



21世紀의 에너지 未來像

Energy Development Prediction in 21 C

金 治 弘*
Kim, Chi Hong

序 言

지금부터 46億年전 太陽으로 부터 약 1億5千萬 km의 距離에 하나의 惑星이 誕生하였다. 二酸化炭素와 magma의 바다로 둘러싸인 이 惑星은 실로 긴 歲月을 걸쳐 “아름다운 별”, 즉 現在의 “地球”로 變換한 것이다. 그리하여 겨우 300萬年 전에 出現한 人類는 서서히 技術發達을 이룩하면서 文明化를 기해 왔다.

그러나 産業革命 이후 에너지의 活用을 알게 되었을 때부터 人類의 進步의 速度는 加速되고 石油, 石炭을 태우고 이들을 各種의 에너지로 바꾸고 또 물로부터도 水蒸氣든가 電力이라는 形態로 에너지를 끄집어 내었다. 그리하여 이 에너지는 우리들 日常生活을 크게 變化시켰다. 電力이든가 가스의 普及은 생활을 便利하고 快適한 것으로 한 것과 동시에 醫療, 厚生面에 있어서도 크게 貢獻한 것이다.

그러나 近年의 技術開發의 急速化는 드디어 人類에게 危機感을 갖게 하고 있다. 즉 大氣의 汚染, 酸性雨에 의한 森林破壞, 二酸化炭素의 增加, 오존層의 破壞 등 여러 가지 深刻한 問題를 發生시키고 있다. 겨우 300萬年 전에 誕生한 인류가 近來 十數年 사이에 地球가 46億年을 걸려서 만들어낸 “貴重한 環境”을 破壞시키기 始作한 것이다.

그러므로 어떻게 環境을 維持하고 더욱이 環境을 改善하면서 에너지를 얻어야 할 것인가

가가 向後의 人類存亡의 關鍵이라 할 수 있다.

2. 21世紀의 에너지

現今の 電氣自動車는 아직 購入價格에 있어서는 gasoline車의 數倍에 달하고 있으나 性能, running cost는 거의 gasoline車와 맞먹고 低騒音, 低公害라는 利點에서 점차 利用의 擴大가 豫想된다.

또한 Inteligence Building이라는 computer 管理의 超高層빌딩의 建設붐이든가 Highvision 등 Home electronics의 發達 및 convinience store를 代表로 하는 24시간형 産業의 擴張 등 社會의 變化는 多樣化될 것이고 따라서 電氣需要面에서는 모두 增大하는 傾向을 갖게 될 것이다. 즉 에너지의 電力으로의 轉向傾向이 增加할 것이다.

한편 에너지 供給面으로부터 보면 現在의 에너지 전체에 있어 石炭, 石油 등 化石燃料에 의한 比率은 80% 이상이다. 그러나 向後 50年程度라고 말하는 賦存量의 問題와 地球溫暖化든가 酸性雨問題 등의 地球環境問題에 의해 今後는 再生可能하고 地球에 부드러운 에너지로 代替되게 될 것이다. 즉 에너지에 있어 電力比率은 現在의 40%로 부터 大幅으로 增大하는 것과 同時에 電力에 있어 火力發電의 比率은 減少하고 水力, 地熱, 太陽光, 波力, 風力과 같은 自然 에너지의 利用擴大와 原子力, 나아가서 核融合發電의 開發이 行해지고 있는 것이다.

*土木(水資源開發技術士), 成均館大學校工科大学 教授

그러므로 21世紀의 에너지는 이와 같은 自然에너지, 바이오마스 에너지(biomass energy)의 活用 開發 또한 新 에너지 開發에 拍車를 加할 것이 當然하므로 이에 대한 것을 簡單히 說明하여 21世紀 未來像을 聯想하고자 하는 바이다.

2-1. 自然에너지

(1) Clean Energy

化石燃料系의 石油, 石炭 등의 燃燒에 의해 酸化硫黃, 酸化窒素, 꺼름 등을 排出해서, 또 原子力發電所에서는 放射性廢棄物을 내기 때문에 그 처리가 문제가 된다. 이것에 反하여 自然에너지는 廢棄物 등에 의한 環境汚染을 發生하지 않으므로 clean energy라 불리운다. 2次 에너지 中에서도 電力이든가 LNG 液化天然가스, liquefied natural gas), 水素 등은 clean energy이다. 또 1次系에서도 바이오마스(생물체, biomass)든가 太陽光(熱), 地熱은 clean energy라 불리운다.

(2) 太陽光發電(photovoltaic power generation)

太陽電池 등을 써서 太陽光 에너지로부터 電氣를 얻는 시스템이다. 太陽電池(solar cell)는 小規模인 것으로서는 携帶用 電子計算器 등의 家電製品이든가 宇宙衛星用으로 實用化되고 있으나 이것을 大規模로 發電用으로 이용하는 것이다. 半導體의 P-N 接合部에 빛을 대면 電壓이 發生한다는 性質을 應用한 것으로서 素材로서는 太陽光 에너지와 整合성이 좋은 실리콘이 많이 쓰이고 있다. 문제는 發電 cost가 原子力이든가 火力에 비해 各별히 비싸다는 것인데 高性能 素子の 開發이든가 集光시스템, 蓄電能力의 技術개발이 중요한 課題이다.

1989年末 世界中的 太陽光發電能力은 42, 100로kw 되어 있다.

(3) 太陽熱發電(solar thermal power generation)

ation)

太陽열을 모아서 高溫의 空氣, 水蒸氣를 만들어 터빈(turbein)을 돌려서 발전하는 시스템이다. 集熱方式에는 많은 平面鏡부터의 反射光을 中央의 塔(tower)에 集中시키는 mirror field형(tower 집중방식)과 各曲面鏡의 焦點상에 있는 熱媒體를 加熱시키는 分散型(곡면집광방식)이 있다.

(4) 濃度差發電(concentration difference energy conversion)

海水와 淡水의 鹽分의 濃度差를 이용한 발전으로서 淡海水發電이라고 한다. 河口附近의 海水와 淡水가 混合되어 있는 곳에서는 이온농도의 차로 인하여 化學的 에너지가 發生하고 그 크기는 河川水를 240m 上流로 밀어 올리는데 該當한다고 한다. 에너지를 전기로 변환하는 것이다. 발전 장치는 水槽에 2개의 이온交換膜으로 칸막이를 한 3室 구조로 되어 있다. 한쪽의 膜에는 (+)이온 밖에 通過 안시키는 膜(陽이온交換膜)을 또 한쪽에는 (-)이온 밖에 通過 안시키는 膜(陰이온交換膜)을 사용하고 3室의 中央에 淡水를, 兩側에 海水를 넣으면 이온(鹽素이온과 나트륨이온)은 濃度가 낮은 淡水側으로 流入하려고 한다. 그러나 이온은 膜으로 遮斷되어 陰陽 어느쪽의 이온이 남는다. 여기에 電位差가 생겨서 電氣가 얻어진다.

(5) 海洋溫度差發電(ocean thermal energy conversion)

海水附近과 深海의 溫度差를 이용한 발전방식이다. 熱帶지방 등의 바다에서는 表面의 水溫은 30℃까지 된다. 그 溫水를 이용하여 沸點이 낮은 암모니아든가 후론(flou)을 氣化하여 그것으로 터빈(turbein)을 돌려서 發電한다. 터빈에서 排出되는 가스는 深海의 冷水로 또다시 元來의 液體로 된다.

(6) 海流發電(ocean current power generation)

해양에너지 중 海流, 潮流를 이용하는 발전 방식이다. 海流는 貿易風과 地球의 自轉에 의해 일어나는 現象으로서 流速은 2~5knot, 流量 50,000,000 m³/s 이상의 대규모인 것도 있어서 이 흐름으로 propeller를 돌려서 발전을 한다.

또 이것과 類似하나 潮位差를 이용한 潮流(潮汐)발전이 있는데 불란서의 란스河口에서 干滿落差 13.5m의 조석을 이용한 出力 240,000kw의 發電所가 1966年 11月 以後 가동하고 있다. 中國에서도 渤海로부터 北部灣에 걸쳐 8基의 조석발전소가 있어 合計 6,000kw의 용량이라 한다.

(7) 地熱發電(geothermal power generation)

地殼內部的 magma(岩漿)의 高溫에 의해 생긴 蒸氣를 地表로 끌어내어 터빈을 돌리는 발전방법이다. 日本에서는 9個地點에 280,000kw의 지열발전소가 있다. 지열발전은 이용하는 熱源에 의해 淺部熱水(100~200m, 100~250℃), 深部熱水(2000~5000m, 250~350℃), 深層熱水(3000~5000m, 150℃), 高溫岩體(활화산 주변, 200~300℃) 등으로 分類된다. 지열발전은 世界各國에서 활발하여 이태리의 라루데레로(41萬kw), 뉴질랜드의 와이라게이(20萬kw), 미국의 카이사스(170萬kw), 멕시코의 세로프리트(63萬kw), 필리핀의 맛키린 바나하우(78萬kw)가 有名하다.

(8) 바이나리 사이클 발전(binary cyclic power generation)

지열발전에 의한 環境汚染을 防止하는 것과 동시에 발전 效率도 높이기 위해 考案된 방식으로서 two cycle 발전이라고 한다.

地下的 熱水든가 蒸氣를 직접 끄집어 내고자 하면 그안에 포함하고 있는 鹽分의 排出을 피할 수 없어 公害의 근원이 되고 열의 消失이 많다. 그래서 地下에 설치된 熱交換機를 써서 그들의 熱로서 沸點이 낮은 액체를 증발시켜 그 壓力으로 가스 터빈을 돌린다는 2단계 방식

을 취하는 것이다.

(9) 風力發電(wind power generation)

풍력으로서 風車를 돌려 발전하는 방식이다. 풍력에너지는 무진장이고 깨끗하나 季節이든가 時間에 의해 변화가 심한 것이 弱點이다. 이 때문에 풍력발전에는 蓄電池가 竝用되는 것이 보통이다. 미국에서는 1988年 現在 16,000基, 發電用量 약 1,400,000kw의 商業시스템이 가동중이다. 1基로 最大인 것은 하와이의 오아후섬의 出力 3,200kw인 것도 있다.

(10) 揚水發電(pumped-storage hydropower generation)

晝夜變動이 큰 電力需要로의 對策의 하나로서 考案된 방식이다. 우리나라에서도 주야의 전력수요는 차이가 많다. 그래서 야간의 剩餘 전력을 利用하여 pump를 써서 밀의 貯水地 또는 강물을 上部貯水地로 퍼올려 需要가 增加되는 晝間에 이물을 떨어뜨려서 水力發電을 하는 것이다. 우리 나라도 淸平, 三浪津, 安東에서 양수발전을 하고 있는데 장차 원자력발전소를 增設해가면 이 양수발전에 대해 깊이 研究하여야 할 과제의 하나라고 볼 수 있다. 특히 尙後는 東海岸의 풍부한 海水양수발전도 계획할 만하다. 그러나 문제는 해수에 의한 터빈의 부식 이든가 주변의 浸해방지대책 등의 기술과제가 解決되어야 할 것이다.

2-2. 바이오마스 에너지(biomass energy)

(1) 바이오마스 에너지

生物體(biomass)를 에너지源으로 쓸 때 이것을 바이오마스 에너지라 말한다. 化石燃料도 廣義로는 이 一種이라 하겠으나 여기서 제외 되는 것이 普通이다. 바이오마스는 太陽에너지, 空氣, 물, 土壤의 作用에 의해 生成되기 때문에 無限으로 再生可能이라는 長點이 있다. 에너지 利用法으로는

a. 바이오마스가 含有하고 있는 石油成分을

抽出한다.

- b. 특수한 海藻(켈프)든가 廢棄物 바이오마스를 메탄醱酵, 알콜醱酵 등으로 燃料로 한다.
- c. 人間이든가 動物의 糞尿를 메탄발효시킨다.
- d. 水素發生藻든가 菌으로부터 水素를 抽出하기도 하고 葉綠體로 太陽電池를 만드는 등이다.

地球上에는 年間 거의 1550億 ton의 바이오마스가 생성되고 에너지로 利用可能한 潛在量은 메탄換算으로 275兆 Kcal에 달한다고 되어 있으나 그 實用化에는 cost 외에 환경이든가 食糧生産과의 競合이 있기 때문에 時間이 요할 것이다.

(2) 에너지 植物(energy plant)

보통의 植物은 炭水化合物을 主成分으로 하는 것인데 반하여 炭化水素를 含有하는 植物이 있다. 이 炭化水素는 石油와 같은 組成을 갖는 것으로서 이 植物의 잎이 樹液을 乾溜하면 “代替 石油”가 얻어지므로 에너지植物이라 불리우고 있다. 미국 칼리포니아大學의 M. 카르빈교수가 發見하여 一躍 脚光을 받고 現在 靑珊瑚든가 홀트草, 유까리 등이 注目되고 있다. 靑珊瑚 1kg로 부터 80g의 石油가 抽出된다.

(3) 스위트 솔감 바가스(sweet sorghum bagasse)

바이오마스燃料의 하나로 期待되고 있는 것이다. 설탕수수의 一種인 스위트솔감(설탕옥수수)은 甘味는 그다지 없고 甘味劑보다는 家畜 飼料로서 近來 急速히 普及되었다. 1984年 8月 日本의 東大化學工學科의 후루자키 신다로오 교수와 東北大學農學科의 호시카와 기요지카 교수 팀이 이 바가스(짚겨기)로부터 高濃度의 에타놀(주정, 에칠알콜)을 製造하는데 成功했다. 普通 세루로오즈의 糖化는 50%가 限度가 되어있는데 바가스중의 세루로오즈를 80%까지 당화하는데 成功하여 濃度 90%의 에타놀 제조가 可能해진 것이다. gasoline에 에타놀을

혼입한 개솔(gasohol)은 자동차용 燃料로서 쓰여지고 있다.

(4) 쓰레기 發電시스템(power generation combined with refuse incinerator)

쓰레기 燒却으로 발생하는 高溫高壓의 蒸氣로서 터빈을 돌려서 발전하고자 하는 시스템이다. 우리 나라에서도 목동 아파트團地를 위시하여 大型쓰레기 소각장에서는 발전시설을 설비하는 단계에 도달하고 있다. 다만 이 발전에는 boiler水管의 高溫부식을 방지하지 않으면 안되는 것과 쓰레기질이 극히 不均一하다는 점에서 발전효율이 낮다는 難點이 있다.

2-3. 新에너지 技術開發

(1) 燃料電池(fuel cell)

물을 電氣分解하면 水素와 酸素가 나오나 이것과 逆의 反應을 利用하여 水素와 酸素로부터 물과 함께 電氣를 만들자는 裝置이다. 19世紀부터 이 아이디어가 있었으나 1965年 아폴로 宇宙船의 電源으로서 實用化 되었다. 2年後 미국의 United Technology 사가 중심이 되어 처음으로 商業용 燃料전지를 개발하여 개발품이 이루어졌다.

(2) MHD發電(電磁流體力學發電 magnetohydrodynamic power generation)

電磁流體力學의 原理를 응용한 발전방식이다. 종래의 발전기는 磁界안에서 回轉子가 回轉하면 電流가 발생하였으나 MHD 發電에서는 磁界안에 그것과 直角으로 交叉하는 方向으로 200℃ 이상의 電離된 가스(플라즈마)를 高速注入하면 電流가 생긴다. 아이디어는 일찍이 電磁氣學의 아버지라고 불리운 M. 화라디에 의해 고안된 것이나, 근래 高溫가스를 낼 수 있는 強力한 에너지源의 개발이 있으므로 實現性이 있게 되었다. 回轉子가 필요없는 直接的인 發電이므로 에너지 손실이 없고 火力發電이든가 原子力發電의 30~35%를 훨씬 넘는 60~70%의 발전효율이 期待된다.

(3) 常溫核融合(低溫核融合)(cold nuclear fusion)

1989年 3月 23日 S. 폰스(미국, 유타대학)과 M. J. 후라이슈만(영국, 사우산프톤대학)은 (+)極을 파라좁으로 하는 重水の 電解系에서 長時間 전류를 繼續 흐르게 하면 이상한 發熱과 中性子の 發生이 認定된다고 報告하였다. 이것은 核融合이 일어났기 때문이라고 言及함으로써 世界中의 學界가 注目했다. 이 現象을 一般으로 cold fusion이라고 불리우고 있다.

그후 얼마안되서 S. E. 존스(미국·부리감양대학)은 地殼熱의 原因은 이 常溫核融合이고 氘分子型의 核融合(素粒子 氘을 媒介로 하는 2개의 重水素 이온의 核融合)이라고 常溫核融合을 10年 이상전부터 豫見하고 있었다고 兩者는 對立하였다.

이 現象은 同一裝置에서의 再現性이 極히 稀薄하여 理論으로 納得이 안가기 때문에 疑問視하는 學者도 많으나 새로운 장치에서는 觀測되는 實例되는 確實히 있고해서 여전히 큰 課題가 되고 있다.

(4) 超電導發電(superconducting power generation)

발전기의 로타에 초전도체를 이용한 발전방식이다. 초전도라 함은 니오부든가 니오부-錫合金 등 어떤 종류의 金屬이든가 合金을 絶對零度(-273. 15℃) 근처까지 冷却시키면 電氣抵抗이 zero가 된다는 것이다. 一般으로 발전기는 대형화로 할수록 발전효율은 오르나 그것에 따라 로타의 徑도 크게 된다. 로타의 徑이 크면 고속회전에 의한 遠心力으로 應力이 커져 破壞되기 쉽다. 그래서 로타를 전기저항이 없는 초전도체로 바꿔주면 적은 徑의 로타로 大型發電機를 만들 수가 있다. 현재 30,000kw급의 試作단계를 마치고 출력 인상을 목표로 개발을 하고 있다. 소련에서는 1988년의 봄 300,000kw의 것이 試作되었다. 또 이 초전도체를

送電에 이용하면 송전손실이 없어 大電力을 보내는 것도 可能해진다.

(5) 水素 에너지(hydrogen energy)

포스트-석유의 本山이라고도 할 수 있는 人類窮極의 에너지源이 水素이다. 그 이유는

a. 물을 分解하면 생기므로 資源은 無盡藏이다.

b. 연소해도 물로 되돌아 오므로 깨끗해서 生態系的인 問題가 없다.

c. 사단로켓의 제2, 제3단계로켓의 연료에 사용되는 것과 같이 high power이다.

d. 암모니아合成, 石油精製, 半導體精製, 製鐵, 冶金, 食品工業, 나아가서 自動車든가 젯트기 燃料 등에 무엇이든 쓸 수 있다.

등을 들 수 있다. 이 수소를 에너지源으로 하는 에너지 시스템은 1970年 초에 提唱되었다. 이 시스템이 실현되면 현재의 石油文明이 水素文明時代로 바뀐다라고 까지 豫測되고 있다. 그러나 거기로 가기까지의 道程은 平坦치가 않다. 현재 수소는 化學원료든가 항공로켓 연료 등에 쓰여져 그 消費量은 全世界에서 年間 약 8,000億m³에 달한다고 보고 있다. 에너지 이용에는 대량의 싼값의 수소제조법이 要求되고 있다.

3. 結 論

이상 21世紀의 에너지 미래상을 논했는데 21世紀의 사회는 더욱 더 效率化, 情報化가 發展되며 生活面에서의 便利性, 快適性이 要求되며 전기의 수요가 增大될 것이다.

또 한편으로는 지구환경문제든지 대기오염, 수질오탁, 소음 등의 환경문제의 解決을 위해 최대한의 努力이 傾注되어야 할 것이다.

그리하여 이 에너지문제도 지구환경문제와 같이 전 지구적인 境地에서 開發될 것이 豫見된다.