

## &lt;資料&gt;

# 世界 에너지構造와 水力發電

## “World Energy Structures and Hydro-electric Power”

## 編 輯 部

Editorial Department

## 1. 머리말

水力에 의한 發電은 長距離送電과 大規模開發을 가능케 하는 기술혁신을 背景으로 하여 최근의 거의 半世紀동안 急速으로 發展하여 왔다.

1879년의 세계에서 水力發電量은 100 억 kWh였으나 1953년에는 5,500 억 kWh로 되고, 1965년에는 8,930 억 kWh에 도달하였다. 1965년의 世界總發電量이 3兆 3,400 억 kWh였으므로 必要電力의 27%가 水力으로 공급되어 있다는 것을 알 수 있다.

그러면서도 해외 여러 나라의 상황을 살펴 볼 경우 각국마다 水力資源의 賦存狀態, 電力需要의 크기, 工業化의 程度, 產業構成, 各種 能源資源의 利用環境等 經濟基盤을 다르게 하고 있다.

따라서 水力資源의 開發, 利用에 대한 相互構成方法, 開發의 形式도 구구하다. 여기서는 U.N.의 統計資料를 中心으로 하여 海外各國에서 水力發電概況, 能源消費構造立場에 대하여 정리하여 보기로 한다.

## 2. 에너지消費構造와 水力發展位置

현재 人類가 能源으로 하고 있는 것에는 ① 薪炭, ② 石炭類, ③ 石油, ④ 天然gas, ⑤ 水力外에 波力, 潮汐力, 風力, 太陽熱, 地熱 및 原子力 等이 있으나 實質的인 對象으로 되는 것은 처음에 열거한 5가지이고 이것에 添加하여 近來에 原子力이 크게 提高되고 있다.

세계 각국 다 함께 能源需要는 經濟發展에 따라서 증대하고 있으나 能源需要를 電力需要와 기타로 나누어서 보면 大多數 主要國에서는 電力需要의 增加率이 기타의 能源 수요 增加率을 上廻하고 있으나 또 經濟成長率과 電力需要를 비교하면 거의 大部分의

나라에서 電力增加率은 經濟成長의 그것과 같은 정도 이던가 혹은 그것을 上廻하고 있다.

表一 및 表二에는 世界總量에서 본 能源의 消費構造를 1958年과 1965年에 대하여 對比하여 보았다.

이들 表에서 보는 바와 같이 7個年間에서의 세계總能源消費量增加率은 年平均 5.1%이다. 그 內譯을 보면 電力의 形으로서 소비되는 量의 增加率은 8.2%로 매우 높고 기타의 形으로서 消費量增加率은 電力의 거의 절반인 4.2%에 머물고 있다.

電力은 단순히 能源資源으로서 光, 熱 및 動力 등의 面에서, 高次元의 利用形態를 가능으로 할 뿐만 아니고, 電氣化學, 電氣通信 등에 代表되는 특유한 機能을 갖추어져 있고 應用分野를 넓게 開拓하고 있다. 더구나 電氣能源는 傳送, 計測, 制禦 등의 面에서 簡潔性, 高速性, 精密性의 점으로 다른 데 비할 바가 없다.

이와 같은 우수한 特性때문에 電力은 經濟發展上 不可缺의 中核能源로서 그 利用이 無限으로 擴大되는 推勢에 있다.

따라서 電力消費의 높은 增加率은 必然的인 것이고 다른 能源자원을 2次의으로 電力形으로 전환해서 소비되는 비율이 앞으로 점차 높아져가는 추세로 있는 것

表 1 世界의 能源消費狀況

(단위: 石炭採算 10<sup>6</sup>t)

區 分	1958		1965		1965/1958 平均增加率 (%)
	消費量 (%)	構成比 (%)	消費量 (%)	構成比 (%)	
固體燃料	1,991	53.6	2,621	43.2	2.1
液體燃料	1,139	30.6	1,923	36.8	7.7
天然gas	508	13.7	933	17.8	9.9
水力, 原子力	76	2.1	115	2.2	6.2
合 計	3,714	100.0	5,232	100.0	5.1
人口 1人當 (kg)	1,287		1,594		3.2
(發電電力量 10 <sup>9</sup> kWh)	1,908		3,340		8.2

資料: UN統計年鑑(1966)

表 2. 世界의 에너지消費構造에 있어서 電力 比重

區 分	1 9 5 8			1 9 6 5			1965/1958 平均增加率 (%)	
	原表計上値	電力分 修正後	構成比(%)	原表計上値	電力分 修正後	構成比(%)		
エネルギー消費量 (石炭換算 $10^6\text{t}$ )	合 計	3,713	3,892	100.0	5,232	5,502.4	100.0	5.1
	水 力	75.7	254	6.5	111.6	374	6.8	5.7
	火 力	547	547	14.1	1,017	1,017	18.5	9.2
	原 子 力, 地 熱	0.3	1.0	—	3.4	11.4	-0.2	<
發電電力量 ( $10^9\text{kWh}$ )	電力 이외의 消費量	3,090	3,090	79.5	4,100	4,100	74.5	4.2
	合 計	1,908.4	3,090	100.0	3,339.7	4,100	100.0	8.2
	水 力	605.6	〃	41.7	890.8	〃	26.7	5.7
	火 力	1,300.4	〃	68.2	2,421.7	〃	72.5	9.2
	原 子 力, 地 熱	2.4	〃	0.1	27.2	〃	0.8	<

(註) 1. 原表는 UN 統計資料에 의함

2. 火力發電分은 燃料消費率을 0.42 kWh로서 算出하였음

3. 原表에서는 水力, 原子力, 地熱은 0.125 kg/kWh로서 石炭量 환산이 행하여져 있으므로 修正值은 火力發電分과 同係數로 算出하였음

을 充分히 인식할 필요가 있다.

UN 통계자료에 의하면 1965년의 세계총에너지消費量은 石炭換算으로 52 억 3,200 萬t이고, 그중 水力에 依한 發電量은 1 억 1,100 萬t으로 계상되어 있으나, 에너지 소비구조 중에서의 電力比重을 명백히 하기 위하여 약간의 修正을 가한 것이 表-2이다.

즉, 表-2는 原資料에서 水力發電分의 石炭換算量이 단순히 電力과 石炭의 保有發熱量의 比를 가지고 1 kWh당 0.125 kg의 율로 算入되어 있으므로 이것을 火力發電分에 對應시키기 위하여 熱效率을 고려해서 0.42 kg/kwh정도의 係數로 置換하여 水力, 火力 및 其他를 각각 分離하여 表를 만든 것이다.

이것에 의하면 1965년의 總發電量의 石炭換算量은 14 억 t으로 되고 發電때문에 1次에너지의 소비는 總消費量 에너지의 약 25%에 해당한다. 그 内譯으로서 약 18%가 火力發電을 위한 消費量으로 7%가 水力分相當의 消費量으로 되어 있다.

消費構造上에서 보면 電力 이외의 形으로 소비된 에너지는 1958년에서는 總消費量의 80%를 차지하고 있었으나 1965년에서는 75%로 低下하고 있다. 同 7個年間에서 水力은 거의 變化없이 7% 弱이나, 火力發電은 14%에서 18%強으로 증가하였다. 즉, 化石燃料가 緊密作用한 에너지로서 소비되는 比率이 감소하고 電力形으로 轉換되어서 使用되는 比率이 급격히 증가했는 것을 나타내고 있다.

資源種別에서 에너지의 消費構造를 보면 表-1에서 알 수 있는 바와 같이 石炭을 中心으로 한 固體燃料의 의존은 세계적으로 斜陽化하고, 7個年間의 年平均增 加率은 不過 2.1%에 머물고 있다. 石油의 增加率은

7.7%로서 높으나 天然gas의 소비가 이것을 輦減 上廻하여 9%를 나타내는 것은 주목해야 할 상태이다.

어느 것이라도 이들 兩種의 에너지 소비가 증대한 것은 斜陽化한 固體燃料에 對한 代替때문이고 電力需要의 현저한 증가가 形을 바꿔서 遷及的으로 1次에너지인 化石燃料의 消費增加로 되어서 나타난 결과이다.

즉, 1958年에 있어서 化石燃料의 總消費量은 36.4 억 t(石炭換算)으로 그 중 5.5 억 t인 15%가 發電으로 使用된데 對하여 1965年에는 化石燃料 51.2 억 t中 20%에 該當하는 10.2 억 t이 發電때문에 消費된 것처럼 되어 있다.

表-3은 U.N 統計資料에 依하여 主要 各國의 에너지消費量(石炭換算)을 列舉한 것이다. 나라별로 봤을 경우 總消費量 1人當消費 어느 것에서도 世界에서 가장 높은 것은 美國으로 1人當消費量은 1965年에 9,201 kg에 이르고 있다. 全世界에서 봤는 1人當消費量은 1,594 kg로서 韓國의 445kg(1965年)은 그것의 約 1/4 정도이다. (韓國 1972年 現在 1人當 1,400kg)

이와 같은 旺盛한 電力需要를 충족하기 위하여 各國 모두 電源開發에 努力하고 있으나 최근의 增加設備, 發電實績의 推移를 보면 火力의 증가율이 水力を 輦減上廻하고 있다. 이를테면 表-2에서 보는 바와 같이 최근 7個年의 發電量 增加率은 火力이 9%인데 대하여 水力은 6% 弱으로 되어 있다.

水力伸張의 고민은 기술혁신에 의한 火力發展의 原價低下 의에 선진제국에서는 殘餘水力資源 중 경제성이 우수한 地點이 점차 枯渴狀態로 되어 가고 또 후진제국에서는 水力開發에 多額의 資金과 건설에 長期間의 시일을 要하는 등의 이유에 의한다.

表-3 세계의 에너지 소비량

(石炭換算)

國 別	合 計(10 <sup>6</sup> ㎾)		1人當(kg)	1965년의 소비비율 (%)
	1962年	1965年		
世界合計	4,417.8	5,232.1	1,423	1,594
アフリカ	62.0	77.3	280	322
南아프리카연방 기 타	45.2	54.4	2,414	2,716
北 美	1,654.2	1,940.6	8,058	9,059
캐 너 다 美 國	111.8	150.2	6,004	7,653
카리브해아메리카 멕 시 코 기 타	1,424.4	1,790.4	8,263	9,201
南 美	88.8	105.0	917	986
아 르 웬 틴 브 라 질 기 타	34.4	41.7	89.2	977
中 近 東	26.9	35.7	347	42.6
中 国	18.7	21.6		
中 近 東	45.1	56.2	306	353
極 東	255.5	322.0	274	323
日 本	132.1	174.7	1,391	1,783
印 度	73.1	83.8	161	172
韓 國	8.6	12.6	330	445
中 國	6.5	8.1	568	654
기 타	35.2	42.8		
西구라파	909.1	1,045.4	2,731	3,049
오 스 트 리 어	16.7	19.1	2,345	2,630
벨 기 애	42.1	46.3	4,410	4,724
프 랑 스	122.5	144.4	2,606	2,951
西 獨	221.5	250.0	3,889	4,224
이 태 리	71.2	92.2	1,418	1,787
스 위 스	12.1	15.9	2,129	2,668
英 國	264.4	282.1	4,929	5,151
쾰 랜 드	8.8	2.4	1,959	2,679
네 델 린 드	35.1	40.2	2,974	3,271
노 르 웨 이	11.1	13.4	3,038	3,588
스 패 인	26.8	32.5	866	1,023
스 웨 덴	28.8	34.9	3,811	4,506
유고슬라비아 기 타	17.5	23.3	926	1,129
30.5	38.7			
오세아마	49.8	62.3	3,088	3,632
오 스 트 래 리 아	43.6	54.5	4,074	4,795
유 지 랜 드 기 타	5.5	6.7	2,209	2,530
4.0	1.1			
공산권체국	1,280.9	1,543.2	1,255	1,449
불 가 티 아	14.1	21.1	1,760	2,571
체코슬로바키아	74.6	80.4	5,381	5,676
東 獨	88.7	93.0	5,188	5,460
한 가 리	23.1	28.5	2,293	2,812
0.7	0.5			

포 랜 드	99.3	110.4	3,273	3,504	2.1
루 마 니 어	31.1	38.7	1,662	2,035	0.7
쏘 렌	670.9	832.8	3,029	3,611	15.9
中 共	278.6	337.7	398	461	6.4
기 타	0.5	0.6			

資料：UN統計資料에 의함

그러나 한편으로는 水資源의 高度利用 國土綜合開發觀點에서 各國 다 함께 多目的의 건설에는 기대한 자금이 投入되고 大貯水池式 水力發電所가 차차 건설되어 가는 상태를 볼 수 있다. 雷公江과 같이 國際河川의 電源開發에 대해서는 1958年에 UN에 종합개발위원회가 설치되어 開發方式의 책정 各國 援助計劃 등을 主題로 하여 國際協力形에서 開發의 推進이 도모되어 왔다. 장래의 에너지 부족에 대응할 拨本의인 打開策으로서 原子力發電에 待望하고 있다. 表-4에서 보는 바와 같이 近來에 급속으로 商業供給量이 증가하고 있으나 그量은 1965年の 단계에서는 全世界에서 241 억 kWh(조련제외)이고 總發電에 不過 1% 미만이다.

그러나 1970年代에 와서도 급속으로 供給力으로서의 비중을 증가하는 것으로 생각되나 아직 原子力發展보다도 在來의 化石燃料에 의한 大規模 火力發電所의 建設이 경제적으로 우위를 차지하고 있어서 현재까지 계속 純발電가 이루워지고 있다.

表-4 原子力에 의한 發電量

(단위 : 10<sup>6</sup>kWh)

國 名	1963	1964	1965
벨 기 애	47	50	—
캐 나 다	87	141	120
프 랑 스	419	580	897
서 이 태 리	54	90	112
日 本	323	2,402	3,510
쏘 렌	—	—	—
영 국	6,470	8,346	15,836
미 국	3,312	3,343	3,657
계	10,615	14,963	24,132

資料：UN統計年鑑

(註) —는 資料不明

表-5 地熱發電量

(단위 : 10<sup>6</sup>kWh)

國 名	1963	1964	1965
이 태 리	2,427	2,527	2,576
뉴 지 랜 드	1,004	1,194	1,255
미 국	168	204	189
계	3,599	3,925	4,020

地熱發電은 앞으로도 큰進展은 기대될 수 없다고 생각되나 현재의 발전상황은 表-5에 나타낸 바와 같다. 이것을 보면 1965년의 發電量은 各國合計에서 40 억 kWh로 되어 있다.

## 2. 世界의 水力發電

### 가. 包藏水力

降水量은 지역에 따른 偏在가 심하고 또 季節에 따라서 대폭적으로 변동하나 年間降水量에서 보면 유럽, 아프리카 중南部, 極東, 中國으로부터 東南아시아, 北美 西北部 및 中東部 中央美, 南美가 多雨地帶로 나타나고 있다.

現在 세계의 百장수력은 約 59 억 kW라 하고 있으며 그 算定기준은 各國마다 동일하지 않다. (表-6 참조)

水力資源에 대하여서는 ① 包藏水力量에 關한 통일적기준작성 ② 水力開發地點에 있어서 他目的 물 利用과의 競合調整 및 國際協力의 문제 ③ 전력수요에 대한 水力의 役割 등 世界動力會議를 거쳐 國際的으로 문제가 제기되어 금후 검토를 요할 課題가 많다.

이를테면 表-6에서 보면 우리나라의 包藏水力은 1,220 萬 kW(韓半島 및 黃河斜面) 程度로豫測된 것 같으나 이것은 우리나라의 水力調査(1928~44)의 數値에 해당된다.

現在 世界의 包藏水力を 57 억 kW로 하여 利用率을 50%로 생각하면 그 發電 電力量은 25兆 kWh이다. 이것은 石炭換算으로 105 억 kWh에 해당하여 세계의 총에너지 소비량의 약 2 배에 해당한다.

人類는 이 풍부한 에너지資源을 水力이라고 하는 永久循環資源으로 包藏하고 있으나 水資源의 賦存狀態에서 今後에 殘留할 有鹽地域으로서는 캐나다, 콜롬비아, 東部, 南美, 아프리카, 中國과 東南아시아 등을 들고 있다.

表-7에는 1966年에서의 水力設備容量을 대상으로 하여 上記 別包藏水力에 대한 開發率을 산출한 것이다. 이 경우 쓰린의 설비에 대해서는 아시아와 유럽에 구분된 數値가 발견되지 않으므로 이 表에서는 全設備을 1/2로 假定하여 制定했다.

이 數字에서 보는바와 같이 세계의 包藏水力 56 억 8,850 萬 kW에 대하여 1966년末에 있어서 既開發水力은 2 억 240 萬 kW로서 開發率은 3.9%에 해당하고 있다.

洲別로 보았을 경우 개발이 가장 진보돼 있는 것은

表-6 世界의 包藏水力

(단위 : 10<sup>6</sup>kWh)

아프리카	1,154.0
나 일 강	50.5
소마리랜드～찬베리上流域	84.6
코라네강～콩고강流域	30.6
잔베지강	137.0
잔베지～오랜지 강流域	96.9
오랜지강	31.0
콩고강	390.0
콩고～세내 강上流域	218.0
미니카스칸	84.0
기 타	34.0
北 美	717.0
콜럼비아강	98.5
뉴욕강	32.0
콜로라도강～알류센特流域	216.5
넬슨강	23.4
넬슨～샌드로맨스항간수역	50.0
오파이오강	29.0
미시시피강	20.0
리오그란데～파나마동부간수역	30.0
기 타	172.6
南 美	1,110.0
오리노코강～아마존강수역	394.0
토강법스강	17.5
샌프란시스코강～산토스간수역	40.0
데르라타강	88.7
파리코니아, 콜로라도강 및 그 남부水域	201.0
컨체프션～아프리카간 太平洋斜面	18.0
이그야～파나마간 太平洋斜面	125.0
아트리트강, 마그다레나강	165.0
기 타	60.8
아시아	2,388.5
韓半島 및 黃河斜面	122.0
樺太, 千島, 日本諸島	18.0
영자강	220.0
영자강上流域～卑魯 강流域	137.0
卑魯 강	72.0
卑魯地方, 말레이, 이라와디上流域	158.0
이라와디강, 트리피트리강	379.0
기타	153.0
印度半島	110.0
印巴半島	88.0
印巴半島	330
지중해, 혹은, 아름해연안	80.0
오비강, 애니제이강, 래나강	130.0
체파카～한국, 아모르간流域	48.0
기 타	637.5
歐 納 巴	200.0
스페인～아프리카	37.0
파리네주의	26.5
로드水域	18.5
도나우강	40.0
기 타	78.0
오세아니아	119.0
凌洲東部太平洋斜面	30.0
凌洲馬來水域	30.0
기 타	59.0
世界包藏水力量計	5,688.5

資料：世界動力會議論文集

表-7 包藏水力에 대한 既開發設備의 比率

(단위:  $10^6 \text{ kW}$ )

區 分	包藏水力 A	既開發設備 B	B/A (%)
아프리카	1,154.0	3.4	0.3
北 美	717.0	70.6	9.8
南 美	1,110.0	8.5	0.8
아시아	2,388.5	39.2	1.6
유럽	200.0	96.2	48.1
오세아니아	119.0	4.5	3.8
世界總計	5,688.5	222.4	3.9

(註) 開發設備容量은 1966年 對象

유럽으로서 이미 48%가 개발되어 있고 그 값은 다른 각洲에 비하여 매우 높다. 아프리카 南美는 다 같이 %1에도未達되는 가장 낮은 開發段階에 머물고 있다.

#### 나. 水力發電의 概況

各國의 水力發電狀況을 概觀하기 위하여 1965년에 주요 각국의 總發電力에 대한 水力의 加重值를 정리하여 U.N 統計의 對象으로 되어 있는 155個國中 32個國을 表-8과 같이 나타냈다.

세계의 총설비 출력 8 억  $1,500 \text{ kWh}$ , 發電力量 3兆 5,460 억  $\text{kWh}$ 에 대하여 水力發電이 차지하는 비율은 설비와 發電量 어느 것에 대하여도 약 27%이다. 32個國 중 水力의 發電설비가 火力보다도 높은 水力國은 캐나다, 브라질, 北韓, 오스트리아, 이태리, 스위스, 노르웨이, 스페인, 스웨덴, 유고, 뉴저랜드의 11개국이다. 水力設備가 40% 범위를 차지하는 水力國은 멕시코, 印度, 프랑스, 웨일란드로 되어 있다.

表-9에는 最近 9個年間(1957~1965年)에 대하여 세계의 總發電量에 차지되는 水力發電比率의 推移로서 水力發電比率은 1957年的 30.4%에서 점차 작게 되어

表-9 世界의 發電中水力이 차지하는 比率

(단위:  $10^9 \text{ kwh}$ )

年 次	水 力	火 力	合 計	水力比(%)
1957	55.0	1,255	1,305	30.4
58	60.5	1,303	1,908	31.7
59	62.8	1,473	2,101	29.9
60	68.2	1,622	2,304	29.6
61	71.3	1,721	1,434	29.4
62	75.7	1,879	2,636	28.7
63	794	2,053	2,847	27.9
64	821	2,288	3,109	26.4
1966	853	2,447	3,340	26.7

資料: UN 統計資料

(註) 기타에는 地熱, 原子力 등이 포함

1965년에는 26.7%로 이 9個年間에 3.7%가 低下하고 있다.

表-10에서는 表-8에掲載한 같은 各國에 대하여 水, 火力의 年間設備利用率을 나타낸 것이다. 이 表에 실었는 各國은 國內의 連係系統이 매우 크고 多數의 水, 火力電源이 並列로投入되어 綜合運用이 행하여져 있는 것이라고 본다.

따라서 설비이용률의 값으로부터 各國에서 水力이 어떠한 負荷를 分擔하여 運用되고 있는가에 대하여 推測해 보면 對象各國全部의 水, 火力を 綜合한 年設備利用率은 약 50%로 되어 있다. 綜合設備利用率이 50%를 초과하고 있는 것은 남아프리카, 카나다, 美國, 日本, 노르웨이, 불가리아, 東獨, 항가리, 폴란드, 루마니아, 뉴저랜드, 쏘련 등의 各國으로 가장 높은 나라는 항가리로서 67.5%이다. 또 가장 낮은 나라는 아르젠티나로 32.8%에 不過하다. 여기서 水力의 설비이용률이 綜合設備利用率보다도 작은 나라를 골라서 表-10=「水力 퍼센트分擔度」란에 P를 붙인 나라들이다.

1年을 통한 設備利用率은 반드시 日日의 運轉에서 퍼센트 即 尖頭負荷(最大電力需要量)를 分擔하고 있는가 없는가에 直結되는 것은 아니다 大體로 火力은 年間 1個月 程度의 定檢停止가 행하여지고 있는 것이라고 假定하면 火力의 積動期間中의 負荷率은 이 數值보다도 9% 정도 높게 된다.

이러한 點을 고려하면 表-10에서는 水, 火力의 負荷率이 거의 同等한 값을 나타내고 있어도 實際 운용상 水力은 상당히 높게 尖頭負荷를 分擔하고 있는 것으로 推測된다.

水力이 매우 높은 尖頭荷分擔의 役割를 다하고 있다 고 생각되는 各國은 영국, 불가리아, 동독, 항가리, 폴란드, 루마니아, 오스트리아, 남아프리카이고 그 다음은 美國, 이태리, 체코슬로바키아, 쏘련의 各國이다

日本, 中共, 北韓, 西獨, 뉴저랜드 등은 全水力 설비로부터 봤을 경우는 그만큼 水力의 尖頭分擔比率은 높지 않다. 또 멕시코, 알젠티나, 스위스, 네델란드, 스페인 등의 제국은 綜合設備利用率이 30% 정도를 나타내어 매우 작으나 그 이유로서는 ① 負荷曲線의 變動이 크다 ② 豫備力を 크게 하고 或은 遊休的 設備가 많다 ③ 系統連係가 진보되어 있지 않다 등인 것으로 생각된다.

이상은 매우 皮相的으로 설비이용률로부터 水, 火力併用의 運用面을 엿보았으나 各國에서는

② 供給力(水, 火)의 構成

④ 負荷曲線의 形, 年間의 需要變動

② 系統의 規模 및 구성상태

表-8 世界에 있어서 水力發電의 比重(1966)

國 別	發 電 設 備( $10^6\text{kW}$ )				發 電 電 量( $10^9\text{kWh}$ )				備 考
	水力(A)	火力その他	計(B)	水力比(A/B%)	水力(A)	その他	計(B)	水力比(A/B%)	
世 界 合 計	222.41	592.90	815.31	27.3	946.68	2,599.76	3,546.44	26.7	
아 프 라 카 南 美 기	3.34 0.01 3.33	9.18 5.96 3.22	12.52 59.7 6.55	26.7 0.2 50.9	12.81 0.04 2.77	40.62 31.76 8.86	53.43 31.80 21.63	24.0 0.1 59.0	
北 美 카 나 다 美 國 미 시 코	70.61 22.44 45.69 2.48	232.66 8.33 221.13 3.20	303.27 30.77 266.82 5.68	23.3 73.0 61.1 43.7	337.34 129.83 197.91 9.60	1,089.26 28.31 1,061.53 9.42	1,426.60 158.14 1,249.44 19.02	23.6 82.2 15.9 50.5	
南 美 알 젠 터 나 브 라 질 기 타	8.53 0.42 5.52 2.59	9.34 4.94 2.05 2.35	17.87 5.36 7.57 4.94	47.8 7.8 73.0 52.5	39.76 1.21 27.91 10.64	26.08 14.19 4.74 7.15	65.84 15.40 32.65 17.79	60.4 7.9 85.5 59.8	
아 시 아(除坐連) 日 本 인 도 中 國(本土) 北 韓 기 타	28.22 16.81 4.20 2.14 3.06 2.01	51.19 28.00 6.30 11.16 0.96 4.77	79.41 44.81 10.50 13.30 4.02 6.78	35.5 37.5 40.0 16.1 76.2 29.6	123.80 79.84 15.54 9.40 10.10 8.92	228.13 135.47 22.06 49.10 3.20 18.30	351.93 215.31 37.60 58.50 13.30 27.22	35.2 37.1 41.3 16.1 76.0 32.6	
유 림(除坐連) 오 스 트 리 아 베 르 기 애 프 랑 스 西 獨 이 태 리 스 외 스 英 國 휘 인 랜 드 네 멜 랜 드 노 르 웨 이 스 패 인 스 웨 덴 불 가 리 아 체 코 슬로 바 키 아 동 득 항 가 리 포 랜 드 루 마 이 아 뉴 고 스 라 바 아 기 타 오 세 아 니 아 주 호 주 뉴 지 랜 드	85.17 4.14 0.06 13.29 4.18 14.47 8.44 2.06 1.98 0 10.14 7.68 9.34 0.77 1.43 0.59 0.02 0.32 0.78 2.24 3.24 4.47 2.38 2.09	182.15 1.96 5.08 16.93 38.73 12.39 0.51 49.75 2.08 8.05 0.13 3.46 2.89 1.80 6.95 9.68 1.79 8.77 3.69 4.47 3.82 6.03 7.45 0.02 9.40 0.43	267.32 9.10 5.14 30.22 42.91 26.76 8.95 51.81 4.06 8.05 10.27 11.14 12.23 2.57 8.38 10.27 1.81 99.09 4.47 3.82 9.27 11.92 9.40 2.52 35.0 12.02	31.9 6.80 1.2 44.0 9.8 54.2 94.4 51.81 4.0 48.8 98.8 69.0 76.2 30.0 17.1 5.7 1.1 3.5 17.4 58.7 9.30 37.5 16.41 25.3 7.11 83.0 12.02	324.74 17.33 0.30 51.52 17.00 44.32 27.44 198.01 10.08 0 48.19 27.28 45.52 2.01 4.23 1.05 0.10 0.62 1.04 9.83 35.0 16.41 20.994 7.11 31.17 9.30 33.18 31.80 2.01 20,994 7.11 31.17 9.30 32.96 12.02	729.71 6.49 21.22 54.42 160.88 45.67 0.52 198.01 5.33 0 0.16 10.42 5.14 9.73 29.61 55.82 10.58 42.05 1.77 6.58 49.59 33.17 38.28 31.31 452.78 31.80 2.01 20,994 7.11 31.17 9.30 32.96 12.02	1,045.45 23.82 21.52 105.94 177.88 89.99 27.96 202.57 15.41 26.37 48.35 37.70 50.66 11.74 33.84 56.87 10.68 42.97 20.81 16.41 32.96 49.59 33.17 38.28 31.31 544.60 31.80 2.01 20,994 7.11 31.17 9.30 32.96 12.02	30.8 72.7 1.4 48.6 9.6 49.3 98.2 2.2 65.5 0 99.8 72.2 89.8 17.1 12.5 1.8 0.9 2.1 5.0 60.0 36.5 33.1 18.5 82.3 16.9	
총 계	22.07	100.93	12,300	17.9	91.82	452.78	544.60	16.9	

資料：日本海外電動調査－海外電力事業統計(1967年版) UN 세계통계년감(1966年版)

- (註) 1. 美洲를 除外하고는 1966년을 대상으로 하여 작성했음. 설비 혹은 發電量만이 1966년值가 있고 다른 것의 값이 없는 것에 대하여는 전년도 수치에서 類推하여 修正한 것임  
 2. 美洲의 값은 1965年의 것임  
 3. 國別로 열거한 것은 年間 總發電量이 100억 kWh를 초과하는 각國임

表—10 各國의 水, 火力設備利用率(1966年)

國名	發電設備 (10 <sup>6</sup> kW)	水力比 (%)	年設備利用率(%)			水力의 파이크 分擔度
			水	力	火	
아프리카						
南 아프리카	54.0	0.2	49.7	61.0	61.0	P
기타	66	50.9	43.8	31.4	37.8	
北美						
카나다	30.8	73.0	66.3	39.0	58.7	
美國	266.8	19.1	49.5	54.3	53.5	P
멕시코	5.7	43.7	44.3	33.7	38.2	
南美						
알제리아	5.4	7.8	32.9	32.8	32.8	
브라질	7.6	72.0	58.0	26.4	49.4	
기타	4.9	52.5	47.1	34.7	41.3	
아시아						
日本	44.8	37.5	54.2	55.1	54.9	P
인도	10.5	40.0	42.4	40.2	41.0	
중국	13.3	16.1	50.1	50.2	50.2	P
북한	4.0	76.2	37.7	38.1	37.8	P
기타	6.8	29.6	50.7	43.9	46.0	
유럽						
오스트리아	6.1	68.0	48.0	37.8	44.7	
벨기에	5.1	1.2	57.2	47.7	47.9	
프랑스	30.2	44.0	44.3	36.7	40.0	
서독	42.9	9.8	46.5	47.6	47.5	P
이탈리아	26.8	54.2	35.0	42.3	38.5	P
스위스	9.0	94.4	311.2	11.2	35.7	
영국	51.8	4.0	25.0	45.5	44.8	P
웨일란드	4.1	48.8	58.0	29.3	43.4	
네덜란드	8.1	0	0	37.5	37.5	
노르웨이	10.3	98.8	54.2	14.0	53.7	
스페인	11.1	69.0	40.8	34.5	38.6	
스웨덴	12.2	76.2	55.6	20.4	47.4	
불가리아	2.6	30.0	29.8	61.8	52.2	P
체코슬로바키아	8.4	17.1	33.9	48.8	46.3	P
독	10.3	5.7	20.3	65.9	63.3	P
헝가리	1.8	1.1	57.0	67.5	67.5	P
폴란드	9.1	3.5	32.8	54.8	54.2	P
루마니아	4.5	17.4	15.3	61.6	53.2	P
유고소비아	3.8	58.7	50.2	47.7	49.3	
기타	9.3	35.0	42.4	39.7	40.8	
오세아니아						
호주	9.4	25.3	34.2	50.7	46.6	P
뉴질랜드	2.5	83.0	50.8	53.7	51.5	P
쏘렐	123.0	17.9	47.5	51.5	50.6	P
世界計	815.3	27.3	48.5	50.2	49.7	P

(註) P: <綜合設備利用率>水力設備利用率의 경우에 限한 하여 부친 記號임

#### ② 水力發電所의 設計內容

(河川의 豐, 渦水變動의 比率, 貯水池의 有無 J—

(最大出力)/(當時出力)의 設計比, 利水面의 運轉制約 等)

#### ③ 火力補修기준

#### ④ 豐備力의 思考方法

등建設이나 運營上의 기반이 다르게 되어 있는 것은 쉽게想像되므로 系統中의 水力이 各國에서 어떻게 運轉되고 어떻게 評價되어 있는가에 대하여서는 더욱 豐富한 資料에 依하여 검토되어야 할 것이다.

다음에 表—11에는 總發電設備가 500k Wh 이상의 세계各국 중 水力設備比率이 特別히 높은(거의 70% 이상) 각국을 열거하였다.

이 나라들은 어느 것이나 豐富한 水力資源을 包藏하고 있고, 電力需要의 거의 대부분을 水力發電에 依해서 조정하고 있다.

水力開發의 구성방법에는 各各多少의 차이는 있어도 개발규모의 大容量化長距離送電의 方向으로 나아가고 있다.

### 다. 水力開發國際比較

#### (1) 美 國

1966年 미국의 總發電量은 1兆 2,500 억 kWh로서 전년의 8% 증을 나타냈다. 總發電設備는 2 억 6,700 萬 kW, 國別로 看을 경우 發電量設備 다 함께 세계 제1위의 發電을 誇示하고 있다. 水力에 의한 發電은 설비 4,570 萬 kW, 1,290 억 kW로서 전체의 약 16%에 不過하나 그것으로도 절대량으로서는 세계 제1위다군의 追從을 不許하는 지위를 차지하고 있다.

聯邦動力委員會(F.P.C)의 조사에 의하면 美國의 包藏水力은 1 억 7,000 萬 kW, 電力量 6,480 억 kWh이며 現在로서는 그 27%밖에 개발되어 있지 않다. 石炭이나 石油의 化石燃料가 매우 豐富하여 이에 의한 新銳火力이나 原子力과의 競爭이 激化하고 있는데도 不

表—11 水力設備比가 높은 各國

國名	水力設備比率(%)	發電設備(10 <sup>6</sup> kW)
노르웨이	98.8	10.3
스웨덴	94.4	9.0
콩고공화국※	87.2	0.7
뉴질랜드	83.0	2.5
몰트리갈※	81.6	1.6
룩셈부르크※	78.6	1.2
스웨덴	76.2	12.2
북한	76.2	4.0
카나다	73.0	30.8
브라질	73.0	7.6
스페인	69.0	11.1
오스트리아	68.0	6.1

(註) 1966年末 設備對象 ※標는 1965 統計值

表—12 美國의 運轉中 및 建設中

發電所名	出力(MW)	機器台數	揚水型式	運開
Rocky River	31	2	混 合	1928
Buchanan	34	1	"	1950
Flatiron	9	1	"	1954
Hiwassee	60	1	"	1956
Lewiston	240	12	純揚水	1961
Taum Sauk	350	2	"	1963
Smith Mountain	400	4	混 合	1965
Yards Creek	330	3	純揚水	1965
Muddy Run	800	4	"	1965
San Luis	449	8	混 合	1965
Oroville-Thermalits	321	6	"	1968
Cabin creek	300	2	純揚水	1967
De Gray	28	1	混 合	1968
合 計	3,352	—	—	—

拘하고 今後의 11年間에 3,400 萬 kW 정도의 水力開發이 이루어지는 것으로 생각하고 있다.

聯邦動力委員會의 예상에 의하면 1980년까지 電力수요는 2兆 7,000 억 kWh로 된다고 한다. 따라서 約 3,400 萬 kW가 완전히 개발되었다 하더라도 그 供給電力量은 1,300 萬 kWh이며 增加電力量의 9%밖에 해당되지 않으므로 全發生電力에 대한 水力比率은 確實히 低下하기 단련이다.

化石燃料가 풍부하여 저렴하고 새로운 세대 電力供給의主流를 이루는 것으로서 原子力發電이 強力히 추진중에 있는 美國에서는 火力에 의한 基底負荷로 하는 尖頭負荷에 水力を 이용한다고 하는 최근의 경향은 금후도 미국에서의 水力開發의主流를 이루는 것이라고 생각된다.

尖頭供給電源으로서의 大容量揚水發電所는 1955년 무렵부터 建設되어 表—12에 나타낸 바와 같이 1965년의 時點에서는 13個所 335萬 kW가 運轉 및 建設中이다(運轉은 8個所, 約 150萬 kW).

또 聯邦動力委員會에서 정리한 자료에 의하면 今後計劃되어 있는 것은 43個所, 2,900萬에 이르고 1970년까지 運開豫定의 것은 약 200萬 kW로 되어 있다. (表—13) Grand coulee發電所의 計劃은 尖頭用으로서 第3發電所를 設置하고 60萬 kW 12台를 증설하여 合計容量으로는 920萬 kW라는 세계최대의 水力發電所로 개조되어 최초의 1基는 1973년 全工事의 完成은 1992년으로 돼 있다.

尖頭負荷에 對應할 服務로 하는데는 發電所의 設計比 J를 比較的 크게 하지 않으면 안된다. 이 점에서도 美國은 세계를 인도하고 있고 前述한 Grand coulee 외에 존·디發電所는 最終容量 270萬 kW, 기타 Dalles,

表—13 計劃中인 美國의 揚水發電所

發電所名	出力(MW)
Cornwall	2,000
Breakneck Mountain	600
Tocks Island	990
Ludington	1,500
Blue Ridge	590~1,160
Northfield Mountain	450~1,500
Chimney Rock	520
White Oak	500
Petit Jean	500
Grand coule	2,000~9,200
South Plateau-Grants	500
Morrow Point No. 2	500
Deerfield River (Virginia Electric)	400~700
(New England Electric Sy) (")	510
Powe pond	1,500
500MW 26. P.S	500
合 計	4,824
合 計	29,004

chief Joseph, McNary Hoover 등 100萬 kW 이상의 水力發電所가 계획적으로 계획되어 있다.

發電所의 규모가 대형화함에 따라 1台當의 機器容量도 대형화의 傾向이다.

아미發注가 끝난 Grand coulee의 단위는 60萬 kW로서 세계최대이다.

美國의 包藏水力은 1억 7,000 萬 kW라 한다.

國土의 넓이에 비하면 반드시 크다고는 알 수 없으나 그 절대량은 크고 現在 아직 70%가 未開發이다.

美國에서도 水力發電所의 計劃 運轉의 傾向은前述한 바와 같이 尖頭負荷로漸次 限定되는 것처럼 되어왔다. 이때문에 종래의 發電所에 發電設備를 增設하는 사례가 增加하고 있다. 尖頭供給力으로서 대규모 개발이 이루어짐과 더불어 水資源을 水力發電 뿐만 아니라 홍수조절 선박의 滞航, 濟溉, 기타 2次的 便益에 이용하여 多目的으로 활용되는 綜合開發로서 取扱하게 되었다.

美國에 있어서는 최근 30年에 대하여 보면 全消費電力의 40%가 水力으로 供給되어 全 發電設備容量에 차지하는 비율은 30%로서 나머지는 火力에 의해서 조정하여 왔다. 그러나 이 비율이 점차 저하하여 1966년에 와서는 水力에 의하여 供給되는 電力量은 全發電量의 16%, 1980년까지에는 14% 정도로 저하한다고 예측하고 있다. 그러나 今後의 水力開發은 尖頭 供給電源으로서 揚水發電所를 주류로 하여 發電所規模 단위容量과 더불어 大容量으로 되어 超大事業으로서 開發

表-14 美國의 大規模發展所(1965)

發電所名	出力 (MW)	機器臺數	運開
Grand Coulee	1,974	19	1941
Robert Moses Niagara	1,954	13	1961
Hoover Dam	1,340	17	1,936
The Dalles	1,119	16	1957
Chief Joseph	1,024	16	1955
Mcnary	986	16	1953
Robert Moses St. Lawrense	912	16	1958
Wanapum	831	10	1963
Priest Rapids	788	10	1959
Rocky Reach	712	7	1961
Wilson	598	21	1925
Oahe	595	7	1962
Bonneville	518	10	1938
Conowingo	474	11	1928
Carrison	490	5	1956

되어가는 傾向이다.

## (2) 經濟協力開發機構(OECD)의 유럽加盟國

여기에서 OECD 가맹국 중 유럽 18個國에 대해 水力を 中心으로 한 發電狀況을 보기로 한다. 유럽은 에너지開發利用이 가장 전보한 지역이다.

에너지 차원으로서는 石炭을 중심으로 하는 化石燃料와 풍부한 水力資源에 혜택을 입어 이것을 基礎로 하여 經濟가 發展되어 왔다. 그러나 이들의 資源은 나라이 따라서 많이 偏在하고 電源의 構成狀態로부터도 각국마다 다른 構成方法이 엿보인다.

유럽 全體의 包藏水力은 약 2 억 kW로 생각되고 있으나 1966年의 설비에서 보면 48%로서 거의 拆半 이상이 이미 發展되어 今后에 큰期待를 할 수 없는 상태로 되어 있다.

火力發電에서 최근의 급속한 기술혁신 燃料單價의 低下에 의한 영향과 이 水力資源의 枯渇傾向을反映해서 세계의 선진제국이例外없이 當面하고 있는 水力開發速度의 鈍化傾向이 엿보인다.

表-15는 OECD 유럽加盟國의 水力發電增加 狀況推移를 1963年부터 1970年까지 7個年에 대하여 나타낸 것이다. 1964년까지의 數値는 實績, 1965年 이후는 想定値이다.

1964年에 18個加盟國의 總設備容量은 1 억 8,500 萬 kW로 이 중 在來火力發電所가 61%, 原子力發電所가 1% 나머지의 38%가 水力發電所이다.

1970年에는 總設備容量은 2 억 9,000 萬 kW에 달하는 것으로 想定되어 이 기간의 年平均 增加率은 7.5%로 생각하고 있다.

이 總容量 중 在來火力에 64%, 原子力이 約 4%를 차지하도록 되고 水力은 全體의 32%로 低下한다고 예상되고 있다.

이 7個年을 지난 火力 및 原子力의 綜合年平均增加率이 9%인데 대해 水力의 그것은 5% 強에 머무는 것 이 된다.

OECD 유럽加盟國의 1964年 總發電量은 7,219의 kWh이었다. 이중 水力은 複雜한 渴水期의 隘路가 있기 때문에 前年度를 38 억 kWh下廻해서 2,420 억 kWh의 發電에 그치고 總發電量에 대한 比率도 33.6%로 低下하였다.

여기서 注目되는 것은 1963年에는 설비와 發電量에서의 水力比는 거의 대등하였으나 해마다 發電量水力比의 低下쪽이 크게 되고 1970年에는 發電設備의 水力比가 32.2%인데 대해 發電電力量의 그것은 29.3%로 되는 것이다.

表-15 OECD 유럽加盟國의 水力發電比重年度別推移(實績 및 計劃值)

年次	12月末現在 設備容量( $10^6$ kW)				發電電力量( $10^9$ kWh)			
	水力(A)	火力 및 原子力	合計(B)	水力比(A/B)	水力(A)	火力 및 原子力	合計(B)	水力比(A/B)
1963	65.6	108.5	174.1	37.7	245.8	423.6	669.4	36.8
64	69.9	115.2	185.1	37.7	242.0	479.9	721.9	33.6
65	73.5	127.7	201.2	36.6	268.7	503.0	771.7	34.8
66	77.3	140.0	2,173	35.6	2,819	551.8	833.7	33.8
67	80.9	153.6	234.5	34.5	294.1	644.6	898.7	32.8
68	85.4	169.5	254.9	33.5	308.2	663.3	971.5	31.7
69	89.3	184.9	274.2	32.5	321.4	729.0	1,050.4	30.0
1970	93.3	196.6	289.9	32.2	331.6	800.8	1,132.4	29.3
年平均增加率	5.2	8.9	7.5	—	4.4	9.4	7.8	—

資料: OECD 16回 電氣事業報告

(註) 1. 1963, 1964年은 實積發電量의 1965年 이후는 平水狀態에서의 想定  
2. 火力에는 地熱發電을 包含

이러한 것은 水力의 尖頭負荷를 分擔할 比率이 漸次 높게 되고 따라서 建設되는 發電所의 J도 大容量化하여 必然的으로 揚水發電所도 多數 採用될 것이라는 것을 뜻하고 있다.

表-16에는 OECD 가맹국의 水, 火力發電所(1963年 및 1970年) 設備狀況을 나타낸 것이다. 이 表로부터 OECD 각加盟國마다의 水力設備比에 대하여 7個年に 걸쳐 前後의 變化를 보면 1963年보다도 1970年에 水力比가 높아 채 있는 나라들은 오스트리아, 벨기에, 그리스, 아이스랜드, 록센브르크, 노르웨이, 네델란드 및 터키이며 특히 터키, 그리스에서 현저하다. 이상의 國은 殘存하는 包藏水力도 또 豐富하여 종래 이상으로 의욕적인 開發이 實施될려고 하고 있고 水力資源의 開發段階에서 보아 젊은 나라들이다.

한편 現在 水力比가 높은 스페인, 프랑스, 이태리, 포트칼, 스위스 및 스웨덴의 各國은 점점 經濟的인 水力地點을 發見할 수가 어려운 것으로 되어 가고 있고 電力需要에 調和된 水力開發을 維持할 수 없고 火力發電이 차지하는 比率을 점차 增加하고 있다.

上記의 諸國에서는 水力開發에 對하여서는 地點의 다른 利水部門을 포함한 綜合開發이나 開發의 大規模化, 國際河川의 協同開發, 補完供給力으로서의 揚水發電所建設에 努力이 傾注됨과 더불어 原子力, 潮力 등

他種의 電源開發에도 錯극적으로 힘쓰고 있다.

또 英國, 西獨, 덴마크, 아일랜드의 諸國은 元素 水力資源에 缺乏하고 發電의 批半을 化石燃料에 의한 火力에 의존하여 왔으나 水力地點의 潤渴로부터 今後 水力開發은 많이 期待되지 않는다.

努力이 傾注되는 것은 基底負荷를 취하는 火力を 補完하는 揚水發電所의 建設이 그 主力이 된다고 생각된다.

이들 各國 특히 英國과 西獨에서는 原子力發電所 開發에 매우 意慾的이고 또 英國에서는 莫大한 埋藏이 確認된 北海의 天然ガス 開發利用에 이상한 關心이 보이는 中이다.

表-17에는 OECD 유럽加盟各國을 總括하는 發電에 대한 資源別區分을 簡述한다.

OECD加盟諸國의 發電이 依存하고 있는 1次 에너지로서는 石炭比率이 가장 높고 1964年度에서는 47%를 나타내어 있고 이중 15%는 褐炭이 使用되고 있다. 이年度의 水力에 의한 發電은 全發電量의 34%를 供給하고 있으나 1964年은 매우 심한 潤渴이고 이것이 만일 1963年 程度의 出水狀況이라면 37% 정도의 發電이 期待되었던 것이라고 생각된다.

原子力發電은 1964年에서는 아직 全發電量의 1.5%를 供給하고 있는 것이 不過하나 英國을 中心으로 西

表-16 OECD 유럽加盟諸國의 水力發電設備比重

國名	1963年 12月末(10 <sup>6</sup> kW)				1970年 12月末 設備容量(10 <sup>6</sup> kW)			
	水力(A)	火力 및 原子力	合計(B)	水力比 (A/B%)	水力(A)	火力 및 原子力	合計(B)	水力比 (A/B%)
西獨	3.47	29.02	34.49	10.7	4.66	46.00	50.66	9.2
오스트리아	3.32	1.71	5.03	66.0	5.04	2.29	7.69	70.2
벨기에	0.05	4.08	4.13	1.2	0.81	6.49	6.80	4.6
덴마크	0.01	2.07	2.08	0.5	0.01	4.30	4.31	0.2
스페인	5.83	2.25	8.08	72.0	12.57	7.20	19.77	63.4
프랑스	11.51	11.05	23.46	49.0	14.50	20.30	34.80	41.7
그리스	0.26	0.52	0.78	33.4	1.04	1.25	2.29	45.4
아일랜드	0.22	0.54	0.76	29.0	0.22	1.03	1.25	17.6
아이스랜드	0.12	0.04	0.16	75.0	0.20	0.05	0.25	80.0
이태리	12.45	6.69	19.14	65.0	14.49	17.32	31.81	45.6
록센브르크	0.61	0.25	0.86	71.0	0.92	0.24	1.16	79.3
노르웨이	7.91	0.15	0.06	98.3	12.15	0.12	12.27	99.0
네델란드	-	6.02	6.03	0	0.02	9.82	9.84	0.2
폴란드	1.18	0.24	1.42	83.0	1.71	0.49	2.20	77.7
英國	1.70	39.60	41.30	4.1	2.70	73.70	76.40	3.5
스웨덴	8.87	2.17	11.04	80.2	10.99	3.80	14.79	74.4
스위스	7.48	0.20	7.60	97.3	9.51	0.86	10.37	91.5
터키	0.59	0.97	15.6	37.8	1.87	1.37	3.24	57.7
計	65.59	108.48	174.07	37.7	93.27	196.63	289.90	32.2

資料: OECD 16回電氣事業報告

(註) 1. 1970年은 想定值

2. 火力에는 地熱發電을 포함

表-17 OECD 유럽加盟諸國의 發電資源區分

區 分	發電電力量 (10. <sup>9</sup> kWh)		1964年 構成比 (%)	1964/ 1963 增加率 (%)
	1963年	1964年		
在來型火力	416.8	469.3	65.0	12.6
石炭	314.8	339.5	47.0	7.9
石油	71.0	98.2	13.6	38.3
天然ガス	9.7	9.5	1.3	△2.1
製造gas	13.4	14.9	2.1	11.2
기타	7.9	7.2	1.0	△8.8
原 子 力	6.8	10.6	1.5	56.0
水 力	245.8	242.0	33.5	△1.5
合 計	669.4	721.9	100.0	7.9

資料：OECD 16回 電氣事業報告

- (註) 1. 石炭에는 褐炭에 의한 506억 kWh(1964年)를 포함  
 2. 기타에는 地熱發電을 포함  
 3. 1994년은 潟水로 水力은 많이 減少하고 있다.(1663  
 年 정도의 出水이면 2,600억 kWh 정도로 推定된다)

獨, 프랑스, 이태리 등의 各國에서 意慾의으로 推進이  
 도모되어 있고, 今後는 급속으로 그 比重을 높여 가는  
 것으로 생각된다.

天然가스에 대하여는 1964年에서는 前年보다도 消費  
 量을 감하고 있으나 최근 세로히 北海에 莫大한 埋藏  
 量이 確認된 英國 및 네덜란드에서는 이것의 大規模開  
 發利用에 真執하게 努力하고 있고 今後는 적어도 兩國  
 에 있어서는 급속한 使用增加가 期待된다.

表-18에 揭示한 것은 加盟國 全體의 10個年(1961~  
 1970年)에 걸친 發電設備에 대한 投資額의 推移이다.

유럽加盟諸國의 新規發電設備에 대한 投資額은 1963  
 年에는 25억 8,000萬 \$ 있으나 1970年은 36억 6,000萬 \$  
 에 이르는 것으로豫想되고 있다.

水力發電所의 新規投資額은 每年 10~11억 \$의 比率  
 로 행하여지고 있다. 이 水力資源開發에 대하여 거의  
 一定한 投資가 행하여지는 것은 多年間의 特色으로 되  
 어 있고, 今後의 計劃을 봐도 变함이 없다. 따라서  
 1963年에서의 水力發電所 投資額의 全發電設備에 대한  
 比率은 33%였으나 1970年에서는 30%로 低下한다.

火力發電所建設에 대한 投資는 가장 크고 1963年에

는 11 억 6,000 萬 \$, 全投資額의 45%에 해당하고 있  
 다. 1970年에는 17 억 8,000 萬 \$가 投資될豫想으로  
 全投資額에 대한 比率도 49%로 增加한다.

原子力의 開發에는 多大한 努力이 支拂되고 있으나  
 1963年에서의 投資는 4억 4,000萬 \$로서 全發電設備投  
 資에 대한 比率은 15%에 해당한 것이다. 計劃에 의  
 하면 原子力에 대한 投資는 1968年頃부터 급속으로增  
 加하여 1970年에는 7 억 7,000 萬 \$로 되어 全投資額에  
 대한 配當도 21%로 달할 것으로 想定되어 있다.

### (3) 아시아 權東經濟委員會(ECAFE) 各國

ECAFE各國은 世界에서도 가장 水力資源에 恵澤된  
 地域이다. 그러나 이 地域에 있는 大部分의 諸國은 극  
 히 最初까지 單調로운 1次農產物 혹은 鎌山物의 提供  
 地域으로서 工業發展으로부터 疏外되어 왔다.

또 많은 나라가 넓은 太平洋에 散在하는 이 地域에

表-19 ECAFE各國의 包裝水力

(단위 : M/W)

國 名	包裝水力 (A)	既開 設 (B)	B/A (%)	備 考
아프카니스탄	2,500	47	1.9	
베트남	2,000	85	4.2	
크메르	5,400	—	—	
세이론	1,400	64	4.6	
대만	5,146	539	10.5	
인도	41,000	3,170	7.7	
인도네시아	2,860	188	6.6	
일본	36,734	15,109	41.2	
한국	1,810	143	7.9	1972年現
말레이시아(말리야)	842	81	9.6	在開發
" (사라와크)	12,000	—	—	623kW
네팔	8,000	—	—	
파키스탄	10,400	347	3.3	
필리핀	1,271	291	12.8	
태국	3,293	—	—	
월남	1,550	84	5.4	
湘西 모아	6	1	18.0	
合計	137,212	20,149	14.6	

資料：ECAFE統計(1963年)

表-18 發電設備에 대한 投資額(OECD 유럽加盟諸國合計)

(단위 : 百萬 \$)

區 分	實 績				想 定			
	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
水力	985	1,079	1,056	1,039	1,089	1,112	1,113	1,105
在來火力	1,158	1,380	1,618	1,815	2,023	1,808	1,715	1,782
原 子 力	436	490	399	409	438	537	623	773
合 計	2,579	2,949	3,073	3,263	3,550	3,457	3,451	3,660

資料：OECD 電氣事業報告書

서는 大陸에 位置한 나라는 北美 혹은 유럽 각국에서 볼 수 있는 電力需給의 擴大發展, 國土를 超越한開發利潤은 現在 바랄 수가 없다.

이와 같은 經濟的 地理的 環境은 一部國의例外的 인進展을 除外하고 이 地域의 水力資源開發도 長期 하고 있다.

지금 濟洲 및 뉴질랜드를 除外한 ECAFE 地域의 包藏水力概要를 나와내면 表-19와 같다.

列舉한 16個國 合計의 包藏水力은 1 억 3,720 萬 kW로서 1963年末에서의 既開發水力設備는 2,015 萬 kW, 開發率은 14.6%로 되어 있다. 이중에서 韓國의 開發率은 7.9%로서 말레이시아보다 약간 낮고 인도와는 비슷하여 인도네시아보다는 훨씬 높다.

또, 日本이 가장 높고, 比較的 開發率이 높은 나라는 말레이시아, 필리핀, 대만 등으로 10% 정도가 開發되어 있다.

表-20에는 各國의 水力과 火力의 發電分擔狀況을 나타낸 것이다. 이에 의하면 ECAFE地域內 19個國(라오스, 이란, 네팔의 3個國은 北보르네오, 사라와크와 더불어 一括하여 기타로 했다)의 水力에 의한 合計發電量은 總開發量의 41%로 돼 있고, 火力에 의한 發電을 조금 下廻하고 있다.

表-20 ECAFE 各國의 水力發電比重(1963年)

國名	設備容量( $10^3$ kW)				發電電力量( $10^6$ kWh)				備考	
	水力(A)	火力(B)	計(C)	水力率(A/B%)	水力(A)	火力(B)	計(C)	水力率(A/B%)	디이젤·가스터빈設備率	
아프카니스탄	47	14	61	77.0	169	12	181	92.4	14.9	
호주	1,850	5,649	7,499	24.8	6,674	22,603	29,279	22.8	3.0	
보르네오	—	20	20	0	—	63	63	0	70.5	
베트남	85	106	191	44.2	230	126	356	64.8	25.6	
크메르	—	39	39	0	—	99	99	0	92.2	
세이셸	64	82	146	46.5	327	123	450	72.7	27.6	
中國(臺灣)	539	578	1,117	48.2	1,933	3,224	5,157	37.5	1.3	
香港	—	500	500	0	—	2,060	2,060	0	0.6	
일본	3,170	4,475	7,645	41.5	13,957	16,347	30,304	46.1	0.3	
인도네시아	188	203	391	48.0	700	600	1,300	53.8	40.2	
日本	15,189	19,100	34,209	44.2	68,163	91,039	160,202	543.1	1.1	
韓國	143	438	581	24.7	729	1,786	2,514	29.0	18.8	
말레이시아(미라야)	81	298	379	21.4	157	1,385	1,542	10.2	13.1	
싱가포르	—	224	224	0	—	823	823	0	21.8	
뉴질랜드	1,580	426	2,006	78.9	6,852	2,111	8,963	76.5	0.2	
파키스탄	347	613	860	40.5	1,396	1,187	2,583	54.0	13.4	
네팔	291	668	959	30.4	1,442	2,774	4,218	34.3	16.3	
대만	—	362	362	0	—	906	906	0	39.3	
필리핀	84	144	228	36.7	—	585	585	0	41.7	
기타	1	41	42	2.4	5	73	78	6.4	97.3	
諸國計	23,579	33,880	57,459	41.0	103,735	147,928	251,663	41.3	3.8	

資料: United Nations-Electric in Asia and Far East 1963

(註) 1. 기타는 라오스, 북보르네오, 사라와크, 西사모아, 이란, 네팔 2. 이란 및 네팔은 資料不明임

이것을 國別로 보면 아프카니스탄, 뉴질랜드, 베트남, 세이셸, 인도네시아, 파키스탄, 西사모아의 7個國은 設備容量 또는 發電量의 어느 것으로서 소수發電率의 그것을 上廻하여 水力國으로 되어 있다.

디이젤, 혹은 가스터빈에 의한 發電은 機器單位가 작고, 特性上 単位電力量當의 發電原價는 높다. 그러나 設置, 運轉이 簡單하여 立地上의 備約이 거의 없고 더구나 初期投資가 작게 되므로 一般으로 數千 kW를限度로 하여 小容量의 負荷가 點在하고 있는 地域에서 使用된다.

따라서 이들의 電源에 의해 一般需要家에 電力이 供給되어 그 設備比率이 높다는 것은 工業用, 產業用의 負荷가 작다는 것을 뜻하고, 그 나머지 經濟活動 水準을 推測하는 標準을 얻을 수 있는 것이라고 생각된다.

表-20에 備考로서 디이젤, 가스터빈 設備率을 실었으나 ECAFE 地域內의 各國 중에서 經濟活動이 先進國으로서의 段階에 있는 것은 日本, 濟洲, 뉴질랜드, 홍콩, 臺灣이며, 印度, 말레이시아, 파키스탄, 韓國, 필리핀이 그 다음 發展途上國이고, 기타 各國은 더욱 低位의 經濟活動段階에 머물고 있다고 생각된다.

表-21에는 1963年の ECAFE 地域合計 機種別 發電狀態를 나타냈다. 發電量을 對象으로 취하면, 水力에

表—21 ECAFE 各國의 機種別 發電狀況

區 分	設備( $10^3$ kW)		發電( $10^6$ kWh)	
	容 量	分擔率 (%)	電力量	分擔率 (%)
火 力				
水 蒸 氣	31,681	55.2	140,281	55.7
디 이 젤	2,090	3.6	7,639	3.0
가 스 터 어 빈	109	0.2	8	0
水 力	23,579	41.0	103,735	41.3
合 計	57,459	100.0	251,663	100.0

資料: United nations-Electric in Asia and Far East, 1963.

의한 發電은 全體의 14%로서 汽力發電에 의해서 56%가 發電되어 있고 디이젤 및 가스터빈에 의해 發電은 3%로 되어 있다.

國內에 水力資源이 있어도 이것이 本格的으로 開發利用되기 위하여一般的 狀態로서, 1地點 혹은 1系統으로 하여 생각되는 對象需要가 安定했는 것이고 또 약간 크기(1萬前後)에 이르렀는 段階란 것이 必要하다.

즉, 水力만에 電源을 의존할 경우는 供給力を 安定시키기 위하여 發電所의 規模를 潟水量近處에서 設計하던가 湖沼를 利用하고, 혹은 큰 貯水池를 건설해서 流量調整機能을 付加할 必要가 있다. 이때문에 土木工事는 크게 되고, 또 보통의 경우 長距離送電源과 變電設備를 따르게 하므로, 여간 좋은 條件으로 惠澤된 경우가 아니면, 小規模인 發電은 發電原價가 높게 된다.

따라서, 供給해야 할 負荷의 크기에 따라 水力開發과前述한 디이젤發電과의 사이에는 自然히 選擇限界가 생긴다.

이와 같이 水力이 本格的으로 開發利用되기 위해서는 電力を 必要로 하는 經濟的 基盤이 整理되지 않으면 안되나, ECAFE 地域의 各國 중에는 아직 그 지역에 다 다르지 않고 있는 나라들이 있다.

國內의 全需要電力(總發電設備)이 20~30M/W에 다르고 있지 않은 브루네이·크메르, 라오스, 西サモ아, 말레이시아(北ボルネオ 및 사라왁) 등은 한 나라를 單位로 하여 電力面만을 대상으로 할 경우에는 上記의 範疇에 드는 나라들이라고 생각된다.

이와 같은 지역에서의 水資源開發은 灌溉, 內陸河川水運 등의 利水部門을 포함했던 綜合開發 혹은 한 地區 한 나라로 하지 않는 國際的인 計劃으로서 推進할 必要가 있다.

#### 4. 結論

世界의 包藏水力은 57 억 kW 라 하고 있다.

이것은 利用率을 50%라고 생각하여 약 105 억 t의 石炭에匹敵한다.

1965年的 世界總에너지 消費量은 石炭換算으로 52 억 t에 該當하므로 包藏水力이 갖이는 에너지는 꼭 그 것의 2倍에 該當한다. 이중 現在 開發制用되고 있는 水力發電設備는 4%弱에 不過하고, 96%의 水力資源은 未開發된체로 放置되어 있다.

水力에 의한 에너지는 無盡藏인 天賦의 永久循環資源이란 것을 생각하면, 資源으로서의 價值은 無限의 인魅力이며, 石炭, 石油의 將來涸竭에 對備 뛰어해도 人類가 繼續利用開發하여야 하는 것이다.

各國의 水力發電狀態는 區區하나, 先進 各國에서는 다른 에너지資源의 有無에 不拘하고 거의例外없이 高度의 水力開發이 행하여 있고 一部에는 이미 潟渴段階에 들어 있는 나라도 볼 수 있다.

이에 대하여 水力開發을 推進하기 위하여는

① 國際的 廣域을 對象으로 未開發地域의 包藏水力を 開發하여 需要가 큰 地域으로 送電利用할 것(特히 우리 나라 西海岸의 潟渴發電을 日本과 共同開發)

② 現在 開發을 위하여 低開發國 自體에 大規模電源開發을 必要로 하는 電力需要를 育成 喚起하는 것(特히 極東에서는 麥容江流域 各國)

등이 考慮된다.

前者는 電源開發, 電力受給을 나라를 超越한 廣域으로 擴大하여 利用을 圖謀하는 것이다.

水力에너지 是 產業的으로 電力形으로만이 취급된다. 生產된 電氣에너지는 다른 資源과 달라서 生產, 輸送, 消費의 모든 面에서의 特殊性 때문에 國際間의 電力受給, 輸出入에는 難點도 적지 않다는 것도豫想된다.

그러나, 이미 北美가 유럽諸國에서 볼 수 있는 것과 같이 그것은 克服되지 않는 障害는 아니다.

한편 水力開發上 最近의 技術革新, 즉 大規模開發의 短期間實施를 可能케 하는 土木技術, 機器의 大容量화를 實現한 製作技術, 또 地點開發에 直接 聯關하는 大電力의 長距離送電技術, 바다를 건너는 送電連系를 可能으로 한 直流送電技術, 케이블製作技術 등의 눈부신 進步는 原價의 으로도 數千의 電力輸送을 現實의 것으로 하였다.

日本에서도 시베리아로 開發電力供給計劃이 提案되고 있다. 開發에의 意慾과 國際間協力이 얻어진다면,

表-22 Mekong 江支流 開發計劃

區分	國 別	事 業	開發出力 (M/W)	現 態
實 施 段 階	크 메 르	Prek Thnot Battan bang	18 50	設計完了資金調達中
	라 오 스	Nam Ngam Louer Se Dong Nam Dong	135 2,16 1,935	建設中 同上 1969年 建設開始 1968
階 段 階	태 국	Nam Pong Nam PonS Lam Don Noi Nam Phrom Nm Chern	7 25 24 36 15	1965年 運開 1966年 運開 1970年 竣工豫定
	월 남	Upper Sre pok 16地點 (Kron Buk) (Dray Ling) Upper Sesan 7地點 (Yall Falls)	200 700 12	調查完了資金調達
豫 備 調 査 段 階	크 메 르	Stung Parsat Stung Chinit Stung Sen		
	라 오 스	Upper Se Dong Nam Theum Se Bang Hieng Se Bang Fai		
	태 국	Nam San Huai Bang Sai Nam Mae Ing		

技術的 經濟의으로는 可能한 廣大한 地域의 水力電源이 開發利用될 수 있는 것이 期待된다.

電力은 生產 즉 消費의 에너지이다. 또 本格的인 水力開發은 一般的으로 어느 程度의 規模에 需要가 成長하지 않으면 着工의 對象으로 하기 어렵다.

따라서 後者(上記 ②項)의 後進國에 대한 現地開發은 先進國의 資金 및 技術面에서의 援助와 國際協力에 의한 電力需要의 喚起, 育成이 必要하다. 이를 위해서는 先進國의 各 企業, 특히 電力多消費產業(알미늄, 原油精製, 鐵鋼, 카바이트, 肥料 등)의 現地進出, 혹은 生產의 効率化, 共榮의 觀點에 立脚한 國際分業화

로서 推進되는 것이 重要하다고 생각된다.

이들의 여러 方策을 成功하기 위한 基本要件은 各國間의 깊은 信賴와 높은 協調發展의 정신이고, 이것을 基調로 한 相互援助, 國際協力이란 것을 痛感한다.

끝으로 우리 나라도 에너지 長期開發構想에 있어서는 더욱 天賦의 賦存循環資源인 水力を 多目的事業化한 有効開發과 尖頭負荷用으로서 揚水發電型도 加味하면서 西海岸潮力發電의 國際共同開發의 研究等으로 새로운 에너지 長期對策에 水力位置提高로 2000年代의 資源涸渴問題에 積極對置하여야 할 것이라고 본다.