

## 國產 SOFT ENERGY의 開發을 促求함

Urging the development of soft energy of home production.

吳 炳 仁\*

Oh, Byung In

### 1. 序 論

人類는 資源의 不足과 環境의 惡化에 직면 하였을 경우 이를 打開하려는 發見과 發明을 必要로 한다.

예나하면 必要와 希望을 만족 시키려는 英知를 갖고 있기 때문에 必要한 Energy 소요의 無限性과 主종인 化石資源의 有限性이 相返 관계에 있음을 인식하고 이에 대하여 어떠한 새로운 Energy의 개발을 추구하게 된다.

1987년 우리나라의 총 Energy 消費量은 491, 923×10<sup>3</sup> BBL에서 1988년도에는 516, 831×10<sup>3</sup> BBL로서 5.1%가증가 되어 輸入金額 역시 1987년도에 54億弗에서 1988년도에는 63億弗로 약 16.7% Energy 負擔額이 증가될 展望이다.

여기에 先進國의 保護貿易 주의는 강화추세에 있어 交易量감소등 不安要因으로 經濟成長은 8.0%로 둔화될 것이 分明하다.

人間이 Energy 消費의 無限性에 대처하여 核燃料의 過信과 낙관론의 기대가 무너지고 있는 現實에서 中東情勢의 不安으로 OPEC 油價上昇등을 豫見할 때 産業 경쟁력은 弱화될 것이 必然的인 事實이다.

이미 日本에서는 만약 石油 供給이 전면 중단 되었을 경우를 假想하여 全國의 産業 가동율을 純 國產 Energy로서 40% 층당 計劃이 수립되어 있는데 비하여 우리나라는 5.0%에도 미치지

못하고 있다는 現實을 감안할때 더욱 國產 에너지의 開發이 時急히 要請된다.

筆者는 國內外的인 情勢變化와 國內 Energy 資源의 活用등을 감안할 때 過去의 Hard Energy paths 즉 原子力과 化石 에너지 등 大規模 plant 中心에서 오는 限界性과 환경오염 그리고 國際的 긴장요인등을 감안할 때 결국 人類가 파멸로 가는 길이라 判定되어 이제부터는 自然 Energy를 이용한 Soft energy paths로 政策轉換이 必要하다고 본다.

결국 Energy의 安定供給은 國家의 安定을 保障하는 것으로 今後 內國의 새로운 Energy 開發 政策에 대하여서는 安保의 次元과 Nationalism Project로 과감한 政策을 促求하는 바이다.

### 2. Energy의 電力變換에 대한 必要性

U.N의 豫測에 의하면 2000년대에 있어서 총 Energy 需要의 50%는 電力으로 變換될 것으로 豫想한다.

그 理由는 電力의 生産과 輸送 그리고 消耗과정에서 他 Energy와 比較할 때 安全性, 便利性 制御性 無公害性 그리고 多用途性등 우수한 特性을 갖고 있어 2次 Energy로 變換되어야 하는 必要條件 때문이다.

Amory B. Lovins씨의 主張에서 人類는 결국 Soft energy Paths를 선택할 것으로 豫見하는 理由를 地球상의 Energy 枯渴과 同時에 化石燃

\* 電氣技術士(電氣機器)

料 또는 核燃料로 인한 環境오염이 심각한 限界點에 도달하였으므로 未來의 에너지로서

- (i) Clean 에너지
- (ii) 低廉한 價格,
- (iii) 量的으로 풍부하며 國際的으로 公平한 資源보유
- (iv) 他 에너지로 轉換이 용이
- (v) 未來의 Energy 와 융통성

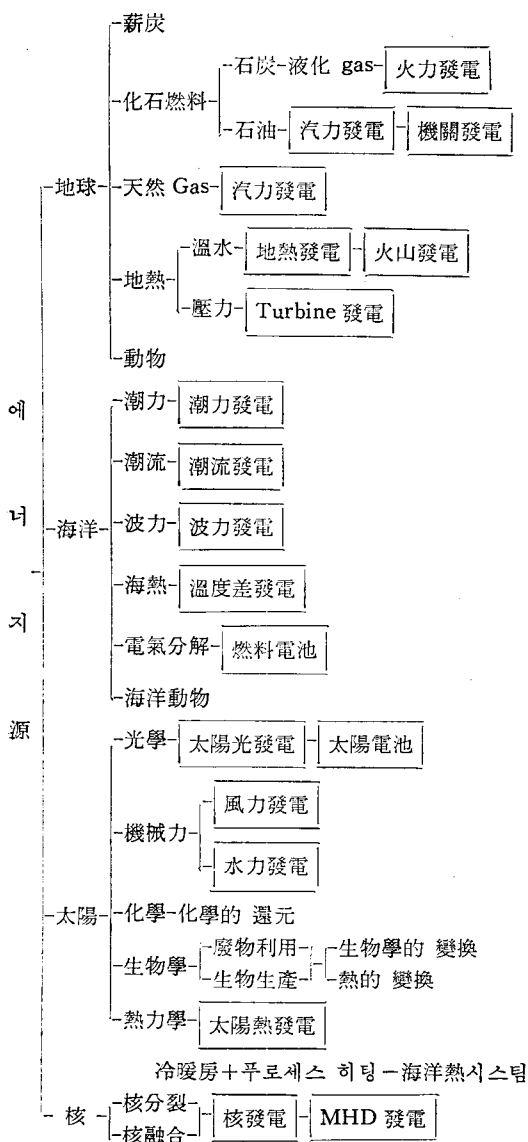
등이 新 Energy 의 具備條件으로 地球상에 고루 분포되어 있는 水力, 風力, 太陽熱 그리고 海洋

에너지를 電力으로 變換하는 것이 위기극복에 대한 對策으로 分析된다.

未來의 Clean energy 의 開發構想은 경제성과 變換效率 그리고 循環的 無限性이 지적되고 있으나 電力變換의 靜止化 DC-AC 變換技術 등이 改良되고 있어 표 2-1 과 같이 Energy 利用技術로 分類 發展方式을 區分할 수 있다.

여기에서 새로운 Energy 源의 所在를 分析하면 地球上에서 보다 우주에, 陸地에서보다 바다에, 산악지대에서 보다 平野지대에 보다 經濟的인 에너지가 存在한다는 概念으로 바꾸어 생각할 必要가 있다. 이러한 小規模 에너지는 直接的 使用보다 電力 Energy 로 變換하여 그 利用技術을 研究 하여야 한다.

<표 2-1> ENERGY 別 發電方式



### 3. 太陽 Energy 資源

#### 3.1. 小水力 發電

우리나라는 北韓 32-43 도에 위치하고 韓半島의 中心 北方에 太白山脈과 南부 平野에 小白山脈의 分水嶺을 이루고 있는 아열대 지방으로 年平均 1,000 미리 이상의 降雨量을 갖고 있어 比較的 풍부한 水資源國으로 評價할 수 있다.

水力은 純國產 循環 Energy 로서 大規模보다 小規模에 長期供給 計劃에 대한 安定성과 發展原價의 長期的 原價節減 그리고 概境 保全도가 높은 Local Energy 로서 國內에 賦存된 小水力 資源은 표 3-1 과 같다.

<표 3-1> 小水力 賦存 資源現況

道 別	地點數	容量(千kw)	比率(%)
京 畿	114	23	3.9
江 原	869	260	44.6
忠 北	208	72	12.3
忠 南	118	26	4.5
慶 北	584	111	19.0
慶 南	245	47	8.1
全 北	156	27	4.7
全 南	106	17	2.9
計	2400	583	100

1974 年 科技處

### 水力發展은

(i) 太陽 에너지에 의한 循環性과 純國產에너지.

(ii) Clean energy

(iii) 電力需給에 대한 速應性

(iv) 水資源의 多目的 이용으로 關聯產業의 促進으로 經濟的이다.

(v) 耐用年數가 길고 運轉費가 저렴

(vi) 安全保障상등 綜合的인 開發 妥當性이 充分함에도 Scale 면에서 小規模라는 評價에서 政策的으로 開發促進이 遲延되고 있다.

例로서 日本이 1,740여개소의 水力發電所에서 全體電力의 15% 이상을 供給하고 있는데 비하여 우리나라는 21個所의 發電所에 設備容量의 6.0%에 불과하다. 표 3.1에서 보는 바와 같이 60萬 kW의 小水力發電을 開發하기 위하여서는

(i) 水利權의 85% 이상이 農民에게 있음을 共同使用하도록 制度的 개선책과 法的 보장.

(ii) 小水力發電에 대한 관련 機器의 設備에 대하여 國家的 研究支援

(iii) 現行 電氣事業法의 簡素化 내지 改正

(iv) 水力開發에 대한 금융특혜와 稅制上的 배려

(v) 小水力 開發申請의 行政的 簡略化

(vi) 水利使用料의 現實化,

(vii) 河川 維持用水의 緩和

(viii) 小電力 消耗技術에 대한 專問研究機關의 설치 등 國家的 配慮가 要請된다.

지금까지 小水力發電의 開發概念이 山間벽지에만 존재하는 것으로 믿고 있었으나 이것은 바꾸어야 한다고 본다. 즉 小水量 高落差地點이 經濟的인 관점은 보편성 있는 理由가 될 수 있으나 電力의 輸送과 消費 應用面에서 時間과 距離 관념을 考慮하여야 한다.

實際的으로 小水力發電은 山間에서 보다 平野地에서 開發이 活潑한 이유는 人間의 都市集中化 現象과 交通問題 그리고 水力 發電設備의 總 工事費中, 80% 이상을 차지하는 土木工事が 이미 平野地의 灌溉用水路가 완성 되어 있기 때문이다. 이것은 非農期에 限하여 發電設備을 할 경우에 年中無休의 利用率과 水路維持費의 節減등에서 장려되어야 할 것이다.

小水力發電의 실제적 必要性은 충분히 認識하

고 있으나 그 出力에 merit가 결된한점과 系統과의 並行運轉 조건에 대한 技術 및 設備費에 대한 經濟性, 그리고 單獨運轉의 경우 電力 消費 技術등에 대하여 開發이 지연되고 있으므로 國家的 研究課題로 選定하여 石油對替 Energy 政策 차원에서 進行하여야 한다.

또 하나의 開發促進策으로서 過去에는 電力會社가 中心이 되었으나 近來에는 中小水力등의 水利權者 즉 農業協同組合 또는 土地改良組合에서 效率的인 綜合計劃을 수립하거나 比較的 餘分이 있는 落差를 이용할 수 있는 上水道 또는 工業用水道를 利用한 發電된 電力의 事業系統에 消耗하는 方案의 권장하는 것도 하나의 方法이라 본다.

특히 小水力發電은 生産된 電力을 有效 摘切하게 利用하는 技術에서 보다 附加價値를 찾아야 할 것이다.

### 3.2. 風力發電

바람을 Energy 源으로 利用하려는 發상은 BC 200年前부터 各民族과 各時代에 걸쳐 변천해왔다. 全世界의 風力 Energy는 약 100兆 MW로서 실제 利用可能한 電力은 1000萬 MW로 研究者의 誠算이 있다.

우리 나라는 濟州道 지방의 凡力資源과 東海岸 700km의 무진장한 풍력 에너지가 매장되어 있으나 아직 基礎的 調查도 明確하지 않고 있다.

空間的 개념에서 볼때 太陽 에너지 密度가 170 W/m<sup>2</sup>에 비하여 風力은 150~200W/m<sup>2</sup>로서 效率는 30%에 下過하나 世界的으로 分布되어 있음과 財產權의 분쟁이 적은 잇점이 있다고 본다.

從來의 化石 Energy에 비하여 長點이란

(i) 太陽에너지의 領域에 속하므로 무진장하다.

(ii) 에너지 變換에 있어서 排熱 또는 有害物質 등 環境오염이 없다.

(iii) 系理上 地球의 어느곳에나 존재한다.

(iv) 水利權·漁業權등 財產權상의 분쟁과 對立이 적다.

(v) 他에너지 처럼 採掘 貯藏 輸送등의 번거로움이 없다.

反面 缺點으로서는

(i) 作動하는 流體가 空氣이므로 Energy 密度

가 낮다.

(ii) 氣象條件에 出力이 左右되며 供給安定을 위하여서는 System 개발이 必要하다.

특히 우리나라의 地形學的 조건에서 볼때 南海岸의 島峽地方의 漁場과 海洋植物 그리고 通信用 電源 등 電力供給으로 漁業開發에 促進效果를 얻을 것으로 기대된다.

가장 큰 問題點으로서 氣象條件에 따른 出力의 不規則性으로 安定된 에너지의 貯藏技術 System의 開發이 要請된다.

우리나라에도 가장 많은 Energy 중의 하나로 選擇 받고는 있으나 가장 問題가 되는 것은

- (i) 不規則한 時間과 空間의 方向性이 있고
- (ii) 最大出力과 最小出力의 隔差가 크다.

(iii) 最大出力에 대한 限界性과 微少出力에 대한 利用價値로 評價할 수 있다.

風車의 運動量理論과 翼素理論으로 解析할 수 있으나 一般적으로 理想風車의 最大出力  $L_{max}$  는

$$L_{max} = \frac{8}{27} \rho \cdot \pi \cdot R^3 \cdot V^4 \text{ (kW)} \dots\dots\dots (3.1)$$

로서  $\rho$  ; 空氣의 密度(kg/m<sup>3</sup>)

$R$  ; 風車의 半徑(m)

$V$  ; 風速(m/s)

로 표시되며 風車が 바람의 全에너지를 吸收하였다고 假定하면 出力  $L_0$  는

$$L_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot V^3 \text{ (kW)} \dots\dots\dots (3.2)$$

로서 風車의 出力은 半徑의 2乗, 風速의 3乗에 比例함을 알 수 있다.

여기에서 最大效率  $\eta_{max}$

$$\eta_{max} = \frac{L_{max}}{L_0} = \frac{16}{27} = 0.593 \dots\dots\dots (3.3)$$

이나 實際의 效率은 30% 정도로 評價한다.

결국 風力 에너지의 開發에 問題點이란 安定利用의 技術的 問題로서 에너지의 貯藏技術이 다른 에너지와 併合시키는 方法이다.

그리고 摘所에서 利用價値 문제가 제기될 수 있어 어떤 必要한 System 으로

(i) 電氣化學 에너지 貯藏技術 ; 蓄電池, 電解에 의한 酸素와 水素의 製造.

(ii) 熱에너지 貯藏技術 ; 물, 모래 溶融鹽 등에 蓄熱.

(iii) 運動에너지 貯藏技術 ; Fly wheel

(iv) Potential 에너지 貯藏技術 ; 揚水, 壓縮空氣 등으로 區分할 수 있다.

最近 半導體工學의 發達로 風力 Energy 를 大規模 電氣 Energy 로 經濟的 變換이 可能하게 되었다.

筆者는 風車로서 東海岸의 海水를 적당한 調整池에 Pumping 하여 連續的인 水力發電所를 山岳에 설치하는 構想을 한다.

바람이란 無風에서 台風에 이르기까지 時間的 周期性을 갖고 있으므로 大容量級 單一化보다 風車의 숲을 이루어 揚水를 集中하는 方法이 研究되어야 할 것이며 自由로운 風車에너지를 發電機 측의 電氣的 制御가 有利하기 때문이다.

風力 Energy 를 系統電力에 높은 效率로 吸收하는 데는 變速定周波(V.S.C.F) 方式과 定速度定周波(C.S.C.F) 方式으로 研究되고 있으나 V.S.C.F 方式은 AC→DC 順變換과 DC→AC 逆變換용 Inverter 系統의 考案이 發表되어 있고 CS CF 方式은 風車의 Pitch 變換으로 또는 誘導發電機의 超同期運轉 또는 靜止 Scherbius System 에 依한 方法이 考案되어 있으며 速度變動範圍가 2:1, 出力範圍는 8:1 정도의 限界性이 있다. 그러므로 簡單한 固定 pitch 風車에서 電氣側의 制御만으로 供用性이 높은 것으로 研究되고 있다.

用途로서는 高山에 설치된 通信用 電流 혹은 南海岸一帶의 2000 餘個의 無人島 開發과 農業, 漁業, 海草養植 등의 開發目的으로 政策的 研究가 進行되어야 할 것이다.

### 3.3. 太陽 ENERGY의 開發과 展望

太陽의 에너지는 未來 人類의 에너지 問題를 解決할 수 있는 잠재력이 있다고 評價하나 現在로서는 尖銳技術에 속한다. 우리나라의 實效 日照時間 32時/週當으로 日平均 4.5時間은 經濟性이 있다고 報告되어 있다.

宇宙에서 가장 많은 Energy 源을 갖고 있으나 今世紀內에 全에너지 消費量의 20%를 超過할수는 없는 것으로 展望하나 우리나라의 경우는 實用上 平均値이하의 地理的 位置에 있음도 明白한 것으로 60年代에 活發하게 研究가 始作되었으나 Semi conductor의 開發로 얻은 宇宙旅行

에 必要한 人工衛星의 電源用으로서 즉 NASA의 S.S.P.S 計劃에서 얻은 成功 效果와 日本의 Sun shine Project에서 基礎研究를 제외하고는 큰 成果라고 볼수는 없다.

地球上의 人類는 가장 많은 太陽 Energy의 혜택을 받고 있으나 그 可마움은 모르고 있다. 즉 每時間當 地球表面에 쏟아지는 電氣 Energy로 換算하여 약  $1\text{kW}/\text{m}^2$ 의 光 Energy가 植物의 成長과 暖房 그리고 照明의 혜택을 받고 있다.

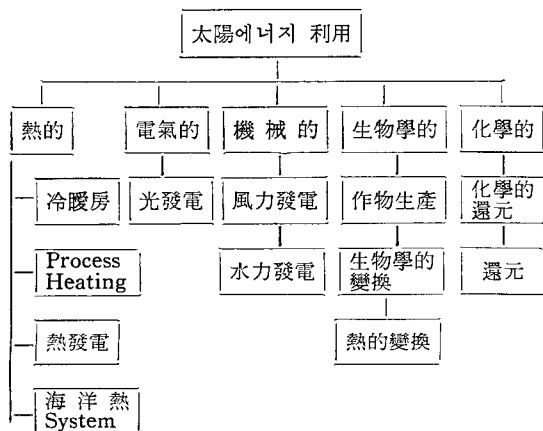
地球가 받는 太陽 Energy는  $1.8 \times 10^{17}\text{kcal}/\text{H}$ 으로 그중에서 30%는 直接反射되고 남은 70%로서  $1.04 \times 10^{17}\text{kcal}/\text{H}$ 가 地球表面에 到達하여 地域的으로 編在性이 적은 Energy로 평가를 받는다.

太陽 Energy를 效果있게 變換하는 基本的인 Process로서 熱的, 電氣的, 機械的, 生物學的의 化學的變換으로 Program의 Element를 생각할 수 있다.

또한 太陽 Energy의 利用面에서 分類하면 集熱, 集光, 變換, 貯藏 그리고 輸送으로 區分하여 各各 技術的 經濟的 혹은 社會學的으로 諸般 問題를 검토하여 問題點을 解決 해 나아가야 한다.

現在까지 太陽 Energy 利用技術에 대한 Program Element를 分類하면 그림 3-1과 같이 太陽 Energy의 直接利用과 間接利用으로 區分하여 電力으로 變換하는 方式은 大體的으로 熱發電, 光發電, 風力發電 그리고 水力發電이 太陽 에너지의 領域에 속하므로 利用技術의 폭이 넓

<그림 3-1> 太陽 ENERGY의 基本構成



은 에너지로서 用途 역시 多種 多樣한 開發計劃과 未解決된 問題가 많으나 政策的이고 組織的이며 長期的인 研究開發 體制가 바람직하다.

### 3.4. 太陽熱發電

太陽熱 發電은 技術的인 問題보다 效率과 經濟性에 있다.

大略 月射强度가  $0.75\text{kW}/\text{m}^2$  기준으로 Pilot Plant에서 研究가 進行되고 있으나 集熱에 要하는 Collector로서 平板形과 集光形으로 實驗이 進行되고 있다.

平板形은 上昇溫度가  $200^\circ\text{C}$  이하로서 水증기보다 Freon gas, 또는 Toluene gas 등 作動流體로 Turbine을 回轉시키도록 研究한다. 또한 槲形으로된 集光形 方式은  $300^\circ\text{C}$ 까지 溫度上昇이 可能하여 補助 에너지 없이 Steam turbine을 回轉시킬 수 있다.

그러나 汽力發電으로서 充分한 效率的 運轉은  $500^\circ\text{C}$  정도가 要求되므로 可能的인 持續的으로 單位面積當의 太陽熱을 吸收케 하느냐가 研究課題이다.

즉 太陽光을 1個所에 集中 시키는데는 太陽光과의 直線的 추적장치와 反射光의 集光比가 높고 集熱量이 많은 Material science가 뒷받침을 하여야 할 것이다. 다행하게도 Peak 電力이 Air condition 可動時期로서 最大 電力需要에 대한 最大의 太陽熱 利用은 效果的인 自然의 섭리로서  $1,000\text{kW}$  級 Pilot plant가 試驗運轉의 단계에 있다. 그러나 우리나라의 日照時間과 地理的 條件으로 보아 實用性과 經濟性이 희박한 Project로서 政策的인 研究의 進行은 없는 實情이다.

太陽熱發電 System의 研究는

- (i) Solar total energy system을 中必으로 分散方式에 의한 太陽熱 發電方式,
- (ii) Tower形 太陽熱 發電方式을 中心으로 한 集中方式에 의한 大容量 太陽熱發電방식
- (iii) 系統에 대한 支援研究도 併行되어야 할 것이다.

### 3.5. 太陽光發電

太陽이 빛나고 있는 限 無限한 Clean energy로서 우리나라에서도 實用化될 바 있다.

即 太陽 Energy 를 直接 電力 에너지로 變換되는 Silicon 單結晶의 開發이 經濟性을 높이는 데 큰 역할을 하게 되었다. 原理的으로 또는 高度의 技術集約的인 문제가 있지 않는 것으로 또 大容量 發電 System 으로 送電系統과 連系運轉할 때까지는 아직도 開發에 問題點이 남아 있다.

單獨運轉으로서 小容量 電力을 生産하는데는 極히 簡單하므로 美國에서 研究와 實用化가 活潑하며 特히 NASA 의 우주여행에 必要한 電源供給에서 얻은 研究의 所産으로 評價할 수 있다. 즉 宇宙에서는 以上の 설비로서 약 10 倍의 電力을 生産할 수 있다는 理論에서 大氣圈外에서는 에너지 密度가 地球上의 1.4 倍로서 주야와 天候에 關係 없이 年中 發電이 可能하기 때문이다. 따라서 眞空狀態라 機器의 耐用年數가 半永久的이라는 點에서 2000 年까지 800kW 의 宇宙發電所를 建設하여 地球上에 Laser 送電할 計劃으로 알려지고 있다.

問題는 電力을 저장하는 Cell 의 經濟性으로서 半導體 産業의 副産物로 研究되었기에 오늘날 電力生産에 이바지 할 줄은 당시에는 예상하지 못하였던 것이다. 各國에서 活潑한 研究의 結果로 1986 年에 50萬kW/年 生産規模에 價格은 1 W당 0.5 \$ 하던 것이 2000 年代에 가서는 5000 萬kW 設備에 0.1 \$/W 로 生産原價가 내려갈 것으로 예상하고 있다.

만약 太陽光 發電의 電力生産費가 水力發電費와 同一한 時代로 急進展이 예상되기도 하나 高效率의 蓄電池 개발이 수반되어야 할 것이다. 또 하나는 太陽 Energy 에 의한 水素製造法으로서 直接 熱分解法, 熱化學的 分解法등이 先進國에서는 거론되고 있으나 現在로서는 反應 Process 가 充分히 開發되어 있지 않은 상태이다.

## 4. 海洋 Energy 資源

### 4.1. 海洋의 電力資源 分布

地球의 表面은 70%가 바다 로서 우리나라 亦是 三面이 바다로 각기 狀色 있는 太平洋 연안 國家이다.

최근 海洋에 대한 關心이 높아지면서 海洋이 야말로 人類에게 남긴 마지막 Frontier 로 衆徵

될만큼 食糧, 資源, 交通, 軍事 그리고 에너지의 開發과 利用에 積極的으로 推進되고 있다.

世界는 景氣回復의 물결을 타고, 레이건 大統領은 「海洋開發元年宣言」을 宣布하는가 하면 國策的 研究와 開發에 關心度가 높아가고 있다.

최근 海低鑛物 탐사와 海洋石油 그리고 Energy 의 관심은 陸地에서 海洋으로 轉換하고 있으며 食糧해결 역시 地上에서 보다 바다에 기대를 걸고 活潑한 開拓이 始作되고 있다.

우리나라의 東海岸에서 철석이는 波濤는 波力發電으로 于先地理學的으로 有利하며 西海岸의 Tidal Power 는 潮力發電으로 그리고 南海岸에 있는 Tidal Current 는 潮流發電으로 開發의 妥當性이 充分한 것으로 評價한다. 結局 우리나라에서는 陸地에서 보다 바다에서 電力 Energy 를 얻을 수 있는 條件이 有利한 海洋 Energy 國으로서 系統의 産業과 綜合的인 研究와 檢討가 必要할 것이다.

海洋 에너지 開發에 대한 綜合的인 問題點으로서

- (i) 機械的인 에너지의 變換裝置의 考案과 設置의 困難.
- (ii) 海溢과 台風에 대한 安全度.
- (iii) 鹽分에 대한 苛酷한 環境에 적응
- (iv) 波力의 開期등 Sin 波의인 周期性과 時間的 變化하는 潮流를 어떻게 均等하고 全天候的인 電氣 Energy 로 回收하느냐 등이 研究 檢討 되어야 한다.

### 4.2. 波力發電

波濤의 Energy 는 主로 바다에 부는 바람의 Energy 가 海面에 다올 때 波濤가 생긴다 故로 海面은 變形이오고 時間 경과에 따라 原狀態로 되돌아가는 復原力은 갖고 있다. 즉 海面의 變形은 Potential energy 가 貯藏되어 있는 것으로 解析되므로 波浪은 Potential energy 와 運動 Energy 가 組合된 周期的 振動하는 進行波를 回轉 運動하는 機械的 Energy 로 變換하여 다시 發電機에 傳達 電氣 Energy 로 變換하는 原理이다.

여기에서 波浪은 時間과 空間的으로 不規則한 變化와 季節과 地形에 따라 方向도 變化하는 불연속성 不定周期 에너지이다.

우리나라는 東海岸에 막대한 風力과 波力이 잠재하고 있음에도 아직 정확한 基礎調査와 開發計劃이 없다. 常時 2~3m의 波高가 5~6秒間隔으로 발생하고

海面的 單位面積當 出力  $W$ 는

$$W = \frac{PH^2}{2} \cdot \frac{1}{T} \cdot 9.8 = 5 \frac{H^2}{T} \text{ (kW/m}^2\text{)} \dots\dots\dots(4.1)$$

$H$ : 水柱(m)  $T$ : 周期(s)

가 되어 波高의 2乘에 比例하고 周期에 逆比例한다. 波高는 波長의 1/7 이상이면 最高의 波頭를 형성한 다음 原狀으로 復原하게 되고 波高  $L$ 과 周期  $T$ 의 사이에

$$L = \frac{g}{2\pi} \cdot T^2 \dots\dots\dots(4.2)$$

인 關係가 成立하고 결국 波壽의 出力  $W$ 는

$$W \leq 2.37H^{3/2} \text{ (kW/m}^2\text{)} \dots\dots\dots(4.3)$$

式을 滿足 하지 않으면 안된다.

그 Energy 分布는 平均波高 이상의 파도에 80%의 Energy가 吸收되어 있어 에너지의 平均은 單一平均波高 에너지의 1.27倍 이상이된다.

우리나라의 東海岸에 平均 2.0m의 波高가 6秒 간격으로 발생할 경우 2.5kW/m의 出力密度를 推算할 수 있으며 1,700km의 全海岸線을 考慮하면 1~4천 kW가 利用可能할 것으로 試算한다.

波力發電은 海上浮移에 설치된 高氣壓縮 Turbine을 回轉시키는 原理로 考慮 하더라도 潮流發電보다 높은 效率로서 太陽熱에 比하며 주야에 區分 없이 거의 全天候的인 Energy源이 될 것이다.

더우기 東海岸에 波力發電設備를 할 경우 바다밑이 岩盤地域에 海運交通에 支障이 적으며 一種의 防波堤 效果와 漁場保護등 多目的 效果를 考慮하여 研究되어야 할 것이다.

波力發電은 日本의 波力發電船 “海明”의 1.2次 海上試驗에서 成功的으로 研究에 박차를 가하고 있다.

“海明”은 길이 80m 중 12m 높이 5m의 中古船舶을 改造하여 日本과 美國 그리고 英國이 共同으로 發電設備 200V 125kW 9臺를 설치하고 沿岸에서 3km 연안 40m의 水心の 海上에서 負

荷試驗을 하고 있다. 여기에 使用되는 Air turbine은 高氣 Damper 방식과 2技 및 4技弃方式 縱軸과 橫軸衝動形 Turbine에 連結된 發電機는 同期發電機와 誘導發電機 등으로 區分하였다.

出力試驗은 季節과 位置等에 따른 發電出力分布 狀況과 Turbine에 energy 吸收率等을 試驗한 結果 Air turbine의 改善點등이 지적되고 있다.

### 4.3. 潮力發電

우리나라는 世界的으로도 天惠의 潮力에너지 國家로서, 1974年 海洋開發研究所의 發足과 同時 將次 우리나라의 에너지의 主軸을 이룰 수 있는 資源으로 評價를 받았고 1974年 France의 技術陳과 共同으로 基礎調査를 완료하고 1986年 商業運轉할 計劃이었으나 油價의 下落 또는 政策的 問題등으로 現在까지 調査完了 狀態에서 着工하지 못하고 있는 潮力發電의 妥當性 調査地點은 圖 4-1과 같다.

圖 4-1에서 南海岸의 平均潮差는 5.47m로서 總 施設容量 7,050 MW로 年間 18,675 GWh의 電力을 生産할 수 있는 가공할만 한 潮力資源國이다.

潮力發電에 대한 關心은 1961年 佛蘭西의 電力會社 E.D.F.가 開發하여 1966年 11月에 試運轉에 들어간 Tuber turbine發電機 10,000kW 24基가 Le Rance發電所에 설치된 후부터이다. 潮力發電의 開發은 試案을 構想하여 長期的이고 科學的인 體系로 이루어져야 한다.

〈圖 4-1〉 潮力發電豫定 資源

地 點	平均潮差 (m)	潮地面積 (km <sup>2</sup> )	施設容量 (MW)	年間發電量 (GWh)
1 席毛島	5.4	216.9	1,140	2,892
2 信島外側	5.6	192.3	810	2,079
3 信島內側	5.6	120.0	660	1,657
4 靈興島	5.5	657.5	1,800	5,102
5 仁川灣	5.7	79.6	330	900
6 牙山灣外	6.1	151.7	810	2,229
7 牙山灣內	6.1	103.4	450	1,345
8 瑞山灣	5.4	56.2	180	412
9 加靈林灣	4.8	120.0	330	820
10 淺水灣	4.5	350.5	540	1,239
計	5.47	2048.1	7,050	18,675

1978년도 海研調査

(i) 潮力發電은 地域 選定에 있어서 綜合的인 計劃과 國內技術과 國產施設의 검토가 있는 다음 段階的인 小規模로부터 漸次大規模로 開發함이 좋다.

(ii) 大規模의 防潮堤構築으로 農耕地 港灣等 關聯效果를 考慮하여야 한다.

(iii) 發電方式과 系統運轉에 대한 System 研究와 國產化 方案을 研究하여야 한다.

潮力發電方式으로서 1方向 1貯水池方式으로서 2회의 干滿에 대하여 1회의 發電을 하는 방식과 2方向 1貯水池 방식은 흐르는 順方向과 逆方向에서 發電하는 方式으로 區分한다. Turbine은 Kaplan 水車 혹은 Bulb形 水車로서 方式에 따라서는 揚水펌프를 共用하는 形式도 考案되고 있다.

#### 4.4. 潮流發電

우리나라는 3,400餘個의 섬이 大部分 南海岸에 散在되어 있다. 달의 引力과 地球의 自轉에 따라 海洋의 물은 流動을 하고 流動하는 經路로서 島峽에 부딪지면 협곡에서 流速이 增加하는 것이 當然하므로 여기에 Energy 變換장치를 설치하여 1日, 中 2Cycle로 그 方向은 正逆流하게 된다.

이 Tidal current는 赤道를 中心으로 發生하며 바다의 表面은 잠잠한 狀態에서도 海低에 江이 흐르듯 黑潮가 移動하는 Energy가 莫大함을 認識하게 되었다. Tidal current는 流況特性에서 區分하며

- (i) 黑潮에 의한 外洋海流
- (ii) 海峽등을 흐르는 潮汐流
- (iii) (i)(ii)를 合成하는 津輕海流로 區分한다.

潮流發電은 마치 風力發電설비를 바다밑에 설치하는 것과 같으며 過去에는 識者間에 經濟性이 없다고 過少評價하는 경향이 있었으나 現代의 技術水準으로 能히 解決할 수 있을 뿐만 아니라 經濟性이 있다고 評價되며 美國의 Florida plan에서 實證이 되고 있다. 海流發展의 問題點으로서

(i) 大型 Plant를 深海에 설치하는 工法과 海流의 周期의 순간을 利用하는 工法.

(ii) 海流에 대한 機械的인 強度와 正逆流 방식

<표 4-2> 珍島海峽의 構造

	項 目	數 量(m)
1	海峽의 幅	325~480
2	海峽의 水深	13~24
3	海峽의  길이	930
4	海峽의 斷面積	630

에 대한 構造.

(iii) 防水 防鏽 등이 큰 問題點으로 생각할 수 있으며 특히 水中工事に 대한 研究는 宇宙工法과도 같이 생각을 하게 된다.

1978年 筆者등은 珍島海峽의 潮流發電에 대한 開發計劃의 개요를 例로 들면 우선 地形學的 構造는 표 4-2와 같다.

珍島海峽은 화원半島와 珍島간의 좁은 海협으로서 潮流는 兩面의 潮差에 比例하여 速度 Energy로 變한다. 이곳은 世界的으로도 희귀한 潮流特性으로서

(i) 平均潮流의 轉向間격은 달의 子午線 通過 후 0.5時이다.

(ii) 平均最强 流速은 6.5m/sec 大潮期와 小潮期의 平均은 4.2와 5.1m/sec이다.

(iii) 落潮시의 流速은 장조류 보다 약 20%강하고 最협소 지점에서 40% 加速된다.

(iv) 中央部에 강한 潮流이며 양쪽 海岸에서는 過流現象이 일어난다.

여기에 潮流特性은 표 4-3과 같다.

潮流發電의 利用可能 流速은 0.5~1.0m/s로서 珍島海峽은 平均 5.0m로서 높이 評價할 수 있는 地點으로 判斷한다.

여기에서 장潮流(9월 6일)와 낙潮流(9월 5

<표 4-3> 潮流特性

順	項 目	數 量
1	流 速	4.2~6.5(m/s)
2	水 面 差	1.0(m)(최대)
3	潮 差	3.5(m)
4	張潮流時間	6H 15M
5	落潮流時間	5H 20M
6	潮 時 差	1H 40M(Lead)
7	通 流 量	199×10 <sup>7</sup>
8	利用潮流時間	16(H)



〈표 4-4〉 觀測結果值

區分	觀測時間	流速	流向
낙조류	14H 24M	3.18m/s	139°
"	15H 25M	4.91	139°
"	16H 20M	6.23	139°
"	17H 20M	5.03	139°
"	18H 20M	4.13	139°
장조류	0.9H 22M	3.39	321°
"	10H 23M	3.48	321°
"	11H 22M	3.69	321°
"	12H 23M	3.30	321°
"	13H 25M	2.04	321°

일)의 관측결과 표 4-4 와 같다.

筆者는 珍島水道에 橋樑을 설치하고 여기에 Turbine 과 揚水 Pump 를 直結한 장치를 固定시킨다. 潮流는 하루에 139° 방향에 4時間씩 2회와 321° 方向에 4時間씩 2회씩 發電하던 每日 16時間을 近處의 山계곡에 설치된 貯水池에 揚水하여 이를 一般 水力發電所로서 可動할 경우 Bety의 理論式에 따라 出力

$$P=0.515A \cdot V^3 \cdot Cp(kW) \dots \dots \dots (4.4)$$

A : 回轉體의 面積(m<sup>2</sup>)

V : 流速(m/s)

Cp : 出力係數

로 計算하면 平均流速 4.5(m/s)로 假定하면 Cp를 22.53(kW/m<sup>3</sup>)이므로 1列分을 計算하면 141.939(kW)의 電力을 生産할 수 있다.

珍島水道의 發電計劃에는 다음과 같은 問題點이 研究되어야 할 것이다.

(i) 海中에 設置된 機器 및 構造物에 대한 防蝕과 防鏽문제

(ii) 海洋生物의 부착서식

(iii) 調整池의 海水漏水 鹽害防止

(iv) 연안의 水産業과 海上交通 관계

(v) 强潮流時의 海中工事의 難點

(vi) 海上 표류물에 의한 진제格子

(vi) 正逆回轉에 대한 Turbine 과 Pump의 효율 등을 綜合的으로 研究推進되어야 할 것이다.

### 5. 結 論

人類는 陸地에서의 Energy 고갈을 海洋에서 찾을 수 있으며 특히 3面이 바다인 우리나라의 地形學의 特殊性을 감안할 때 Hard energy paths에서 soft energy paths로 轉換이 可能하며 陸地의 Energy 源에서 海洋 Energy로 研究開發方向도 추구해야 할 時期라고 判斷된다. 우리나라의 産業構造에서 볼 때 油類供給에 대한 國際情勢의 變化는 産業의 취약점이며 위험이라 할 수 있다. 化石燃料의 無差別한 過用과 核 Energy에 대한 過信은 環境오염과 기술적인 타격을 받을 우려에서 우리나라의 獨自的인 研究開發에 있어서 未開拓分野는 國際的 協力과 產學協同 研究體系의 活性化등으로 試行錯誤를 最少化하는데 努力하여야 할 것이다.

### 參 考 文 獻

1. 최연호 88년 國內의 경제여건 및 國內 Energy 需給 大韓電力協會誌 88.4
2. 오병인 新에너지 開發에 대한 問題點, 大韓電氣學會誌 80.5
3. 仲井眞弘多 省エネルギー技術開發의 現狀と 將來 日本エネルギー資源 85.6
4. 李承院 小水力 開發을 促求함. 大韓電氣學會誌 81.9
5. 前田久明 波浪發電에 關する 基礎研究. 에너지資源 83.1
6. 平本 高 波力電氣 터빈 發電機 富士時報 78.5
7. 益田善雄 波力發電船 “海明” 富士時報 80.7
8. 洪成洙 潮流發電 潮力資源研究所 80.8
9. 海法泰治 海流發電의 意義と 將來展望. 에너지資源 83.4
10. 朴椿培 珍島海峽의 潮流發電計劃. 大韓電氣學會 78.4