw의 原子力發電施策容量을 保有할 것을 計劃하고 있다. 따라서 81981년까지 電力需要의 약 25%, 1986년까지는 약 40%를 原子力發電으로 供給하여 原子力은 우리나라 에너지 需給上 石油 무연탄에 다음가는 公給源의 역할을 하게 될 것이다

<표 2> 우리나라의 原子力發電所 建設計劃

竣工年度	發電所名	設備容量 (KW)		全發電設備容量 (萬KW)	占有率 (%)
		基別	累計		
1976	古里 #1	60	60	570	10
1979	" #2	60	120	790	15
1980	原子力 #3	60	180	890	20
1981	" #4	60	240	1,000	24
1982	" #5	80	320	1,180	27
1983	" #6	80	400	1,250	32
1984	" #7	80	480	1,370	35
1985	" #8	80	560	1,540	36
1986	" #9	100	660	1,640	40

5. 原子力發電의 利點과 전망

가. 原子力發電의 利點

主로 輕水爐型을 中心으로한 現在의 原子力發

電은 최근 石油價格의 급상승에 따라 經濟性이 油專燒火力에 比해 크게 우월해지고 또 앞으로 單位基의 大型化, 規格化 및 爐出力密度의 增加 등 技術的進步에 따라 계속 經濟性이 向上될 趨勢에 있다. 또한 핵연료는 유류나 석탄등에 比해 수송, 貯藏이 간편, 貯藏하고 燃燒, 過程이 재래식 연료와 달라 대기오염의 解消에 기여할 수 있는 利點도 있다. 이와같은 原子力發電의 利點을 좀더 具體的으로 살펴 보면 다음과 같다.

1) 표 3에서 比較한 바와 같이 石油水力에 比해 建設비는 2배가 넘으나 연료비가 石油火力의 1/6정도에 불과하므로 綜合的인 發電原價는 石油火力보다 저렴하며 60만kw급 발전소의 경우 油類火力에 比해 年間 약 130억원이 절감된다.

2) 輕水型 原子爐의 핵연료로서 使用되는 低濃縮우라늄1톤은 연료油 약 5만톤에 해당되므로 그 수송, 貯藏이 매우 간편저렴하다. 예를들어 1986년까지 약 660만kw의 輕水型 原子力發電所를 建設할때 이에 所要되는 핵연료량은 연평균 약 200톤에 불과하나 이를 油專燒火力으로 가정할 경우 연 약 1,000만톤의 연료油의 供給이 必要하다. 또한 약 2개월분의 備蓄施設도 고려하여야 한다.

<표 3> 原子力 對 油專燒火力 經濟性 比較表

區分	☆原子力 (輕水爐)	火力(油專燒)	
出力	595MWG	600MWN	
建設單價	\$ 385/KWG	\$ 181/KWN	
發電所利用率	80%	80%	
年間固完比率	12.9%	12.9%	
電推單定價發 mills Kwh (net)	固定費	7.45(71.4%)	3.32(17.9%)
	燃料費	2.50(23.7%)	14.80(79.8%)
	運轉維持費	0.46(4.4%)	0.43(2.3%)
	核保險費	0.05(0.5%)	—
計	10.47(100%) (4원19전)	18.53(100%) (7원42전)	

註 ☆原子力, 1976年 竣工基準

☆☆現油價基準(1974. 4. 8), 原油價格 \$ 9.50/Bbl

資料: 韓國電力(株) (1974. 4作成)

3) 火力는 燃料燃焼時 SO_2 , NO gas, 其他 粉塵등을 대기中에 방출하여 大氣汚染을 일으키는 데 비해 原子力發電은 엄격한 安全基準에 의해 公害要所를 극소화하므로 工業團地등 집중적에 나지 소비처의 깨끗한 에너지源으로서 有利하다

4) 供給이 불안한 中東產 原油의 發電用 소비를 代替하므로써 産業用 動力에너지源의 多元化를 이룩하고 需給安定을 기할 수 있다.

우리나라가 1986년까지 660萬kw의 原子力發電을 건설 할 경우 代替possible 油類는 연간 약 1,000만톤에 해당한다.

나. 原子力 發電의 將來

1) 高速 增殖爐

現在 商用化되어있는 熱中性者 原子爐(大部分이 輕水型爐)는 여러가지의 技術, 經濟的 長點에도 不拘하고 核燃料 利用面에서 매우 非效果的이다.

熱中性者 原子爐는 우라늄 속에 天然的으로 0.7%만이 含有된 $u-235$ 를 利用하는데 因此로 此外 若干의 Pu 交換을 合하여 不過 1% 內외의 우라늄만을 效果的으로 利用할 수 있다. 따라서 나머지 99%를 차지하는 우라늄 238은 利用되지 않고 廢棄된다.

現在 世界的으로 kg 當 20弗 以下로 採掘할 수 있는 低價格, 高品位의 우라늄 資源은 約 100만톤 內외에 不過하므로 今後 原子力 發電의 大幅의 增加에 따라 이러한 低價格의 우라늄은 20年 내지 30年 內에 涸竭될 展望으로 알려져 있다 따라서 빠르면 10年 內에 核燃料의 供給不安 내지는 價格 昂騰이 豫想된다. 이러한 核燃料 資源의 涸竭을 克服하기 위해서는 우라늄 資源을 훨씬 效果的으로 利用할 수 있는 새로운 原子爐型인 高速增殖爐의 開發이 必要하다.

高速增殖爐는 爐內에서 效果的으로 母物質인 $u-238$ 을 核分裂物質인 Pu 으로 變換—增殖해냄으로써 核分裂物質을 消費하는 速度보다 새로 生成하는 쪽이 빠르기 때문에 우라늄의 利用率을 約 75%까지 增加시키는 同時에 우라늄 價格이 發電코스트에 미치는 影響을 1/75로 낮출 수 있다. 따라서 理論的으로는 우라늄 價格이 \$15

00/kg까지 上昇하더라도 經濟的인 利用이 可能하게 되므로 kg 當 200弗 정도 以內로 抽出 利用할 수 있는 約 600만톤의 우라늄과 海水中에 存在하는 莫大한 量의 우라늄까지 고려하면 事實上 高速增殖爐를 實用化했을 境遇의 燃料資源은 거의 無限定에 가까워진다.

高速增殖爐는 이와같은 資源上의 利點과 함께 經濟的으로도 우라늄 消費量이 적고 濃縮이 불요하므로 在來式 熱中性子爐에 비해 50~70%의 燃料사이클 코스트의 節減이 可能하다. 또한 高溫運轉이 可能하므로 熱效率이 輕水爐의 경우 약 30%인데 비해 약 40%까지 向上될 수 있고 따라서 熱中性子爐에서 問題가 되는 溫排水公害도 大幅 減縮할 수 있다.

高速增殖爐의 原理의 妥當性은 이미 原子爐 開發의 初期 段階로부터 實證되어 理想的인 爐型으로 指目되어 왔다. 高速爐는 熱中性者와 달리 中性子の 減速材가 없고 Pu 을 燃料로 쓰며 中性子の 損失을 막기 위해 最小限의 燃料 被覆材와 構造材만을 써서 작고 密集된 爐心을 만들고 그 周圍에 $u-238$ 의 “blanket”를 놓는다. 따라서 爐心の 出力密度가 대단히 높으므로 Na 金屬과 같은 熱傳導效率이 좋은 冷却材를 써야 하며 燃料나 爐材料도 高溫, 高中性子 照射를 견딜 수 있어야 한다.

또 不透明한 exotic金屬인 冷却材 Na 의 取扱 技術의 困難性과 이에 따른 裝置의 複雜性이며 機器 製作上의 어려움 그리고 燃料被覆材인 스테인레스鋼의 中性子照射에 의한 Swelling問題, 極毒한 Pu 의 取扱問題 등이 중요한 技術的 問題點이 되어있다.

現在 英, 佛, 西獨, 소련, 美國等 各國이 高速增殖爐의 商用化를 위하여 경쟁적으로 研究 開發에 注力하고 있으며 이미 數基의 300 Mwe 內외의 原型爐가 稼動되고 있고 1985년까지는 약 1,000Mwe 規模의 商用爐를 建設할 것을 目標로 하고 있다.

지금까지의 技術進歩로 보나 우라늄 資源의 效率的 利用 및 우라늄需給의 安定을 위한 高速增殖爐의 必然性을 감안할 때 늦어도 1980年代 後半에는 商用規模의 高速增殖爐 稼動이 實現化

될 것으로 展望된다.

2) 原子爐의 多目的 利用

原子爐로부터 발생하는 熱을 發電以外的 目的에도 効果的으로 利用하는 方法은 原子爐 開發의 始初부터 試圖되었다.

即, 研究爐의 排熱을 利用한 暖房, 實驗爐의 高溫 蒸氣를 종이펄프 工場의 프로세스 히트로 使用한 例가 있다.

그러나 最近 原子爐의 多目的 利用이 갑자기 脚光을 받게 된 것은 原子力發電의 實用化가 널리 世界的으로 퍼졌고 製鐵, 化學工業 등의 에너지 多消產業에 있어서도 低코스트이고 在來 燃料의 경우와 같이 公害問題가 없는 原子力에너지의 利用에의 關心이 높아진데다가 高溫의 熱源을 얻을 수 있는 高溫가스爐의 開發의 急速히 進陞된 까닭이다.

原子力의 多目的 利用의 重要 對象이 되는 分野는 地域冷暖房, 海水脫鹽, 化學工業, 製鐵등을 들 수 있는바 이중 製鐵은 약 600~1,300°C의 高溫熱源이 필요하나 나머지 3個 分野는 200°C 以下の 比較的 低溫의 프로세스 스팀이 利用될 수 있으므로 가까운 將來에 實用化될 수 있을 것이다.

地域暖房은 巨大都市의 發展에 따른 效率의 暖冷房의 필요성이 커짐에 따라 低廉하고 大氣 汚染이 없는 原子爐에 의한 暖冷房 시스템의 開發이 기대되고 있다.

그러나 보통 都市의 近接地點에 原子爐를 設置할 필요가 있으므로 보다 嚴格한 原子爐의 安定性 確保가 요구된다.

海水脫鹽은 現在 世界的으로 水資源의 수요에 對한 長期的 增大傾向이 현저하므로 原子力에 의한 大規模의 海水脫鹽이 實用化될 필요성이 커가고 있다.

現在 소련의 가스피 海岸에 高速增殖爐에 의한 電力, 海水脫鹽의 二重目的爐가 運轉中이며 日當 約 120만톤의 眞水를 生産中에 있다.

化學工場의 프로세스에 필요한 蒸氣를 電力供給과 함께 原子爐로부터 供給하는 計劃도 美國, 西獨 등에서 具體化하고 있다.

그러나 여기에는 原子爐가 事故 또는 燃料交

換時 運轉이 停止될 경우 操業維持 등이 問題가 되므로 機器의 信賴性 向上, 豫備보일러의 비치 또는 原子爐 2基의 設置 등으로 解決되어야 한다.

이상의 諸 利用分野에서는 比較的 低溫의 蒸氣 또는 低溫의 熱源으로서 充分하였지만 이에 비하여 原子力 製鐵을 위해서는 高爐法(從來의 製鐵法)인 경우 1300°C, 直接還元法이면 800~1000°C 水素還元法이면 600°C 程度의 가스 溫度가 必要하다. 이중 가장 實現 可能性이 있는 直接還元法에 依하면 還元가스의 原料로서의 炭化水素를 高溫가스爐로부터의 熱에너지로 分解改質하여 H₂, CO₂ 등의 還元가스를 얻는 동시에 이 高熱源으로 鐵鑛石을 直接還元하여 海綿鐵을 얻게 된다. 또한 海綿鐵을 製鋼하는 電氣爐에 所 要되는 電力 역시 同一의 高溫가스爐에서 얻게 된다. 이와같은 原子力 製鐵의 技術開發은 高溫 條件下에서 견딜 수 있는 耐熱材料와 熱交換器의 開發이 中心 課題가 되며 이와함께 全體系統의 安全性 및 最適化도 問題가 된다.

현재 서독, 日本 등에서 原子力 製鐵에 관한 研究 및 技術開發이 活潑히 進行되고 있고 특히 最近들어 美國의 330Mwe 급의 본격적 高溫가스爐(HTR)실증爐인 Fort. St. Vrain이 성공적으로 가동됨으로서 多目的 高溫가스爐의 開發도 一步 前進하게 되었다. 西獨은 1973년 多目的 高溫가스爐의 開發을 專擔하는 GHT社를 設立 製鐵 메타놀合成등을 위한 原型爐의 基本設計에 着手하였고 1980年代初까지 出力 약 300Mwe급의 原型爐를 完成할 것을 目標하고 있다.

日本도 금후 5年間 直接 製鐵 파일럿트 프란트의 設計·建設·運轉에 필요한 技術開發計劃을 樹立, 推進하고 있다.

以上에서 記術한 바와같이 原子爐의 多目的 利用은 全體적으로 開發段階에 있고 특히 高溫 가스爐의 多目的 利用을 위해서는 아직도 相當한 年數의 開發이 必要할 것이다. 그러나 將來 原子爐의 多目的 利用은 新規立地에서의 大規模의 原子力콤비나이트의 實現으로써 偉力を 發揮하게 될 것으로 豫想된다.

지금까지 論한 分野이외에 船舶의 高速化, 大

型化에 따라 原子力船의 利用이 또한 크게 脚光을 받고 있다. 특히, 大型 油槽船의 경우 최근의 油價 폭등에 따라 40만톤 급의 경우 年間 약 200萬弗의 연료비 절약이 가능한 것으로 나타나고 있다.

이와같은 多樣한 原子爐의 利用은 특히 현재와 같이 세계적으로 에너지 危機를 당하여 새로운 에너지源의 開發을 필요로하는 이 時點에서 매우 큰 意義가 있으며 앞으로 크게 發展될 것으로 기대된다.

6. 核融合에너지—그 利點과 展望

지금까지 논의해온 核分裂에 의한 에너지는 高速增殖爐의 開發에 의해서 값싸고 풍부한 에너지를 바라는 人類의 所望을 어느 정도까지는 充足시킬 수 있으나 방사성 폐기물 처리 문제와 極毒한 플루토늄의 取扱 문제가 尙存한다. 이에 비해 重水素와 트리튬의 核融合反應을 制御하여 이를 發電에 利用하는 核融合發電은 公害가 없고 거의 無限의 에너지를 供給할 수 있다는 점에서 人類가 기대할 수 있는 가장 이상적인 에너지源이다.

核融合 에너지의 利點은 다음과 같다.

i) 첫째, 燃料인 重水素가 海水에 無盡藏 存在한다. 예를 들어 海水 1m³에서 石油 2,000Bb에 相當하는 重水素를 抽出할 수 있고 따라서 全體 重水素 資源은 全世界 石油 매장량의 약 10억배에 相當한다. 또 하나의 燃料要素인 三重水素는 天然으로 存在하지 않으나 爐內로 부터 나오는 中性子를 Lithium⁶에 반응시켜 自給한다. Lithium은 重水素만큼 豊富하지는 않으나 今後 백만년 분은 地球上에 存在하는 것으로 推測된다.

ii) 暴走와 放射性 廢棄物이 極少하다. 核融合爐는 原理적으로 暴走와 같은 危險性이 없고 蒸發性 및 長壽命 放射性 廢棄物이 增殖爐에 비해 10²~10⁵의 비율로 낮다.

iii) U, Pu와 같은 核分裂性質이 不必要하다. 核融合爐의 可能性은 소위 J. D. Lawson의 Cri-

terion에 의거하면 D₂와 T₃의 混合 gas (1cm³당 n個의 密度)를 10⁰ 내지 10⁹ K⁸의 高溫으로까지 加熱하여 一定時間(t秒) 持續시킴으로서 nt가 약 5×10¹⁴/cm³의 密度의 이온을 封(Confine)하면 自立的 核融合反應이 可能한 것으로 알려져 있다. 이 Criterion을 充足시키는데 있어 가장 問題가 되는 것이 소위 수百萬도의 高溫 “플라즈마”를 持續적으로 封하는 문제로서 여기에는 普通 물질의 容器를 쓸 수가 없으므로 플라즈마의 電氣的 特性을 利用하여 약 50,000~100,000 Gauss의 強力한 磁場의 壁으로 封入하는 여러가지 方法(예를 들어 Tokamaks, Stabilized Mirrors, Theta Pinch 등)이 研究開發되고 있다.

이와같이 核融合爐의 開發은 심원한 plasma 物理學의 究明뿐만 아니라 14Mev에 달하는 高에너지의 中性子 照射와 高溫을 견딜 수 있는 材料의 開發 등 엄청난 難題들을 안고 있어 現代의 科學·技術界가 當面하는 最大의 課題로서 評價받고 있다.

美國은 1975年 이후 5年間 약 15億弗의 開發 資金을 投入하여 核融合 發電의 原理的 妥當性을 實證하고 1995年까지는 實證爐의 建設에 着手할 것을 計劃하고 있어 高速增殖爐의 開發에 다음 가는 力點을 두고 있다. 核融合爐야말로 原子力의 에너지源으로서의 利用의 最終的 目標이고 또 人類 全體의 에너지問題 解決에 주는 惠澤은 至大한 것이다. 이의 開發이 2,000年代에 實現될 것으로 期待하는 바이다.

7. 結 語

지금까지 우리나라의 綜合的 에너지 開發의 可能性을 概觀하고 에너지源으로서의 原子力 利用의 現況과 展望에 대해서 論述하였다. 未來의 우리나라 에너지 需給에 있어 原子力이 차지할 重要性은 明白하다. 短期的으로는 현재 導入 建設이 進行되고 있는 輕水型 또는 重水型 原子力 發電爐의 利用에 注力하되 中期 또는 長期計劃으로는 高速增殖爐와 原子爐의 多目的用으로 이어지는 原子力發電開發·利用의 흐름을 좇아야

하고 보다 長期的으로는 核融合爐의 開發·利用을 도모해야 할 것이다.

그러나 原子力發電을 비롯한 核融合 發電등 에너지源으로서의 原子力 利用은 在來式 에너지源과 달리 資本과 技術이 보다 큰 역할을 하는 資本集約的, 性格을 띄우고 있다. 따라서 資本과 技術이 豊富한 先進工業國들이 그들의 實情에 맞게 加一層의 大型化·効率化를 이룩하고 있는 것이 原子力發展의 現狀이다. 따라서 이러한 先進工業國의 巨大技術을 開發途上에 있는 우리나라에서 効果的으로 利用하면서 自國의 技術·經濟의 實情과 調和시켜 나갈 수 있는 基本的인 開發方向이 어떠한 것인가를 검토해 볼 필요가 있다.

현재로서는 우리나라의 急增하는 電力需要며 石油에너지의 高價 및 供給 不安과 여러가지 面에서의 原子力에너지의 利點등을 감안하여 턴키 契約(Turn-Key Contract)에 의한 原子力 發展의 早期導入 活用이 充分한 妥當性을 가지고 있다. 그러나 앞으로 우리의 資本과 技術이 蓄積되어 나갈때도 우리나라의 原子力發電 開發·利用 戰略은 先進國의 大型化되고 新型化되어가는 製品의 導入消化에만 머물러야 할 것인지 그렇지 않으면 규모나 効率이 다소 뒤떨어지더라도 우리 實情에서 完全히 우리의 것으로 消化할 수 있고 最大限으로 國產化할 수 있는 原子爐와 核燃料 適期를 模索하여 보다 長期的인 面에서 우

리에게 더 큰 利益을 가져다 줄 수 있는 可能性을 追求하여야 할 것인지를 검토하는 것은 無意味한 것이 아닐 것으로 생각한다.

현재 原子力發電의 導入·運營에도 힘겨운 우리의 經濟·技術의 實情으로서 獨自的인 開發方向에 의한 原子爐의 國產化란 매우 어렵고 큰 課題임은 否認할 수 없으나 進取的이고 挑戰的인 姿勢로서 이 문제에 임한다면 지금까지 蓄積造成해 온 技術과 人力을 基盤으로 커다란 發展을 이룩해 나갈 수 있는 可能性은 충분하다고 본다.

이미 우리가 概觀한 바와같이 原子力 發電 사업은 國家 에너지 基幹산업이 되고있어 또 우리 産業構造도 지금까지의 勞動集約型에서 脫皮하여 技術 및 知識集約型으로 發展해 나갈것을 指向한다는 점을 감안할 때 原子力發電技術의 開發은 先導的 役割을 감당해 나가야 한다. 따라서 우리의 原子力發電技術開發 문제는 原子力關係者와 學界는 물론 정부와 國民 내지는 産業界의 보다 큰 關心과 支持를 필요로 한다. 이러한 各界의 有機的 協助下에서 우리의 實情에 適合한 開發戰略을 設定하고 이를 10年, 20年의 長期的 觀點에서 一貫性있게 推進해 나가므로서 知識과 技術과 資本이 中心을 이루는 에너지源으로서의 特性을 最大限으로 活用할 수 있게 될 것으로 본다.

